JOSÉ SIDNEI COLOMBO MARTINI

ENGº ELETRICISTA, ESCOLA POLITÉCNICA DA USP, 1970

MESTRE EM ENGENHARIA, ESCOLA POLITÉCNICA DA USP, 1975

TELEMEDIÇÃO, TELESUPERVISÃO E TELECOMANDO
UM SISTEMA DE TEMPO REAL PARA O CONTROLE
DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NUMA REGIÃO
METROPOLITANA.

Tese apresentada à Escola
Politécnica da USP para a
obtenção do Título de Dou
tor em Engenharia

ORIENTADOR: PROF. DR. ANTONIO MARCOS DE AGUIRRA MASSOLA

PROFESSOR ADJUNTO DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
DE ELETRICIDADE DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP

SÃO PAULO, 1982

A meus pais e meus filhos,
causa e efeito da minha própria
existência

AGRADECIMENTOS

Gostaria de deixar aqui registrado o meu agradecimento a todos que colaboraram para a realização deste trabalho.

Devo fazer menção ao Prof. Dr. Antonio Marcos de Aguirra Massola, meu orientador e amigo, que desde a época de estágio durante o curso de graduação, tem sido o responsável pelo interesse em mim despertado pela automatização.

No plano pessoal e profissional, os meus agradecimentos aos Engenheiros Carlos José Botelho Berenhauser e José Vulf Kochen com quem muito tenho aprendido na arte e na técnica de desenvolver, de maneira objetiva e bem sucedida, atividades de vanguarda e grande desafio profissional.

Agradeço aos meus incansáveis amigos e colaboradores Maria Luísa Correia Thadeu da Fonseca, Nilza Toscano de Oliveira, Claudécila Maria Nolasco, Nicolau Carlo Harmuch, Manoel Lorenzo Fernandez Nuñez, Carlos Eduardo Rosas, Engenheiros Amir Gabriel Chadi, Jonas Nunes Novaes e José Augusto Danielides de Faria, pelas atividades de preparação gráfica e revisão do texto.

Aos companheiros do Laboratório de Sistemas Digitais do Departamento de Engenharia de Eletricidade da Escola Politécnica da USP, e da Diretoria de Operação da Região Metropolitana da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, o meu muito obrigado pelo apoio e incentivo, sobretudo nos momentos mais difíceis, quando o desalento mais parecia um pesadelo.

O meu obrigado aos amigos pessoais e familiares que com habilidade e carinho souberam tornar menos difícil a privação de um convívio tão desejado, enquanto estas páginas eram escritas.

Quero agradecer a meus pais, pelo apoio constante durante t^oda a minha vida e, mais do que isso, pelo exemplo de tenacidade, perseverança e crença num ideal, o que me tem sido . motivação principal para vencer os obstáculos do cotidiano.

Finalmente agradeço a DEUS, pela vida, pela saúde e pelas forças que me trouxeram até aqui.

RESUMO

A automatização de processos e o emprego de técnicas de telesupervisão e telecomando, tem sido nas últimas décadas uma das principais preocupações de técnicos e administradores para oferecer às comunidades, um padrão elevado de serviços, numa contínuo aumento de confiabilidade, atendendo assim às exigências do homem moderno.

O presente trabalho aborda o problema do controle do abastecimento de água tratada a uma região de 3.200 Km², onde vivem mais de 12 milhões de habitantes. A experiência de transformar um sistema primário de controle num sistema automático e telemétrico, para atender uma região desse porte, foi realmente uma experiência inédita, dadas as características peculiares do sistema hidráulico existente.

Por ter sido uma atividade multidisciplinar, congregando as áreas de hidráulica, instrumentação, telemetria, controle de processos, comunicações e informática, descreve-se o processo de abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo, a caracterização do sistema de controle operacional, os meios de comunicação homem-máquina envolvendo os equipamentos de telemetria, a organização do "software" dos computadores usados na supervisão e controle, os aspectos principais que nortearam todo o desenvolvimento, os problemas encontrados e as soluções adotadas.

Espera-se que este trabalho, através de suas conclusões,

possa contribuir para a solução de problemas semelhantes, não somente no campo da hidráulica mas em outras aplicações, onde o processo seja distribuído fisicamente sobre uma região extensa, e que envolva velocidades de ação e reação lentas, se comparadas por exemplo com as comuns no campo da energia elétrica.

ABSTRACT

Process automation and the use of telesupervision and telecommand techniques have been, during the last decades, one of the main subjects of interest of managers and technicians to offer a high standard of services with an ever growing reliability, as required by communities today.

This text approaches the problem of control of the treated water supply to a 3.200 km² region, in which live more than 12 million people.

Transforming a quite unsophisticated control system into an automatic and telemetric one in so large an area was an absolutely novel experience in Brazil, considering the particular characteristics of the existing hydraulic system.

Since it was a multidisciplinary activity, involving hydraulics, instrumentation, telemetry, process control, communications and informatics, this text describes the treated water supply system in the São Paulo Metropolitan Region, the operational control system, man-machine communications involving telemetry equipment, the computer software organization applied to control and supervision, the main development guidelines, the problems that were faced and the solutions found.

It is hoped that this text and its conclusions may help solve similar problems, not only in the field of hydraulics, but also in other applications where the process is physically distributed over a large area and involves low action and reaction velocities as compared, for instance, with the ones in the field of electricity.

I N D I C E

I - INTRODUÇÃO

II - ABASTECIMENTO METROPOLITANO DE AGUA TRATADA

II.1 - OBJETIVO	9
II.2 - O CICLO PARA UTILIZAÇÃO DA AGUA	9
II.3 - OBJETIVO GLOBAL DO ABASTECIMENTO	12
II.4 - Os SETORES DE ABASTECIMENTO	15
II.5 - ABASTECIMENTO DE RESERVATÓRIOS	20
II.6 - O SISTEMA DE ABASTECIMENTO	24

III - O CONTROLE OPERACIONAL CENTRALIZADO - CARACTERIZAÇÃO

III.1 - OBJETIVO	28
III.2 - MACROCONSTITUIÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLE OPERACIONAL CENTRALIZADO	28
III.3 - A ESTAÇÃO REMOTA	36
III.3.1 - MEDIDAS	37
III.3.2 - TRANSMISSORES	38
III.3.3 - ARMÁRIO DE INSTRUMENTAÇÃO	40
III.3.4 - EQUIPAMENTO REMOTO DE TELEMETRIA-ERT..	41
III.4 - A ESTAÇÃO CENTRAL	49
III.4.1 - ARMÁRIO DE PROTEÇÃO DE LINHAS TELEFÔNICAS	50
III.4.2 - EQUIPAMENTO CENTRAL DE TELEMETRIA-ECT.	52
III.4.3 - CONJUNTO DE SUPERVISÃO E CONTROLE-CSC.	61

III.4.4 - CONJUNTO INFORMÁTICO	68
III.5 - A DINÂMICA DO SISTEMA DE CONTROLE TELEMÉTRICO .	73
III.5.1 - O CICLO DO ERT	74
III.5.2 - O CICLO DO ECT	76
III.5.3 - O CICLO DO CSC	78
III.5.4 - O CICLO DO COMPUTADOR DE CONTROLE ...	79

IV - COMUNICAÇÃO HOMEM/MAQUINA - RECURSOS

IV.1 - OBJETIVO	81
IV.2 - CENTRO DE CONTROLE-DISPOSIÇÃO DE PERIFÉRICOS .	81
IV.3 - POSTOS DE OPERAÇÃO-RECURSOS DE SUPERVISÃO E CONTROLE	88
IV.3.1 - PAINEL DE ALARMES DOS POSTOS DE OPERAÇÃO	88
IV.3.2 - TECLADOS DOS TERMINAIS DE VISUALIZAÇÃO	91
IV.4 - IMAGENS E RELATÓRIOS	98
IV.4.1 - INFORMAÇÕES DE UMA ESTAÇÃO REMOTA (RELATÓRIO 1)	98
IV.4.2 - INFORMAÇÕES DE UM PONTO DO SISTEMA . (RELATÓRIO 2).....	99
IV.4.3 - INFORMAÇÕES DOS 80 ÚLTIMOS ALARMES OCORRIDOS NO SISTEMA (RELATÓRIO 3)..	105
IV.4.4 - INFORMAÇÕES DOS NÍVEIS DOS RESERVA- TÓRIOS DO SISTEMA, A INTERVALOS RE- GULARES DE 4 HORAS (RELATÓRIO 4)....	105

IV.4.5	- INFORMAÇÕES SOBRE MANUTENÇÃO DAS BOMBAS (RELATÓRIO 6)	106
IV.4.6	- INFORMAÇÕES SOBRE LINHAS TELEFÔNICAS (RELATÓRIO 7)	106
IV.4.7	- INFORMAÇÕES SOBRE VOLUME DE ÁGUA TRATADA E ENTREGUE (RELATÓRIO 8)	106
IV.4.8	- INFORMAÇÕES SOBRE REPRESAS E MANANCIAIS (RELATÓRIO 9)	107
IV.4.9	- INFORMAÇÕES SOBRE SITUAÇÃO DE REPRESAS (RELATÓRIO 10)	107
IV.4.10	- INFORMAÇÕES SOBRE ALARMES ATUAIS DE ALTO OU BAIXO (RELATÓRIO 11)	107
IV.4.11	- INFORMAÇÕES SOBRE TENDÊNCIAS DE MEDI-DAS SOB SUPERVISÃO (RELATÓRIO 12)	108
IV.4.12	- INFORMAÇÕES SOBRE LINHAS TELEFÔNICAS INOPERANTES NO INSTANTE CORRENTE (RELATÓRIO 13)	108
IV.4.13	- INFORMAÇÕES SOBRE O ESTADO DA TELEME-TRIA (RELATÓRIO 14)	108
IV.4.14	- INFORMAÇÕES SOBRE O SISTEMA INFORMÁTICO (RELATÓRIO 15)	108
IV.4.15	- INFORMAÇÕES SOBRE CONSUMOS DIÁRIOS (RELATÓRIO 16)	109
IV.4.16	- INFORMAÇÕES SOBRE CONSUMOS MENSAIS (RELATÓRIO 17)	109
IV.4.17	- MENSAGENS DE OPERAÇÃO	109
IV.4.18	- ÍNDICE DO SISTEMA	109

IV.4.19 - PROCESSO-INSTRUMENTAÇÃO-DETALHES	
(PID)	110
IV.5 - DIÁLOGO DE OPERAÇÃO	110
IV.6 - ARMAZENAMENTO DE DADOS	114
IV.6.1 - ARMAZENAMENTO DE RECUPERAÇÃO IMEDIATA	115
IV.6.2 - ARMAZENAMENTO DE RECUPERAÇÃO MEDIATA	119
IV.7 - OS ALARMES DE OPERAÇÃO	121
V - ORGANIZAÇÃO DO "SOFTWARE" DE CONTROLE	
V.1 - OBJETIVO	124
V.2 - NOMENCLATURA UTILIZADA NO "SOFTWARE".....	124
V.3 - TAREFAS E MÓDULOS DO COMPUTADOR DE CONTROLE....	130
V.4 - TAREFAS E MÓDULOS DO COMPUTADOR DE "BACK-UP"...	144
V.5 - ARQUIVOS ESPECIAIS	146
V.6 - BASE DE DADOS	148
V.6.1 - BLOCO DE DADOS	148
V.6.1 - MÓDULO DE ACESSO	156
V.7 - INTERRELAÇÃO ENTRE TAREFAS, MÓDULOS E "DRIVERS"	158
VI - ASPECTOS RELEVANTES NA ADOÇÃO DE SOLUÇÕES DO SISTEMA	
DE CONTROLE TELEMETRICO	
VI.1 - OBJETIVO	160
VI.2 - A NECESSIDADE DE UM SISTEMA TELEMÉTRICO PARA	
CONTROLE DE PROCESSOS ESPARSOS - O CASO DO ABAS	
TECIMENTO DE ÁGUA TRATADA	160

VI.3 - MÉTODOS DE CONTROLE DE UM SISTEMA DE ABASTECI- MENTO DE ÁGUA	166
VI.4 - CONFIGURAÇÃO DA INSTRUMENTAÇÃO	169
VI.5 - ESTRATÉGIA OPERACIONAL	174
VI.6 - ESTRATÉGIA DE CONTROLE	177
VI.7 - FORMA DOS DADOS	182
VI.8 - TRANSMISSÃO DOS DADOS	184
VI.9 - ASPECTOS GERAIS E RELEVANTES DO PROJETO DE UM SISTEMA DE TELECONTROLE	186

VII - CONSIDERAÇÕES FINAIS

VII.1 - OBJETIVO	194
VII.2 - A FASE DO PROJETO	194
VII.3 - A FASE DE INSTALAÇÃO	198
VII.4 - A FASE DE OPERAÇÃO	202
VII.5 - PERSPECTIVAS FUTURAS	205

VIII - ANEXOS

VIII.1- RELAÇÃO DE NÚMERO, NOME E MUNICÍPIO DAS ESTAÇÕES REMOTAS	210
VIII.2 - RELAÇÃO DOS ERROS NO DIÁLOGO HOMEM/MÁQUINA ATRAVÉS DO VÍDEO TIC-9000	216
VIII.3 - RELATÓRIOS IMPRESSOS PELO SISTEMA INFORMÁTICO	221

IX - BIBLIOGRAFIA

I - INTRODUÇÃO

Desde o fim da Segunda Guerra Mundial e o início da era dos mísseis, a automatização de máquinas e equipamentos de su pervisão e controle de processos, utilizando computadores como peça fundamental, tem sido ponto de grande interesse e forte investimento de pesquisa e desenvolvimento. Como resul tado, nos dias de hoje, uma vez atingidos os níveis de segu rança necessários, toda uma população metropolitana se bene ficia de sistemas de controle computarizados que coordenam o transporte rodoviário, ferroviário, aéreo, os complexos de distribuição de água e energia elétrica, as comunicações te lefônicas e tantas outras aplicações que já fazem parte do dia a dia do cidadão moderno. |30|

Filosoficamente, a evolução para a automatização é justificada pela libertação de seres humanos, que tem como função atividades rotineiras, puramente manuais, massacrantes e te diosas como são as de operação de maneira geral. Com o uso da automatização essas pessoas podem se dedicar a ocupações que solicitem muito mais o raciocínio e a percepção, atividades mais nobres a serem desempenhadas por um ser humano, se comparadas com mero apertar botões de forma rotineira e passiva. |63| |67|

Do ponto de vista da engenharia, a automatização é a espe rança da minimização da falha humana, a possibilidade de do mínio de uma situação envolvendo equipamentos ou processos complexos. Se encarada do ponto de vista de supervisão e controle, a automatização aliada ao telecontrole é a própria

multiplicação do homem, que pode agir como se estivesse simultaneamente em vários locais. Essa é a sensação de um operador num centro de controle. |14|

Com o rápido progresso da tecnologia de computadores, com o advento dos mini e micro computadores, a facilidade no automatizar atinge um nível onde praticamente tudo que uma pessoa possa fazer na área de controle, um equipamento com um ou mais microcomputadores, também poderá fazê-lo. Essa possibilidade muitas vezes tem conduzido projetistas a excessos, pois quanto maior o volume de equipamentos de controle maior a necessidade de uma infraestrutura para mantê-lo em operação. |27|

Para um administrador técnico que pretenda automatizar ou computarizar seus controles, seguramente estarão destinadas as difíceis decisões entre o "necessário e adequado" e o "possível". Cada vez mais se torna possível automatizar, e por isso, cada vez mais é importante a tarefa de analisar processos e operações para bem distribuir a automação, para que ela possa ser como um remédio cujos efeitos benéficos só se manifestem quando utilizados na quantidade adequada, no tempo adequado, no local adequado. |6|

Muitas tem sido as experiências em organizações onde os preceitos referidos não foram observados. Como consequência, sonhos de administradores transformaram-se em insatisfação, grandes investimentos sem retorno, altos custos de manutenção, quando não o abandono de projetos e equipamentos que

se tornaram um transtorno, ao invés de uma solução. |69|

Quando se faz referência à automatização não se pode esquecer que o elemento humano sempre é uma peça integrante. Assim como é necessária a preparação de um local para receber um novo equipamento ou processo, é importante, e igualmente necessária, a preparação do elemento humano que irá conviver com a inovação. Por elemento humano aqui entende-se não somente os operadores que diretamente irão conviver com o novo equipamento ou processo, mas todos os que direta ou indiretamente sofrerão o impacto da inovação: técnicos de manutenção, supervisores, administradores. Todos devem ser familiarizados com a inovação para que o desconhecimento não se torne uma barreira entre o existente e o novo. Nesse sentido há que se caracterizar o trabalho mais diretamente envolvido com sistemas de automatização, como divisível em duas partes: o trabalho direto executado por operadores que se relacionam com o equipamento automático, e o indireto, executado por técnicos de alta especialização, responsáveis pela manutenção e bom funcionamento do equipamento de controle. Quanto mais sofisticada a automatização menos operadores serão necessários, porém maior será a necessidade de técnicos de manutenção, bem como maior será a necessidade de sua especialização. Há situações onde um número considerável de técnicos se ocupam em manutenções preventivas de equipamentos e computadores, mantendo-se em prontidão para atender falhas eventuais, e simplesmente não existem os operadores, dado o nível de automatização do conjunto.

Do ponto de vista cronológico, mesmo após um longo e bem planejado período de projeto e preparação do pessoal, os primeiros tempos de convivência entre equipamento e pessoal, é um período de testes, ajustes e aferições. Um equipamento de supervisão e controle requer um exaustivo período de teste para a constatação do funcionamento nas várias condições de operação. Tais testes conduzem à localização de erros de fabricação, ou de instalação, que devem ser corrigidos. É importante que essa fase seja bem compreendida por todos pois, normalmente, as falhas encontradas nesse período podem conduzir operadores e administradores à desconfiança ou descrédito do desempenho final do equipamento. |8|

Os sistemas controlados por computadores, além dos testes de circuitos elétricos, requerem testes da programação que podem ser muito mais demorados e complicados do que os testes com o restante do equipamento. Essa dificuldade reside no fato de que a programação para computadores de controle é usualmente desenvolvida especificamente para cada fornecimento, para cada instalação. Assim, mesmo que haja um fornecedor de sistemas de supervisão e controle para várias aplicações que utilizam os mesmos equipamentos, a programação dos computadores de controle será seguramente diferenciada. Isso faz com que os testes da programação devam ser cuidadosos e minuciosos, para que se possa confiar no conjunto. |74| |75|

Mesmo com todos esses cuidados, testes só podem garantir a existência de erros que se apresentam, porém jamais poderão garantir a ausência de outros. Por esse motivo, para

que a confiança na programação seja máxima, é importante o uso de uma sistemática de projeto e desenvolvimento dos programas, para que a clareza na escrita e na documentação possa ser traduzida numa maior certeza de que erros fortuitos não venham surpreender a todos quando o equipamento estiver em operação.

De maneira geral, numa atividade de controle de processo, a evolução de um sistema convencional para um sistema telemétrico gera impactos, mudanças de hábitos, exige intelectualização, análise, deduções e rapidez dos operadores. Expõe pessoas experientes em rotinas consagradas, aos erros típicos dos iniciantes no novo equipamento. Tais reações devem ser previstas e tratadas com naturalidade. No entanto, a partir do instante em que essas mesmas pessoas percebem que agora podem prever problemas graças à observação de tendências por exemplo, e atuar corrigindo desvios antes que um alarme seja disparado, irão se recordar do tempo em que sua função era a de somente tomar providências após a ocorrência do mesmo alarme, e nesse instante, perceberão que aumentou o seu poderio de controle. |41|

É dentro desse contexto que o presente trabalho foi desenvolvido.

Trata-se da evolução da operação do abastecimento de água para uma região de 12 milhões de habitantes, que era praticada por operadores distribuídos no campo em cada uma das instalações que requeriam controle, para uma situação onde, de um

centro de controle da operação, se dispararam ordens que automaticamente provocam as ações de controle desejadas. Dado o ineditismo de uma automatização de tão larga envergadura no campo do abastecimento de água no Brasil, dadas as dificuldades para a produção da programação de controle com a utilização de equipamentos nacionais disponíveis, o presente trabalho expõe os detalhes de uma aplicação de tempo real que, sem dúvida, será repetida para as demais metrópoles brasileiras, dentro de um futuro próximo. |81|

A pesquisa de soluções para os problemas no detalhamento do sistema de controle telemétrico aqui abordado, fez com que fossem estudados aspectos de vários sistemas existentes em outras partes do mundo. No entanto, apesar da adoção de parte de soluções já consagradas, algumas tiveram que ser totalmente desenvolvidas para a presente aplicação, em decorrência de fatos circunstanciais como por exemplo, a maximização do emprego de equipamentos e componentes nacionais. Assim, na área da instrumentação, foram necessárias adequações e desenvolvimento de montagens mecânicas para implementar os equipamentos hoje em uso. Na área de telemetria, além da adequação da montagem mecânica foram desenvolvidos especificamente itens como o painel de controle dos equipamentos centrais de telemetria, e todo o conjunto de supervisão e controle ("software" e "hardware") que serão adiante descritos. Na área de informática foram alteradas partes substanciais do sistema operacional dos computadores COBRA-700, além de projetada e desenvolvida

toda a programação de tempo real para o computador principal e o de "back-up".

A integração das partes que hoje compõem o Sistema de Controle Operacional do Abastecimento, foi uma tarefa árdua e minuciosa. Desde as primeiras especificações até os testes finais para início de operação, tiveram que ser tomadas um sem número de decisões que culminaram com a realização de um complexo de controle que, sem ufanismo, pode ser considerado um marco da engenharia brasileira, não somente pelo porte do problema considerado, mas pelos resultados que hoje permitem classificar o desenvolvimento como "bem sucedido". Essa afirmação é avalizada pelo desempenho da operação do abastecimento de água na Região Metropolitana de São Paulo que hoje é executada de uma forma muito mais segura, eficiente e otimizada.

Para melhor enfocar os resultados obtidos com a experiência de automatização na área em apreço, o Capítulo II descreve o processo de abastecimento de água tratada para a Região Metropolitana de São Paulo. O Capítulo III enfoca os equipamentos que foram selecionados para implementar os sistemas de instrumentação, telemetria e informática e os princípios básicos de funcionamento. Dada a importância da facilidade de comunicação homem-máquina e sua amplitude, o Capítulo IV descreve a característica dos relatórios que foram programados para expor, de forma simples e completa, a situação hidráulica de cada estação remota, bem como a situação dos equipamentos de tele supervisão.

O Capítulo V aborda a organização do "software" dos computadores centrais, destacando os programas componentes e suas interrelações.

O Capítulo VI ressalta as alternativas consideradas e justifica as soluções adotadas.

O Capítulo VII tece considerações quanto às diferentes fases do experimento e evidencia as próximas etapas que constituirão a evolução natural do problema do controle.

Finalmente o Capítulo VIII expõe resultados práticos e reais produzidos pelos computadores centrais, através de relatórios que são atualmente disponíveis.

II - ABASTECIMENTO METROPOLITANO DE AGUA TRATADA

II.1 - OBJETIVO

O objetivo deste capítulo é o de familiarizar o leitor com o processo de abastecimento de água numa região extensa com características topográficas heterogêneas, como é o caso da Região Metropolitana de São Paulo. Espera-se que com esses detalhes possa ser melhor entendida a forma de aquisição e tratamento dos dados que será descrita adiante.

II.2 - O CICLO PARA UTILIZAÇÃO DA ÁGUA

A presença da água tem sido o principal condicionante na criação de povoados e cidades ao longo da história. Animais e homens procuraram se fixar nas proximidades de rios, lagos e outros mananciais, para dispor com facilidade desse líquido. A técnica de cavar poços, já praticada na antiguidade, foi um primeiro passo para libertar o homem da tarefa do transporte da água, desde o manancial até o local de consumo. É comum, ainda em nossos dias, e em regiões que não contam com suprimento canalizado de água, a presença de poços nas casas, dos quais toda a água necessária é retirada. No entanto, em regiões onde o solo é ocupado preponderantemente por residências e

indústrias, como é o caso das áreas urbanas, a água do subsolo sofre os efeitos da poluição causada por esgotos e efluentes industriais. Como consequência a água deve ser transportada de mananciais preservados nas cercanias até os pontos de consumo, dentro das cidades. Os aquedutos, cuja utilização vem sendo feita desde a antiguidade, são um exemplo desse fato. Tais construções permitem o transporte da água utilizando como elemento motriz a própria gravidade.

| 12 |

Porém nem sempre há disponibilidade de mananciais em posições de cota superior às das regiões de consumo. Para contornar essa dificuldade foram desenvolvidos artefatos hidráulicos (bombas) que utilizando uma fonte auxiliar de energia, conseguem recalcar a água para posições mais elevadas. Nesse caso o desenvolvimento de técnicas de construção de tubos pressurizáveis, foi de capital importância para o processo de transporte de água.

Dada a variação da qualidade da água nos mananciais em função das estações do ano e das chuvas; dada a diversidade na pureza entre mananciais distintos e abastecedores de uma mesma região; dados os padrões de saneamento que impõem requisitos mínimos de qualidade para a água a ser fornecida à população, é necessário um processamento da água bruta, como é encontrada na natureza, transformando-a num produto

de consumo com características bem definidas: a água tratada. Essa industrialização se processa nas Estações de Tratamento de Água (ETA).

Para garantir um suprimento contínuo e sem interrupções, apesar da variação da demanda, é necessário armazenamento de água já tratada e próximo aos pontos de consumo, o que é feito com reservatórios distribuídos pelas áreas de consumo.

Ainda com vistas à continuidade do abastecimento, e considerando as variações climáticas, é necessário um outro armazenamento, de água bruta, o que normalmente é feito com represas.

De uma maneira geral a figura II.1 mostra as fases de um ciclo para utilização da água, considerando também os aspectos de recuperação da qualidade após seu uso. Nessa figura são evidenciados:

- A - RIO - Captação de água bruta de uma bacia hidrográfica.
- B - REPRESA - Armazenamento de água bruta para regularizar os efeitos das variações hidrológicas. |62|
- C - RECALQUE - Elevação de água para regiões mais altas, utilizado em água bruta e tratada.
- D - TRATAMENTO - Processamento que transforma água bruta em água tratada.
- E - ABASTECIMENTO - Transporte da água tratada desde

o reservatório de saída das estações de tratamento (ETA) até os reservatórios próximos às áreas de consumo. Para esse transporte são utilizados recalques, quando necessários.

F - DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - Transporte de água desde os reservatórios até os consumidores.

G - COLETA DE ESGOTOS - Transporte de água servida desde os consumidores até os interceptores de esgoto.

H - RECUPERAÇÃO DE QUALIDADE - Processamento que transforma o esgoto em resíduos sólidos e água em condições de ser lançada na Natureza minimizando os prejuízos ao Meio Ambiente.

I - RIO - Disposição final da água com qualidade recuperada. Este item pode ser o mesmo considerado em A.

O enfoque principal deste trabalho é o do Controle do Abastecimento ou seja, o do transporte da água tratada desde a saída da ETA até os reservatórios próximos às áreas de consumo.

II.3 - OBJETIVO GLOBAL DO ABASTECIMENTO

O objetivo global do abastecimento é manter as condições de suprimento de água potável ininterrupto aos consumidores ao menor custo,

minimizando as variações do volume de produção nas ETAs.

Para tanto, deve-se considerar:

A - PERFIL DE CONSUMO

O volume de água consumido por uma região varia com diversos fatores:

Tipo de Consumidor - O perfil de consumo é distinto para regiões industriais e residenciais, por exemplo.

Dia da Semana - Dependendo do dia da semana o consumo, tanto em residências como em indústrias, varia em função dos hábitos da população.

Temperatura Média do Dia - De maneira geral quanto mais quente o dia maior será o consumo.

Época do Ano (Demandas Atípicas e Acidentais) - Conforme o tipo de região em função de feriados prolongados, férias escolares, o consumo pode sofrer variações substanciais.

Crescimento Populacional da Região - Com o passar do tempo há um natural crescimento do consumo causado pelo crescimento da ocupação da região. Esse fenômeno se faz sentir sobremaneira nas regiões da periferia das cidades.

Incidência e Recuperação de Vazamentos - Dependen

do do saldo entre o volume de água perdido em novos vazamentos e o volume poupado pela recuperação de vazamentos detetados, pode-se ter uma variação no perfil de consumo de uma região.

B - CARACTERÍSTICAS DE SUPRIMENTO

Para um mesmo consumidor, independentemente das variações no consumo, a água deve ser entregue dentro de uma faixa bem estabelecida de pressão. Esse requisito é importante pois, caso não seja observado, ocorrerá um significativo aumento na incidência de vazamentos, nas instalações de distribuição internas dos consumidores, para os casos de alta pressão. Nos casos de baixa pressão, poderá ocorrer insuficiência no fornecimento.

C - RESTRIÇÕES EM EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES

Os equipamentos que compõem o sistema de abastecimento (reservatórios, tubulações, bombas, válvulas) apresentam cada qual vínculos ou limitações de operação. Tais restrições devem ser continuamente consideradas, não somente com vistas à possibilidade do transporte da água, como também sob o prisma de capacidade e tempo de vida dos equipamentos.

D - MANUTENÇÃO, CONSERTOS E REPAROS EM EQUIPAMENTOS

De maneira programada ou acidentalmente, os equipamentos e instalações do sistema de abastecimento

to sofrem interrupção na sua disponibilidade para uso. Tais interrupções podem causar dificuldades no cumprimento do objetivo global.

E - PROCESSO DE TRATAMENTO NAS ETA

Dependendo do processo de tratamento em cada ETA e de suas instalações, pode ocorrer que, em determinadas horas do dia, a vazão de produção deva ser reduzida para lavagem dos filtros e decantadores.

Considerando os itens acima, para se cumprir o objetivo global do abastecimento, conta-se com o recurso da flutuação dos níveis dos reservatórios que baixam durante os períodos de maior consumo, e sobem nos de consumo reduzido.

II.4 - OS SETORES DE ABASTECIMENTO

Numa área extensa é praticamente impossível considerar o abastecimento de água como um todo. Assim, uma região metropolitana por exemplo, é dividida em pequenas sub-regiões onde o problema suprimento é enfocado de maneira isolada no que diz respeito à distribuição de água tratada. Tais sub-regiões são chamadas SETORES DE ABASTECIMENTO.

Um setor de abastecimento é uma área situada entre determinadas cotas altimétricas, e com determinada

extensão, tal que possa ser abastecida por uma fonte de suprimento de água tratada bem caracterizada, como é o caso dos reservatórios próximos às áreas de consumo.

Pode-se caracterizar dois tipos básicos de setores de abastecimento:

A - SETORES ABASTECIDOS POR GRAVIDADE

Nesse caso, a distribuição de água se faz a partir de um reservatório, e por gravidade a água flui pelas tubulações até atingir o consumidor. Em termos de abastecimento, basta manter o nível desse reservatório entre os limites de máximo e mínimo operacionais que o Setor estará abastecido. Deve-se no entanto considerar o caso da figura II.2. Em regiões que apresentam uma topografia como a indicada, é comum serem estabelecidas "zonas" de distribuição. No caso dessa figura a Zona Alta não seria abastecida com pressão suficiente, se estivesse ligada à distribuição direta do reservatório. Para resolver esse problema são construídos reservatórios elevados ou torres, cuja única função é de elevar a pressão para a distribuição de água às zonas altas.

As zonas baixas são abastecidas diretamente pelos reservatórios.

B - SETORES ABASTECIDOS POR RECALQUE DIRETO

Nesse caso a distribuição se faz através de uma linha principal onde as condições de pressão são mantidas por um conjunto de bombas em regime de recalque permanente. A figura II.3 ilustra esse tipo de setor. |59|

Considerada como acima descrita a alimentação de um setor de abastecimento consiste em suprir reservatórios, torres e conjuntos de recalque.

No caso das torres o suprimento é normalmente feito por recalque local, que transfere água do reservatório para a torre conforme mostra a figura II.4.

Dada a simplicidade do controle da operação é usual a automatização desse tipo de elevatória. A figura II.5 mostra os principais componentes dessa automatização onde o Painel de Controle de Bombas ocupa a posição central, e basicamente executa as seguintes funções:

- . Só permite a partida de um grupo motobomba se houver água no reservatório. Essa medida é de proteção aos grupos e é condicionada à posição da chave de nível CN1.
- . Comanda a partida de uma bomba quando o nível de água da torre estiver descendo e atingir o respectivo nível de partida. Essa informação é fornecida pelos pressostatos PNi ao detetarem os níveis

II - 1 CICLO PARA UTILIZAÇÃO DA ÁGUA

II - 2 ESQUEMATICO DE UM SETOR DE ABASTECIMENTO COM DUAS ZONAS DE DISTRIBUIÇÃO

II - 3 ESQUEMATICO DE UM SETOR DE ABASTECIMENTO TIPO RECALQUE DIRETO

II - 4 ESQUEMATICO HIDRÁULICO DE SUPRIMENTO DE RESERVATÓRIO E TORRE

R - RESERVATÓRIO
 T - TORRE
 CN1, CN2 - CHAVES DE NIVEL
 B1, B2, B3 - CONJUNTO MOTO BOMBA
 PS1, PS2, PS3 - PRESSOSTATOS DE SUÇÃO
 PR1, PR2, PR3 - PRESSOSTATOS DE RECALQUE
 PN1, PN2, PN3 - PRESSOSTATOS DE CONTROLE DE NIVEL
 PCB - PAINEL DE CONTROLE DE BOMBAS

II - 5 ESQUEMATICO DE AUTOMATIZAÇÃO DE UMA ELEVATÓRIA DE ÁGUA PARA TORRE

NPBi (Figura II.6).

- Comanda a parada da bomba quando o nível de água da torre estiver subindo e atingir o respectivo nível de desligamento. Essa informação é fornecida pelos pressostatos PN_i ao detetarem os níveis NDB_i.
- Comanda o desligamento de uma bomba toda a vez que a pressão de sucção seja inferior a uma mínima especificada ou a pressão de recalque seja superior a uma máxima especificada. Essas informações são fornecidas respectivamente pelos pressostatos PS_i e PR_i com o objetivo de proteger o conjunto motobomba contra funcionamento em condições hidráulicas irregulares.
- Comanda o desligamento geral de todos os grupos motobomba toda a vez que o nível atinge um máximo especificado (nível de pré-transbordamento). Essa informação é fornecida pela chave de nível CN2 com o objetivo de evitar o transbordamento, caso falhe algum outro controle.
- Sinaliza, para uma localidade remota de supervisão, o estado de operação de cada um dos conjuntos motobomba.

II.5 - ABASTECIMENTO DE RESERVATÓRIOS

|Uma vez que a grande maioria dos setores de abasteci

mento são do tipo por gravidade, a operação do abastecimento de um setor fica reduzida ao suprimento de seu reservatório. Abaixo estão relacionadas as principais formas de controle de nível em reservatórios:

A - CONTROLE POR AÇÃO DE RECALQUE

Esse é o caso exemplificado na Figura II.7. Nesse caso o nível do reservatório é controlado pelo ligar e desligar dos grupos motobomba. | 1 |

B - CONTROLE POR AÇÃO DE VÁLVULA

É o caso da Figura II.8. Os níveis dos reservatórios R.1 e R.2 são controlados pelas válvulas de controle de entrada.

No caso A a operação do reservatório (controle de nível) é simples. O principal problema é a distância entre a Estação Elevatória e o reservatório. A informação do nível deve ser comunicada ao local de comando das bombas contínua ou periodicamente. | 9 |

No caso B a operação do reservatório também é feita com observância do nível, só que nesse caso a ação sobre a válvula de entrada é facilitada pois, normalmente tais válvulas acham-se instaladas nas proximidades do reservatório. Dada a dimensão das válvulas de controle é usual a utilização de uma fonte externa de energia para auxiliar sua movimentação. Por razões de confiabilidade usa-se o ar comprimido para que uma eventual falta de energia elétrica por exem-

II - 6 DINÂMICA DE CONTROLE DO BOMBEAMENTO

II - 7 CONTROLE DE NÍVEL DE RESERVATÓRIO POR AÇÃO DE RECALQUE

II - 8 CONTROLE DE NÍVEL DE RESERVATÓRIO POR AÇÃO DE VÁLVULA DE ENTRADA

plo, não venha a causar um transbordamento do reservatório. O elemento central do controle é o PAINEL DE CONTROLE DE VÁLVULAS, Figura II.9, cujas principais funções são:

- . Receber comandos externos remotos ou locais e acionar válvulas solenoides que controlam a ação pneumática de movimentação da válvula.
- . Transmitir e indicar localmente a posição real de abertura da válvula de controle.
- . Fechar automaticamente a válvula quando o nível do reservatório atingir um limite máximo e de emergência.

Dada a importância de operação dessas válvulas, o sistema de produção e armazenamento de ar comprimido é automaticamente supervisionado. Em caso de falha, um alarme é ativado imediatamente, transmitido a um local onde permanentemente há pessoal para providenciar o reparo necessário.

Para que as condições operacionais de um reservatório possam ser conhecidas, além de um medidor de nível, é usualmente utilizada uma Estrutura de Controle conforme indica a Figura II.10. Essa estrutura é composta de medidores de pressão e vazão além de alojar a válvula de controle. |45|

II.6 - O SISTEMA DE ABASTECIMENTO

Uma vez que um setor de abastecimento pode ser representado por seu reservatório, resta considerar o conjunto de adutoras, subadutoras e estações elevatórias que permitirão o transporte da água. A figura II.11 mostra um trecho do complexo de abastecimento que considera os reservatórios de setores de abastecimento como seus consumidores finais. Nela, os reservatórios R.1 e R.2 tem como fonte de suprimento somente a ETA.1, considerando-se que não seja possível inverter o sentido do fluxo da água numa estação elevatória.

Os demais reservatórios poderão a princípio receber água de qualquer uma das 3 ETAs. É evidente que esse exemplo não reflete as reais condições de operação pois, por questões topográficas, essa flexibilidade não é tão ampla como mostrado. No entanto, quase sempre há um certo grau de redundância para o abastecimento.

Os reservatórios e adutoras, bem como as estações elevatórias, foram sendo construídas ao longo do tempo para acompanhar o crescimento da demanda de água. Isso implica na existência, hoje, de recursos operacionais com diferentes condições de uso e complexidade. Todas as técnicas utilizadas nos últimos 100 anos, no

II - 9 CONTROLE DA VALVULA DE ENTRADA DE UM RESERVATÓRIO

II - 10 ESTRUTURA DE CONTROLE DE RESERVATÓRIOS

II - 11 ESQUEMÁTICO DE UM TRECHO DO COMPLEXO DE ABASTECIMENTO

que diz respeito a construção civil, acham-se presentes no complexo de abastecimento de água. Para exemplificar, só no tocante a materiais, existem em operação linhas de diversos tipos de aço, ferro fundido, cimento amianto e concreto. Cada linha portanto possui uma característica operacional, como a pressão máxima permissível num determinado ponto, para que não ocorra um arrebentamento.

Para que todas essas restrições, e outras ainda, possam ser observadas há a necessidade de uma supervisão global, um centro de controle, ao qual concorram todas as informações relevantes à operação, e do qual partam as ordens de sincronização de eventos para que o conjunto seja abastecido sem interrupções restritivas eventuais, como é o caso de um serviço numa linha adutora para o qual seja necessária sua paralização, ou quando por questões de alteração de comportamento, uma dada região modifica seu perfil de consumo.

Nesse centro de controle são registrados periodicamente os valores de nível do reservatório, vazão de entrada no reservatório, nível da água da torre entre outros, para cada setor de abastecimento. Esses dados servem de subsídio para que se proceda à análise da situação do abastecimento, e possam ser tomadas as medidas de ajuste necessárias. Os dados, uma

vez analisados para efeito da operação imediata, são
catalogados para posterior análise com vistas ao
acompanhamento das características de consumo dos vá-
rios setores de abastecimento. |10|

III - O CONTROLE OPERACIONAL CENTRALIZADO - CARACTERIZAÇÃO

III.1 - OBJETIVO

O objetivo deste capítulo é o de descrever as principais funções dos equipamentos propostos para implementar o sistema de controle operacional centralizado. Tais equipamentos são os responsáveis pela aquisição de dados de um processo hidráulico espacialmente distribuído, bem como por seu tele-comando.

III.2 - MACROCONSTITUIÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLE OPERACIONAL CENTRALIZADO

Para a conceituação do Sistema de Controle Operacional Centralizado, caracteriza-se inicialmente a parte ligada ao processo propriamente dito, e a parte ligada ao controle. Define-se portanto:

ESTAÇÃO REMOTA - Uma localidade na qual existe supervisão ou ação sobre o processo, diretamente. Assim, em se tratando de abastecimento de água, localidades onde estão instalados reservatórios, torres, estações elevatórias, são Estações Remotas;

ESTAÇÃO CENTRAL ou CENTRO DE CONTROLE DA OPERAÇÃO

Uma localidade para a qual concorrem as informa-ções obtidas nas estações remotas, onde tais informações são analisadas e de onde são dispara-

das, às estações remotas, as ordens ou comandos que assegurarão o controle do processo. | 16 | | 31 |

Interligando as Estações Remotas à Estação Central, existem linhas telefônicas privativas, através das quais toda a transferência de informações e comandos se processa. As linhas telefônicas privativas (LP), por seu custo e desempenho, mostram-se a melhor opção de comunicação em regiões metropolitanas, onde a propagação de rádio frequência por exemplo, sofre todo o tipo de interferência indesejável, além do natural congestionamento do espectro de frequências. Assim sendo, entre cada estação remota, situada dentro do município no qual também se localiza a estação central, e ela própria, existe uma LP interligando-as. No entanto, para a conexão entre a estação central e as estações remotas de outros municípios faz-se uma concentração das LPs num único ponto em cada município e, desse ponto à estação central, usa-se uma única linha telefônica privativa interurbana (LPI). Essa concentração deve-se ao fato de que, por política tarifária vigente, o custo de uma LPI é superior a dez vezes o custo de uma LP (urbana), entendendo-se por custo a tarifa mensal cobrada a título de aluguel. (FIG.III.1). | 5 | | 56 |

Genericamente, os equipamentos que compoem as es-

III - 1 ESQUEMATICO DE INTERLIGAÇÃO DE ESTAÇÕES

tações remotas e a estação central podem ser identificados conforme é mostrado na figura III.2.

Uma Estação Remota é composta por:

A - SENSORES BOMBAS E VÁLVULAS

Equipamentos que tomam contato direto com o processo hidráulico. Dentre eles citam-se os sensores de Vazão, de Pressão, os Borbulhadores para medição de nível, os Analisadores de Cloro Residual, as Bombas e Válvulas de Controle.

B - EQUIPAMENTOS AUXILIARES REMOTOS

São equipamentos que apesar de não estarem diretamente envolvidos no processo de controle operacional, são necessários para criar condições de operação. Dentre eles destacam-se:

- Central de Ar Comprimido - acionamento de válvulas de controle e borbulhadores para medição de nível.
- Carregador + Baterias - garantir autonomia da estação remota em caso de falta de energia elétrica.
- Painel de Controle de Bombas (PCB) - permitir automação local na operação de bombas, sequenciamento de partidas, sinalização local e remota, operação manual local.

III - 2 CONJUNTO ESTAÇÃO REMOTA / ESTAÇÃO CENTRAL

- . Painel de Controle de Válvulas (PCV) - permitir a automação local das válvulas de controle, sinalização local e remota, operação local manual.
- . Painel de Borbulhamento - controlar o ar a ser utilizado no borbulhamento para medição de nível, sinalização remota.

B - INSTRUMENTAÇÃO

São equipamentos que fazem a conversão de sinais hidráulicos em elétricos, adequando-os à indicação e transmissão das medidas. |18|

- . Transmissor - converter grandezas hidráulicas e mecânicas em sinais elétricos correspondentes.
- . Linearizador - converter sinais elétricos de tal forma que se obtenha numa escala linear a indicação da medida.
- . Indicador - indicar localmente uma medida.
- . Totalizador - integrar no tempo uma grandeza medida.

No sistema proposto os linearizadores, indicadores e totalizadores de uma estação remota concentram-se num ARMÁRIO DE INSTRUMENTAÇÃO. Os transmissores são instalados junto ao processo e interligam-se ao armário de instrumen

tação por cabos subterrâneos blindados.

D - TELEMETRIA (Remota)

São equipamentos que centralizam localmente (na estação remota) todas as medidas e sinalições e cuidam da preparação dessas informações para serem transmitidas à estação central. Fazem também a supervisão local dos alarmes e são responsáveis pela execução dos comandos recebidos da estação central. Tais equipamentos numa estação remota são designados por Equipamentos Remotos de Telemetria (ERT).

A Estação Central, por sua vez, é composta por:

A - TELEMETRIA (Central)

Equipamentos responsáveis pela comunicação entre a estação central e as estações remotas, via linhas telefônicas privativas e assim constituídos: | 61 |

- . Armário de Proteção de Linhas Telefônicas - proteger os equipamentos instalados na estação central contra sobretensões e surtos provenientes das linhas telefônicas. Tem também a função de teste das linhas telefônicas
- . Equipamento Central de Telemetria (ECT) - sinalizar alarmes e estado de bombas e válvulas de bloqueio. Possibilitar o comando de

bombas e válvulas de bloqueio.

- . Conjunto de Supervisão e Controle (CSC) - indicar e registrar graficamente medidas analógicas e possibilitar o comando de válvulas de controle.

B - INFORMÁTICA

Equipamentos responsáveis pela análise das medidas e informações que chegam das estações remotas, via ECTs, auxiliando os Operadores Centrais na tarefa de controle do abastecimento de água. São basicamente constituídos por:

- . Computadores - responsáveis pelo processamento dos dados em si.
- . Periféricos - impressoras de relatórios e alarmes.
 - Terminais de video para programação.
 - unidades de fita magnética para armazenamento de dados e programas, a longo prazo.
 - unidades de disco magnético para armazenamento de dados e programas, a curto prazo.
- . Mesa de Operação - composta de:
 - painel de alarmes.
 - terminais de video e teclados de operação.

- projetores de "slides"
- equipamentos de radiocomunicação.
- equipamento para comunicação telefônica.
- . Seletor Automático - equipamento que realiza comutação automática de computador e periféricos em caso de falha no computador de controle, ativando o de reserva, sem interrupção da operação. | 17 |

C - EQUIPAMENTOS AUXILIARES CENTRAIS - são basicamente:

- . Sistema de Alimentação Contínua de Energia Elétrica - responsável pelo suprimento ininterrupto de energia elétrica mesmo em casos de falha acidental no suprimento de energia pela concessionária.
- . Gerador de Emergência - responsável pelo suprimento de energia elétrica, no período em que haja falta de energia fornecida pela concessionária.

III.3 - A ESTAÇÃO REMOTA

Genericamente, uma estação remota pode ser considerada como composta por elementos ligados ao processo, cujas informações associadas e respectivas

unidades de medida acham-se no quadro abaixo.

ELEMENTO	INFORMAÇÃO ASSOCIADA	UNIDADE DE MEDIDA/ESTADO
TORRE	PRESSÃO NA BASE	METROS DE COLUMNA DE ÁGUA (M C A)
LINHA DE ADUÇÃO	PRESSÃO	M C A
LINHA DE ADUÇÃO	VAZÃO	L/s
VÁLVULA DE CONTROLE	ABERTURA	PORCENTAGEM
QUALIDADE DA ÁGUA	CLORO RESIDUAL	PARTES POR MILHÃO
VÁLVULA DE BLOQUEIO	SITUAÇÃO	ABERTA/ FECHADA
BOMBAS	ESTADO	LIGADA/ DESLIGADA
EQUIPAMENTOS ACESSÓRIOS	ALARMES	PRESENTE/ AUSENTE

QUADRO III.1 - PROCESSO E MEDIDAS

III.3.1 - MEDIDAS

Para medição de nível o processo usado é o borbulhamento, Consiste em fazer com que o ar borbulhe no reservatório através de um tubo cuja extremidade fi-

ca numa posição próxima ao fundo do reservatório. A pressão do ar interna ao tubo é a exercida pela lâmina de água presente no reservatório, e a medida dessa pressão é usada como variável indireta de medição (fig. III.3).

Para medições de pressão na base da torre ou pressão em linhas, o processo é simples. Uma tomada ou pequena canalização é suficiente para que se tenha disponível diretamente a pressão desejada.

A medição de vazão é um pouco mais complexa. São utilizados "Tubos Venturi" inseridos na linha onde é desejada a medida de vazão, conforme indicado na Figura III.4. A vazão é obtida através do diferencial de pressão que se manifesta no Venturi e a relação existente entre vazão e diferencial de pressão é uma relação quadrática.

III.3.2 - TRANSMISSORES

Como pode ser observado, buscou-se obter sempre uma pressão de ar ou água que estivesse relacionada com a medida desejada. Esse fato é devido à conveniência

na utilização de um único tipo de transmissor. O transmissor utilizado é o de "célula capacitiva" no qual a pressão relativa ou pressão diferencial agindo sobre as armaduras de um capacitor faz com que o equilíbrio de um circuito elétrico em ponte seja alterado, resultando na regulação de uma corrente elétrica que é controlada de maneira linear (Fig. III.5). |71|

No caso da medida de abertura de válvula de controle, o transmissor é um elemento potenciométrico que regula a corrente no circuito de medição.

Para a medida de Cloro Residual existe um aparelho complexo que extrai amostras de água da tubulação e, através de reações químicas e sua quantificação, também regula um circuito de medição, na faixa de 4-20 mA. |4|

Todas as medidas até aqui abordadas são classificadas de analógicas pois podem assumir um valor qualquer dentro de uma faixa de valores pré-estabelecida.

Já os casos abaixo descritos são considerados como medidas digitais, pois só

admitem um de dois valores possíveis.

São eles:

- Válvula de Bloqueio - as que admitem somente duas posições estáveis: Aberta ou Fechada.
- Bombas - cujas posições estáveis são Ligada ou Desligada.
- Equipamentos Acessórios - cujos alarmes indicam a presença de uma situação anormal ou sua ausência.

III.3.3 - ARMÁRIO DE INSTRUMENTAÇÃO

Todos os circuitos de medidas analógicas convergem para o armário de instrumentação. Ali são alimentados eletricamente e alguns deles sofrem um processamento elétrico para normalização das medições. É o caso dos circuitos de medição de vazão que sofrem o processo de LINEARIZAÇÃO (extração de raiz quadrada), para que a corrente elétrica resultante seja proporcional à vazão, diretamente.

Após adequação, os circuitos de medição atuam sobre indicadores fixados no próprio armário de instrumentação. Esses circuitos funcionam na característica

$$P = \rho g h$$

P = pressão

ρ = densidade

g = aceleração da gravidade

h = altura da lâmina d'água

III - 3 MEDIÇÃO DE NÍVEL POR BORBULHAMENTO

$$Q = K \sqrt{P_1 - P_2}$$

Q = Vazão na linha

K = Constante do venturi

P_1 = Pressão na secção normal da linha

P_2 = Pressão na secção estrangulada

III - 4 MEDIÇÃO DE VAZÃO

P = Pressão relativa

$P_1 - P_2$ = Pressão diferencial

III - 5 CURVA CARACTERÍSTICA DE UM TRANSMISSOR DE CELULA CAPACITIVA

"LOOP DE CORRENTE".

III.3.4 - EQUIPAMENTO REMOTO DE TELEMETRIA-ERT

Todas as medidas analógicas e digitais de uma estação remota convergem para o "Equipamento Remoto de Telemetria" (ERT). Nesse equipamento as informações são digitalizadas e armazenadas em memória de um microprocessador ficando disponíveis para serem transmitidas à estação central, quando solicitado. |64|

A Figura III.6 mostra a constituição esquemática de um ERT.

- a) Proteção de Linha - módulo provido de transformador de isolamento e centelhadores cuja função é proteger o restante do equipamento contra induções espúrias que cheguem pela linha telefônica.
- b) Modem - unidade moduladora demoduladora responsável pela adequação do sinal a ser transmitido da Estação Remota à Estação Central e vice versa. |11|
- c) Multiplexador de Periféricos - unida

III - 6 DIAGRAMA DE BLOCOS DE UM EQUIPAMENTO REMOTO DE TELEMETRIA (ERT)

de que interfaceia o microprocessador com os canais de informação, que no sentido do processo é a Barra de Dados e Endereços, e no sentido do controle é o Modem.

d) Microprocessador

Unidade modular com capacidade de programação expansível de até 8 K bytes, e memória de dados de 8 x 320 bits. Trata-se de um microprocessador de 4 bits com 60 instruções. Tempo de instrução 11,2 microsegundos com comprimento de byte de instrução de 8 bits, sendo utilizados 1 a 2 bytes por instrução. |51|

e) Alimentação

Unidade conversora cc/cc 28 VCC para 24 VCC responsável pela alimentação elétrica de todo o ERT.

f) Entrada Digital (ED)

Unidade de interface entre informações digitais oriundas do processo e a barra de dados e endereços. Cada módulo é capaz de receber até 4 informações digitais distintas. Conforme a posição que seja inserida, essa uni

dade tratará de informações de tipo pré-estabelecido, assim:

POSIÇÃO 0

Borne 1 - Alarme Geral da Estação

Este alarme reflete as condições pré-requisito para o funcionamento da Estação Remota. Causas para a presença deste alarme são:

Alagamento na casa de bombas, baixa pressão de ar comprimido para a operação das válvulas de controle, entre outros.

Borne 2 - Falta de Fase

Toda a vez que houver problemas com a alimentação elétrica para a Estação Remota este alarme se fará presente.

Borne 3 - Nível

Este alarme só se fará presente quando um reservatório estiver prestes a transbordar. É um alarme com ca

racterísticas de segu
rança.

Borne 4 - Local/Remoto

Este não é bem um alarme, mas uma sinalização de estado do ERT. Toda vez que esse equipamento tiver que sofrer manutenção por exemplo seu estado deverá passar para LOCAL. Nesse instante uma sinalização deve ocorrer informando ao Centro de Controle que aquela Estação Remota não pode mais ser telecomandada. Os comandos que eventualmente sejam a ela dirigidos serão bloqueados.

No entanto toda a supervisão continuará ativa.

POSIÇÃO 1

Borne 11- Sinalização de Válvula

de Bloqueio 1-Aberta

Borne 12- Idem - Fechada

Borne 13- Sinalização de válvula
de Bloqueio 2-Aberta

Borne 14- Idem - Fechada

POSIÇÕES 2 e 3

Bornes 21 a 24 e 31 a 34 - Sinalização do estado de funcionamento de 8 bombas, telecomandadas, ou mesmo bombas com automação local.

POSIÇÃO F

Bornes F_1 , F_2 , F_3 e F_4 - Supervisão de Linhas Telefônicas

Essa supervisão é utilizada para os casos de ERT situada em ponto de convergência em municípios que não o da Estação Central e nos casos onde, pelo volume de itens no processo, seja necessária

a utilização de mais
de um ERT para uma só
Estação Remota.

g) Saída Digital (SD)

Unidade de interface entre a barra
de dados e endereços e terminais de
Relés de Desacoplamento (R) (Relés de
interposição) através dos quais os co
mandos de partida e parada de bombas,
abertura ou fechamento de válvulas,
serão executados.

POSIÇÃO 4

Borne 41 - Comando Liga Bomba 1

Borne 42 - Comando Desliga Bomba 1

Borne 43 - Comando Liga Bomba 2

Borne 44 - Comando Desliga Bomba 2

POSIÇÃO 5

Bornes 51 a 54 - Idem à POSIÇÃO 4 pa
ra as bombas 3 e 4

POSIÇÃO 6

Borne 61 - Comando Ligar Bomba 5 ou
Comando Abrir Válvula de
Bloqueio 1

Borne 62 - Comando Desligar Bomba 5
ou Comando Fechar Válvula
Bloqueio 1

Bornes 63 e 64 - Idem aos 61 e 62 em
relação à Bomba 6 ou Vál-
vula de Bloqueio 2

POSIÇÃO 7

Borne 71 - Comando Abrir Válvula de
Controle 1

Borne 72 - Comando Fechar Válvula de
Controle 1

Borne 73 - Comando Abrir Válvula de
Controle 2

Borne 74 - Comando Fechar Válvula de
Controle 2

h) Entrada Analógica (EA)

Unidade de interface entre as medidas
analógicas, que vem do processo em
"loop de corrente 4-20 mA", o conver-
sor analógico digital e a barra de
dados e endereços.

POSIÇÕES 8 e 9

Bornes 81 a 84 e 91 a 94

i) Conversor Analógico Digital (AD)

Unidade conversora analógico-digital que efetua a conversão da medida analógica selecionada pelas unidades EA.

Conforme descrito um ERT tem a seguinte capacidade:

- . 4 Sinalizações de alarmes
- . 4 Sinalizações correspondentes a 2 válvulas de bloqueio.
- . 8 Sinalizações correspondentes a 8 bombas
- . 6 Comandos para bombas ou
4 comandos para bombas e
2 comandos para válvulas de bloqueio
- . 2 Comandos para Válvulas de Controle
- . 8 Medidas analógicas
- . 4 Sinalizadores de supervisão de linhas telefônicas

Se numa Estação Remota o volume de bombas, válvulas ou medidas analógicas for superior à capacidade de um ERT poderão ser utilizados progressivamente mais ERTs até o limite de 4 por Estação Remota.

III.4 - A ESTAÇÃO CENTRAL

Basicamente a função da Estação Central ou seja do

Centro de Controle da Operação é expor aos controladores do Abastecimento as sinalizações e medidas originadas no campo e transmitidas pelos ERT.

No entanto, supervisionar cerca de 800 medidas analógicas e 2400 sinalizações de alarme, estado de bombas e posições de válvulas não é tarefa fácil, mesmo que para um grupo de pessoas, pois um único alarme considerado dentro do Sistema de Abasteci-mento pode gerar uma série de comandos e atitudes, sem os quais sérios prejuízos poderão ocorrer. Para isso uma vez que as informações estão disponí-veis nos Equipamentos Centrais de Telemetria, um par de computadores irá tomar todas essas informações e processá-las segundo critérios operacionais programados, auxiliando assim a tarefa dos controladores .

Desde que algum evento anormal ocorra no processo, os controladores serão avisados. Porém se o Sistema de Abastecimento estiver operando em condições normais nenhum alarme chamará a atenção dos tais controladores indicando que tudo está dentro do previsto operacionalmente. |39| |40|

III.4.1 - ARMÁRIO DE PROTEÇÃO DE LINHAS TELEFÔNICAS

Ainda com vistas à Figura III.2 observa-se que todas as linhas telefônicas LP

e LPI ao darem entrada na Estação Central convergem ao Armário de Proteção de Linhas. Nesse armário, para cada par telefônico existe um módulo de proteção de linha, semelhante ao existente no ERT, cuja função é a de proteger os demais equipamentos da Estação Central contra induções provenientes da linha telefônica. Ainda nesse armário, são disponíveis plugs especiais, que permitem a inserção de equipamento específico para testes de atenuação e contagem de erros na linha telefônica, utilizada para transmissão digital. Vale a pena ressaltar que, também através desse armário e utilizando outro tipo de equipamento de teste, é possível ensaiar um ERT instalado remotamente, sem a necessidade de deslocamento de pessoas até à localidade onde se encontra o ERT. | 21 | | 28 |

Uma vez protegidas, as linhas telefônicas são conectados aos ECT.

Um ECT é concebido para se conectar a 4 ERT. É composto de um microprocessador e módulos periféricos, possui um painel onde expõe as sinalizações que são transmitidos pelos ERT, a que está conectado.

Comunica-se com os computadores e com o Conjunto de Supervisão e Controle (CSC) (Figura III.7)

O equipamento de telemetria como um todo apresenta alta modularidade, o que lhe confere confiabilidade elevada. Cada conjunto ECT e seus 4 ERT formam um conjunto isolado, como se fossem um sistema telemétrico à parte (Figura III.8).

III.4.2 - EQUIPAMENTO CENTRAL DE TELEMETRIA -ECT

O Equipamento Central de Telemetria é composto das partes indicadas na Figura III.9.

a) Interface com os Computadores (ICC)

Essa unidade contém um microprocessador próprio e é responsável pela adequação dos sinais elétricos que são intercambiados entre o ECT e os computadores.

b) Interface com o Conjunto de Supervisão e Controle (ICSC)

É uma unidade conversora para circuito de corrente, e um conversor série-paralelo-série que interliga o mul-

III-7 O EQUIPAMENTO CENTRAL DE TELEMETRIA E SUAS INTERCONEXÕES

III-8 MODULARIDADE DOS CONJUNTOS ECT-ERT

III - 9 ESQUEMATICO DE UM EQUIPAMENTO CENTRAL DE TELEMETRIA - ECT

tiplexador de periféricos ao CSC.

c) Conversor Série-Paralelo-Série (SPS)

É basicamente um conversor para possibilitar a interconexão ECT-ERTs. Para cada ERT conectada a um ECT deve haver um SPS.

d) Interface de Painel (IP)

É um módulo que cuida de toda a sinalização de um subpainel. Essa sinalização consiste de "leds" indicadores de estado de bombas e válvulas de bloqueio.

e) Interface de Comando (IC)

É um módulo que trata dos sinais de comando de bombas e válvulas de bloqueio.

f) Interface da Parte Comum do Painel (IPC)

É uma interface que trata de sinais de liberação de comandos e reconhecimento de alarmes no painel de ECT.

g) Modem (MOD)

É o mesmo equipamento já descrito para o ERT desempenhando portanto a mesma função.

h) Multiplexador de Periféricos (MUX-PER)

É um dispositivo que seleciona dentre as interfaces em cada instante qual que irá conectar-se ao microprocessador. [32]

i) Microprocessador (MIC)

É a parte do ECT onde ficam armazenados e são executados os programas que tratam as informações oriundas dos respectivos ERTs.

j) Conversor (CONV)

É um módulo que gera as tensões de alimentação necessárias ao ECT (+ 5V, + 12V, -12V, - 10V, 0 V).

k) Supervisor de Tensão (ST)

É um módulo responsável pela vigilância sobre o nível de tensão de alimentação de cada ECT.

l) Supervisor de Atividade (SA)

É um módulo que verifica a atividade do ECT gerando um alarme quando há uma interrupção no funcionamento.

m) Painel

O painel de controle é equipado com

lampadas (leds) indicadoras de alarmes e estados bem como com botões de comando. Possui capacidade para representar 4 ERT. Por isso é dividido em 4 partes sendo cada uma subordinada a um ERT. | 2 |

Adicionalmente possui uma região comum na qual se situam sinalizações e comandos de liberação, reconhecimento de alarme, teste de lampadas e modo de operação do ECT.

A figura III.10 descreve as funções de um painel de ECT.

O ECT executa uma varredura cíclica sobre os ERT aos quais está conectado, com isso, a cada 30 segundos, toda a situação do processo hidráulico correspondente e atualizada fica disponível na memória do microprocessador do ECT.

O painel do ECT expõe todas as sinalizações e comandos relativos a seus ERT, a menos das medidas analógicas, as quais ~~serão~~ vistas no Conjunto de Supervisão e Controle.

Como as informações disponíveis no

III - 10 PAINEL DE UM EQUIPAMENTO CENTRAL DE TELEMETRIA (PARCIAL)

ECT poderão ser tratadas por computadores auxiliares, há a possibilidade de inibições dos comandos no painel do ECT, e da sinalização sonora. A seleção desse modo de operação é feita pelo botão 25 e sua respectiva sinalização é feita pela lâmpada 8.

Selecionado o modo MANUAL no painel, o ECT fica totalmente ativo e com as seguintes funções:

- * Os alarmes de 1 a 4 são transmitidos pelo respectivo ERT e são correspondentes a ESTAÇÃO, NÍVEL, FASE, LOCAL.
- * Os alarmes de 5 a 8 são gerados no próprio ECT e correspondem a:
 - . LINHA - indica interrupção física na linha telefônica que liga o ECT ao ERT.
 - . MEDIDA - indica que pelo menos uma medida analógica referente ao ERT em questão, está fora da faixa 0 - 100%.

Na maioria dos casos a causa desse alarme é a interrupção física de cabos que ligam um transmissor

ao armário de instrumentação correspondente.

- . TRANSMISSÃO - indica impossibilidade de comunicação entre MODEMS causada por ruídos contínuos na linha telefônica ou excessiva atenuação.
- . MANUAL - indica o modo de operação do ECT.

- * As sinalizações de 9 a 12 indicam estado de funcionamento de bombas.
- * Os botões de comando de 13 a 16 seleccionam as bombas que serão comandadas.
- * As sinalizações 17 e 18 indicam posição de abertura de válvulas de bloqueio.
- * Os botões de comando 19 e 20 selecionam as válvulas que serão comandadas.
- * O botão de comando 21 é um libera-dor de comandos para as operações de ligar e abrir. Se pressionado juntamente com um botão de comando de uma bomba por exemplo causará a partida dessa bomba se já não esti

ver em funcionamento. O mesmo acontecendo em relação a uma válvula de bloqueio.

- * O botão de comando 22 tem as mesmas funções que o 21 para as ações desligar/fechar.
- * A sinalização 23 será ativada desde que haja um alarme pendente no ECT. Sua função é auxiliar os controladores a localizar um eventual alarme que se manifeste.
- * O botão 24 quando pressionado caracteriza o reconhecimento de um alarme pendente. Se pressionado juntamente com o botão 21, todas as lâmpadas do painel se acenderão, é a operação teste de lâmpadas.
- * O botão 25 é o selecionador de modo MANUAL/COMPUTADOR

III.4.3 - CONJUNTO DE SUPERVISÃO E CONTROLE-CSC

Cada uma das medidas analógicas é caracterizada pelo ECT, ERT e Borne do ERT ao qual esteja conectada. Vale dizer que cada medida analógica possui um código ou um endereço que a caracteriza.

O CSC permite que uma medida analógica qualquer, seja registrada em fita de papel, desde que selecionada por seu código de referência. Assim, com um reduzido número de registradores, tem-se o recurso de registro gráfico de todas as medidas do sistema.

Adicionalmente o CSC possui recursos para comandar abertura de válvulas de controle cuja posição pode variar na faixa 0 a 100% de abertura.

O CSC é composto pelas partes indicadas na figura III.11.

a) Microprocessador (MIC)

É o módulo central de comando. Nele estão armazenados os programas que controlarão os registradores gráficos e processarão os comandos de válvulas de controle. [72]

b) Multiplexador de Periféricos (MUX-PER)

É o interface entre os módulos de entrada e saída com o microprocessador.

c) Supervisor de Atividade (SA)

Supervisiona o estado de atividade do CSC emitindo alarme em caso anormal.

111 - 11 ESQUEMÁTICO DO CONJUNTO DE SUPERVISÃO E CONTROLE

d) Conversor Série-Paralelo-Série (SPS)

Responsável pela adequação de sinais para transmissão ECT-CSC.

e) Multiplexador Auxiliar de Saída (MAS)

Módulo auxiliar para distribuição de sinais.

f) Multiplexador Auxiliar de Entrada (MAE)

Módulo auxiliar para tratamento dos sinais oriundos do Decodificador de endereços.

g) Decodificador de Endereços (DE)

Módulo decodificador das informações oriundas das chaves de seleção.

h) Interface de Acoplamento e Varredura - (IAV)

Responsáveis pelo sequenciamento de ECTs nas operações de comunicação CSC-ECT bem como através de seleção de comando de válvulas de controle.

i) Conversor Digital-Analógico (DA)

Responsáveis pela geração de corrente elétrica que irá sensibilizar os registradores gráficos e indicadores.

j) Registradores Gráficos (R)

k) Indicadores de Painel (I)

l) Chaves de Seleção de Endereço (CSE)

Onde se endereçam as medidas analógicas a serem registradas.

m) Chaves de Seleção de Comando (CC)

Onde se formula o comando da válvula de controle.

O painel de CSC é constituído de registradores gráficos, indicadores e chaves seletoras. Um conjunto registrador/indicador de medida analógica é o indicado na Figura III.12

O registrador mostrado na Figura III.12 possui duas pistas de registro gráfico sendo que para cada uma delas há um conjunto de chaves para a seleção da medida analógica desejada.

Cada medida é caracterizada por 5 dígitos sendo que os 3 primeiros indicam a específica estação remota e os 2 seguintes a medida dentro da estação remota.

O registro gráfico é contínuo e o valor da medida a cada instante é obtido pelo CSC da ECT correspondente.

Adicionalmente o CSC possui um conjunto de comando de válvulas de controle (Fig. III.13).

Esse painel é constituído por

- a) Indicador de Abertura de Válvula de Controle.
- b) Conjunto de Chaves de Seleção de Comando

Um comando é constituído por 3 dígitos identificadores da Estação Remota, 1 dígito indicador da válvula dentro da estação remota, 2 dígitos indicadores do percentual de movimentação desejável e 1 dígito indicando o sentido de movimentação (+ abrir, - fechar).

- c) Botão de Liberação do Comando (LIB)

Ao ser constituído um comando no conjunto de chaves de seleção, imediatamente o indicador de abertura mostrará a posição instantânea da válvula. Ao ser pressionado o botão de liberação de comando uma mensagem é transmitida ao ERT ao qual a válvula comandada se acha vinculada.

III-12 PAINEL REGISTRADOR DO CONJUNTO DE SUPERVISÃO E CONTROLE (PARCIAL)

III-13 PAINEL DE COMANDO DE VALVULAS DE CONTROLE (PARCIAL)

d) Sinalização de Confirmação de Recebimento de Comando (CONF)

Indicará que o comando foi aceito pelo ERT. A partir desse instante o ERT controlará a movimentação da válvula, o que poderá ser acompanhado no Indicador do Painel de Comando de Válvulas de Controle.

e) Botão de Reconhecimento de Alarme - (REC)

Se eventualmente for liberado um comando formalmente errado (comando de uma válvula inexistente por exemplo), um alarme soará e o comando poderá ser cancelado pressionando-se o botão REC. |19|

III.4.4 - CONJUNTO INFORMÁTICO

A configuração do conjunto informático é apresentado na Fig. III.14 e é organizado ao redor de dois computadores COBRA 700 E. Em condições de funcionamento normal um dos computadores exerce a função de supervisão e controle do processo enquanto o outro, atualizado

III - 14 CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA INFORMÁTICO

periodicamente, pode ser utilizado como centro de cálculo convencional, servindo para o desenvolvimento e execução de conjuntos de programas isolados.

Para cada computador, a comunicação entre os periféricos e a memória é feita por:

- . PERIBUS, via processador central, quando se trata de intercâmbio de modo carácter. Nesse tipo de comunicação ficam os periféricos do centro de cálculo.
- . STOREBUS, para intercâmbio modo canal bloco por bloco de informação.

Conectada diretamente no PERIBUS acha-se a Unidade Chaveadora responsável pela supervisão do funcionamento dos computadores.

Os periféricos do centro de cálculos são comutáveis entre os dois computadores conectando-se diretamente ao PERIBUS.

São eles:

- . Impressora rápida de 300 linhas/minuto.
- . Leitora de fita de papel.

- . Perfuradora de fita de papel.
- . Terminal de visualização branco e preto com teclado.

Ligada ainda ao PERIBUS há uma teleimpressora. Por meio do STOREBUS o processador central comunica-se com a memória principal e com os canais que interligam as demais interfaces e periféricos do conjunto.

Os canais utilizados são:

- . Canal de disco magnético de cabeça móvel.
- . Canal de fita magnética.
- . Canal multiplexador.

O canal multiplexador lê e escreve por acesso direto à memória e comanda o MINIBUS ao qual estão conectadas 6 linhas de entrada e saída (BUS) das quais 5 conectáveis de um computador a outro

- . BUS nº1 - (não comutável) através dessa linha é feita intercomunicação periódica entre computadores, com a atualização do computador de "BACK-UP"
- . BUS nº2 - comunica-se com o posto de

operação nº1, para o qual são disponíveis :

- 2 terminais de visualização semi-gráfica colorida com teclado.
- 1 painel de alarmes.

Essa linha comunica-se ainda com uma teleimpressora.

- . BUS nº3 - comunica-se com o posto de operação nº2 com recursos idênticos ao item anterior.
- . BUS nº4 - comunica-se com o terminal de visualização semigráfico do supervisor da operação e com uma teleimpressora.
- . BUS nº5 - comunica-se com os acopladores principais através dos quais é estabelecido o intercâmbio de dados com os ECT.
- . BUS nº6 - comunica-se com os acopladores de emergência através dos quais é também possível o intercâmbio de dados com os ECT. Em caso de falha de um acoplador principal seu correspondente de emergência é ativado.

Note-se que as teleimpressoras dos BUS

2, 3 e 4 são intercambiáveis logicamente e são destinadas a:

- . Impressão dos alarmes e comandos do operador.
- . Impressão de relatórios.
- . Reserva.

O computador cuja memória contém o programa de controle é chamado de "PRINCIPAL". O outro, chamado de "BACK-UP" executa um programa cuja função principal é a atualização de seu próprio disco a partir das transmissões efetuadas pelo computador principal a cada 15 minutos. Dessa forma o computador de "back-up" está pronto a qualquer instante para assumir o controle, em caso de falha do principal. Isso é possível graças à total simetria da configuração. |3|

A distribuição dos periféricos nos vários BUS foi feita de forma a tornar mínimos os efeitos inerentes à indisponibilidade de um ou vários periféricos no sistema de controle. |54|

III.5 - A DINÂMICA DO SISTEMA DE CONTROLE TELEMÉTRICO

Para que uma informação do processo hidráulico se-

ja disponível na mesa de operação da estação central, são executadas várias etapas de um procedimento encadeado.

III.5.1 - O CICLO DO ERT

Conforme indicado na Figura III.2, os sinais hidráulicos analógicos são convertidos pelos TRANSMISSORES e, uma vez no meio elétrico, são transmitidos por cabos até o ARMÁRIO DE INSTRUMENTAÇÃO. O modo usual de transmissão é o "loop" de corrente na faixa de 4 a 20 mA. Nesse armário alguns sinais sofrem o processo de linearização para que sua representação num indicador de escala linear seja condizente com a grandeza medida e não com uma eventual grandeza intermediária a ela relacionada.

Todas as medidas analógicas são consideradas numa escala de 0 a 100% o que representa uma faixa de medição normalizada. Para que isso seja possível, cada transmissor sofre ajustes e calibrações para enfocar a faixa de medição desejada. Assim, se for preciso medir o nível de um reservatório de 5 metros de altura

será considerada a seguinte relação:

- . Medida Real : 0 a 5m
- . Medida Normalizada : 0 a 100%
- . Corrente Elétrica Associada: 4 a 20 mA
- . Escala do Indicador : 0 a 100

As faixas de variação acima são lineares e correspondentes. Dessa forma sabendo-se das condições de calibração do transmissor é possível ter o valor da medida real através da leitura do indicador.

Do armário de instrumentação até o ERT as medidas são transmitidas também em "loop" de corrente na faixa de 4 a 20 mA, já linearizados. Dessa forma atingem os bornes de entradas analógicas (vide III.3.4. h).

Para os casos de informações digitais e alarmes a informação é originada num contato elétrico cuja condição é transmitida ao ERT por pares de fios que se conectam aos bornes de entradas digitais (vide III.3.4. f).

O ERT através de seu microprocessador executa um programa cíclico que, na ausência de comandos e diálogos com o ECT, faz a varredura das entradas analógicas e digi

tais. As medidas analógicas sofrem uma conversão analógico/digital e a partir desse instante os códigos numéricos resultantes são armazenados na memória do microprocessador, ficando disponíveis para consulta do ECT. As informações digitais são igualmente armazenadas. Dessa forma a cada ciclo de aproximadamente 7 segundos o ERT é atualizado em relação às informações da estação remota.

Se durante o ciclo de varredura do ERT houver uma interrogação do ECT ou a chegada de algum comando, o ciclo será alterado para que o tratamento da nova solicitação se processe. Esse tratamento envolve o diagnóstico da solicitação ou comando, a resposta ao ECT quanto ao entendimento da comunicação, e as providências de execução com a ativação dos módulos de saídas digitais (vide III.3.4 g).

Durante esse ciclo são ainda supervisionados outros eventos, tais como, condição de alimentação elétrica do ERT e erros de transmissão de informação.

III.5.2 - O CICLO DO ECT

Cada ECT através de seu microprocessador

executa um programa cíclico de interrogação dos ERT aos quais está conectado. A cada ciclo, os ERT são chamados através de seus endereços de identificação, e em resposta são transmitidas as informações analógicas e digitais disponíveis no ERT. Essa transferência se processa pela troca de telegramas com protocolo específico.

O ciclo do ECT tem uma duração média de 30 segundos, mas essa duração pode variar em função da transmissão de comandos aos ERT, ou então devido à necessidade de repetição de mensagens causada por erros de transmissão.

A cada ciclo toda a informação das estações remotas é atualizada na memória do ECT.

Dentro desse ciclo é feita a atualização das informações expostas no painel de controle (sinalizações de estado e alarmes), e ainda são tratadas todas as mensagens originadas e encaminhadas ao CSC e aos computadores. Adicionalmente são testadas condições de validade dos dados recebidos da transmissão, do desempenho das linhas telefônicas utilizadas na comunicação. No

relacionamento ECT/ERT é aplicada a técnica de "master-slave" sendo o ECT o "master" e o ERT o "slave".

Quando ocorre uma solicitação dos computadores, ou do CSC, inicia-se no ECT o procedimento de tratamento das mensagens recebidas. No caso de um comando, a informação recebida pelo ECT proveniente do CSC (comando de válvula de controle), do painel de controle do próprio ECT (comando de bombas e válvulas de bloqueio) ou dos computadores (comandos em geral), é imediatamente transmitida ao ERT apropriado, sendo aguardada em seguida a confirmação do ERT quanto ao perfeito entendimento do comando.

III.5.3 - O CICLO DO CSC

O CSC que também é provido de um microprocessador, executa ciclicamente um programa de varredura dos ECT. Em função das medidas analógicas selecionadas no painel do CSC para serem registradas graficamente, os respectivos ECT são interrogados em ciclos de aproximadamente 30 segundos. Dentro do mesmo ciclo são controlados os re-

gistradores gráficos que fazem a exposição das medidas. Adicionalmente são tratados os comandos de válvulas de controle que podem ser acionados do painel de controle do CSC.

III.5.4 - O CICLO DO COMPUTADOR DE CONTROLE

A cada 30 segundos é ativado ciclicamente um programa no computador de controle que executa a varredura de todos os ECT e à medida que as informações são transmitidas, dos ECT para o computador, vão sofrendo um processamento para serem em seguida armazenadas na BASE DE DADOS. Tão logo tenha sido completada a varredura dos ECT todas as telas dos terminais de visualização são atualizadas dinamicamente.

De tempos em tempos esse ciclo é ampliado para a execução de outras tarefas tais como:

- . cálculos e estatísticas de periodicidade programada;
- . atualização do computador de "back-up";
- . salvaguarda da base de dados em fita magnética.

. emissão de relatórios de periodicidade programada.

Ainda dentro desse ciclo são tratados todos os diálogos de comandos e solicitações dos controladores.

Uma vez na memória do computador de controle (BASE DE DADOS), as informações provenientes das estações remotas são tratadas à luz da conveniência dos controladores podendo ser expostas em vários relatórios e imagens nas telas de operação e supervisão.

Todos esses ciclos são interrelacionados assincronamente.

IV - COMUNICAÇÃO HOMEM/MAQUINA - RECURSOS

IV.1 - OBJETIVO

O objetivo deste capítulo é o de abordar o aspecto interface homem-máquina, no que se refere às ações no Centro de Controle. É dada especial ênfase à seleção das informações e sua forma de apresentação, com vistas às necessidades de controle de um complexo de abastecimento de água tratada.

IV.2 - CENTRO DE CONTROLE - DISPOSIÇÃO DE PERIFÉRICOS

A concepção do Centro de Controle fundamentou-se na funcionalidade operacional, e teve como objetivo principal permitir que a atividade de operação sofresse o mínimo de interferências externas, mesmo durante os períodos de manutenção preventiva ou corretiva dos equipamentos que o compõem. |50|

A Figura IV.1 apresenta, de maneira esquemática, a distribuição física dos equipamentos de telemetria e informática no Centro de Controle.

Conforme exposto no capítulo anterior, as informações que são trocadas com as Estações remotas convergem ao Centro de Controle por linhas telefônicas privativas, através dos equipamentos de proteção de linhas (43). Tais equipamentos localizam-se fora da sala de con

IV - 1. DISPOSIÇÃO FÍSICA DE EQUIPAMENTOS NO CENTRO DE CONTROLE

LEGENDA DA FIGURA IV - 1

=====

- 1 E 2 - COMPUTADOR DE CONTROLE 1 - COBRA 700 E
- 3 E 4 - COMPUTADOR DE CONTROLE 2 - COBRA 700 E
- 5 - TELEIMPRESSORA DE SERVIÇO DO
COMPUTADOR DE CONTROLE 1 - TERMINET KSR 300
- 6 - TELEIMPRESSORA DE SERVIÇO DO
COMPUTADOR DE CONTROLE 2 - TERMINET KSR 300
- 7 - TELEIMPRESSORA DE BACK-UP- TERMINET KSR 300
- 8 E 9 - TERMINAIS DE VIDEO BRANCO E PRETO - SCOPUS TVA 80
- 10 E 11- LEITORA E PERFURADORA DE
FITA DE PAPEL - FACIT
- 12 - IMPRESSORA 300 LPM - DATA PRODUCTS 22823
- 13 - IMPRESSORA MATRICIAL DE
ALARME - SYCOR 22818
- 14 - IMPRESSORA MATRICIAL DE
ALARMES - SYCOR 22818
- 15 - IMPRESSORA MATRICIAL DE
BACK-UP - SYCOR 22818
- 16 - PROJETOR DE SLIDES DO
POSTO DE OPERAÇÃO 1 - KODAK RA-960
- 17 - PROJETOR DE SLIDES DO
POSTO DE OPERAÇÃO 2 - KODAK RA-960
- 18 E 19- CONSOLES DE RÁDIO-COMUNICAÇÃO DO POSTO DE OPERAÇÃO 1
- 20 E 21- CONSOLES DE RÁDIO-COMUNICAÇÃO DO POSTO DE OPERAÇÃO 2
- 22 E 23- TERMINAIS DE VISUALIZAÇÃO
A CORES DO POSTO DE OPERA
ÇÃO 1 - TIC 9000/19

- 24 E 25 - TERMINAIS DE VISUALIZAÇÃO A
CORES DO POSTO DE OPERAÇÃO 2 - TIC 9000/19
- 26 - TERMINAL DE VISUALIZAÇÃO A
CORES DO SUPERVISOR - TIC 9000/19
- 27 E 28 - TERMINAIS KS DE TELEFONE
- 29 - PAINEL DE ALARMES
- 30 - PAINEL MÍMICO
- 31 A 35 - EQUIPAMENTOS ECT DE TELEM-
E
- 38 A 42 - TRIA E RESPECTIVOS PAINES - AUTOPHON-HORASA
- 36 E 37 - EQUIPAMENTOS CSC DE TELEM-
, TRIA E RESPECTIVOS PAINES - AUTOPHON-HORASA
- 43 - EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO DE
LINHAS TELEFÔNICAS PRIVATIVAS
- 44 - RELÓGIO MESTRE DIGITAL

trole, permitindo que testes e manutenções se processem sem conturbar o ambiente.

Desse equipamento, as linhas telefônicas distribuem-se pelos equipamentos ECT (31 a 35 e 38 a 42) que estão dispostos em armários padrão 19 polegadas, cujos frontais são compostos pelos painéis dos ECT. Os equipamentos do CSC (36 a 37), complementam o conjunto Telemétrico e acham-se instalados de maneira semelhante aos ECT.

Dispostos de maneira curva na sala de controle, os equipamentos de telemetria criam uma região de operação (OPERAÇÃO MODO TELEMETRIA). Esse modo de operação é utilizado em situações de falha completa do Sistema Informático. Em tais situações anormais, os controladores deslocam-se diante dos painéis ECT e CSC e com o auxílio de planilhas apropriadas, mantêm sob supervisão as medidas indispensáveis ao controle do abastecimento, tendo disponíveis todos os comandos, que são acionados diretamente sobre os painéis.

Coordenadas pelos computadores de controle, informações são trocadas entre eles e os ECT através de cabeamento específico. Uma vez no âmbito dos computadores de controle, as informações são dispostas numa base de dados, onde ficam à disposição dos vários programas de supervisão que estão permanentemente ativados.

Na área informática faz-se distinção a duas regiões de atuação: o centro de cálculo e a região de operação.

O centro de cálculo é composto pelos computadores , memória, discos e fitas magnéticas, equipamento de fita de papel, videos e impressoras de serviço. Esses equipamentos acham-se agrupados, pois os computadores operam no modo "Computador de Controle e Back-Up". Em situações normais, há sempre a disponibilidade de recursos computacionais do computador de "Back-Up" para desenvolvimento de "software" de aplicação. No entanto essa atividade não deve comprometer a de controle do abastecimento e, em caso de falha do computador de controle, o computador de "Back-Up" será imediatamente alocado ao controle, deixando o eventual usuário do centro de cálculo desprovido dos recursos até então disponíveis. |57|

A região de operação é composta por uma mesa de comando que comporta dois postos de operação simétricos. Adicionalmente, nessa região acham-se as impressoras de alarme, de relatórios e de "back-up" (13, 14 e 15), cujas funções serão descritas adiante. Cada posto de operação, no modo informática, dispõe de um painel de alarmes (29) no qual há uma sinalização para cada estação remota, dois terminais de visualização a cores de 48 linhas semi-gráfico, e respectivos teclados (22 a 25) que são as principais peças no relacionamento operacional homem-máquina; dois equipa-

mentos de rádio-comunicação (18 a 21), um projetor de "slides" em tela incorporada à mesa (16 e 17), e equipamento de comunicação telefônica (27 e 28).

A princípio, de qualquer dos dois postos de operação é possível controlar todo o sistema de abastecimento, no entanto, para que haja uma divisão mais racional dos serviços, as Estações Remotas foram divididas em dois grupos afins, ficando cada uma sob a supervisão direta de um posto de operação, sem prejuízo entretanto da necessária integração entre os dois postos.

Próximos à sala de controle, mas fora dela, foram construídos dois outros ambientes. Um deles, o do supervisor, é equipado com um terminal de visualização a cores, idêntico aos dos postos de operação. Desse terminal um supervisor de operação tem acesso a qualquer informação disponível no computador de controle, sem no entanto poder efetuar nenhum comando.

O outro ambiente foi previsto para o público. Aí está instalado um painel mímico com a indicação da região cujo abastecimento está sob controle desse sistema. Nele estão representadas as posições de cada Estação Remota, bem como totalizadores que, dinamicamente, informam o volume global de água armazenada nos reservatórios, e a vazão instantânea de produção de água tratada.

Dispostos da maneira apresentada, os operadores tem

fácil acesso aos terminais de visualização, que são sob o ponto de vista prático, os principais dispositivos para a operação. Igualmente acessível acha-se o painel de alarmes, no qual deverão ser pressionadas as teclas referentes às estações onde qualquer anormalidade se manifeste. Os meios de comunicação telefônica e radiofônica acham-se em posições ergonomicamente projetadas, assim como o projetor de "slides." | 29 |

IV.3 - POSTOS DE OPERAÇÃO - RECURSOS DE SUPERVISÃO E CONTROLE

No sistema informático contruído existem três meios de seleção de funções de software:

- Teclado do painel de alarme dos postos de operação;
- Teclado de funções associadas ao painel de alarmes;
- Teclado dos terminais de visualização.

Os operadores podem se servir dos tres meios citados, enquanto o supervisor dispõe somente do teclado de seu terminal de visualização. | 82 |

IV .3.1 - PAINEL DE ALARMES DOS POSTOS DE OPERAÇÃO

Os postos de operação possuem um painel de alarmes dividido em duas partes cada qual com capacidade de monitoração de 90 esta-

ções.

A cada estação corresponde um botão, com contatos e iluminação interna, sobre o qual se acha gravado o nome e número da estação remota correspondente. O estado normal de sinalização é apagado.

Toda a vez que algum alarme for gerado para uma estação remota, haverá sinalização do botão correspondente, com emissão de sinal luminoso intermitente. Após o reconhecimento do alarme, por diálogo dos operadores, a sinalização fixar-se-á acesa durante o tempo de persistência da causa do alarme.

Adicionalmente no painel de alarmes existe um conjunto de botões e chaves cujas funções são aqui descritas.

1. Teste de lampadas - testa o bom funcionamento de todas as lampadas da buzina, do painel de alarme e também do painel mímico.
2. Edição da Lista de Alarmes - causa a impressão de todos os alarmes ativos no

processo no instante da solicitação. Essa impressão será executada pela impressora de relatórios.

3. Supervisão de Alarme Sonoro - cancela um alarme sonoro em ação. Ao ser gerado novo alarme para uma estação remota qualquer, o alarme sonoro será ativado automaticamente.
4. Vídeo 1 - Cada posto de operação é equipado com dois terminais de visualização a cores. A tecla vídeo 1 seleciona um dos vídeos do posto de operação 1, para a visualização das imagens e informações de estações remotas, solicitadas através dos botões do painel de alarmes.
5. Vídeo 2 - Idem para o outro vídeo do posto de operação 1.
6. Vídeo 3 - Idem para um vídeo do posto de operação 2.

- 7.Video 4 - Idem para o outro video do posto de operação 2.
- 8.Chave de Engenheiro - A alteração de alguns parâmetros do sistema é, por motivos de segurança, permitida unicamente ao pessoal de engenharia. Essa chave é a que libera tal permissão.
- 9.Energia Elétrica - Sinalização de condições anormais no sistema de alimentação continua de energia elétrica (no break).
- 10.Porta - Contato para abertura remota da porta de acesso à sala de controle.

IV.3.2 - TECLADOS DOS TERMINAIS DE VISUALIZAÇÃO

O sistema informático foi projetado para que a operação completa do complexo de abastecimento pudesse se processar por qualquer um dos quatro terminais de visualização a cores da mesa de comando. Para tanto, foram projetados alguns relatórios padrão, cujas informações componentes destinam-se a atender, da melhor maneira possível, às necessidades dos controladores.

Faz-se aqui uma distinção entre dois tipos de operadores: os controladores do abastecimento e os integrantes da engenharia de operação.

Os controladores do abastecimento são autorizados a intervir exclusivamente na operação de bombas e válvulas exercendo supervisão contínua sobre o restante dos equipamentos relativos ao processo.

O pessoal de engenharia da operação é autorizado a alterar a configuração do sistema informático, os parâmetros operacionais hidráulicos, e os critérios da operação.

O que caracteriza a limitação imposta aos controladores do abastecimento é o bloqueio da ativação de certas funções de "software", através da chave no painel de alarmes, chave essa que fica em poder do pessoal de engenharia.

Há de se ressaltar que toda a alteração que se processe no Sistema Informático ou em parâmetros hidráulicos, ficará registrada na impressora de alarmes. Esse procedimento se impõe igualmente para todos os comandos liberados pelos controladores do abastecimento, para todos os alarmes prove

nientes da telemetria, ou gerados pela informática, em decorrência de análises e correlações, e para qualquer mudança de estado de bombas ou válvulas de bloqueio.

Para o acesso aos relatórios disponíveis, existe um diálogo apropriado cujas características serão adiante abordadas.

Um conjunto especial de módulos do "software" do computador de controle asseguram o gerenciamento da comunicação homem/máquina através dos terminais de visualização.

Um léxico especial possibilita essa comunicação a partir de códigos mneumônicos, extraídos da língua portuguesa, não sendo necessário aos operadores qualquer conhecimento especial de informática.

Os terminais de vídeo são coloridos, semi-gráficos de 48 linhas, 80 caracteres cada, teclado alfanumérico com 64 caracteres ASCII (American Standard Code) para entrada de dados.

Das 48 linhas da tela, 46 são utilizadas para a visualização de imagens de relatórios. A linha 47 é reservada para a indicação do código numérico das estações remotas que tenham algum alarme, que não tenha

sido ainda reconhecido pelos operadores. A linha 48 é reservada ao diálogo dos operadores que, a qualquer momento, podem iniciar um "pedido de função", sendo que cada caractere teclado durante o diálogo é transmitido diretamente ao computador e deste refletido à linha 48, na sua posição,

De um modo geral a sequência do diálogo é a seguinte:

- a) O operador digita um código mnemônico de 3 letras representativo da função solicitada.
- b) O computador valida a entrada do operador numa das seguintes alternativas:
 1. Se o código teclado não corresponde a alguma das funções previstas, será emitida na própria linha 48, uma mensagem de erro, devendo o operador iniciar novo diálogo.
 2. Se o código teclado for válido, o computador complementar o mnemônico formando uma palavra.

Por Exemplo: o operador digita EST para pedir informações sobre uma estação. Por ser um código válido, a pa-

lavra ESTAÇÃO será completada pelas tarefas de diálogo.

- c) O operador termina agora seu pedido digitando os caracteres seguintes que compõem a mensagem.

Todos os caracteres digitados são expostos na linha 48, e o "pedido de função" só será executado após confirmação do operador.

- d) Construída a fase do diálogo a confirmação se faz pela digitação do caracter "EOT" (fim de texto), que é implementado pelas teclas "CONTROL" e "D". A qualquer instante o diálogo pode ser cancelado pelo caracter "DEL" implementado pela tecla "DEL CHAR"

- e) Existe ainda a possibilidade de detecção de algum erro na hora de executar a função. Nesse caso uma mensagem de erro será exposta na própria linha 48.

- f) Quando a função solicitada for executada com sucesso, será impressa na própria linha 48 uma mensagem de aceitação e conclusão de diálogo. O próximo caracter teclado iniciará um novo pedido de função, ocupando a primeira posição da li-

nha 48, após apagar o que anteriormente houvesse nela.

Para descrever as funções disponíveis no Sistema Informático, adotar-se-á a seguinte convenção:

1. Na descrição de sequência de diálogo, a informação sublinhada, corresponde aos dados entrados pelo operador. A não sublinhada, corresponde à resposta do computador. O símbolo "CD" corresponde ao carácter "EOT" sendo de uso pelo operador para ordenar a execução de qualquer solicitação, é gerado pelo uso simultâneo das teclas "CONTROL" e "D".
2. No caso de solicitação de visualização de imagens que permitam alterações de parâmetros, o uso do símbolo CD causará a visualização da imagem e de maneira superposta de uma máscara de endereçamento de campos. Para que tal máscara não seja gerada é necessário que o diálogo seja terminado por "CE" (CONTROL e E).
3. Toda a Estação Remota é identificada por tres dígitos numéricos (Anexo VIII.1)
4. Chama-se Ponto, cada uma das medidas ana

lógicas provenientes do processo hidráulico, ou calculadas em decorrência de outras.

Cada Ponto é identificado pelo código da Estação Remota a que está vinculado, um caracter alfabético que o qualifica, e dois caracteres decimais que o distinguem dos demais pontos de mesma qualificação, na mesma estação remota.

NNNLNN

NNN - Código numérico que identifica a estação remota (na faixa 001 a 255).

L - Caracter alfabético de qualificação

R - reservatório-nível

T - torre -pressão na base

P - pressão - linhas adutoras

F - vazão -linhas adutoras

V - válvula -de controle

B - bomba -telecomandável

C - cloro -residual

Z - vazão -calculada em função de outras medidas

Y - consumo

NN - Código numérico de dois dígitos
decimais

Ex.: 003R01 - nível do primeiro reservatório da estação 003

001B14 - décima quarta bomba da
estação remota 001.

IV.4 - IMAGENS E RELATÓRIOS

Em qualquer um dos cinco terminais coloridos de visualização, é possível obter informações sobre o comportamento dos sistemas hidráulico, telemétrico e informático através de diálogo apropriado.

Seguem abaixo as opções existentes e no Anexo VII.3 exemplos de cada uma delas.

IV.4.1 - INFORMAÇÕES DE UMA ESTAÇÃO REMOTA (RELATÓRIO 1)

Nesse relatório são expostos os valores atuais de todas as medidas analógicas associadas à estação, seus respectivos percentuais dentro da faixa de operação, as variações horárias e diárias de cada uma, bem como o valor mínimo, máximo e horário de ocorrência.

São também indicados os estados das bombas

e posições das válvulas de controle. Adicionalmente são expostas informações quanto aos alarmes de Estação, Fase, Nível e Linha Telefônica.

Esse relatório é o de uso mais frequente pelos Operadores, por apresentar um apanhado geral das estações remotas.

IV.4.2 - INFORMAÇÕES DE UM PONTO DO SISTEMA (RELATÓRIO 2)

Esse relatório na verdade caracteriza um conjunto de informações para cada tipo de ponto. Assim há relatórios específicos para:

a) RESERVATÓRIO

Nesse relatório, além da identificação do ponto, por seu código e nome, são mostradas as características atuais da medida e sua variação em termos de mínimo e máximo no dia. A seguir são indicados os valores de configuração da medida relacionando os percentuais e as medidas físicas.

. Escala plena - correspondente a 100%
da medida

. Zero da escala - correspondente a 0%

da medida

- . Limite alarme alto - é o valor tal que
ao ser atingido
soará um alarme
alertando ao operador.
- . Limite alarme baixo -idem
- . Limite alarme de tendência - é a variação que se ultrapassada no período adiante descrito, causará um alarme de tendência.
- . Período tendência - é o período acima referido.
- . Histeresis - é uma faixa criada ao redor de um limite de alarme, para evitar o acionamento intermitente do alarme, em situações críticas.
- . Fator de Filtro - é um coeficiente (K) utilizado na filtração da medida que acaba de chegar do campo ($0 \leq K \leq 1$).

Assim, a medida filtrada no instante (t)

é função da medida filtrada no instante $(t-1)$, da medida que acaba de chegar do campo no instante t , e do fator de filtro K

$$MF(t) = K \times MC(t) + (1-K) \times MF(t-1)$$

onde $MF(t)$ = medida filtrada no instante t

$MC(t)$ = medida do campo no instante t

$MF(t-1)$ = medida filtrada no instante $t-1$

K = fator de filtro

- . Curva de linearização - se a medida obtida não for linear, poderá ser linearizada por "software" pela aplicação de uma curva de linearização conveniente.
- . Volume total do Reservatório - auto explicativo
- . Valor início da hora - é o valor da medida no início da hora corrente

te.

- . Valor início do dia - idem para o início do dia
- . Variação Horária - auto explicativo
- . Variação Diária - auto explicativo
- . Bomba comandada - a cada nível, pode ser associada uma bomba, tal que seu funcionamento seja automaticamente comandado, em função do nível.

b) VAZÃO

Como pode ser observado o conceito é o mesmo que para nível de reservatório, diferindo em:

- . Média horária - é a vazão média dentro da hora.
- . Média diária - é a vazão média dentro do dia.
- . Acúmulo horário - é a totalização do volume que fluiu na hora.
- . Acúmulo diário - idem no dia
- . Acúmulo mensal - idem no mês

c) PRESSÃO DE LINHA OU DE BASE DE TORRE

O conceito é o mesmo que para nível de reservatório

d) CLORO RESIDUAL

O conceito é o mesmo que para vazão.

e) BOMBA

Além da identificação do código e do estado de funcionamento atual, são expostas as seguintes informações:

- . Grupo de comando - é o nº do borne do ERT associado à estação remota ao qual a bomba está conectada.
- . "Time out" para comando - é o tempo máximo tolerado para uma mudança de estado da bomba, após a emissão de um comando. Caso a bomba não mude de estado nesse tempo, ocorrerá um alarme.
- . Edição mudança de estado - é a informação que vincula um alarme, caso o estado da bomba mude sem o respectivo comando.
- . Acúmulo tempo funcionamento no dia - auto explicativo
- . Acúmulo total funcionamento - é a totalização das horas de funcionamento após a última manutenção.
- . Limite de tempo p/manutenção - é o nú

mero de horas previstas para funcionamento antes da próxima manutenção programada.

- . Tipo de comando - é a designação se o comando será feito pelo operador ou automaticamente.
- . Comando por nível da estação - em caso de comando automático, poderá ser executado via 'Software' em função do nível de um reservatório.

f) VÁLVULA DE CONTROLE

O conceito é o mesmo que para bomba.

g) VÁLVULA DE BLOQUEIO

O conceito é o mesmo que para bomba.

h) CONSUMO

O conceito de consumo é associado à vazão de saída num reservatório, onde são medidas outras vazões, afluentes e efluentes, e a variação do nível, num certo período de tempo.

Para o cálculo, tomam-se vazões indicadas e respectivos sinais, e a variação dos níveis também indicados.

São expostos ainda, além do consumo instantâneo, o horário, diário e mensal.

i) VAZÃO CALCULADA

É o resultado de uma soma algébrica de outras vazões. A expressão de cálculo indica as vazões componentes e respectivos sinais.

IV.4.3 - INFORMAÇÕES DOS 80 ÚLTIMOS ALARMES OCORRIDOS NO SISTEMA (RELATÓRIO 3)

Cronologicamente, são listados os 80 últimos eventos geradores de alarmes. Esse relatório é muito útil para a retomada de uma situação de controle, após uma breve pausa.

IV.4.4 - INFORMAÇÕES DOS NÍVEIS DOS RESERVATÓRIOS DO SISTEMA, A INTERVALOS REGULARES DE QUATRO HORAS (RELATÓRIO 4)

Relacionados por Município, são descritos os reservatórios sob supervisão e respectivos níveis, a zero horas, e daí por diante de 4 em 4 horas. Os dados armazenados são disponíveis até 3 dias anteriores à data corrente.

Para cada reservatório, são ainda indicados os valores mínimos e máximos do dia.

IV.4.5 - INFORMAÇÕES SOBRE MANUTENÇÃO DAS BOMBAS (RELATÓRIO 6)

São listadas todas as bombas de cada estação remota, o nº de horas que já funcionaram desde a última manutenção, e o nº de horas previstas para funcionamento até a próxima manutenção.

IV.4.6 - INFORMAÇÕES SOBRE AS LINHAS TELEFÔNICAS (RELATÓRIO 7)

São listadas todas as estações remotas e o número de horas que a respectiva linha telefônica esteve inoperante, dentro do mês corrente.

IV.4.7 - INFORMAÇÕES SOBRE VOLUME DE ÁGUA TRATADA E ENTREGUE (RELATÓRIO 8)

Nesse relatório, são listadas todas as estações de tratamento de água e os respectivos volumes de água bruta processados (volume tratado), os volumes gastos no processo de tratamento (volume gasto), e os volumes entregues ao consumo. São ainda indicados os volumes acumulados no mês até a data.

Adicionalmente, ficam registrados os volumes de água bruta entregues para processos industriais.

IV.4.8 - INFORMAÇÕES SOBRE REPRESAS E MANANCIAS DE ÁGUA BRUTA (RELATÓRIO 9)

Nesse relatório são listadas as represas e suas faixas de operação, a vazão máxima permitida, a vazão de descarga à juzante, a vazão captada e a efetiva vazão de retirada para o tratamento.

IV.4.9 - INFORMAÇÕES SOBRE SITUAÇÃO DE REPRESAS (RELATÓRIO 10)

Nesse relatório são listadas todas as represas, seus níveis iniciais, finais e a variação no dia, bem como volumes armazenados e porcentagens. Ainda há o registro da pluviometria no dia.

IV.4.10- INFORMAÇÕES SOBRE OS ALARMES ATUAIS DE ALTO OU BAIXO. (RELATÓRIO 11)

Esse é um relatório muito importante, pois sintetiza os problemas correntes com o abastecimento. São listadas as medidas que se encontram fora da faixa operacional, seus valores correntes, valores de limite, e situação de alarme.

IV.4.11- INFORMAÇÕES SOBRE TENDÊNCIA DE MEDIDAS SOB SUPERVISÃO (RELATÓRIO 12)

Nesse relatório são tabelados os valores das medidas previamente selecionadas, a intervalos de tempo programados. A utilidade desse relatório, é a de permitir um acompanhamento da variação de medidas que, por circunstancias especiais, necessitem de maior atenção.

IV.4.12- INFORMAÇÕES SOBRE AS LINHAS TELEFÔNICAS INOPERANTES NO INSTANTE CORRENTE (RELATÓRIO 13)

São listados os nomes das estações remotas cujas linhas estejam inoperantes, e o número de horas que se encontram nesse estado.

IV.4.13- INFORMAÇÕES SOBRE O ESTADO DA TELEMETRIA (RELATÓRIO 14)

Nesse relatório são listados todos os ECT, respectivos ERT, e sua situação corrente, em serviço, ou fora de serviço

IV.4.14- INFORMAÇÕES SOBRE O SISTEMA INFORMÁTICO (RELATÓRIO 15)

Esse relatório indica o estado de funcionamento de cada parte do sistema informático.

Indica ainda a alocação dos vídeos (terminais de visualização) e impressoras, bem como o período de armazenamento da base de dados, em fita magnética.

IV.4.15- INFORMAÇÕES SOBRE CONSUMOS DIÁRIOS (RELATÓRIO 16)

São listadas para cada reservatório as médias horária, máxima, mínima e média dos consumos. Ainda são calculadas as relações entre máxima/média e mínima/média e consumo diário.

IV.4.16- INFORMAÇÕES SOBRE OS CONSUMOS MÊNSAIS (RELATÓRIO 17)

São listados para cada reservatório, os dados diários de consumo, máximo, mínimo, médio e suas relações.

IV.4.17- MENSAGENS DE OPERAÇÃO

Esse é um relatório de formato livre para mensagens e observações entre turnos consecutivos de operação.

IV.4.18- ÍNDICE DO SISTEMA

Esse relatório apresenta a lista de relatórios disponíveis no sistema.

IV.4.19- PROCESSO-INSTRUMENTAÇÃO-DETALHES (PID)

O sistema informático comporta ainda 200 imagens construídas com caracteres semigráficos. Cada imagem retrata o diagrama hidráulico de uma estação remota, sua instrumentação e detalhes de operação.

IV.5 - DIÁLOGO DE OPERAÇÃO

O diálogo, a partir dos terminais de visualização TIC 9000, é possível quando estiver operando na opção "FULL DUPLEX". Esse modo é obtido por pressão simultânea das teclas "ESCAPE" e "F".

O modo de operação do diálogo é o descrito em IV.3.2. No caso da função solicitada por diálogo não poder ser executada devido a erro sintático ou incompatibilidade entre o estado do sistema e a função solicitada, o operador é avisado por uma mensagem de rejeição seguida de um código numérico, que permite o diagnóstico do erro. A lista de erros na fase de diálogo está exposta no anexo VIII.2

São apresentados a seguir os principais aspectos do diálogo e suas funções. Cada diálogo é configurável quanto ao acesso que poderá ser de uso privativo do supervisor, controlador ou equipes de engenharia.

1. SUSPENDER - Suspende a varredura da telemetria.
2. REATIVAR - Reativa a varredura da telemetria.

3. TROCA DE EQUIPAMENTOS - Causa chaveamento de computadores
4. ÍNDICE - causa visualização do índice do sistema
5. MENSAGENS - causa visualização das mensagens de operação
6. COPIAR - causa a impressão da tela que está exposta
7. ALOCAR - causa a alocação pela ordem das impressoras para alarme, relatório e "Back-Up". Cada impressora é identificada fisicamente por números de 1 a 3.
8. ESTAÇÃO - causa a visualização do Relatório 1 da estação selecionada.
9. PONTO - causa a visualização do Relatório 2 do ponto selecionado
10. LOCAL - tira o TIC 9000 do modo "FULL DUPLEX".
11. HORA - adianta ou atrasa o relógio interno do computador até no máximo 10 minutos.
12. IMPRIMIR - complementado do diálogo Estação Ponto ou Relatório, causará a impressão do mesmo.
13. CANCELAR - complementado com a referência de um ponto ou uma estação cansará sua supressão na base de dados.
14. PID.P&IDNRO - causa a visualização da imagem do processo instrumentação e detalhes da estação selecionada.

15. REGISTRAR - Complementado com informações de índice de mensagem ou PID, causará a gravação da tela em disco magnético.
16. APAGAR - Complementado, é a função inversa de REGISTRAR
17. VINCULAR - Complementado, vincula um ERT e um ECT a uma Estação Remota.
18. DESVINCULAR-É a função inversa de VINCULAR.
19. COMANDAR - Complementado com a referência de uma válvula ou bomba, causa o envio de um comando à telemetria.
20. DETALHAR - Complementado com a referência de um ponto, causa a visualização do Relatório 2 para o ponto.
21. RELATÓRIO - Complementado por número, data e página, causará a visualização dos relatórios descritos em IV.4.
22. RECONHECER- Complementado por estação ou ponto, causará o reconhecimento de um alarme.
23. CRIAÇÃO - Complementado por informações de ponto, ou estação, causará a criação do mesmo no sistema informático.
24. ALTERAR - Completado por um endereço de tela
PARÂMETRO e dados específicos, causará a alte-

ração do parâmetro considerado.

Exemplos de diálogos.

PONTO: 004R01 CD

Causa a visualização do relatório 2
para a medida do primeiro reservatório
da estação 004.

RELATÓRIO: 11 CD

Causa a visualização dos alarmes atuais
de alto ou baixo.

MENSAGENS: Causa a visualização do relatório de
mensagens.

ÍNDICE: Causa a visualização do relatório índice
do sistema.

RELATÓRIO: 03, PAG 2 CD

Causa a visualização da segunda página
do relatório 3.

RELATÓRIO: 04, DATA 21 04 CD

Causa a visualização do relatório 4
referente ao dia 21/04 do ano corrente.

RELATÓRIO: 07, DATA 05 82 CD

Causa a visualização do relatório 7
do mês 05/82

RELATÓRIO: 17, DATA 05 82, PAG 049 CD

Causa a visualização do relatório 17

do mês 05/82 na sua página 49.

ESTAÇÃO: 003 CD

Causa a visualização do relatório de estação para a estação 003.

DETALHAR: F 02 CD

Estando o relatório de uma estação na tela esse diálogo causará a visualização do relatório do ponto F 02 da estação exposta.

PID P&ID.NRO: 0004 CD

Causará a visualização do esquema hidráulico e de instrumentação da estação 004.

IV.6 - ARMAZENAMENTO DE DADOS

As informações disponíveis nos computadores centrais, além de sua importância para o controle da operação em tempo real, tem ainda um significado altamente relevante junto ao Planejamento da Operação. Na realidade, operar um complexo como o descrito, é praticar planos, executar rotinas, optar por alternativas previamente estudadas. Isso no entanto só é possível graças ao estudo e observação do comportamento de cada parte do sistema de controle, sobremaneira do estudo das reações hidráulicas face a situações crí-

ticas de abastecimento.

Sob esse prisma, é irrefutável a necessidade do registro e armazenamento periódico de dados, que caracterizam a situação do sistema.

A função de armazenamento de dados pode ser considerada sob dois aspectos:

- . Armazenamento de recuperação imediata;
- . Armazenamento de recuperação mediata.

IV.6.1 - ARMAZENAMENTO DE RECUPERAÇÃO IMEDIATA

Esse tipo de armazenamento de dados é provido pela memória do computador de controle e pelas unidades de disco magnético. A base de dados que é o arquivo responsável pela memorização de parâmetros operacionais, dados de processo, alarmes em curso, etc, fica alojada parte na memória principal, parte nos discos magnéticos. A busca e acesso às informações necessárias, são executadas por tarefas específicas de controle do sistema informático, e serão diante descritas. A atualização da base de dados é função do ciclo de varredura do computador de controle que na maioria das vezes é de aproximadamente 30 segundos, isso porque em al-

gumas situações, dependendo do volume de cálculos num determinado ciclo, esse tempo poderá estender-se, nunca ultrapassando a 60 segundos.

Uma vez disponíveis na base de dados, todas as informações podem ser recuperadas e expostas nas telas dos terminais de vídeo, ou através de relatórios impressos. Para obtê-los, o operador deve utilizar as alternativas de diálogo citadas em IV.5 quando obterá imagens como as exemplificadas no Anexo VII.3

Para bem controlar o abastecimento, não é suficiente o conjunto de informações da última varredura do processo. É igualmente necessário o conhecimento da situação em instantes antecedentes, horas, dias ou meses dependendo do tipo da informação. Dentro desse enfoque, foi previsto, para cada tipo de relatório, um período de armazenamento de suas informações, tal que fosse possível um acesso imediato, e é o que segue descrito:

- a) RELATÓRIO 1 - Estação: é disponível somente a última versão, atualizada de 30 em 30 segundos.
- b) RELATÓRIO 2 - Ponto: como o relatório 1 somente disponível a última versão atua-

lizada de 30 em 30 segundos.

- c) RELATÓRIO 3 - Oitenta Últimos Alarmes: o tempo coberto por esse relatório depende da frequência de ocorrência de alarmes uma vez que enfoca as 80 últimas ocorrências. Um tempo típico coberto por esse relatório é de várias horas.
- d) Relatório 4 - Níveis dos Reservatórios a Intervalos de 4 Horas: esse tipo de relatório é disponível para os 3 últimos dias, em relação à data corrente. Com isso é possível a observação do histórico dos níveis a intervalos de 4 horas nas últimas 72 horas.
- e) RELATÓRIO 6 - Manutenção das Bombas: somente disponível a última versão atualizada de hora em hora.
- f) RELATÓRIO 7 - Linhas Telefônicas - Mensal: atualizado de 30 em 30 segundos para o caso do mês corrente, com armazenamento de recuperação imediata para os últimos 3 meses, em relação ao mês corrente.
- g) RELATÓRIO 8 - Volume de Água Tratada e Entregue: atualizado diariamente e disponível para os últimos 35 dias em relação ao dia corrente.

- h) RELATÓRIO 10 - Situação das Represas: atualizado mensalmente e disponível para os últimos 13 meses em relação ao mês corrente.
- i) RELATÓRIO 11 - Alarmes Atuais de Alto e Baixo: disponível somente a última versão e atualizado de 30 em 30 segundos.
- j) RELATÓRIO 12 - Tendência de Medidas: disponíveis os últimos 40 registros de cada medida selecionada. O intervalo entre cada registro é estipulado pelo operador, via diálogo.
- k) RELATÓRIO 13 - Linha Telefônicas Inope - rantes: disponível somente a última versão atualizada de 30 em 30 segundos.
- l) RELATÓRIO 14 - Estado da Telemetria: idem
- m) RELATÓRIO 15 - Estado do Sistema Informá tico: idem.
- n) RELATÓRIO 16 - Consumo Diário: atualiza- do de hora em hora e disponível para os 3 últimos dias em relação ao dia corren- te
- o) RELATÓRIO 17 - Consumo Diário ao Longo do

Mês: atualizado diariamente e disponível para os 3 últimos meses em relação ao mês corrente.

p) MENSAGENS DE OPERAÇÃO: disponível somente a última versão, sendo sempre atualizado pelo operador.

Os dados aqui citados como disponíveis, podem ser solicitados para consulta por qualquer dos terminais da mesa de controle ou do supervisor, sendo todos ainda disponíveis na forma impressa, desde que solicitados pelos terminais da mesa de controle.

IV.6.2 - ARMAZENAMENTO DE RECUPERAÇÃO MEDIATA

Dentre os periféricos dos computadores de controle foram citadas duas unidades de fita magnética, uma para cada computador. Essas unidades foram projetadas com várias finalidades:

- a) Para ser um meio de armazenamento de grande capacidade com vistas à época do desenvolvimento do "software" dos computadores de controle.
- b) Para ser um meio rápido e eficiente de regeneração do "software" após uma perda

acidental, como a que pode ocorrer em situações de falta de energia elétrica.

- c) Para ser um meio de armazenamento, de grande capacidade, para registro das informações constantes na base de dados, a intervalos estipulados pelos operadores (informação constante do relatório 15).

Considerando que a cada intervalo de tempo (típico = 2 horas), todas as informações correntes na base de dados são registradas em fita magnética e, considerando ainda que o computador de "Back-Up" possui disponibilidade para processamento de programas na modalidade "BATCH", é possível a recuperação de qualquer informação constante da base de dados, no período coberto pelo registro das fitas magnéticas. Essa mesma recuperação pode ser efetuada utilizando-se outros computadores, dada a compatibilidade do modo de gravação das unidades de fita (9 canais, 1600 bpi).

No Anexo VIII.3, Figs. VIII.3.23 a VIII.3.26 são mostradas as saídas impressas de programas de recuperação de medidas, num dado intervalo de tempo.

Note-se que além do valor específico da medi

da em cada instante de registro tem-se ainda indicado na parte gráfica os limites de alto e baixo então considerados.

IV.7 - OS ALARMES DE OPERAÇÃO

As mensagens de registro de eventos, assinalados na impressora de alarmes, ocupam uma linha por evento, e são precedidos pela indicação da data e hora da ocorrência.

As causas das mensagens podem ser:

- . O aparecimento ou desaparecimento de uma condição anormal com medidas ou estados de bombas ou válvulas, entre outros.
- . Solicitações dos operadores para alterações de parâmetros ou características do sistema hidráulico (comandos), ou solicitações que possam comprometer a operação como por exemplo, o colocar fora de serviço um equipamento do centro de controle, ou de Estação Remota.

Os tipos de mensagem de alarmes podem ser classificados em:

a) Alarmes de Estação

Esses alarmes consideram as falhas de energia elétrica, ar comprimido, condição local de operação da estação remota, alagamento em casa de bombas, problemas elétricos de alta tensão, e segu-

rança

b) Alarme de Linha Telefônica

Considera a descontinuidade galvânica em linhas telefônicas, além de problemas de transmissão causados por atenuação excessiva do sinal transmitido ou ainda por interferência de ruídos espúrios

c) Alarme de Escala

Acusa a extrapolação dos limites de medição de qualquer das medidas analógicas sob supervisão.

d) Alarme de Limite de Medidas Analógicas

Acusa a extrapolação dos limites operacionais de qualquer medida analógica sob supervisão.

e) Alarme de Tendência para Medidas Analógicas

Acusa a extrapolação dos limites de variação temporária de qualquer medida analógica sob supervisão.

f) Alarme de Bomba e Válvula de Bloqueio

Acusa a mudança não comandada do estado de bombas e válvulas de bloqueio. Acusa ainda a ultrapassagem de tempo máximo estipulado para a execução de comandos liberados.

g) Alarme de Válvula de Controle

Acusa a mudança da posição de abertura de válvulas de controle, quando não comandadas,

ainda registra o fato da ultrapassagem do tempo máximo permitido para a execução de comando.

h) Alarme do Sistema Informático

Acusa anomalia com equipamentos da sala do centro de controle tais como discos, periféricos, vídeos, computadores, etc.

i) Alarme de Teletransmissão

Acusa defeito na transmissão de dados entre os equipamentos de telemetria e informática na sala do centro de controle.

j) Imagem do Diálogo Operador

Esse não é um tipo de alarme, é o registro do diálogo operador nas ações de comando ou solicitação de funções. A importância desse registro é o de auditoria de Operação.

Na figura VIII.3.27 é exposto um trecho do relatório de alarmes onde podem ser evidenciados alarmes causados por situações anômalas de operação e por comandos de operação. |65|

V - ORGANIZAÇÃO DO SOFTWARE DE CONTROLE

V.1 - OBJETIVO

Pretende este capítulo abordar a macro organização do "software" de controle desenvolvido, através da descrição dos principais módulos, tarefas e suas interrelações. Não é pretensão descer a detalhes de sincronismos ou tempos críticos, uma vez que tal detalhe fugiria ao escopo básico do trabalho, não só pelo nível das informações, mas pela vastidão de soluções e controles implementados para a realização do "software" em apreço. |46|

V.2 - NOMENCLATURA UTILIZADA NO "SOFTWARE"

Para a análise, projeto e desenvolvimento do "software" aqui abordado foi utilizado um conjunto de conceitos cuja terminologia é aqui apresentada: |15|

1. EXECUTIVO

O Executivo é um programa em plano principal, residente na memória, que preve o controle central e a coordenação de todo o sistema informático, sendo portanto a peça central do "software" do sistema SOP - 700, com as seguintes funções:

- . Impor uma disciplina que assegure a compatibilidade entre ele mesmo e as tarefas designadas para serem executadas sob seu controle.

- . Executar as rotinas de controle e escalonamento das funções do sistema.
- . Controlar as comunicações entre as tarefas.
- . Prover a padronização de recursos para auxiliar nas funções usadas mais frequentemente, tais como entrada e saída de dados.

2. TAREFA

Conjunto de instruções e de dados locais executáveis sob o controle do executivo.

As tarefas podem ser fixas no sistema ou residentes no disco.

Nas tarefas fixas, os blocos de informações são permanentes na memória e são estabelecidos em tempo de geração/inicialização.

Para as tarefas residentes em disco, os blocos são estabelecidos quando a tarefa é arrolada no sistema.

Arrolamento é o termo usado para descrever o processo, através do qual um arquivo de programa é estabelecido como tarefa executável, o que implica na criação dos seguintes blocos:

- . bloco de controle
- . bloco de acompanhamento
- . bloco de acompanhamento auxiliar

3. TAREFA EM PLANO PRINCIPAL

Tarefas que possuem acesso a toda a área de memória, podendo executar comandos específicos de entrada e saída. Permitem a comunicação mais rápida entre tarefas pois não testam validação de funções.

São típicas do sistema de controle.

4. TAREFAS EM PLANO SECUNDÁRIO

Tarefas mais restritas em que o sistema, através do programa monitor, se protege fazendo testes de validade para todas as funções.

Essas tarefas são típicas do sistema "Back-up".

5. TAREFA PRIVILEGIADA

São tarefas em plano principal que podem usar todas as funções do compilador, tais como controle de interrupção, controle de canais, etc.

6. TAREFAS NÃO PRIVILEGIADAS

São tarefas que podem estar tanto no plano principal como no secundário sendo a elas permitido somente o uso de parte das funções do compilador.

7. TAREFA DE APLICAÇÃO

São as especialmente voltadas para a execução do sistema de controle do processo. Sua execução é condicionada a eventos detetados ou decorrentes da execução de outras tarefas.

8. MÓDULO

É um segmento ou conjunto de segmentos (instruções mais base de dados locais) correspondente a um nível de tratamento elementar.

9. PROCEDIMENTO DE BIBLIOTECA

É um programa de uso geral, disponível dentro de arquivos denominados "bibliotecas". O modo de execução de tais procedimentos pode ser de duas maneiras distintas:

- . Biblioteca de Uso Geral - Os procedimentos são integrados em tempo de composição nas tarefas que os utilizam.
- . Bibliotecas Compartilhadas - A imagem binária executável dos procedimentos é carregada na memória em tempo de inicialização do sistema. As tarefas que os utilizam devem referenciar, em tempo de composição, os endereços de entrada desses procedimentos. As chamadas de tais procedimentos serão implementadas por desvios aos respectivos inícios.

10. CANAL

Canal é um controlador que permite transferir blocos de informações entre a memória principal e as unidades de memória de massa ou de entrada e saída, independente da Unidade Central de Processamento (UCP).

No caso do Cobra 700 E existem dois tipos básicos de canais.

- . Canal Controlador de Memória de Massa - permite controlar discos ou fitas magnéticas.
- . Canal Multiplexador de Entrada e Saída - permite controlar e multiplexar qualquer dispositivo de entrada ou saída tais como: impressoras, displays etc.

11. CANAL MULTIPLEX (TMX)

É um processador microprogramado de entrada e saída, que permite transferir blocos de informações de ou para dispositivos de baixa ou média velocidade, sem interferência da UCP, ficando no entanto globalmente sob seu controle.

12. INTERFACE DE TAREFAS

Essa interface provê:

- . O ambiente operacional correto para uma tarefa, através do estabelecimento de condições padrão para a entrada e saída dessa tarefa.
- . A facilidade de chamada do executivo que permite às tarefas comunicarem-se com ele.
- . A facilidade de manipulação de mensagens para comunicação entre tarefas do sistema.

13. "OVERLAY"

- . A Nível de Tarefa

Tarefas residentes em disco podem se utilizar de sobreposições (overlay). Estas são incluídas quando a tarefa é composta e carregada na memória pelo executivo, a pedido da própria tarefa, por meio de uma chamada de executivo apropriada.

. A Nível de Sistema

Permite que tarefas, depois de executadas, liberem sua área de memória para que outras tarefas residentes em disco ocupem a mesma área.

Esse recurso torna muito mais eficiente a utilização da memória, porém aumenta o tempo de troca de Controle entre uma tarefa e outra.

14..SUPERVISOR DE ATIVIDADE (WATCH-DOG)

É um supervisor de falha de um computador que causa a transferência do controle para o outro computador, tão logo detete um mau funcionamento no primeiro.

15. COMPUTADOR DE "BACK-UP"

Computador de reserva pronto para assumir todas as funções do computador principal em caso de falha detetada pelo "WATCH-DOG."

16. "BUFFER"

Área de memória utilizada para a manipulação de dados pelas tarefas. Em geral essas áreas de memória podem ser compartilhadas por várias tarefas.

17. "DRIVER"

São tarefas encarregadas de manipulação de transferência de dados entre periféricos e a UCP.

18. "TIME-OUT"

Tempo máximo de espera para um evento, para uma determinada ação ser tomada por uma tarefa.

19. "SPOOLING"

É o armazenamento em lista de espera de grande capacidade, de dados, provenientes simultaneamente ou não de várias tarefas do sistema, provendo a retirada sequencial desses dados por outras tarefas.

20. "ROLL-UP"

É o procedimento que consiste em rolar todas as linhas da tela de uma posição para cima, deixando vaga a posição anteriormente ocupada pela última linha. A antiga primeira linha não é mais visualizada na tela, e uma nova linha pode ocupar o lugar agora vago.

V.3 - TAREFAS E MÓDULOS DO COMPUTADOR DE CONTROLE

A peça principal dos computadores de controle é o executivo básico contido no SOP-700 da Cobra. Dele foram eliminados todos os recursos de edição de textos e de desenvolvimento de programas, a fim de torná-lo

mais compacto.

O conjunto de tarefas e "drivers" com alta frequência de utilização foram projetados residente, em memória, deixando as tarefas de uso menos frequente e/ou baixa velocidade de resposta na condição de não residentes.

Em ambos os casos, visando minimizar a quantidade de memória principal usada, foi empregada a técnica de sobreposições (overlays), sempre que compatível com a desejada velocidade de operação e eficiência global do sistema.

A divisão da memória utilizada é a que segue:

De 0 - 24 K	- Executivo
De 24 - 38 K	- Tarefas residentes
De 38 - 52 K	- Tarefas não residentes
De 52 - 64 K	- Extensões futuras
De 64 - 96 K	- "Buffers" de Entrada e Saída e Base de Dados (parte residente)

As tarefas e módulos do computador de controle e suas funções são as que seguem:

1. TAREFA DE CADENCIAMENTO

- Controle do "time-out" de periféricos.
- Cadenciamento das tarefas periódicas de:
 - . Varredura da telemetria;
 - . cálculos periódicos;

- . atualização das imagens de vídeos;
- . edição de relatórios periódicos;
- . arquivamento de relatórios periódico;
- . atualização do sistema "Back-up";
- . arquivamento em fita magnética.
- . atualização de relatório de tendências;
- . tratamento do "watch-dog".

2. TAREFA DE VARREDURA DA TELEMETRIA

- Enviar para o "driver" de telemetria os pedidos de varredura de:
 - . Medidas analógicas ERT por ERT;
 - . sinalização de mudança de estado ECT por ECT.
- Fazer evoluir a fase do ciclo de varredura do sistema quando todas as medidas e telesinalizações forem varridas e tratadas .
- Avisar a tarefa de gestão de comandos dessa mudança de fase .

3. "DRIVER" TELEMETRIA - Emissão

- Ativar interfaces através do canal TMX para emitir mensagens aos ECTs.
- Detetar falhas e mudar os interfaces da ligação ECT/UCP.
- Desativar a transferência em curso, em caso de recepção de aviso de "time-out" proveniente da tarefa de cadenciamento.

4. "DRIVER" TELEMETRIA - Recepção

- Ativar os interfaces através do canal TMX para receber as respostas vindas dos ECTs.
- Detetar falhas e erros de transmissão.
- Desativar a transferência em curso em caso de recepção de aviso de "TIME-OUT" vindo da tarefa de cadenciamento.
- Transmitir para a tarefa de recepção de mensagens da telemetria as respostas corretas recebidas, ou um aviso de falha.
- Transmitir para a tarefa de gestão de comandos o aviso de um envio de comando ao ECT ou aviso de falha de transmissão.

5. TAREFA RECEPÇÃO DE MENSAGENS

- Encaminhar as mensagens contendo medidas analógicas à respectiva tarefa de tratamento.
- Reconhecer respostas de ECT quanto a telesinalizações.
- Encaminhar mensagens contendo os estados das telesinalizações à respectiva tarefa de tratamento.
- Transmitir um pedido de edição de alarme ao modo "spooling" dos alarmes, em caso de falha de transmissão vindo do driver de telemetria.

6. TAREFA DE TRATAMENTO DAS MEDIDAS ANALÓGICAS

- Detetar ultrapassagem dos limites de alto, baixo e tendência.
- Detetar mudanças espontâneas de posição de válvulas de controle.
- Detetar normalização de uma medida em alarme.

7. TAREFA TRATAMENTO DE TELESINALIZAÇÕES

- Atualizar na base de dados os novos estados de telesinalizações que foram modificados por ocasião da varredura.
- Notificar a tarefa gestão de comandos quanto às modificações de estado dos equipamentos com comando em curso.
- Iniciar o processo de alarme quando ocorrer:
 - . Aparecimento de alarmes;
 - . mudança espontânea no estado de equipamentos (bombas e válvulas).
- Iniciar o processo inverso nas situações complementares.

8. TAREFA GESTÃO DE COMANDOS

- Receber mensagens da tarefa análise do diálogo dos operadores, contendo a identificação de um elemento a comandar, e o estado ou valor a atingir.

- Enviar mensagem ao "driver" telemetria-emissão.
- Verificar se o elemento é controlado pelo sistema e se o estado da telemetria permite atingir o ERT respectivo.
- Responder à tarefa análise do diálogo dos operadores (aceito ou rejeitado).
- Aguardar mensagens do "driver" telemetria-recepção avisando se o comando foi reconhecido pelo ECT ou se a telemetria não permitiu a transmissão.
- Controlar o "time-out" do comando.
- Desativar o "time-out" quando o comando for completado com sucesso, caso contrário iniciar o processo de alarme.
- Atualizar temporizadores a cada fim de ciclo de varredura.

9. MODO "SPOOLING" DE ALARMES

Subrotina residente em memória encarregada de:

- "Spooling" dos pedidos de edição de mensagens na impressora de alarmes.
- Ativar a tarefa edição dos alarmes a cada colocação de pedido.

10. TAREFA EDIÇÃO DOS ALARMES

- A partir de um pedido de edição de alarme colocado no "SPOOLING" preparar a mensagem no formato

de edição ASCII, num "buffer".

- Reativar o pedido do "SPOOLING"
- Colocar cópia da edição no arquivo circular dos 80 últimos alarmes.
- Transmitir o "buffer" à tarefa gestão das impressoras.

11. TAREFA GESTÃO DAS IMPRESSORAS

- Receber uma mensagem contendo o endereço de um "buffer" cujo conteúdo deva ser impresso. Tal "buffer" poderá ter sido preenchido por:
 - . Tarefa edição dos alarmes;
 - . tarefa montagem do relatório dos alarmes em curso;
 - . tarefa edição dos relatórios;
 - . tarefa "hard copy".
- Determinar a impressora que executará a impressão.
- Priorizar as mensagens de saída em função de sua origem.
- Enviar resposta à tarefa que a solicitou dependendo do sucesso da impressão.
- Ativar a tarefa gestão de alarmes ao fim de uma impressão de alarme.
- Efetuar redistribuição de impressoras em caso de falhas.

12. "DRIVER" DAS IMPRESSORAS

- Ativar o canal TMX para impressão de uma linha
- Avisar a tarefa solicitante quando da conclusão da impressão.
- Reconhecer o aviso de "time-out" proveniente da tarefa de cadenciamento, parar a transferência via TMX e avisar a tarefa solicitante da falha.

13. "DRIVER" DAS SAÍDAS NUMÉRICAS

- Reconhecer numa mensagem, os códigos numéricos das estações para os casos de detecção, reconhecimento e desaparecimento de alarmes.
- Executar as ações de ativação de lâmpadas no painel de alarmes, buzina.
- Atualizar a linha 47 (alarmes nos vídeos).
- Fixar o alarme nas lâmpadas do painel de alarmes.
- Apagar lâmpada de sinalização de alarme após o desaparecimento da causa.

14. TAREFA ANÁLISE DO DIÁLOGO DOS OPERADORES

- Receber mensagem do "Driver" recepção vídeos contendo 3 caracteres chaves que inicia o diálogo.
- Analisar tais caracteres e completar a palavra chave ou emitir mensagem de erro.
- Para algumas tarefas solicitantes executa "overlay" da função a executar.

- Para outras prossegue no processo diálogo para completar a mensagem de solicitação.

15. "DRIVER "RECEPÇÃO VÍDEOS

- Receber caracteres digitados pelos operadores nos vídeos memoriza-los e retransmiti-los à li nha 48 da tela associada ao teclado.
- Armazenar 3 caracteres e enviá-los à tarefa análise de diálogo dos operadores.
- Transmitir a imagem da linha 48 para a tarefa "hard-copy" após o término do diálogo.

16. "DRIVER "EMISSÃO DE VIDEOS

- Transmitir ao conjunto vídeo uma cadeia de caracteres ASCII acompanhada da posição início da exposição.

17. TAREFA "HARD-COPY"

- Reconhecer o pedido de "hard-copy".
- Congelar a imagem corrente do video.
- Providenciar a impressão das 46 primeiras li nhas do video.

18. TAREFA VISUALIZAÇÃO DOS "DISPLAYS "

- Reconhecer pedido de exposição
- Providenciar a montagem da imagem segundo o pe dido formulado (linha a linha).

- Acessar a base de dados para busca de informações necessárias.

19. MÓDULO MONTAGEM DE ELEMENTO DE "DISPLAY "

- Montar a imagem de uma tela utilizando descritivos de linha e variáveis associadas.

20. TAREFA "DISPLAY "DAS TENDÊNCIAS

- Construir arquivo "Display de Tendências" em função do diálogo operador, atualizando-o segundo nova solicitação do operador, periodicamente em função do intervalo de tempo especificado.
- Executar "roll-up" da tela após seu preenchimento.

21. TAREFA EDIÇÃO DOS RELATÓRIOS

- Semelhante à tarefa visualização dos "displays", só que ativa as impressoras ao invés dos vídeos

22. TAREFA ARQUIVAMENTO DOS DADOS DOS RELATÓRIOS PERIÓDICOS

- Montar as imagens dos relatórios de emissão periódica e copiá-los no arquivo dos relatórios periódicos.

23. TAREFA ATUALIZAÇÃO DOS "DISPLAYS "

- Supervisionar a alteração de valores expostos em telas de video.

- Quando da alteração de algum valor exposto, em decorrência de nova varredura, atualizar a linha respectiva.

24. MÓDULO ALTERAÇÕES DO SISTEMA INFORMÁTICO

- Alterar data e hora.
- Suspende e ativar a varredura da telemetria.
- Alocar impressoras.

25. MÓDULO MODIFICAÇÕES DE PARÂMETROS

- Modificar elementos visualizados em telas a pedido do operador.
- Atuar como "overlay" da tarefa análise do diálogo dos operadores.
- Comunicar o endereço do vídeo a modificar, do parâmetro a modificar, do novo valor a assumir.

26. TAREFA CRIAÇÃO/IMPRESSÃO DE ELEMENTOS NA BASE DE DADOS

- Executar supressão a pedido do operador.
- Executar 1º passo da criação de elemento a pedido do operador.

27. "DRIVER" ENTRADAS NUMÉRICAS

Detetar ações de:

- . Botões de alarme;
- . chave engenheiro;
- . botão de seleção de vídeo piloto;

- . botão de pedido de relatório de alarme em curso.

28. MÓDULO TRATAMENTO DAS AÇÕES NOS PAINÉIS DE ALARME

- Identificar a ação no painel de alarme.
- Seleciona o relatório da estação correspondente.
- Solicita sua visualização no video piloto.

29. MÓDULO RECONHECIMENTO E FIM DOS ALARMES

- Reconhecer os alarmes provenientes da tarefa análise do diálogo dos operadores.
- Reconhecer o desaparecimento de alarmes do módulo modificação de parâmetros.
- Modificar o estado de comando para o "driver" saí das numéricas.
- Ativar a impressão do evento na impressora de alarmes.

30. MÓDULO CHAVE ENGENHEIRO E BOTÃO DE SELEÇÃO VIDEO PILOTO

- Atualizar a base de dados quanto ao estado de liberação operador-engenheiro.
- Atualizar as sinalizações de painel de alarmes.

31. TAREFA MONTAGEM DO RELATÓRIO DOS ALARMES EM CURSO

- Editar todos os alarmes presentes no momento do pedido, consultando a base de dados.

32. TAREFA CÁLCULOS PERIÓDICOS

- A cada 15 minutos efetuar cálculos de variáveis calculadas, médias e acúmulos.

33. TAREFA DE ATUALIZAÇÃO DO "BACK-UP"

- Comandar o processo de salvaguarda periódica da base de dados.
- Atualizar o computador "back-up"

34. DRIVER DIÁLOGO COM O "BACK-UP"

- Gerenciar a transmissão de dados de atualização do "back-up" através de ligação assíncrona 9600 bauds.

35. TAREFA ARQUIVAMENTO EM FITA MAGNÉTICA

- Gerenciar o arquivamento periódico em fita magnética da base de dados, para segurança e registro com finalidade estatística.

36. "DRIVER" DE FITA MAGNÉTICA

- Gerenciar a unidade de fita magnética nas suas ações elementares para permitir escrita e leitura de dados.

37. TAREFA TRATAMENTO DO "WATCH-DOG"

- Enviar ao "watch-dog" do computador de controle os

pulsos necessários para mante-lo ativado.

38. MÓDULO DE ACESSO À BASE DE DADOS

Prover um canal único de acesso à base de dados visando ler ou escrever informações sob pedido das tarefas do sistema.

A interrelação entre as Tarefas, Módulos e "Drivers" acima descritos é mostrada no item V.7.

V.4 - TAREFAS E MÓDULOS DO COMPUTADOR DE "BACK-UP"

A função do computador de "back-up" é a de assumir o controle do processo em caso de pane no computador principal. Enquanto tal fato não ocorre, pode ser utilizado no desenvolvimento ou execução de novos problemas. Esse fato impõe a necessidade da disponibilidade do "software" padrão para desenvolvimento de programas Cobra (SOP 700)

Para permitir sua atualização periódica e eventual tomada de controle são disponíveis os seguintes recursos:

- . "Driver" do watch-dog;
- . "driver" do diálogo com o computador de controle;
- . módulo de salvaguarda em disco;
- . "driver" de comutação.

O mapa de alocação de memória para o computador de

"back-up" é o seguinte:

De 0 a 19 K - Executivo

De 19 a 20 K - Editor de textos

De 20 a 24 K - Subrotinas e dados do executivo

De 24 a 30 K - Área de trabalho do Sistema

De 30 a 32 K - Utilitários

De 32 a 36 K - Área de trabalho do usuário

De 36 a 63 K - Biblioteca de compiladores e programas.

De 63 a 65 K - Área de "buffer" para o TVA-80

De 65 a 98 K - Livre

As principais funções das tarefas citadas são:

1. "DRIVER" DA LIGAÇÃO ENTRE COMPUTADORES

- Gerenciar o diálogo com o computador de controle através da ligação assíncrona 9600 bauds.

2. MÓDULO DE SALVAGUARDA EM DISCO

- Gravar em disco as informações recebidas do computador de controle, a fim de garantir um adequado reinício em caso de pane.

3. TAREFA DE "WATCH-DOG"

- Enviar periodicamente ao "Watch-Dog" do computador de "back-up" os pulsos de comando necessários a fim de mantê-lo ativado.

4. "DRIVER" DE COMUTAÇÃO

- Diante de uma interrupção externa gerada pelo

sistema de comutação, assumir o controle do processo, cancelar as tarefas em execução e iniciar o carregamento do "software" adequado.

A interrelação entre as Tarefas, "Drivers" e Módulos acima descritos é mostrada no item V.7.

V.5 - ARQUIVOS ESPECIAIS

Além da base de dados existem arquivos específicos que completam o conjunto de informações necessário ao controle do processo hidráulico.

1. ARQUIVO DAS RELAÇÕES NÚMERO DE PARÂMETRO/ELEMENTO NA BASE DE DADOS

É um arquivo dividido em 5 partes. Cada parte corresponde a uma tela de vídeo, onde são armazenados na ordem de referência na tela (<NN>):

- . A identificação na base de dados, do elemento modificável;
- . a posição (X, Y) desse elemento na tela.

2. ARQUIVO "DISPLAY" DE TENDÊNCIAS

Esse arquivo é dividido em duas partes:

- . Uma parte corresponde a 41 linhas de tela de vídeo, que pode conter informações binárias se se tratar de valores, ou alfabéticas se se tratar de cabeçalho.

- . uma parte do arquivo e a visualização com efeito de "roll-up".

3. ARQUIVO DE DESCRITIVOS DOS "DISPLAYS"

Contém descritivos de cada linha, de cada tela que é disponível pelo diálogo operador:

4. ARQUIVO DE VARIÁVEIS VISUALIZADAS

Esse arquivo também é dividido em 5 partes. Cada parte corresponde a uma tela de vídeo e contém:

- . Identificação de variáveis expostas;
- . referências à base de dados;
- . referências ao arquivo descrito do "display"

5. ARQUIVO DOS 80 ÚLTIMOS ALARMES

É um arquivo circular contendo os textos das 80 últimas mensagens de alarme.

6. ARQUIVO DOS RELATÓRIOS PERIÓDICOS

Conforme descrito em IV.6 alguns dados são armazenados por períodos sucessivos. Esse arquivo é dividido em tantas partes quantos sejam os relatórios periódicos designados. Cada parte é gerada circularmente.

7. ARQUIVO DE ATUALIZAÇÃO DO "BACK-UP"

Arquivo aonde são salvaguardadas a base de dados e os demais arquivos particulares, que são transmitidos ao sistema "back-up".

8. ARQUIVO DE "SPOOLING" DOS ALARMES

É um arquivo de extensão do "buffer" de "spooling" dos alarmes, utilizado para absorver os picos de pedidos simultâneos de edição na impressora de alarmes.

9. ARQUIVO DOS DESCRITIVOS DO ARQUIVO DOS RELATÓRIOS PERIÓDICOS

Para cada "display" periódico há descritivos semelhantes àqueles do arquivo dos descritivos dos "displays". Esses descritivos permitem saber onde encontrar, na base de dados ou sua extensão, os valores correspondentes a cada "display".

V.6 - BASE DE DADOS

A base de dados foi desenvolvida a partir de dois módulos básicos: o primeiro contém os dados propriamente ditos, enquanto o outro constitui o módulo de acesso, através do qual as tarefas do sistema podem obter e/ou modificar tais dados.

V.6.1 - BLOCO DE DADOS

Os dados acham-se organizados ao redor de duas estruturas principais:

- Uma tabela de Equipamentos Remotos de Telemetria (ERT), ordenada por:

- . Número da interface associada;
 - . número do ECT associado;
 - . número do ERT.
- Uma tabela de estações remotas ordenada por número de estação em ordem crescente.

Ambas as estruturas são divididas em duas seções, uma delas residente em memória e outra residente em disco, chamada à memória quando necessário, de forma segmentada.

O critério para decidir a residência de cada dado foi a frequência de utilização.

O processo de cada via (bomba, válvula, nível etc.) envolve uma série de informações que lhe são características. Essas informações são agrupadas constituindo o bloco de dados da via.

Os tipos de blocos utilizados são os descritos a seguir.

Para exemplificar a descrição adota-se a seguinte notação: PALXXBY para indicar a Palavra XX, byte Y.

Considera-se aqui palavras de 16 bits, dois bytes por palavra.

Ainda: RM = residente na memória principal

RD = residente em disco

1. Válvula de Bloqueio

RM = 3 PAL

. Identificação da via	PAL01 B1
. Borne de comando	PAL01 B2
. Estado	PAL02 --
. "Time-out"	PAL03 B1
. Contador de tempo	PAL03 B2

RD = 1 B

. Número da válvula na estação

2. Válvula de Controle

. RM = 4 PAL

. Identificação da via	PAL01 B1
. Borne de comando	PAL01 B2
. Estado	PAL02 --
. Posição atual	PAL03 B1
. Posição a atingir	PAL03 B2
. "Time-out"	PAL04 B1
. Contador de tempo	PAL04 B2

RD = 1 B

3. Bombas

RM = 4 PAL

. Identificação da via	PAL01 B1
. Borne de Comando	PAL01 B2
. Estado	PAL02 --

- . "Time-out " PAL03 B1
- . Contador de tempo PAL03 B2
- . Hora da última partida PAL04 B1
- . Acumulo de tempo de funcionamento no dia PAL04 B2

RD = 3 PAL

- . Número da bomba PAL01 B1
- . Acumulado de funcionamento PAL02 --
- . Limite para manutenção PAL03 --

4. Medidas Analógicas

Pressão, vazão, cloro RM = 11 PAL

Nível RM = 14 PAL

- . Identificação da via PAL01 B1
- . Valor filtrado PAL01 B2
- . Estado PAL02 --
- . Alarmes PAL03 B1
- . Limite de tendência PAL03 B2
- . Limite alarme alto PAL04 B1
- . Limite alarme baixo PAL04 B2
- . Histerese alarme alto PAL05 B1
- . Histeres alarme baixo PAL05 B2
- . Período de tendência PAL06 --
- . Valor inicial de tendência PAL07 B1
- . Contador de ciclos p/tendência PAL07 B2
- . Contador de ciclos p/média de 15 minutos PAL08 --

. Fator de filtro	PAL09 --
. Coeficiente de escala	PAL10 --
. Média de 15 minutos	PAL11 --
. Número da estação com bomba associada	PAL12 --
. Identificação da bomba associada	PAL13 --
. Limite operacional alto	PAL14 B1
. Limite operacional baixo	PAL14 B2

Nível RD = 57 PAL

. Nome da via (19 caracteres)	PAL01-PAL12
. Valor da escala plena (unid. Eng.)	PAL11-PAL12
. Valor zero da escala (unid. Eng.)	PAL13-PAL14
. Limite alarme alto (unid. Eng.)	PAL15-PAL16
. Limite alarme baixo (unid. Eng.)	PAL17-PAL18
. % de Histerese	PAL19
. Ponteiro à curva de linearização	PAL20
. Mínima do dia	PAL21-PAL22
. Hora da mínima	PAL23
. Máxima do dia	PAL24-PAL25
. Hora da máxima	PAL26
. Valor cada 4 horas	PAL27-PAL40

. Valor início da hora	PAL41-PAL42
. Valor início do dia	PAI 43-PAL44
. Valor início do mês	PAI 45-PAL46
. Área do reservatório	PAL47-PAL48
. Limite de tendência p/ "display"	PAL49-PAL50
. % enchimento	PAL51
. Limite alto de comando de bomba	PAL52-PAL53
. Limite baixo de comando de bomba	PAL54-PAL55
. Identificação da bomba associada	PAL56-PAL57

PRESSÃO RD = 25 PAL

. Nome da via	PAL01-PAL10
. Idem a níveis	PAL11-PAL19
. Mínima do dia	PAL20-PAL21
. Hora da mínima	PAL22
. Máxima do dia	PAL23-PAL24
. Hora da máxima	PAL25

CLORO RD = 29 PAL

. Idem a pressão	PAL01-PAL25
. Média horária	PAL26-PAL27
. Média diária	PAL28-PAL29

VAZões RD = 36 PAL

. Idem a cloro	PAL01-PAL29
----------------	-------------

. Acúmulo horário	PAL30-PAL31
. Acúmulo diário	PAL32-PAL33
. Acúmulo mensal	PAL34-PAL36

A - TABELA DE ERTs

A tabela dos equipamentos remotos de telemetria ERT, contém uma entrada para cada uma das 200 ERTs que o sistema comporta.

A cada uma dessas entradas estão reservadas na memória principal 23 palavras com a seguinte distribuição:

- Ponteiro à Tabela de Estações

Remotas	PAL01
. Índice das telemedidas	PAL02
. Estados numéricos do ERT	PAL03
. Hora da última mudança de estado da linha telefônica (LP)	PAL04 B1
. Acumulo de horas em operação da LP	PAL04 B2
. Acumulo de horas inoperativas da LP	PAL05 B1
. Estado da LP	PAL05 B2
. Ponteiro à válvula de bloqueio 1	PAL06
. Idem à valvula de bloqueio 2	PAL07
. Ponteiro às medidas analógicas de 1 a 6	PAL08-PAL13
. Ponteiro à válvula de controle 1 e 2	PAL14-PAL15

. Ponteiro às bombas de 1 a 8 PAL16-PAL23

B - TABELA DE ESTAÇÕES REMOTAS

A tabela das estações remotas contém uma entrada para cada uma das 180 estações previstas sendo que para cada uma, na memória principal é previsto um bloco de 7 palavras como segue:

. Número da estação remota	PAL01
. Ponteiro à extensão em disco	PAL02
. Número da 1ª ERT	PAL03 B1
. Número da 2ª ERT	PAL03 B2
. Número da 3ª ERT	PAL04 B1
. Número da 4ª ERT	PAL04 B2
. Ponteiro à tabela do índice de pontos da estação	PAL05
. Reserva	PAL06-PAL07

Existe ainda um índice que contém a identificação de todos os pontos do sistema, ordenados por estação, e que é usado para estabelecer a conversão de comandos via operador. Tal índice é residente em disco magnético, com o seguinte formato:

. Letra, número, número LNN	PAL01
. Endereço da tabela de ERT	PAL02

A extensão em disco dos dados de uma estação remota é assim composta:

. Nome do sistema produtor ao qual a estação remota está vinculada	PAL01-PAL10
---	-------------

. Nome da estação	PAL11-PAL20
. Nome do município	PAL21-PAL30
. Código do município	PAL31 B1
. Número do 1º interface ECT/ERT	PAL31 B2
. Estrutura da estação	PAL32-PAL34
. Tempo funcionamento LP no mês	PAL35
. Tempo interrupção LP no mês	PAL36
. Ponteiro de retorno à memória	PAL37
. Estrutura da ERT	PAL38-PAL40
. Identificação válvula de bloqueio 1	PAL41 B1
. Identificação válvula de controle 1	PAL41 B2
. Idem bloqueio	PAL42 B1
. Idem controle 2	PAL42 B2
. Extensão de medidas analógicas de 1 a 6	PAL43-PAL384
. Bombas de 1 a 8	PAL385-PAL392

O bloco a partir da PAL38 até a PAL392 se repete por 4 vezes, uma para cada ERT.

V.6.2 - MÓDULO DE ACESSO

O módulo de acesso é o meio pelo qual as tarefas leem e gravam informações na base de dados.

Cada dado é identificado por um código que deve ser fornecido ao módulo de acesso como chave de pesquisa pela tarefa solicitante do dado, junta-

mente com o número da estação.

Tais códigos ocupam uma palavra no seguinte formato:

Um dado pode estar armazenado numa palavra e para obtê-lo deve-se utilizar o modo de acesso con-
dizente.

. Modo Palavra

. Modo Byte

V.7 -INTERRELAÇÃO ENTRE TAREFAS, MÓDULOS E "DRIVERS"

Na figura V.1 estão dispostos os módulos, "drivers" e tarefas já descritos e relações entre si bem como com os periféricos. [16]

FIGURA V.1

VI - ASPECTOS RELEVANTES NA ADOÇÃO DE SOLUÇÕES PARA UM SISTEMA DE CONTROLE TELEMETRICO

VI.1 - OBJETIVO

O presente capítulo enfoca as principais alternativas disponíveis na implementação de um sistema de controle e supervisão, para um complexo de abastecimento de água tratada, e os motivos que levaram a escolha das soluções adotadas. O texto a seguir não tem a pretenção de justificar a viabilidade econômica das alternativas, tampouco a de cotejar soluções técnicas a nível de julgamento de opções, mas sim de ressaltar aspectos cuja relevância é fundamental na consideração de um projeto como o aqui abordado. |20|

VI.2 - A NECESSIDADE DE UM SISTEMA TELEMÉTRICO PARA CONTROLE DE PROCESSOS ESPARSOS - O CASO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA TRATADA

Numa região como a da Metrópole de São Paulo, o objetivo global de um órgão responsável pelo abastecimento de água tratada, é o de garantir um abastecimento regular e equitativo de água potável a toda a região servida, dentro de um critério de melhor utilização de mananciais e instalações. |73| |76|

Para atingir tal objetivo, e considerando a característica de integração dos vários sistemas produtores

de água tratada, é imprescindível considerar a necessidade de tomadas de decisão a nível global. Sendo o ponto chave do problema, esse processo depende de dois fatores principais: |55|

- . O primeiro, é um sistema de comunicação eficiente e confiável, que permita ao elemento de decisão conhecer o estado e situação hidráulica das adutoras, reservatórios, elevatórias, etc, a qualquer instante, e atuar sobre unidades desejadas a qualquer instante, como é o caso de bombas e válvulas. |77|
- . O segundo é um grande conhecimento e uma sensibilidade profunda das reações do sistema hidráulico às diversas alterações que nele se possa introduzir, permitindo que se tomem as decisões corretas em tempo hábil, e com um mínimo de intervenções. |22|

Em vista do porte do sistema hidráulico, do seu continuado crescimento, do número de variáveis a serem consideradas, e da rapidez de respostas desejável, esse conhecimento e essa sensibilidade deixam de ser viáveis em termos puramente humanos, surgindo como solução natural o recurso de processamento de dados por meios eletrônicos. Nesse sentido dois aspectos devem ser considerados:

- . O auxílio na análise de situações passadas ou futuras, através de simulações de situações;
- . O auxílio na análise imediata da situação para uma

tomada de decisão em tempo real. |78|

Para o primeiro caso, foi desenvolvido um Modelo Matemático que após um levantamento das características hidráulicas do sistema adutor e de um continuado processo de atualização, permite uma simulação de manobras e a previsão das reações do sistema hidráulico, com resultados bem próximos da realidade. Para tanto, basta alimentar o programa simulador com informações, tais como posições de válvulas de controle, indicação das bombas em funcionamento, nível da água em reservatórios, vazões de descarga ou pressões desejadas nos pontos terminais de alimentação do sistema distribuidor, e receber como resposta as vazões e pressões em todas as linhas, as contribuições que devem provir de cada sistema produtor, as perdas de carga, as velocidades, enfim, valores que permitem verificar o funcionamento e prever o que acontecerá, quando as manobras ensaiadas forem aplicadas ao sistema real. Dessa forma, podem ser evitadas decisões empíricas, que eventualmente só equilibrariam o sistema hidráulico após um número razoavelmente elevado de intervenções e muitos transientes, o que sem dúvida ampliaria o número de problemas para a manutenção de equipamentos e instalações. |23|

Para o segundo caso, a melhor forma de manter o operador central continuamente informado do estado do sistema adutor, é através de um sistema de telemetria

que traga os dados relevantes ao processo decisório a um centro de controle, onde as decisões de operação são tomadas. Esse mesmo sistema telemétrico, deve se incumbir da transmissão imediata dessas decisões aos pontos onde serão executadas.

Desse modo, a telemetria está intimamente ligada à utilização eficiente do modelo matemático, compondo com este as bases para um processo racional de tomada de decisões.

Como benefícios da adoção da sistemática de controle exposta, alguns podem ser expressos em termos de valores monetários, tais como a redução dos custos diretos de operação ou acréscimo de receita operacional mas, a maioria deles, inclusive os mais importantes e significativos, são de difícil quantificação.

Entre os mais tangíveis pode-se citar:

1. REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA

Através do processo telemétrico é possível acompanhar o comportamento dos setores de abastecimento, correlacionando-os com a medição dos consumos individuais a nível domiciliar ou industrial, permitindo que sejam localizados os pontos críticos onde a ocorrência de vazamentos é significativa.

As perdas de água potável por vazamentos nas linhas, especialmente naquelas há muitos anos

em serviço, representam aproximadamente 30% do total de água produzida. O que atualmente representa 10 m³/seg. Além de ajudar a localizar grandes vazamentos, o sistema de controle permite supervisionar a pressão nas linhas, evitando as altas pressões que são uma das principais causas de vazamentos.

2. REDUÇÃO NOS CUSTOS OPERACIONAIS E DE MANUTENÇÃO

Cada sistema produtor, apresenta um custo diferente por metro cúbico de água com que ele contribui na alimentação do sistema adutor. Tais custos são função da qualidade de água bruta dos mananciais, variando segundo a época do ano. Com o conhecimento de tais custos, e das demandas nos diversos pontos da região, é possível programar a produção de cada sistema produtor de forma a obter, em conjunto com os custos de bombeamento das diversas elevatórias do sistema adutor, os resultados mais econômicos.

Além disso, o sistema telemétrico permite que sejam evitados os gastos inúteis de água e energia, quando da extravazão de reservatórios e torres.

Na medida em que as instalações e equipamentos sejam mais adequadamente utilizados, os custos de manutenção forçosamente serão reduzidos, graças a

um menor número de intervenções corretivas.

Os custos com pessoal também sofrem o processo de redução pela desativação do pessoal de operação local nas estações remotas, que poderá ser aplicado em outras atividades.

3. AQUISIÇÃO DE DADOS PARA PLANEJAMENTO E PROJETO

Além dos benefícios à operação, deve-se ressaltar a importância da aquisição contínua de dados operacionais, que são de capital importância para a elaboração de novos projetos de redes adutoras e distribuidoras.

4. ASPECTOS SANITÁRIOS E DE SEGURANÇA

Reduzindo-se as pressões de água nas tubulações, mantendo-se um abastecimento contínuo e constante e monitorando-se, via telemetria, os residuais de cloro em pontos extremos das linhas de distribuição, ficam reduzidas as possibilidades de contaminação da água por penetração nas tubulações de substâncias estranhas, tal como o esgoto, pelas rupturas ou fendas que eventualmente existam nas tubulações.

Adicionalmente, em situações de emergência, como no caso de um incêndio de grandes proporções ou num rompimento de uma adutora, a operação centralizada, via telemetria, facilita enormemente as ações de controle e corretivas que devam ser tomadas a

curto prazo.

VI.3 - MÉTODOS DE CONTROLE DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.

Em sistemas de abastecimento e distribuição de água as variáveis mais comumente controladas são; vazão, ou pressão, ou nível, ou combinações dessas. São normalmente controladas por ajuste de posição de válvulas, regulação de velocidades de bombas, ou partida e parada de bombas. [44]

1. CONTROLE DE VAZÃO

O medidor de vazão mais comum é o do tipo pressão diferencial tal como: placa de orifício, Venturi, tubo Pitot, calhas Parshall e outros. Esses elementos relacionam vazão com pressão diferencial (placas de orifício e venturi) ou com variação de nível (calhas Parshall).

Vantagens - A vazão indica o valor de produção ou demanda podendo ser totalizada ou integrada, refletindo assim características de consumo. É usual, para tanto, a aplicação de medidores de pressão diferencial.

Desvantagens - Nos medidores de pressão diferencial, o diferencial de pressão desenvolvido relaciona-se à vazão quadraticamente. Essa relação não linear interfere com a precisão da medida dependendo da faixa de operação.

Foram investigados vários tipos de medidores e concluiu-se pela aplicação do "Venturi curto inserido" por ser o que apresenta menor perda de carga, para as aplicações previstas, dentro de uma faixa de preços considerada aceitável. Por questões de complexidade operacional e altos custos foram descartados os medidores tipo turbina, magnético, sônico e ultrassônico.

2. CONTROLE DE PRESSÃO

Os tipos mais comuns de medidores de pressão são ativados por fole, tubo Bourdon, "strain-gauges" ou por células capacitivas.

No caso de foles e tubo Bourdon o movimento mecânico produzido pela pressão deve ser convertido num sinal elétrico ou pneumático. No caso do "strain - gauges", o sinal elétrico produzido é de tão baixo nível, que são necessários amplificadores de alto ganho para elevar o nível do sinal. Normalmente essa aplicação é descabida por causa da interferência de ruídos. Os medidores de célula capacitiva associados a um circuito de equilíbrio de uma ponte de impedâncias, é o que foi escolhido, dada a sua confiabilidade, simplicidade de funcionamento e manutenção.

Vantagens - A medida de pressão é uma indicação direta de disponibilidade de água. Sua importância

estende-se também à segurança das tubulações quanto à ruptura.

Desvantagens - Ao contrário da vazão, não fornece indicação de volume de demanda ou produção. Sistemas controlados somente por pressão estão sujeitos a serem instáveis.

3. CONTROLE DE NÍVEL

A medição de níveis em reservatórios, torres e tanques é feita por instrumentos atuados por pressão (diretamente ou tipo de borbulhamento), ou instrumentos atuados por flutuador. Optou-se pelo tipo borbulhamento por não requerer movimentação mecânica no instrumento (o que ocorre com os flutuadores), e pelo fato de que sendo acionado por ar comprimido, aumenta a vida útil dos equipamentos secundários de medição, quando comparados com a da medição direta.

Vantagens - Conhecida a forma geométrica de um reservatório a medição de nível indica a disponibilidade de água estocada, o que se relaciona à autonomia do reservatório.

Desvantagens - A medição de níveis não dá a informação de volume de produção ou demanda como faz a vazão. Um sistema de abastecimento pode ser operado somente pelo controle de níveis, desde que tenha sido projetado para tal. No entanto, sempre res

tará a necessidade da medição de consumos, que somente é obtida com o conhecimento das vazões.

CONCLUSÃO: Para o controle do Sistema de Abastecimento de água em apreço, foram selecionados para cada localidade as seguintes medidas:

Cloro Residual - por questões de segurança e controle sanitário.

Vazão - para avaliação de consumos e distribuição de recursos hidráulicos.

Pressão - como indicador de condição potencial de suprimento.

Nível - para caracterização de autonomia e condição potencial de suprimento.

Posição de Válvula - para conhecimento da extensão de comando disponível.

Estado de Bombas - para conhecimento dos recursos de recalque disponíveis e em operação.

VI.4 - CONFIGURAÇÃO DA INSTRUMENTAÇÃO

Entende-se por configuração da instrumentação a maneira pela qual o "hardware" dos equipamentos é construído. Foram considerados três tipos de configuração:

1. SISTEMA INDIVIDUAL UM A UM

Nesse sistema cada função é provida de seu projeto de "hardware" tanto na estação remota como na esta-

ção central. Para cada elemento a ser controlado na estação remota, deve haver botoeiras na estação central, dedicadas. Não há seleção de equipamento.

Vantagens - Como cada função é completamente separada de qualquer outra, falhas numa peça ou equipamento afetarão somente uma medida ou comando. Instalações e manutenções são simples, não interferindo com outras funções.

Nesse tipo de configuração é usual o registro analógico de medidas em rolos de papel ou discos de papel, onde as tendências podem ser observadas. São frequentes as aplicações de limites de alarme para algumas medidas, caracterizando assim faixas de operação.

Desvantagens - Sendo necessário um dispositivo ou indicador para cada comando ou medida na estação central, o custo dessa configuração torna-se o mais alto entre as opções estudadas. Além disso, num sistema com um grande número de medidas e comandos é muito difícil operar sobre painéis extensos, como são os necessários a esse tipo de configuração.

Essa configuração é conveniente para pequenos sistemas em que o próprio processo tenha uma subdivisão estanque.

Outra desvantagem é o alto custo de instalação e

operação dos meios de comunicação.

2. SISTEMA COM SELEÇÃO MANUAL

Esse sistema é parecido com o Sistema Um a Um, exceto que medições de vários pontos podem ser expostas num único indicador condicionadas à seleção por uma chave. Normalmente, há um registro gráfico associado a esse tipo de indicador.

Vantagens - Reduzido número de equipamentos na estação central com o uso de um painel de controle de pequenas dimensões.

Desvantagens - É impossível ter acesso a todas as medidas ou comandos simultaneamente. Registros gráficos e observação de tendência poderão ser realizados para as funções selecionadas somente, sendo limitados pelo número de indicadores/registradores disponíveis.

As escalas não podem ser em unidades de engenharia mas somente em porcentagem de fundo de escala, que deverá ser manipulada pelo operador para obter a real medida em unidades de engenharia.

Há de se considerar a limitação do recurso de faixas operacionais, uma vez que os seus sensores de alarmes de medida são parte do instrumento indicador na estação central.

Quando da falha de um equipamento na estação cen-

tral, são perdidas varias medições ou comandos, todos os relacionados exclusivamente àquele equipamento.

A principal aplicação dessa configuração é em sistemas onde muitas informações concorrem à estação central, porém nenhuma ou poucas de capital importância para serem registradas e monitoradas continuamente.

3. SISTEMA BASEADO EM COMPUTADOR

Nessa configuração todos os dados são coletados e analisados por um computador que expõe através de vídeos ou impressoras, relatórios anunciando alarmes e apresentando dados ao operador central. Esse computador pode ainda retransmitir comandos disparados pelo operador ou, se previamente programado, comandar automaticamente, em função da análise de medidas disponíveis. [35]

Vantagens - Grande capacidade de análise de dados com supervisão completa das medidas quanto a limites e tendências.

Possibilidade de emissão de relatórios que retratam situações especiais.

Desvantagens - A falha no computador deixa o operador às cegas, significando a perda de todas as informações e perda do próprio controle. Assim tais sistemas são projetados normalmente com "BACK-UP".

A instalação desse tipo de configuração é mais complexa e exige um nível de manutenção mais elevado.

Essa configuração é normalmente utilizada quando uma grande quantidade de informações concorrem para um centro de controle ou quando o tempo para tomada de uma ação corretiva é muito curto como é o caso de alguns processos químicos por exemplo. Outras situações de aplicação são: cálculos complexos a partir de medidas antes de expor ao operador os elementos para uma tomada de decisão. Contabilização de custos. Emissão necessária de extensos relatórios periodicamente.

CONCLUSÃO: Para o sistema de abastecimento de água foi adotada uma solução híbrida que pode ser assim descrita.

A nível de estação remota, entre cada medidor e seu indicador local no armário de instrumentação adotou-se a configuração um para um, usando-se como meio de comunicação cabos blindados dedicados. Do armário de instrumentação para o equipamento remoto de telemetria a configuração é a baseada em computador. No ERT existe um microprocessador que executa varredura de medidas.

A nível da telemetria da estação central o sistema escolhido foi também o baseado em computador. Cada ECT varre os ERT que àquele estão conectados.

A nível do conjunto de supervisão e comando a configuração é a de seleção manual. Tanto para medidas como para comandos as funções são selecionadas por seus endereços.

A nível do painel de ECT o comando de bombas e válvulas de bloqueio obedece a configuração um a um. Existe um botão para cada bomba comandável do sistema , por exemplo.

A nível da informática a configuração é obviamente baseada em computador. |36|

VI.5 - ESTRATÉGIA OPERACIONAL

São apresentadas a seguir as alternativas de operação analisadas quanto a condição estratégica operacional.

1. CONTROLE LOCAL INDIVIDUAL

Esse tipo é o mais simples e o de menor custo inicial podendo ser manual ou automático, requerendo alta participação de mão de obra quando operado manualmente.

Vantagens - Simples, fácil de detetar fonte de defeitos.

Desvantagens - Não permite controle integrado em grandes sistemas. É aplicado em sistemas pequenos, com equipamentos individuais isolados fisicamente

e controlados a partir de eventos do campo (locais).

2. CONTROLE POR ÁREAS

É utilizado quando uma interdependência das variáveis de um sistema e a operação de equipamentos numa área justificam ou requerem um controle de múltiplas funções. Esse tipo de controle é aplicado em grandes sistemas onde as diversas áreas podem ser operadas quase independentemente umas das outras. Requer sempre alguma forma de telemetria, aumentando com isso o grau de sofisticação do sistema de controle.

Vantagens - Permite certo nível de otimização do sistema na área e comparação entre eventos semelhantes em áreas distintas.

Desvantagens - Se existe interações entre áreas não é possível a otimização do controle.

3. CONTROLE POR ÁREAS CENTRALIZADAS

Essa opção consiste na conexão dos centros de controle regionais com um centro de controle global, que se incumbirá da otimização da operação nos aspectos de interrelacionamento de áreas. Essa estratégia é usada no "Metropolitan Water District of Southern California" nos Estados Unidos, responsável por uma operação de abastecimento global de

100 m³/seg. |37|

Vantagens - Virtualmente ilimitado em termos de capacidade de expansão. O controle é flexível e como é parcialmente descentralizado é mais seguro que o sistema centralizado .

Desvantagens - requer maior número de pessoas para a operação, com treinamento elaborado, em comparação ao controle central. Maior dificuldade para sincronizar as ações de operação e manutenção.

4. CONTROLE CENTRAL

É a tendência para os sistemas de operação integrados de operação manual ou automática e que acham-se em prática na maioria das instalações nos Estados Unidos e Europa. É uma tendência lógica para sistemas de porte pequeno, médio e para os de grande porte e alto grau de interrelação.

Vantagens - Possibilidade de concentração de controle e responsabilidades num só local.

Desvantagens - Significativo custo operacional de telemetria para sistema de baixa densidade e áreas extensas. A concentração do controle num só local é criticável sob o ponto de vista de segurança.

CONCLUSÃO: A estratégia adotada para o sistema de abastecimento de água foi composta de várias estratégias procurando maximizar vantagens operacionais.

Assim as operações automáticas e de ação local foram submetidas a um controle local individual, como é o caso da automatização do recalque de água dos reservatórios para as torres, e as operações de segurança local, como é o caso de fechamento automático de válvula de controle em função de nível máximo de reservatórios.

Sob o ponto de vista telemétrico pode-se dizer que a estratégia operacional e a de controle, por área centralizado, quando a operação dos vários municípios é feita através de centralização local numa dada estação remota e daí à estação central, isso para cada município. Do ponto de vista global a estratégia é de controle central, que apesar de desvantagens é a que apresenta maior possibilidade de otimização operacional e a que melhor permite ações precisas em situações de emergência.

VI.6 - ESTRATEGIA DE CONTROLE

A estratégia de controle tem muito em comum com a estratégia operacional, contudo apresenta diferenças de ênfase. Basicamente a estratégia de controle é parâmetro do sistema a ser controlado e orientada para o equipamento, enquanto que estratégia operacional é orientada para a atuação do homem. |42|

A melhor solução de controle é sempre a mais simples desde que possua todos os requisitos necessários para o controle, já que simplicidade está relacionada à confiabilidade, e a um mais rápido sucesso na implantação de um sistema de controle.

A seguir são identificadas as principais opções de controle.

1. CONTROLE MANUAL LOCAL

É o tipo mais simples de controle podendo ser aplicado diretamente ou indiretamente com o auxílio de equipamentos de força intermediário (atuador mecânico por exemplo).

O controle manual local deve ser sempre disponível como opcional em todas as aplicações de controle automático ou de controle remoto. |34|

Vantagens - Simples e confiável. Como o operador deve estar sempre próximo ao equipamento o desempenho deste pode ser observado e julgado a luz dos fatos.

Desvantagens - Alto custo de operação pela incidência de grande parcela de mão de obra.

2. CONTROLE AUTOMÁTICO LOCAL

Esse tipo de controle é muito empregado em controle centralizado especialmente para equipamentos supervisionados somente por alarmes ou sinalizações,

sendo no entanto seu controle automático. Tais alarmes ou sinalizações podem ser transmitidos ao centro de controle para alertar os operadores em caso de mau funcionamento. |47|

Vantagens - Simples e confiável. O controle não depende de meios de comunicação e é simples de ser ajustado e mantido.

Desvantagens - Aplicação limitada em sistemas grandes onde o parametro a ser controlado seja dependente de outras informações do sistema hidráulico, sobremaneira remotas.

3. CONTROLE MANUAL CENTRAL

Usualmente esse tipo de controle é a melhor opção para sistemas que abrangem uma grande área. Muitas vezes é a única maneira de operar um grande sistema, isso porque a automatização completa local ou centralizada e muito criticável e de difícil implantação para grandes sistemas. |13|

Vantagens - Permite controle total do sistema a partir de um ponto, além de supervisão total e contínua.

Desvantagens - Requer operadores competentes e conhecedores do sistema sob controle, em detalhes, 24 horas por dia.

O controle manual central é um estágio inicial de

de um sistema baseado em computador, onde o equipamento é comandado normalmente a partir de um terminal de vídeo. |43|

4. CONTROLE AUTOMÁTICO CENTRAL COM INTERVENÇÃO DO OPERADOR

Esse tipo de controle é o praticado como estágio intermediário entre o controle manual central e o controle automático central. Aqui o computador executa a supervisão e, em caso de necessidade de um comando a ação de controle, é sugerida ao operador que a valide ou não.

Para tanto devem estar programadas todas as condições de operação aceitáveis, bem como critérios de seleção entre elas. |58|

Vantagens - Minimização de falhas humanas uma vez que as ações de controle são sugeridas em condições de decisão pre-programadas e no instante adequado.

Desvantagens - Limita a criatividade do pessoal de operação consolidando sistematicamente ações de controle eventualmente incorretas ou antieconômicas. Atrofia a capacidade de análise dos operadores.

5. CONTROLE AUTOMÁTICO CENTRAL

É o último estágio de controle de um sistema.

Aqui o computador recebe informações, as analisa e emite comandos conforme previamente programado.

Para sistemas grandes é praticamente inviável da do enorme número de combinações de falhas ou eventos importantes que tem que ser considerados.

Vantagens - Uniformidade operacional.

Desvantagens - Sofisticação e complexidade crescente geometricamente com o porte do sistema a ser controlado. |52| |66|

CONCLUSÃO: Quanto a estratégia de controle para o sistema de abastecimento de água foram adotadas as seguintes:

- . Controle manual local como uma opção para operação de emergência e manutenção.
- . Controle automático local para as funções cujo âmbito é estritamente local tais como recalque de água de reservatórios para torres, acionamento do equipamento de ar comprimido.
- . Controle manual central para as situações normais de operação quer com o auxílio informático quer diretamente sobre os painéis dos ECT e do CSC.
- . Controle automático central para alguns casos de partida e parada de bombas de uma estação que recalcam para reservatórios de outra estação. |83|

VI.7 - FORMA DOS DADOS

Em sistemas de aquisição e tratamento de dados esses podem ser transmitidos de diferentes maneiras.

1. FORMA ANALÓGICA

Num sistema analógico o valor da variável medida é expresso em termos de uma segunda variável, usualmente corrente elétrica na faixa de 4 a 20 mA ou pressão de ar na faixa de 3 a 15 psi.*

A variável medida pode ser transmitida em distâncias limitadas a um indicador ou registrador.

Outro tipo de tratamento analógico, o impulso por duração de tempo (3 a 12 segundos num ciclo de 15 segundos), tem apresentado grande aceitação por poder ser transmitido a longas distâncias sem perda ou alteração de informação, podendo se utilizar vários meios de comunicação como é o caso de linhas telefônicas, rádio, etc.

Vantagens - São simples. A deterioração de um sistema analógico é gradual iniciando-se por perda de precisão.

Desvantagens - A precisão de uma medida pode ser comprometida pelos vários estágios por onde é tratada dentro do sistema de controle.

*psi - "pounds per square inch"-libras por polegada quadrada.

2. FORMA DIGITAL

Nesse tipo de forma as medidas analógicas são convertidas de valor analógico à um código binário através de um conversor analógico/digital e só então transmitidas eletricamente por qualquer meio elétrico de comunicação.

Vantagens - Por serem transmitidas através de um código, a confiabilidade da transmissão é elevada podendo os dados serem facilmente tratados por computadores digitais.

Desvantagens - A eventual degradação do sistema é catastrófica, ou uma medida é recuperada corretamente ou é perdida completamente. Requerem técnicas de manutenção mais sofisticadas.

3. SISTEMAS COMBINADOS ANALÓGICO/DIGITAIS

São os em que as medidas são transmitidas até a estação central de forma analógica e lá digitalizadas para ingressarem num computador digital.

Vantagens - A combinação das vantagens das duas formas isoladas.

Desvantagens - idem.

CONCLUSÃO: Para reduzir os custos operacionais com meios de transmissão (linhas telefônicas) e maximizar a confiabilidade, foi adotada a opção de transmissão na forma digital desde os ERT das estações remotas. No

entanto desde o processo até o ERT (localmente) a forma adotada foi a analógica em loop de corrente de 4 a 20 mA.

VI.8 - TRANSMISSÃO DOS DADOS

As opções para transmissão de dados considerados entre as estações remotas e a central, foram:

1. CABOS PRIVATIVOS

Essa opção é onerosa pois não somente os cabos devem ser mantidos normalmente pelo usuário como toda a infraestrutura, postes, suportes, faixas de servidão, etc.

Se instalados de forma aérea, além da susceptibilidade a ruídos há o perigo de roubo e acidentes.

Se subterrâneos os custos de instalação são vultuosos. |70|

2. LINHAS TELEFÔNICAS DEDICADAS OU PRIVATIVAS (LP)

São linhas alugadas à concessionária telefônica cujo uso é exclusivo do locatário.

A manutenção e reparos é incumbência da companhia telefônica.

3. SISTEMA DE DISCAGEM AUTOMÁTICA

É utilizado para comunicações de baixa frequência. Utilizam linhas telefônicas convencionais e os

equipamentos de comutação da própria companhia telefônica. São necessários discadores automáticos para estabelecer a chamada, o que encarece o custo dos equipamentos de transmissão. Esse tipo de comunicação é sensível ao tráfego telefônico e só utilizado em sistemas de varredura muito lenta.

4. LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA (CARRIER)

Nesse caso os sinais são transmitidos em alta frequência por linhas de alta tensão.

Seu emprego é vantajoso para companhia de energia elétrica.

5. RÁDIO VHF

É normalmente utilizado em regiões onde não existem linhas telefônicas e normalmente fora de centros urbanos onde o espectro de frequências é congestionado e sensível a interferências.

6. RÁDIO UHF E MICROONDAS

São meios de transmissão mais confiáveis mas dependem de uma infraestrutura muito cara, pois a transmissão deve se realizar com visada direta ou seja, deve haver possibilidade de comunicação visual entre os pontos que se comunicam, diretamente ou através de repetidores. Esse sistema é desaconselhável numa região urbana onde a construção de edifícios poderá interferir no processo de

comunicação.

CONCLUSÃO. Para o sistema de abastecimento de água em apreço, foi definida a opção de linhas telefônicas privativas. Essa escolha foi feita após minuciosos testes com linhas telefônicas privativas locais e interurbanas para levantamento das condições reais de operação de tais linhas. Apesar de ser o desempenho observado, inferior ao garantido pela companhia telefônica, foi considerado satisfatório para fins de telemetria desde que se operasse na faixa 300 a 2000Hz. Dessa forma foram selecionados Moduladores/Demoduladores (MODEMS) convenientes que executam a transmissão no modo FSK ("frequency shift keying"), com velocidade de transmissão de 300 bauds.

VI.9 - ASPECTOS GERAIS E RELEVANTES DO PROJETO DE UM SISTEMA DE TELECONTROLE

Durante a fase de projeto e concepção da alternativa técnica para implementação do sistema de telecontrole em apreço, vários foram os aspectos gerais que nortearam o detalhamento de soluções adotadas. Dentre eles destacam-se:

1. CONFIABILIDADE

Um sistema automático não confiável é pior que um manual. Se operadores não tem confiança num equi-

pamento de supervisão e controle que seja utilizado para operação contínua de um sistema, tal equipamento jamais será utilizado em sua plenitude. Para tanto é necessário que sistematicamente possam ser feitas algumas constatações de eventos indicados pelo equipamento de controle. Tais constatações podem ser realizadas por exemplo, obtendo valores de uma mesma medida por meios alternativos. A confiança num equipamento é algo que é adquirida vagarosamente e deve ser mantida sistemáticamente para que o processo de controle seja bem sucedido. A confiabilidade não pode ser considerada isoladamente. Deve ser observada à luz de outros aspectos tais como a modularidade, expandibilidade dentre outros.

2. MANUTENÇÃO

Todos os sistemas apresentam problemas com equipamentos. O tempo de recuperação de falhas é um dos condicionantes da confiabilidade do sistema. Para tanto foram observados os aspectos de diagnóstico de falhas com rotinas de detecção orientadas à busca do componente defeituoso.

Além disso foi considerado com atenção o aspecto sobressalentes para rápida recuperação de equipamentos.

3. DIVISIBILIDADE

Essa é a característica que permite que o sistema de controle seja instalado e posto em operação por partes independentemente das demais. Isso confere ao todo características indiretas desejáveis como por exemplo a familiarização do pessoal de manutenção com as partes do equipamento, a detecção de erros de projeto num âmbito mais restrito, a certeza de bom funcionamento do conjunto pela constatação do bom funcionamento das partes.

4. EXPANDIBILIDADE

É a característica que permite que o sistema de controle seja ampliado com a expansão natural do processo sob controle. Um sistema sem essa característica fica condenado a obsolescência prematuramente.

5. MODULARIDADE

É a característica de padronização de partes do equipamento que se multiplicam dentro do conjunto. Um sistema de controle modular é naturalmente expandível, divisível, de fácil manutenção e confiável. Essa característica por si só condiciona a construção dos equipamentos de maneira a serem de fácil substituição, tipo "plug-in".

6. TESTABILIDADE

Diante de uma falha é importante que se disponha de equipamentos de teste adequados para mais facilmente localizar os defeitos. Isso implica normalmente no desenvolvimento de equipamentos de teste específicos decorrentes das características dos equipamentos de controle.

7. QUALIFICAÇÃO

É comum serem apresentados equipamentos aplicáveis ao controle os quais estão sendo aplicados pela primeira vez em situações que deverão operar. A experiência indica que a possibilidade de sucesso na instalação de sistemas de controle cresce na medida em que experiências semelhantes com o mesmo equipamento já tenham sido realizadas anteriormente.

8. ALTERNATIVAS OPERACIONAIS

Nunca fica afastada a possibilidade de um defeito ou uma combinação deles impedir uma forma de operação. Nesse caso sempre deve existir uma forma alternativa que possibilite o controle do processo mesmo que de uma forma menos eficiente, mas obrigatoriamente segura.

9. INTERFACEAMENTO CARACTERIZADO

Normalmente a implementação de sistemas de controle telemétrico exigem a conexão de vários equipa-

mentos entre si. Raramente na fase de instalação os resultados de testes após acoplamento de vários equipamentos, se mostram positivos rapidamente. Sempre há a necessidade de ajustes. Para que essa fase seja superada com relativa facilidade é preciso que as condições de interfaceamento entre os vários equipamentos sejam bem conhecidas para que fique claramente evidenciada a parte problemática.

10. AUDITORABILIDADE

É a característica que todo o sistema de controle que envolve alto índice de risco deve apresentar. É a possibilidade de rever sequências de alarmes e comando para julgar a conveniência e oportunidade das ações de comando com vistas ao aperfeiçoamento da operação, e por vezes para apurar responsabilidades.

11. FORMAÇÃO DE PESSOAL

É imprescindível que seja possível treinar com facilidade pessoal para operar, manter e alterar o Sistema de Controle implementado. Nesse sentido uma adequada documentação é ponto fundamental no processo de treinamento.

12. DOCUMENTAÇÃO

Esse é um item de capital importância em todas as fases do projeto, desenvolvimento, instalação, operação, manutenção e modificações dos equipamentos

do sistema de telecontrole. Uma documentação incompleta ou imprecisa fará com que o sistema degenera pela aplicação de diferentes soluções para um mesmo problema que venha a ocorrer.

CONCLUSÃO: Considerando os aspectos acima expostos, pode-se afirmar que o Sistema de Controle Operacional do Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo é:

- . De fácil manutenção - todas as falhas com equipamentos ocorridas até agora foram de imediata identificação graças à disponibilidade de pessoal treinado, boa documentação e peças sobressalentes existentes;
- . divisível - desde a instrumentação até à informática cada medida e cada alarme teve um tratamento isolado podendo ser instalado, alterado ou mantido independente do restante do sistema de controle;
- . expandível - nesse aspecto, apesar de o sistema de controle já ter sido projetado com reserva para expansão de 50% de sua capacidade inicial, poderá ser ampliado ainda mais se necessário graças a essa característica;
- . modular - desde os sensores junto ao processo até os vídeos na sala do centro de controle todos os equipamentos são padronizados e intercambiáveis conferindo ao conjunto uma característica de modularidade importante.

- . testável - graças à existência de conjuntos específicos de teste para os equipamentos de instrumentação e telemetria a testabilidade dos equipamentos está garantida e é o que tem sido demonstrado no primeiro ano de operação em condições reais;
- . qualificado - na fase de seleção dos equipamentos foi dada importância à qualificação das várias partes que compõem o sistema. Todos os equipamentos selecionados já foram utilizados em aplicações semelhantes. Alguns deles no entanto tiveram que sofrer processos de adaptação. Nesses casos foram estabelecidas condições rígidas de teste para assegurar a qualidade;
- . versátil operacionalmente - mesmo com falhas em vários equipamentos, o sistema se mantém operável apresentando alternativas que vão cada vez mais se aproximando do controle manual local;
- . caracterizado quanto ao interfaceamento - uma prova dessa caracterização é que apesar de terem sido fornecidas por fabricantes distintos as partes do sistema se interconectaram sem problemas maiores;
- . auditorável - graças ao registro periódico dos dados em fita magnética e ao registro da impressora de alarmes é possível a auditoria da operação de forma eficiente;
- . bem operado e mantido - durante toda a fase de insta

lação e início de operação foram desenvolvidos cursos de treinamento para o pessoal que tem contato direto e indireto com o sistema, criando assim um ambiente propício à sua implantação;

- bem documentado - a documentação existente é completa garantindo condições de treinamento de pessoal e auxílio no diagnóstico de falhas de maneira eficaz.

Em vista do acima exposto pode-se atribuir ao sistema o mérito de confiabilidade imprescindível a equipamentos que se destinam à atividade de controle do abastecimento de uma grande região como é o caso da metropolitana de São Paulo. |33|

VII - CONSIDERAÇÕES FINAIS

VII.1 - OBJETIVO

Este capítulo procura abordar características do desenvolvimento de uma atividade como foi a de projeto, detalhamento, aquisição, instalação e início de operação de um sistema de telecontrole com a envergadura do aqui enfocado. Procura igualmente caracterizar novas perspectivas à luz de avanços tecnológicos recentes e outros, esperados para o futuro. |24|

VII.2 - A FASE DO PROJETO

Apesar de aparentemente óbvio, a primeira das fases do desenvolvimento de uma nova alternativa para a administração técnica e operacional de um processo, como o de abastecimento de água tratada, é a do projeto. Talvez por essa obviedade, tal fase por muitas vezes, em aplicações semelhantes à aqui enfocada, foi subestimada em sua importância e necessidade de atenção, o que em tais casos foram condicionantes de resultados aquém de expectativas, falhos, quando não inadequados. |25|

No caso aqui enfocado, muito antes de sequer ser considerada qualquer opção ou alternativa

de telecontrole ou telesupervisão, o processo de abastecimento de água foi analisado, sob todos os aspectos que puderam ser considerados funcionalidade, segurança, flexibilidade, imunidade a falhas, riscos previstos, problemas potenciais, etc. |53|

Somente nessa fase foram muitos os problemas, inicialmente não considerados, que pela constatação de sua importância passaram a merecer uma análise mais profunda sempre com o objetivo maior de maximizar a eficiência e eficácia do processo de controle do abastecimento.

Como resultado dessas análises sobrevieram muitas alternativas de solução, em cada caso. Algumas apontando inovações que ainda se achavam no limiar entre a novidade e as primeiras aplicações. Nesse instante, uma característica fundamental e geral que norteou todo o desenvolvimento, foi muito útil e facilitou a escolha da solução: a simplicidade. Evidentemente dentro dessa característica enquadravam-se ainda algumas alternativas, as quais por outros critérios (economia, confiabilidade, etc.), foram hierarquizadas.

Dentro da atividade de projeto da solução para o problema controle de abastecimento, nem todos os artefatos necessários para a realização de algumas

alternativas, eram disponíveis. Como exemplo podem ser citados os casos de válvulas de controle de vazão acionadas pneumaticamente, com diâmetros variando de 300mm a 1500mm. Para esses casos foram necessários detalhamentos adicionais, que permitiram a fabricantes de produtos semelhantes desenvolver, produzir e fornecer os artefatos necessários.

É digno de nota um outro aspecto, o da real necessidade de algumas características implementáveis. É muito comum ser disponível um artefato cujas características excedem e em muito às necessidades. O caso é que tais excessos normalmente são acompanhados de um custo elevado, que se manifesta não somente no instante da aquisição mas também durante a operação e manutenção. No caso em pauta, durante todo o tempo foi observada a real necessidade de características classificando-as em necessárias, desejáveis e convenientes.

As necessárias foram admitidas, as desejáveis e convenientes analisadas e triadas à luz de especulações custo/benefício. Todavia, por ser o sistema de abastecimento de água condicionado a alterações, assim como sua própria operação, todas as alternativas assumidas, o foram somente após a constata-ção de que sua assunção não tornaria inflexível a adaptação do sistema de controle à grande maioria

das possíveis alterações previsíveis.

Do ponto de vista prático, as preocupações aqui abordadas não altera de maneira visível o resultado da atividade de projeto do sistema de controle. Essa impressão inclusive é um problema na medida em que um significativo número de homens-hora de engenharia é investido para se obterem resultados tão "lógicos". As primeiras manifestações positivas, no entanto começam a acontecer logo na fase de instalação dos equipamentos e obtenção dos primeiros resultados, já na fase de início de operação.

No entanto, mesmo que tenha sido aplicado o máximo de esforço na fase de projeto, sempre ocorrerão algumas situações nas várias fases seguintes, situações essas não previstas ou não completamente detalhadas em projeto, que exigirão uma adequação.

Graças à flexibilidade programada, no caso em pauta, não foram problemáticas.

Finalmente deve ser considerado que jamais um projeto ou especificação "garantirão" sucesso numa atividade de porte, como a de prover um telecontrole num sistema tão diversificado e já existente para abastecimento de água. Tal projeto e especificações aumentam a probabilidade de sucesso mas, se algum condicionamento de importância notória deve

ser anunciado, será sem dúvida, a consciência constante do objetivo maior que nesse caso é: "Assegurar com qualidade e regularidade o suprimento de água tratada a população de São Paulo".

VII.3 - A FASE DE INSTALAÇÃO

Uma vez especificadas as características que permitem por em concorrência o fornecimento dos materiais e equipamentos para a instalação do sistema de telecontrole, normalmente atravessa-se uma etapa das mais trabalhosas e decisivas que é a seleção, entre os vários fornecedores que se apresentam, das alternativas que melhor atendem aos requisitos especificados. Essa etapa por si só é extensa, complexa e rica em detalhes, mas não será abordada, por sua própria natureza. |79|

Selecionados os fornecedores e após testes em bancada dos equipamentos, iniciou-se uma atividade também decisiva ao bom desempenho do sistema de controle: a fase de instalação.

Essa fase apresenta a particularidade do envolvimento de um grande número de pessoas, normalmente contratadas para executar uma atividade que deve manter o nível de qualidade das demais fases, mas que requer pessoal de vários níveis de formação,

desde braçais até engenheiros, que devem ser motivados e convencidos da importância do seu trabalho. Nesse sentido a multiplicidade de atuações é um condicionante. Em instalações de estações elevatórias e reservatórios, a tecnologia usual é a da hidráulica, eletrotécnica e construção civil. É nesse meio que são aplicados dispositivos semicondutores que requerem cuidados adicionais, como é o caso dos ERT, microprocessadores, transmissores.

O cuidado necessário para transportar um tubo de aço não é o mesmo para transportar instrumentos de precisão. Conseguir que essa fase fosse bem sucedida foi tarefa difícil que exigiu muita atenção, supervisão e ações corretivas. Sobremaneira na instalação dos equipamentos das Estações Remotas essa dificuldade esteve presente, uma vez que se optou por aproveitar espaços existentes em prédios disponíveis que, na sua maioria, são casas de bombas, as quais por si só apresentam um volume considerável de instalações elétricas, cuja interferência teve que ser analisada caso a caso.

Ainda no caso das Estações Remotas o assunto aterramento elétrico merece destaque. Os reservatórios de água tratada ficam normalmente em topo de morros e posições de cota alta. Essas localidades são susceptíveis a uma incidência maior de descargas

elétricas e raios, requerendo portanto que o aterramento seja tratado com especial atenção. Por outro lado tais locais são comumente muito secos, e a obtenção de uma resistência de terra de baixo valor (3 a 5 OHMS) é difícil e trabalhosa. . Em muitos casos, os dias em que a construção da malha de aterramento foi executada, foram próximos a períodos chuvosos. Passado algum tempo na época seca, a característica de aterramento alterou-se e no início do período chuvoso subsequente alguns equipamentos eletrônicos foram danificados. Em tais casos foram necessários reforços nas malhas de aterramento, o que encareceu substancialmente a instalação.

Outro detalhe, associado ao aterramento, que merece destaque é o tratamento dos cabos de sinal analógico, que ligam os transmissores ao armário de instrumentação. Por sua extensão, que às vezes chega a centenas de metros, esses cabos ficam sujeitos a interferências de descargas elétricas e rádio-frequência. Apesar de considerados na fase de projeto, esses problemas demandaram um esforço adicional durante a fase de instalação, para que os efeitos indesejáveis fossem diminuídos.

No caso da estação central os problemas de instalação foram um pouco diferentes pois para acomodar o volume de equipamentos a ela designados foi neces-

sário que um prédio próprio fosse construído, levando em conta as necessidades de operação e manutenção.

Do ponto de vista civil, as obras planejadas foram executadas sem problemas maiores. Na instalação e início de operação dos equipamentos auxiliares à sala do centro de controle (cabine primária de energia elétrica, equipamentos de alimentação ininterrupta de energia elétrica "No Break", equipamentos de ar condicionado, equipamentos de combate automático a incêndio com gás, iluminação), o número de providências e interferências foi elevado. Essa ocorrência já era prevista pois para a instalação de tais equipamentos foram necessários especialistas de várias áreas, cuja atividade de instalação ocorreu de forma integrada. Nesse sentido a coordenação das atividades de instalação tanto das estações remotas como da estação central, teve papel fundamental para o êxito do sistema de controle observado até agora. Essa coordenação, além de considerar a diversificação de preocupações teve que cobrir uma área fisicamente extensa dada a característica esparsa da distribuição das estações remotas.

Mesmo depois de todos os cuidados citados, nos primeiros tempos de vida do sistema telemétrico, foram

necessários reparos decorrentes de falhas na fase de instalação. A título de exemplo podem ser citadas as emendas de cabos para transmissão de sinais de medições analógicas, executadas sem devida proteção causando correntes de fuga que mascararam valores de medidas.

Todo o cuidado e supervisão na fase de instalação é necessário pois são ações preventivas contra problemas que podem se manifestar, às vezes muito tempo depois do início da operação, e frequentemente exigindo diagnóstico para sua localização.

VII.4 - A FASE DA OPERAÇÃO

Distintamente das fases de projeto e instalação, a fase de operação apresenta características muito mais voltadas ao elemento humano do que propriamente a equipamentos. Na verdade essa não é uma fase que tem início após a decisão de se adotar o controle telemétrico, ela existe desde quando iniciou a operação dos primeiros sistemas de abastecimento em São Paulo. Agora, em decorrência do telecontrole, ela deve sofrer uma transformação. |80|

No passado, as estações remotas eram operadas manualmente por operadores, que ininterruptamente permaneciam ao lado dos equipamentos hidráulicos. De tempos em tempos (horariamente), comunicavam-se

com o centro de controle informando condições hidráulicas locais, medidas de nível, vazão, pressão etc, que eram obtidas localmente. No centro de controle esses dados eram registrados em uma planilha e ficava a cargo do controlador central o diagnóstico de eventuais problemas, mesmo dentro de uma estação remota. Toda a comunicação era oral, via telefone ou rádio, e o processo de obter tais dados era lento e impreciso. |48|

Hoje não existe mais o conceito de operador de estação remota. Os dados são captados, adequados, transmitidos à estação central automaticamente; lá são analisados por computadores, podendo os operadores centrais ter acesso a qualquer informação do sistema hidráulico, atualizada seguramente nos últimos 30 segundos, sendo ainda alertados dos eventos operacionais que fogem ao programado. |38|

Essa mudança de filosofia teve que sofrer um processo lento, gradual e eficiente de implantação. Além de considerar os aspectos de insegurança das pessoas que praticavam o controle da operação, face aos novos equipamentos, foi necessária a doutrinação da nova maneira de considerar o sistema de abastecimento, mais que isso, foi necessário convencer pessoas da ampliação do seu poderio de controle e ação sem amedrontá-las, mas fazendo-as

conscias do aumento de sua responsabilidade. Essa tarefa consumiu alguns anos. Durante esse tempo foram realizados cursos, programas de treinamento, visitas, testes e muita comunicação informal. Os resultados começaram a se manifestar distintamente em cada pessoa treinada e hoje pode se condicionar a existência de um grupo homogêneo e sem problemas de adaptação ao novo equipamento, e à nova forma de operar. Estão conscientes dos benefícios agora disponíveis, graças à observação das tendências que poderão gerar problemas no controle do sistema hidráulico, ao invés de somente constatar o problema como era no passado. Adicionalmente sabem que são comunicados imediatamente após a ocorrência de algum evento anormal e que portanto, podem tomar ações corretivas mais precisas. Para tanto sabem que deve ser aprimorada, a cada dia, a capacidade de diagnóstico de falhas e a de análise de situações hidráulicas. Enfim, sabem que o agora é o início de uma nova era na operação do Sistema de Abastecimento de Água. |49|

Essa nova forma de operar trouxe no seu bojo um novo conceito de atendimento a falhas. Quando um fato anormal ocorre, e portanto o operador central é notificado, via sistema telemétrico, uma ação corretiva deve ser disparada imediatamente. Isso é feito através de uma rede de rádio-comunicações às

unidades volantes de manutenção, que ficam normalmente distribuídas no campo em posições tais que, na eventualidade de um problema numa estação remota, sempre estejam próximas para prestar socorro imediato. Dessa forma pode-se observar a importância de equipamentos auxiliares, como é o caso dos de rádio-comunicação, para o sucesso da operação do abastecimento como um todo. [68]

VII.5 - PERSPECTIVAS FUTURAS

Observando-se o padrão médio de vida do homem no século XIX e fazendo uma comparação com o atual, é realmente muito fácil extrapolar o que venham a ser as aspirações de uma sociedade do século XXI.

No tocante ao abastecimento de água potável, em metrópoles como é o caso de São Paulo passou-se do estágio da bica de água, para o poço, para o abastecimento através de rede de água em regiões isoladas, para um sistema integrado de abastecimento. Já não é satisfatório nos dias de hoje a disponibilidade de água nos reservatórios domiciliares e particulares, é preciso que o suprimento seja ininterrupto. Já não basta que a condição da água fornecida seja de potabilidade, são exigidas condições adicionais de turbidez, cheiro, gosto. Enfim à medida que o padrão médio de vida do homem numa comunidade

de vai evoluindo, vão aumentando simultaneamente as exigências de qualidade, o que impõe a necessidade de maior controle das condições de suprimento. Para possibilitar esse controle é necessário recorrer a novas tecnologias, como no momento é o caso dos circuitos integrados em alta escala de integração, as quais, sobremaneira na área da eletrônica, evoluem diariamente. |60|

Em termos de futuro seguramente serão explorados os recursos, ainda pouco utilizados, que são oferecidos pelas linhas telefônicas. Sistemas de alarme, serviços de informação, sistemas de medição de consumo de água, gás, energia elétrica e outros tantos serão instalados para cada consumidor para oferecer um padrão mais elevado de vida.

Enfocando no entanto um futuro mais próximo, os próximos anos, é possível prever para o sistema de controle do abastecimento aqui descrito, algumas alterações e complementações que já começam a se manifestar necessárias. Especificamente podem ser citadas:

1 - NOVOS RELATÓRIOS PARA INTERCOMUNICAÇÃO HOMEM-MÁQUINA

Entre eles: um que, a modo do que é feito com as linhas telefônicas, totalize o número de horas de falha na energia elétrica para cada es-

tação remota; outro que apresente um resumo do comportamento de cada medida analógica hora a hora no período das últimas 24 horas para servir de base de diagnóstico para situações atuais.

2. ALTERAÇÃO DA CONCEITUAÇÃO DO ALARME DE NÍVEL

Uma vez que existem dispositivos locais que impedem transbordamento de reservatórios e torres, em seu lugar, é desejável um alarme de segurança para atender à necessidade de um meio simples de comunicação entre a vigilância das estações remotas e o centro de controle.

3. INTERLIGAÇÃO DOS COMPUTADORES DE CONTROLE DO SISTEMA TELEMÉTRICO A OUTROS COMPUTADORES DE MAIOR PORTE

Isso permitirá que Modelos Matemáticos sejam alimentados em tempo real com informações que vem do campo, dando condições aos operadores para simular todas as ações de comando antes de executá-las.

4. INTERLIGAÇÃO DE ESTAÇÕES REMOTAS AO CENTRO DE CONTROLE POR MEIOS ALTERNATIVOS DE COMUNICAÇÃO

Através de redes especiais de comunicação digital que começam a ser colocadas à disposição no mercado.

5 INTERLIGAÇÃO DE ESTAÇÕES REMOTAS AO CENTRO DE CONTROLE

Através de rádio-comunicação para permitir o acesso a novas localidades de importância sob o ponto de vista operacional, mas de localização geográfica inconveniente sob o ponto de vista de comunicações telefônicas.

Outras tantas modificações, alterações, inclusões far-se-ão sentir ao longo do tempo e no futuro talvez até venham a justificar novos equipamentos, novas filosofias. Por enquanto o importante é tirar o máximo proveito dos recursos que o atual equipamento dispõe. |7|

Assim, nessa fusão de eletrônica e hidráulica, onde computadores, microprocessadores e meios de comunicação se juntam para atender às necessidades de controle do abastecimento de água, é dado mais um passo na direção do futuro, que, se de um lado promete um maior conforto a todos, exige de cada um maior especialização naquilo que faz.

VIII - A N E X O S

ANEXO VIII.1

RELAÇÃO DE NÚMERO, NOME E MUNICIPIO DAS ESTAÇÕES REMOTAS

<u>NÚMERO</u>	<u>NOME</u>	<u>MUNICIPIO</u>
001	TEODORO RAMOS	S. Paulo
002	ETA ABV	S. Paulo
003	GUARAÚ	S. Paulo
004	BARÃO DE CAPANEMA	S. Paulo
005	FRANÇA PINTO	S. Paulo
006A	VILA GUARANI	S. Paulo
006B	VILA FORMOSA	S. Paulo
007	JAÇANÃ	S. Paulo
008	EDU CHAVES	S. Paulo
009	EE. GUAIANAZES baixa	S. Paulo
010	VILA MEDEIROS	S. Paulo
011	VILA MARIA	S. Paulo
012	VILA AMÉRICA	S. Paulo
013	AVENIDA	S. Paulo
014	PENHA	S. Paulo
015	VILA ALPINA	S. Paulo
017	CANGAÍBA	S. Paulo
018	SANTA ISABEL	S. Paulo
019	JARDIM POPULAR	S. Paulo

<u>NÚMERO</u>	<u>NOME</u>	<u>MUNICÍPIO</u>
020	ARTUR ALVIM	S. Paulo
021	ERMELINO MATARAZZO	S. Paulo
022	ITAQUERA	S. Paulo
023	SÃO MIGUEL	S. Paulo
024	ITAIM	S. Paulo
025	GUAIANAZES alta	S. Paulo
026	V. NOVA CACHOEIRINHA	S. Paulo
027	ÁGUA BRANCA	S. Paulo
028	CASA VERDE	S. Paulo
029	CONSOLAÇÃO	S. Paulo
030	ARAÇÁ	S. Paulo
031	MIRANTE	S. Paulo
032	SANTANA	S. Paulo
033	MOÓCA	S. Paulo
034	VILA DEODORO	S. Paulo
035	BRASILÂNDIA	S. Paulo
036	VILA MARIANA	S. Paulo
037A	VILA ROMANA	S. Paulo
037B	TORRE DE V. ROMANA	S. Paulo
038	FREGUESIA DO Ó	S. Paulo
039A	EE. SAPOPEMBA	S. Paulo
039B	CHAMINÉ SAPOPEMBA	S. Paulo
040	LAPA	S. Paulo

<u>NÚMERO</u>	<u>NOME</u>	<u>MUNICIPIO</u>
041	VILA MADALENA	S. Paulo
042	PIRITUBA	S. Paulo
043	PIRAJUSSARA	S. Paulo
044	CAPÃO REDONDO	S. Paulo
045	VILA JAGUARA	S. Paulo
046	JAGUARÉ	S. Paulo
047	BUTANTÃ - z.média	S. Paulo
048	BUTANTÃ - z.baixa	S. Paulo
049	MORUMBI	S. Paulo
050	JABAQUARA	S. Paulo
051	GAMA LOBO	S. Paulo
052A	SACOMÃ	S. Paulo
052B	TORRE SACOMÃ	S. Paulo
053	VILA MASCOTE	S. Paulo
054	AMERICANÓPOLIS	S. Paulo
055	VILA DO ENCONTRO	S. Paulo
056	INTERLAGOS	S. Paulo
057	CHÁCARA FLORA	S. Paulo
058	MUTINGA	Osasco
059	QUITAUNA	Osasco
060	VILA IRACEMA	Osasco
061	BELA VISTA	Osasco

<u>NÚMERO</u>	<u>NOME</u>	<u>MUNICIPIO</u>
062	CAMILÓPOLIS	Stº André
063	ERASMO ASSUNÇÃO	Stº André
064	CURUÇÁ	Stº André
065	GONZAGA	Stº André
066	PARAÍSO	Stº André
067	VILA VITÓRIA	Stº André
068	VILA PROGRESSO	Stº André
069	JARDIM DAS NAÇÕES	Diadema
071	VILA GERTY	S.C.do Sul
072	SANTA MARIA	S.C.do Sul
073	OSWALDO CRUZ	S.C.do Sul
074	MUSSOLINI	S.B.Campo
075	VILA CACILDA	S.B.Campo
076	PLANALTO	S.B.Campo
077	NOVA PETRÓPOLIS	S.B.Campo
078	VILA MARCHI	S.B.Campo
079	BATISTINI	S.B.Campo
080	VILA PAULICÉIA	S.B.Campo
082	TABOÃO	S.B.Campo
084	MAUÁ	Mauá
085	VILA MAGINI	Mauá
086	VILA ZAIRA	Mauá

<u>NÚMERO</u>	<u>NOME</u>	<u>MUNICÍPIO</u>
087	E. E. MAUÁ	Mauá
088	OURO FINO	Ribeirão Pires
089	JARDIM PASTORIL	Ribeirão Pires
090	VILA NATAL	Mogi das Cruzes
091	SANTO ANGELO	Mogi das Cruzes
092	BRÁS CUBAS	Mogi das Cruzes
093	SUZANO	Suzano
094	POÁ	Poá
095	FERRAZ DE VASCONCELOS	F. Vasconcelos
096	ITAQUAQUECETUBA	Itaquaquecetuba
097	ARUJÁ	Arujá
098	PICANÇO	Guarulhos
099	GOPOUVA	Guarulhos
100	CARAPICUÍBA	Carapicuíba
103	BARUERI	Barueri
104	JARDIM TUPÃ	Barueri
105	JANDIRA	Jandira
106	ITAPEVI	Itapevi
108	EMBÚ R.1	Embú
109	EMBU-GUAÇU	Embu-Guaçu
110	ITAPECIRICA R.2/R.3	Itapecirica
111	TABOÃO DA SERRA	Taboão da Serra

<u>NÚMERO</u>	<u>NOME</u>	<u>MUNICÍPIO</u>
112	ITAPECIRICA DA SERRA	Itapeciri a da Serra
114	SAPOPEMBA - Zona Alta	S. Paulo
115	SAPOPEMBA - Zona Média	S. Paulo
116	JARAGUÁ	S. Paulo
117	PERÚS	Perús
119	CAIEIRAS	Caieiras
120	FRANCO DA ROCHA	Franco da Rocha
121	FRANCISCO MORATO	Francisco Morato
124	E.E. JARDIM SAPOPEMBA	S. Paulo
125	EMBÚ R. 2/R. 3	Embú
126	RIO GRANDE DA SERRA	Rio Grande da Serra
127	E.E. OURO FINO	Ribeirão Pires
128	PARQUE REAL	Diadema

ANEXO VIII.2

RELAÇÃO DOS ERROS HOMEM/MAQUINA ATRAVES DO VIDEO TIC-9000

- 1 - A sintaxe do parâmetro está incorreta.
- 2 - A chave engenheiro está desligada.
- 3 - A impressão do relatório anterior está em curso de execução.
- 4 - O código da função está errado.
- 5 - Os caracteres digitados não são numéricos/ou o valor está fora dos limites permitidos/ou o formato da resposta é incorreto.
- 6 - Não é possível pedir o HARD-COPY dos displays INDICE, MENSAGENS e PID.
- 7 - O terminal não está disponível para este pedido.
- 8 - Os números possíveis para alocar as impressoras são 1, 2, 3.
- 9 - A estação especificada não é conhecida do sistema/ou é zero.
- 10 - O ponto especificado não é conhecido do sistema.
- 11 - A correção horária deve ser do forma $\pm NN$; com $NN \leq 10$.
- 12 - A possibilidade de imprimir é limitada aos seguintes códigos de função: EST, PON, REL.

- 13 - O caracter de validação é diferente de D ou E
- 14 - A possibilidade de registrar e apagar é reservada às funções PID, IND, E MEN.
- 15 - O comando só pode ser relativo a uma bomba ou a uma válvula.
- 16 - A ordem de comando não é compatível com o ponto.
- 17 - O número do acoplador deve ser de 1 a 13, e das ECT's e ERT's de 1 a 4.
- 18 - O caracter que separa os parâmetros não é vírgula.
- 19 - A função só pode ser solicitada se o display 1 da estação estiver visualizado.
- 20 - Os parâmetros devem ser separados por uma barra (/).
- 21 - A estação ou ponto não é conhecido do sistema.
- 22 - Parâmetro inexistente
- 23 - A máscara não está presente
- 24 - Não existe nenhuma ERT na estação ou ERT inexistente.
- 25 - Cadeia de caracteres não prevista.
- 26 - Opção interdita (cadeia alfanumérico não correspondente ao parâmetro)
- 27 - Número do pulsante não está livre
- 28 - Conversão numérica impossível
- 29 - Número de horas maior que a hora atual.
- 30 - Erro na indicação de DATA ou PAG/ou relatório não existe com esta data.

- 31 - A indicação DATA deve preceder à indicação de PAG, ou o NºPAG deve ser numérico, ou Nº horas de manutenção deve ser numérico.
- 32 - O ponto não é uma bomba
- 33 - O ponto não é comandável/ou a válvula Jogging está fora da escala
- 34 - A bomba está em "comando automático"
- 35 - Grupo de comando incorreto
- 36 - Estação já existente
- 37 - Diretório das estações está saturado
- 38 - Não há mais slot para a extensão em disco
- 39 - A ERT não está fora de supervisão. A estação é vinculada à ERT ES
- 40 - A ERT não está alocada á estação especificada.
- 41 - A estação já tem 4 ERT's
- 42 - A ECT da ERT é incompatível com a da estação
- 43 - A ERT já está alocada a uma estação
- 44 - A ERT não é a última da estação
- 45 - A ERT não está vazia de pontos
- 46 - Ponto já existente
- 47 - A tabela das vias está saturada
- 48 - O índice dos pontos da estação está saturado
- 49 - Número de borneira inexistente

- 50 - O número de borneira é incompatível com o tipo do ponto
- 51 - A borneira já está ocupada
- 52 - O nível está associado a uma bomba
- 53 - A bomba está ligada a um nível
- 54 - Já existe um consumo na estação
- 55 - Já existem sete vazões calculadas na estação
- 56 - O P&I a apagar não existe
- 57 - O P&ID já existe, ou o diretório de P&ID's está saturado.
- 58 - O ponto especificado só pode ser uma vazão
- 59 - Nº de níveis + vazões não pode ser superior a 10.
- 60 - Cancelamento indevido (o elemento não existe/a ordenação não é respeitada).
- 61 - O ponto não é um reservatório.
- 62 - O volume gasto é superior ao volume entregue.
- 63 - O nome da represa não foi ainda introduzido.
- 64 - O ponto não é nível, vazão, pressão ou cloro.
- 65 - Ambos acopladores estão fora de serviço.
- 66 - O valor do nível introduzido é inferior ao mínimo/ou o nível introduzido é superior ao máximo.
- 67 - A bomba não está ligado a um nível
- 68 - O valor não está bloqueado
- 69 - Proibido colocar "NORMAL" uma variável calculada sem fórmula de cálculo

70 - Defeito ECT ao enviar o comando

71 - ECT em funcionamento MANUAL (comandos do computador inibidos)

72 - Comandos próximos demais.

ANEXO VIII 1.3

RELATORIOS IMPRESSOS PELO SISTEMA INFORMATICO

```

26/04/82      09:47      <01> SISTEMA:RIO GRANDE      REL. 01
ESTACAO: 073 <02> ES      <03> OSWALDO CRUZ      BOTAO: <04> 127

-----
R01 OSWALDO CRUZ      NIVEIS      METROS      %      VAR.H      VAR.D      MIN HORA      MAX HORA
2,55      60,5      -0,38      -0,80      2,63 0945      3,81 0415

-----
F01 ENTR. OSWALDO CRUZ      VAZUES      L/S      MED.H      MED.D      MIN HORA      MAX HORA
285      293      284      0 0100      590 0030

-----
T01 TORRE OSWALDO CRUZ      PRESSOES      MCA      MIN HORA      MAX HORA
17,73      16,18 0800      18,51 0030
F01 ENTR. OSWALDO CRUZ      27,20      27,20 0015      27,20 0015

-----
C01 CLORO RESIDUAL      CLORO OSWALDO CRUZ      PPM      MED.H      MED.D      MIN HORA      MAX HORA
0,63      0,67      0,68      0,65 0600      0,70 0030

-----
V01 55,5%      VALVULAS      ES

-----
B01 FUN      BOMBAS      ES      B02 FUN      ES
ESTACAO : NORMAL      ESTADO : REMOTO      FASE : NORMAL      SEGURANCA: NORMAL
LINHA   : NORMAL      ATUAL   : 1313,1 HRS      FS DIA  : 0,0 HRS      FS MES  : 0,0 HRS
ECT 08.3      ES      ERT 08.3.3 <05> ES

```

FIGURA VIII.3.1
RELATÓRIO DE ESTAÇÃO REMOTA

26/04/82 09:48 PONTO : 073 R01 ERT:08.3.3 B:81 REL. 02

<01> OSWALDO CRUZ

SERVICO : <02> ES

MEDICAO : <03> NORM		TELEMETRIA : OPERANTE					
	MTS	%	MINIMO	HORA	MAXIMO	HORA	
VARIAVEL MEDIDA	<04>	2,550	57,0 <05>	2,634 <06>	0945 <07>	3,813 <08>	0415
ESCALA PLENA	<09>	4,360	METROS				
ZERO DA ESCALA	<10>	0,150	METROS				
LIM. ALARME ALTO	<11>	3,850	METROS				
LIM. ALARME BAIXO	<12>	1,000	METROS				
LIM. ALARME TEND.	<13>	0,150	METROS				
PERIODO TEND.	<14>	15	MINUTOS				
HISTERESIS	<15>	2,0	%				
FATOR FILTRO	<16>	1,000					
CURVA LINEARIZ.	<17>	00					
VOLUME TOTAL RES.	<18>	10,000	1000 M3				
VALOR INICIO HORA	<19>	2,929	METROS				
VALOR INICIO DIA	<20>	3,350	METROS				
VARIACAO HORARIA		-0,379	METROS				
VARIACAO DIARIA		-0,800	METROS				
BOMBA COMANDADA	<21>	000 B					
NIVEL ALTO	<22>	0,000	METROS	ACAO : <23>	PARAR		
NIVEL BAIXO	<24>	0,000	METROS				

FIGURA VIII.3.2
RELATORIO DE PONTO DE MEDICAO-RESERVATÓRIO

26/04/82 09:49 PONTO : 073 F01 ERT:08.3.3 B:91 REL.: 02
 <01> ENTR. OSWALDO CRUZ

SERVICO : <02> ES MEDICAO : <03> NORM TELEMETRIA : OPERANTE

VARIAVEL MEDIDA	<04>	L/S	%	MINIMO	HORA	MAXIMO	HORA
		285	28,5	0	<06>0100	<07>	<08>0030
ESCALA PLENA	<09>	1000	L/S				
ZERO DA ESCALA	<10>	0	L/S				
LIM. ALARME ALTO	<11>	900	L/S				
LIM. ALARME BAIXO	<12>	0	L/S				
LIM. ALARME TEND.	<13>	0	L/S				
PERIODO TEND.	<14>	00	MINUTOS				
HISTERESIS	<15>	0,5	%				
FATOR FILTRO	<16>	0,900					
CURVA LINEARIZ.	<17>	00					
MEDIA HORARIA		293	L/S				
MEDIA DIARIA		284	L/S				
ACUMULO HORARIO	<18>	0,792	1000	M3			
ACUMULO DIARIO	<19>	9,724	1000	M3			
ACUMULO MENSAL	<20>	847,354	1000	M3			

FIGURA VIII.3.3

RELATÓRIO DE PONTO DE MEDIÇÃO - VAZÃO

26/04/82	09:50	PONTO : 073 T01		ERT:08.3.3	B:82	REL. 02
<01> TORRE OSWALDO CRUZ						
SERVICO : <02> ES		MEDICAO : <03> NORM		TELEMETRIA : OPERANTE		
VARIAVEL MEDIDA	<04>	MCA	%	MINIMO	HORA	MAXIMO HORA
		17,733	83,0	<05> 16,176	<06>0800	<07> 18,512 <08>0030
ESCALA PLENA	<09>	21,044	MCA			
ZERO DA ESCALA	<10>	1,570	MCA			
LIM. ALARME ALTO	<11>	20,200	MCA			
LIM. ALARME BAIXO	<12>	15,300	MCA			
LIM. ALARME TEND.	<13>	0,000	MCA			
PERIODO TEND.	<14>	00	MINUTOS			
HISTERESIS	<15>	2,0	%			
FATOR FILTRO	<16>	0,900				

FIGURA VIII.3.4
RELATÓRIO DE PONTO DE MEDIÇÃO - TORRE

26/04/82 09:50 PUNTO : 073 C01 ERT:08.3.3 B:92 REL. 02

<01> CLORO OSWALDO CRUZ

SERVICO : <02> ES MEDICAD : <03> NORM TELEMETRIA : OPERANTE

VARIAVEL MEDIDA	<04>	PPM	%	MINIMO	HORA	MAXIMO	HORA
ESCALA PLENA	<09>	0,650	13,0	<05>	<06>	0,700	<08>
ZERO DA ESCALA	<10>	5,000					
LIM. ALARME ALTO	<11>	0,000					
LIM. ALARME BAIXO	<12>	1,800					
LIM. ALARME TEND.	<13>	0,200					
PERIODO TEND.	<14>	0,000					
HISTERESIS	<15>	00	MINUTOS				
FATOR FILTRO	<16>	2,0	%				
MEDIA HORARIA		0,900					
MEDIA DIARIA		0,667					
		0,675					

FIGURA VIII.3.5
RELATÓRIO DE PONTO DE MEDIÇÃO - CLORO

26/04/82	09:51	PONTO : 073 B01	ERT:08.3.3	B:21	REL. 02
SERVICO : <01> ES		ESTADO ATUAL : FUNC	TELEMETRIA : OPERANTE		
GRUPO DE COMANDO	<02>	00			
TIME OUT P/COMANDO	<03>	00 MINUTOS			
EDICAO MUDANCA ESTADO	<04>	SIM			
ACUMULO TEMPO FUNC.DIA	<05>	5,1 HORAS			
ACUMULO TOTAL FUNC.	<06>	5210 HORAS			
LIM.TEMPO P/MANUT.	<07>	9000 HORAS			
TIPO DE COMANDO	<08>				
COMAND.FOR NIVEL ESTAC.		000			

FIGURA VIII.3.6
RELATÓRIO DE PONTO DE MEDIÇÃO - BOMBA

26/04/82	09:51	PONTO : 073 V01	ERT:08.3.3	B:93	REL. 02
SERVICO : <01> ES		POSICAO ATUAL : 55,5%	TELEMETRIA : OPERANTE		
GRUPO DE COMANDO		<02> 71			
TIME OUT P/COMANDO		<03> 30 MINUTOS			

FIGURA VIII.3.7
RELATÓRIO DE PONTO DE MEDIÇÃO - VÁLVULA DE CONTPOLE

26/04/82 09:52 PONTO : 073 Y01

<01> SAIDA OSW. CRUZ

VARIABEL <03> NORM

VARIABEL CALCUL. <04> 1,855 1000 M3

CONSUMO HORARIO

MEDIA DO DIA <05> 1,100 1000 M3

MINIMA DIA <06> 0,808 1000 M3

MAXIMA DIA <08> 1,855 1000 M3

HORA <07> 0700

HORA <09> 0900

CONSUMO DIARIO

MEDIA DO MES <10> 33,461 1000 M3

MINIMA MES <11> 27,587 1000 M3

MAXIMA MES <13> 36,039 1000 M3

DIA <12> 11

DIA <14> 01

TOTAL DIA <15> 9,898 1000 M3

TOTAL MES <16> 846,418 1000 M3

EXPRESSAO DO CALCULO

IDENTIFICACAO VAZoes (ACUMULOS HORARIOS)

<20>[+J 073 F01 <21> <22> <23> <24>

<25> <26> <27> <28> <29>

IDENTIFICACAO NIVEIS (DIFERENCAS HORARIAS VOLUME)

<30> R01 <31> <32> <33> <34>

FIGURA VIII.3.8
RELATÓRIO DE PONTO DE MEDIÇÃO - CONSUMO

26/04/82	09:53	PONTO : 001 Z01				REL. 02
<01> RECALQUE ABV						
VARIAVEL	<03>	NORM				
VARIAVEL CALCUL.	<04>	L/S	6238	MINIMO	HORA	MAXIMO
				<05>	3592	<06>0545
						<07>
						6238
						<08>0945
MEDIA HORARIA		6151	L/S			
MEDIA DIARIA		4356	L/S			
ACUMULO HORARIO	<17>	16,608		1000	M3	
ACUMULO DIARIO	<18>	153,164		1000	M3	
ACUMULO MENSAL	<19>	9410,142		1000	M3	
EXPRESSAO DO CALCULO						
<20>[+]	001 F02	<21>[+]	001 F03	<22>[+]	001 F04	<23>[+]
						001 F05
						<24>[+]
						001 F06
<25>[+]	001 F08	<26>				<27>
						<28>
						<29>

FIGURA VIII.3.9
RELATÓRIO DE PONTO DE MEDIÇÃO - VARIÁVEL CALCULADA

RELATORIO DOS 80 ULTIMOS ALARMES				REL.03/PAG. 01			
DATA	HORA	ID.	VIA	NOME	MEDIDA	LIMITE	ALARME
226 04 82	0944	116		JARAGUA			FASE FALTA
226 04 82	0941			DEFEITO ECT		ACOP/ECT 04.4	COD.ERRO: 006
226 04 82	0940	096	V01	ITAQUAQUECETUBA		ABERTO 19,5 %	NAD EXECUTADO
226 04 82	0935	095	R01	FERRAZ VASCONCELOS		0,35MTS	0,30MTS T.ALA
226 04 82	0935			DEFEITO ECT		ACOP/ECT 04.3	COD.ERRO: 005
226 04 82	0934	086	R01	VILA ZAIRA		0,13MTS	0,10MTS T.ALA
226 04 82	0932	066	V06	PARAISO		ABERTO 99,0 %	ESCALA BAIXA
226 04 82	0932	066	V01	PARAISO		ABERTO 99,5 %	ESCALA BAIXA
226 04 82	0932	066	R02	RES 2 PARAISO		INFERIOR	0,05MTS E.BAI
226 04 82	0932	066	R03	RES. SEMASA		INFERIOR	0,23MTS E.BAI
226 04 82	0932	066	F02	TERCEIRA ETAPA		INFERIOR	0,00L/S E.BAI
226 04 82	0932	066	R01	RES 3 PARAISO		INFERIOR	0,25MTS E.BAI
226 04 82	0932			DEFEITO ECT		ACOP/ECT 04.2	COD.ERRO: 006
226 04 82	0929			DEFEITO ECT		ACOP/ECT 04.2	COD.ERRO: 006
226 04 82	0928	013	R02	AVENIDA NOVO		0,17MTS	0,15MTS T.ALA
226 04 82	0928	022		ITAQUERA			FASE FALTA
226 04 82	0926	024	R01	ITAIM		0,26MTS	0,20MTS T.ALA
226 04 82	0926	068		VILA PROGRESSO		AC/ECT/ERT 04.3.3	DEF. TRANS
226 04 82	0924	022		ITAQUERA			FASE FALTA
226 04 82	0923	068	P01	ENTR. V. PROGRESSO		INFERIOR	0,00MCA E.BAI
226 04 82	0923	068	R01	V. PROGRESSO		INFERIOR	0,24MTS E.BAI
226 04 82	0922			DEFEITO ECT		ACOP/ECT 04.3	COD.ERRO: 005
226 04 82	0922	022		ITAQUERA			FASE FALTA
226 04 82	0921			DEFEITO ECT		ACOP/ECT 04.3	COD.ERRO: 005
226 04 82	0914	068		VILA PROGRESSO		AC/ECT/ERT 04.3.3	DEF. TRANS
226 04 82	0914	063		ERASMO ASSUNCAO		AC/ECT/ERT 04.2.3	DEF. TRANS
226 04 82	0914	065		GONZAGA		AC/ECT/ERT 04.2.4	DEF. TRANS
226 04 82	0914			DEFEITO ECT		ACOP/ECT 04.1	COD.ERRO: 006
226 04 82	0913	017		CANGAIBA			FASE FALTA
226 04 82	0912	056		INTERLAGOS		E/S 136,0 HRS	L.TEL EM PANE
226 04 82	0910	073	T01	TORRE OSWALDO CRUZ		15,10MCA	15,30MCA L.BAI
226 04 82	0907	103	P01	ENTR. BARUERI		INFERIOR	0,00MCA E.BAI
226 04 82	0904	059	P01	ENTR. QUITAUNA		SUPERIOR	50,00MCA E.ALT

FIGURA VIII.3.10

RELATÓRIO DOS 80 ULTIMOS ALARMES

226/04/82	09:54	RELATORIO DOS RESERVATORIOS (.METROS.)							25 04 82	REL.04/PAG.001		
		0000	0400	0800	1200	1600	2000	2400	MIN.	HORA	MAX.	HORA
SAO PAULO												
R1 GUARAU		1,33	2,52	2,56	2,60	3,17	2,72	1,59	1,35	0015	3,17	1600
BARAO DE CAPAN		2,30	2,23	2,22	2,39	1,81	1,65	1,92	1,64	1945	2,70	1400
FRANCA PINTO		1,05	1,02	1,01	0,83	1,01	0,90	0,87	0,80	0230	1,19	0315
AQUED.GUARANI		1,05	1,65	1,07	1,28	1,66	2,12	1,69	0,65	0900	2,22	1915
R1 V.AMERICA		4,42	4,45	5,30	4,29	3,56	3,20	2,91	2,15	2130	5,79	0630
R2 V.AMERICA		4,52	4,56	5,34	4,39	3,71	3,34	3,13	2,35	2130	5,81	0630
AVENIDA NOVO		3,60	4,26	4,40	3,71	3,52	2,23	2,37	2,10	2230	4,40	0800
AVENIDA VELHO		3,74	4,56	4,68	4,05	3,74	2,46	2,60	2,37	2230	4,68	0745
V. ALFINA		3,03	4,19	3,90	3,21	3,11	2,59	2,59	2,32	2130	4,21	0430
CANGAIBA		2,49	5,29	4,91	2,05	1,90	3,17	4,64	0,99	1345	5,58	0600
E. MATARAZZO		2,13	2,25	2,41	1,84	1,97	1,81	1,91	1,75	2230	2,47	0630
ITAQUERA		3,63	6,37	7,43	6,19	5,31	4,55	5,00	3,76	0015	7,96	0630
ITAIM		3,67	6,97	7,70	4,91	3,15	2,17	5,00	1,99	1930	8,21	0630
V.ROMANA		4,96	4,96	5,56	4,00	4,64	4,00	3,44	3,44	2345	5,68	0730
E.E.SAPOEMBA		3,30	2,81	2,52	3,30	2,95	3,24	3,22	2,40	0715	3,36	2115
PIRAJUSSARA		2,56	4,27	4,44	3,47	2,68	2,20	2,79	2,12	2100	4,74	0530
CAPAO REDONDO		3,46	5,46	5,32	3,29	2,03	2,06	4,03	1,71	1800	5,66	0645
JAGUARE		3,96	6,19	6,37	6,87	7,09	6,05	5,78	4,19	0015	7,23	1545
BUTANTA Z.MEDI		5,05	6,30	6,60	4,44	2,76	2,24	3,36	2,11	2100	6,69	0700
BUTANTA Z.BAIX		2,72	4,37	4,37	4,03	3,72	3,08	3,60	2,80	2215	4,52	0700
MORUMBI		2,34	3,48	4,92	4,16	3,33	2,63	2,51	2,34	0015	5,09	0815
SACOMA		1,39	1,83	4,88	3,61	3,05	2,87	3,52	0,77	0145	5,00	0845
INTERLAGOS		3,19	4,90	5,30	3,19	3,53	2,78	3,22	2,57	2200	5,80	0615
SANTA ISABEL		3,71	8,07	7,58	4,91	3,80	3,00	4,38	2,91	2045	8,12	0415
RES. GUAIANAZE		6,14	6,65	7,72	5,16	4,56	3,80	4,61	3,71	2030	7,72	0745
SAPOEMBA Z.A.		1,88	3,43	4,61	2,73	1,49	1,40	2,37	1,31	1845	4,64	0745
SAPOEMBA Z.M.		3,28	3,71	3,99	3,88	3,76	3,59	3,47	3,31	0015	3,99	0700
JARAGUA		4,82	5,18	5,22	3,82	2,94	5,38	5,78	1,66	1500	7,34	0115
ARUJA												
ARUJA		1,50	2,18	1,92	0,97	1,70	1,57	2,00	0,97	1200	2,26	0300
BARUERI												
BARUERI		4,91	5,58	5,71	2,64	2,68	4,06	5,67	1,84	1315	5,93	0530
JARDIM TUPA		3,92	4,37	5,24	5,27	5,17	4,89	4,82	3,92	0015	5,34	1300

FIGURA VIII.3.11
RELATÓRIO DE NÍVEIS DE RESERVATÓRIOS

26/04/82 09:55 RELATORIO DE MANUTENCAO DAS BOMBAS REL.06/PAG. 01

NOME DA ESTACAO	IDENT.BOMBA	HORAS EM FUNC.	HORAS ATE MANUT.
THEODORO RAMOS	001 B01	1873	7127
	001 B02	1474	7526
	001 B03	2726	6274
	001 B04	2625	6375
	001 B05	2522	6478
	001 B06	2200	6800
	001 B07	2335	6665
	001 B08	1999	7001
	001 B09	4393	4607
	001 B10	6018	2982
	001 B11	5727	3273
	001 B12	3258	5742
	001 B13	4235	4765
	001 B14	3390	5610
	001 B15	4020	4980
	001 B16	3007	5993
BARAO DE CAPANEMA	004 B01	4614	4386
	004 B03	3862	5138
FRANCA PINTO	005 B01	2461	6539
	005 B02	3670	5330
	005 B03	3134	5866
	005 B04	5885	3115
V. GUARANI-FORMOSA	006 B01	4843	4157
	006 B02	4928	4072
	006 B03	3369	5631
	006 B04	3504	5496
	006 B05	1759	7241
AVENIDA	013 B01	3088	5912
	013 B02	5224	3776
	013 B03	3991	5009
VILA ALPINA	015 B01	1721	7279
	015 B02	2792	6208
	015 B03	2272	6728

FIGURA VIII.3.12

RELATÓRIO DE MANUTENÇÃO DE BOMBAS

26/04/82	09:57	RELATORIO DAS LINHAS TELEFONICAS - 03 82		REL.07/PAG.01
NOME DA ESTACAO	HS. F/S NO MES	NOME DA ESTACAO	HS. F/S NO MES	
THEODORO RAMOS	0,0	GUARAU	1,6	
BARAO DE CAPANEMA	0,1	FRANCA PINTO	0,0	
V.GUARANI-FORMOSA	0,0	VILA AMERICA	0,5	
AVENIDA	1,2	VILA ALPINA	0,6	
CANGAIBA	43,5	SANTA ISABEL	0,0	
ARTUR ALVIM	0,5	ERMELINO MATARAZZO	21,8	
ITAGUERA	5,3	ITAIM	0,7	
GUAIANAZES	0,0	VILA ROMANA	0,1	
E.E.SAPOPEMBA	0,0	PIRAJUSSARA	0,0	
CAPAO REDONDO	30,9	JAGUARE	5,4	
BUTANTA ZONA MEDIA	4,0	BUTANTA ZONA BAIXA	32,7	
MORUMBI	0,5	SACOMA	20,2	
INTERLAGOS	6,5	MUTINGA	12,7	
QUITAUNA	0,0	BELA VISTA	0,4	
ERASMO ASSUNCAO	130,7	GONZAGA	0,0	
PARAISO	6,2	VILA PROGRESSO	0,0	
JARDIM DAS NACOES	0,0	VILA GERTY	13,8	
SANTA MARIA	0,3	OSWALDO CRUZ	0,1	
MUSSOLINI	27,5	V. CACILDA	8,4	
FLANALTO	13,5	NOVA PETROPOLIS	12,3	
V. MARCHI	5,9	V. PAULICEIA	6,1	
TABOAO	15,2	MAUA	1,9	
VILA MAGINI	0,2	VILA ZAIRA	0,2	
E.E. MAUA	44,1	BRAS CUBAS	6,6	
FERRAZ VASCONCELOS	2,1	ITAQUAQUECETUBA	1,7	
ARUJA	0,0	CARAPICUIBA	0,4	
BARUERI	28,7	JARDIM TUPA	57,0	
JANDIRA	2,6	ITAPEVI	7,0	
TABOAO DA SERRA	0,2	SAPOPEMBA Z. ALTA	1,8	
SAPOPEMBA Z.MEDIA	0,3	TESTE INTERFACE	0,0	
INTERFACE 2	0,0			

FIGURA VIII.3.13

RELATÓRIO DE LINHAS TELEFÔNICAS-ACUMULADO MENSAL

26/04/82	10:03	BOLETIM DE PRODUCAO				01 03 82	REL.10	
ARQUIVADO								
NIVEL (METROS)		VOL.ARMazenado (1000 M3)		PORCENTAGEM		PLUV.		
INIC.	FINAL	VAR.	INIC.	FINAL	VAR.	INIC.	FINAL	
GUARAPIRANGA								
733,69	733,93	0,24	113479	119181	5702	58,30	61,23	
RIO GRANDE								
746,14	746,44	0,30	1161300	1198940	37640	96,25	99,37	
RIB.DO CAMPO								
873,70	875,00	1,30	11400	14000	2600	81,43	100,00	
PEDRO BEICHT								
918,41	918,50	0,09	14701	14878	177	98,81	100,00	
AGUAS CLARAS								
858,15	859,75	1,60	828	1063	235	73,21	93,99	
FAIVA CASTRO								
744,08	743,70	-0,38	31168	29312	-1856	62,65	58,92	
ATIBAINHA								
785,55	786,69	1,14	173887	198488	24601	63,02	71,94	
CACHOEIRA								
817,54	820,25	2,71	55181	76111	20930	46,48	64,11	
						2,93	134,30	
						3,12	131,90	
						18,57	279,20	
						1,19	148,40	
						20,78	136,40	
						-3,73	106,40	
						8,91	219,50	
						17,63	249,60	

FIGURA VIII.3.15

RELATÓRIO BOLETIM DIÁRIO DE PRODUÇÃO

26/04/82	10:03	ALARMES ATUAIS DE ALTO OU BAIXO			REL.11/PAG. 01
TITULO		N.MALHA	MEDIDA	LIMITE	ALARME
CLORO V. GUARANI		006 C01	0,07 PPM	0,20 PPM	BAIXO
ENTR. CARAFICUIBA		101 F01	0,35 MCA	10,00 MCA	BAIXO
ENTR. BARUERI		103 F01	0,00 MCA	2,00 MCA	BAIXO
ENTR. JARDIM TUPA		104 F01	0,80 MCA	2,50 MCA	BAIXO
ENTR. JANDIRA		105 F01	0,00 MCA	2,00 MCA	BAIXO
ENTR. ITAPEVI		106 F01	0,00 MCA	5,00 MCA	BAIXO

FIGURA VIII.3.16

RELATÓRIO DOS ALARMES ATUAIS DE ALTO OU BAIXO

26/04/82 10:04		REGISTRO DE TENDENCIA				REL. 12	
<01>PERIODO:15 00		074R01	074F01	073R01	073F01	001F05	001F06
	MTS	L/S	MTS	L/S	L/S	MTS	L/S
00:49:00	3,86	340	3,64	0	810	2,64	6
01:04:00	3,93	352	3,48	0	810	2,68	5
01:19:00	4,23	400	3,45	335	801	2,66	6
01:34:00	4,30	4	3,52	355	801	2,64	5
01:49:00	4,20	4	3,62	455	792	2,62	0
02:04:00	4,03	4	3,71	465	792	2,58	0
02:19:00	3,74	4	3,73	225	792	2,62	0
02:34:00	3,52	4	3,69	285	792	2,64	0
02:49:00	3,35	148	3,73	265	792	2,68	0
03:04:00	3,76	416	3,75	270	783	2,71	0
03:19:00	4,15	428	3,73	290	774	2,66	0
03:34:00	4,30	4	3,73	270	774	2,64	0
03:49:00	4,08	4	3,75	280	783	2,62	0
04:04:00	3,79	4	3,81	280	774	2,64	0
04:19:00	3,57	4	3,77	0	783	2,68	0
04:34:00	3,69	412	3,64	0	783	2,73	0
04:49:00	4,10	396	3,64	405	783	2,73	820
05:04:00	4,30	4	3,77	165	783	2,68	75
05:19:00	4,20	4	3,75	145	792	2,66	0
05:34:00	3,93	4	3,69	160	792	2,64	0
05:49:00	3,91	380	3,67	495	801	2,66	0
06:04:00	4,01	372	3,75	60	810	2,68	0
06:19:00	4,10	400	3,69	65	846	2,71	0
06:34:00	4,23	4	3,58	50	882	2,66	0
06:49:00	4,15	4	3,45	5	945	2,64	0
07:04:00	4,01	4	3,35	200	990	2,64	0
07:19:00	3,79	292	3,29	250	1062	2,54	0
07:34:00	3,79	308	3,27	265	1134	2,56	0
07:49:00	3,76	268	3,22	255	1287	2,60	0
08:04:00	3,74	252	3,16	385	1341	2,58	0

FIGURA VIII.5.17

RELATÓRIO DE TENDÊNCIA DE MEDIDAS

26/04/82		10:05	LINHAS TELEFONICAS INOPERANTES		REL.13/PAG. 01
NRO.	NOME DA LINHA		HS.INOP.	NRO. NOME DA LINHA	HS.INOP.
056	INTERLAGOS		0,1		

FIGURA VIII.3.18
RELATÓRIO DE LINHAS TELEFÔNICAS INOPERANTES

26/04/82		10:05		ESTADO DA TELEMETRIA		REL.14/PAG. 01	
NUMERO CENTRAL ECT	ESTADO CENTRAL ECT	NUMERO REMOTA ERT	ESTADO REMOTA ERT	ESTADO ESTACAO	NUMERO ESTACAO	NOME ESTACAO	
01.1	<01> ES	1	ES	REMOTO	001	THEODORO RAMOS	
		2	ES	REMOTO	001	THEODORO RAMOS	
		3	ES	REMOTO	001	THEODORO RAMOS	
01.2	<02> ES	1	ES	REMOTO	025	GUAIANAZES	
		2	ES	REMOTO	106	ITAPEVI	
		3	ES	REMOTO	017	CANGAIBA	
01.3	<03> ES	1	ES	REMOTO	024	ITAIM	
		2	ES	REMOTO	105	JANDIRA	
01.4	<04> ES	1	ES	REMOTO	103	BARUERI	
		2	ES	REMOTO	104	JARDIM TUPA	
		3	ES	REMOTO	022	ITAQUERA	
02.1	<05> ES	1	ES	REMOTO	020	ARTUR ALVIM	
02.2	<06> ES	1	ES	REMOTO	004	BARAO DE CAPANEMA	
02.3	<07> ES	1	ES	REMOTO	074	MUSSOLINI	
		2	ES	REMOTO	082	TABOAO	
02.4	<08> ES	3	ES	REMOTO	076	PLANALTO	
		4	ES	REMOTO	077	NOVA PETROPOLIS	
		2	ES	REMOTO	078	V. MARCHI	
		3	ES	REMOTO	080	V. PAULICEIA	
03.1	<09> ES	2	ES	REMOTO	075	V. CACILDA	
03.2	<10> ES	1	ES	REMOTO	005	FRANCA PINTO	
		2	ES	REMOTO	005	FRANCA PINTO	
03.3	<11> ES	4	ES	REMOTO	049	MORUMBI	
		1	ES	REMOTO	006	V. GUARANI-FORMOSA	
		2	ES	REMOTO	006	V. GUARANI-FORMOSA	
03.4	<12> ES	3	ES	REMOTO	013	AVENIDA	
		1	ES	REMOTO	012	VILA AMERICA	
		2	ES	REMOTO	015	VILA ALPINA	

FIGURA VIII.3.19

RELATÓRIO ESTADO DA TELEMETRIA

26/04/82 10:06 RELATORIO DO SISTEMA INFORMATICO REL. 15

COMPUTADOR DE CONTROLE: ES DEGRADADO COMPUTADOR DE BACK-UP: ES

LIGACAO INTER-COMPUTADORES : <01> ES

UNIDADE DE FITA MAGNETICA : <02> ES PERIODO DE ARQUIVAMENTO : <03> 2,0 HORAS

VIDEO 1 ES

VIDEO 2 ES CONTROLE

VIDEO 3 ES CONTROLE

VIDEO 4 ES

VIDEO 5 ES

ALARMES IMPRESSORA 1

RELATORIOS IMPRESSORA 3

BACK-UP IMPRESSORA 2

LIGACOES TELEMETRIA

<20>	<21>	<22>	<23>	<24>	<25>	<26>	<27>	<28>	<29>	<30>	<31>	<32>
1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A	10A	11A	12A	13A
ES	ES	ES	ES	FS	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES
<33>	<34>	<35>	<36>	<37>	<38>	<39>	<40>	<41>	<42>	<43>	<44>	<45>
1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B	9B	10B	11B	12B	13B
ES	ES	ES	ES	FS	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES

FIGURA VIII.3.20

RELATÓRIO ESTADO DO SISTEMA INFORMÁTICO

26/04/82	10:06	RELATORIO DO CONSUMO DO DIA	25 04 82	REL.16/PAG.01
		CONSUMO - 1000 M3	RELACAO	1000 M3
		MAXIMA	MAXIMA /MEDIA	CONSUMO DIARIO
		MEDIA	MINIMA /MEDIA	
		MAXIMA	MINIMA	
		MEDIA	MINIMA	
		MAXIMA	MINIMA	
THEODORO RAMOS		19,523	9,502	380,75
GUARAU		64,846	30,610	1210,94
BARAO DE CAPANEMA		5,004	0,000	62,00
FRANCA PINTO		5,895	2,502	101,82
V. GUARANI-FORMOSA		6,399	0,000	80,95
VILA AMERICA		8,655	0,000	109,49
VILA ALPINA		1,493	0,000	22,61
CANGAIBA		1,247	0,000	14,94
ERMELINO MATARAZZO		1,762	0,127	20,54
ITAGUERA		1,152	0,000	10,50
ITAIM		2,318	0,000	22,79
E.E. SAPOEMBA		2,868	2,768	67,30
PIRAJUSSARA		0,517	0,000	4,85
CAPAO REDONDO		3,602	0,483	53,85
JAGUARE		1,332	0,206	14,97
BUTANTA ZONA MEDIA		1,654	0,388	21,53
BUTANTA ZONA BAIXA		0,867	0,000	11,94
MORUMBI		12,911	4,957	204,85
MUTINGA		2,025	0,406	25,87
GUITAUNA		0,448	0,163	3,92
ERASMO ASSUNCAO		0,805	0,494	11,85
VILA GERTY		1,079	0,404	9,71
SANTA MARIA		0,627	0,428	10,27
OSWALDO CRUZ		1,744	1,267	30,40
MUSSOLINI		2,107	0,747	17,94
V. CACILDA		0,492	0,220	8,85
PLANALTO		1,147	0,765	18,35
NOVA PETROPOLIS		1,933	0,543	13,04

FIGURA VIII.3.21
RELATÓRIO DOS CONSUMOS DIÁRIOS

OSWALDO CRUZ

DIA	CONSUMO - 1000 M3			RELACAO		1000 M3
	MEDIA HORARIA		MAXIMA /MEDIA	MINIMA /MEDIA	CONSUMO DIARIO	
	MAXIMA	MEDIA				
01 04	1,910	1,502	1,067	1,27	0,711	36,04
02 04	2,794	1,497	0,839	1,87	0,560	34,61
03 04	2,020	1,480	0,935	1,36	0,632	35,53
04 04	1,820	1,294	0,914	1,41	0,707	31,05
05 04	2,112	1,451	0,758	1,46	0,522	34,83
06 04	1,866	1,442	0,913	1,29	0,633	34,62
07 04	1,918	1,402	0,807	1,37	0,575	33,65
08 04	1,844	1,397	0,957	1,32	0,685	33,53
09 04	1,684	1,190	0,833	1,42	0,700	28,56
10 04	1,817	1,324	0,826	1,37	0,624	31,79
11 04	1,600	1,149	0,800	1,39	0,696	27,59
12 04	2,073	1,450	0,657	1,43	0,453	34,81
13 04	1,905	1,454	0,943	1,31	0,649	34,90
14 04	1,903	1,417	0,931	1,34	0,657	34,02
15 04	1,872	1,438	0,899	1,30	0,625	34,51
16 04	1,897	1,485	0,928	1,28	0,625	35,64
17 04	1,958	1,410	0,947	1,39	0,671	33,84
18 04	1,695	1,233	0,886	1,38	0,719	29,58
19 04	1,993	1,440	0,841	1,38	0,584	34,56
20 04	1,929	1,467	0,966	1,32	0,659	35,20
21 04	1,819	1,339	0,902	1,36	0,673	32,13
22 04	1,956	1,455	0,908	1,34	0,624	34,92
23 04	1,943	1,474	1,042	1,32	0,707	35,39
24 04	2,046	1,451	0,994	1,41	0,685	34,83
25 04	1,744	1,267	0,768	1,38	0,607	30,40
	MAXIMO DIARIO	MEDIO DIARIO	MINIMO DIARIO	MAXIMO /MEDIO	MINIMO /MEDIO	CONSUMO MENSAL
	36,039	33,461	27,587	1,08	0,824	836,52

FIGURA VIII.3.22

RELATÓRIO DE CONSUMO DIÁRIO NO MÊS

FIGURA VIII.3.23

RECUPERAÇÃO MEDIATA DO NÍVEL DO RESERVATÓRIO DE CAPÃO REDONDO

FIGURA VIII.3.24

RECUPERAÇÃO MEDIATA DA VAZÃO DE ENTRADA DO RESERVATÓRIO C. REDONDO

FIGURA VIII.3.25

RECUPERAÇÃO MEDIATA DO NÍVEL DO RESERVATÓRIO DE BUTANTÃ-Z.MÉDIA

FIGURA VIII.3.26

RECUPERAÇÃO MEDIATA DA VAZÃO DO CANAL DO GUARAU

14 05 82 1443	072 U01	SANTA MARIA	PARADO
14 05 82 1443	072 B02	SANTA MARIA	PARADO
14 05 82 1443	072 B03	SANTA MARIA	PARADO
14 05 82 1443	DISP. 08 :	PAG 001 DATA 1305 ALTERAR FARM. :17/1220	
14 05 82 1443	COMANDAR :	V. BRASILANDIA PARTIR	
14 05 82 1443	DISP. 08 :	PAG 001 DATA 1305 ALTERAR FARM. :11/360288	
14 05 82 1443	DISP. 08 :	AC/ECT/ERT 03.1.2 NORMAL	
14 05 82 1443	DISP. 08 :	AC/ECT/ERT 02.3.2 NORMAL	
14 05 82 1443	DISP. 08 :	PAG 001 DATA 1305 ALTERAR FARM. :12/41353	
14 05 82 1443	DISP. 08 :	PAG 001 DATA 1305 ALTERAR FARM. :16/9400	
14 05 82 1443	DISP. 08 :	PAG 001 DATA 1305 ALTERAR FARM. :15/1220	
14 05 82 1443	DISP. 08 :	FUNCION.	
14 05 82 1443	DISP. 08 :	PAG 001 DATA 1305 ALTERAR FARM. :17/75493	
14 05 82 1443	DISP. 08 :	PAG 001 DATA 1305 ALTERAR FARM. :18/4078	
14 05 82 1443	DISP. 08 :	PAG 001 DATA 1305 ALTERAR FARM. :20/44201	
14 05 82 1443	DISP. 08 :	PAG 001 DATA 1305 ALTERAR FARM. :21/1323	
14 05 82 1443	DISP. 08 :	PAG 001 DATA 1305 ALTERAR FARM. :23/1469723	
14 05 82 1443	DISP. 08 :	PAG 001 DATA 1305 ALTERAR FARM. :24/24371	
14 05 82 1445	075	V. CACILDA	AC/ECT/ERT 03.1.2 DEF. TRANSM
14 05 82 1445	082	TABOAO	AC/ECT/ERT 02.3.2 DEF. TRANSM
14 05 82 1446	DISP. 01 :	RECONHECER ALARME : EST	0.25MCA 0.50MCA L. BAI
14 05 82 1447	DISP. 01 :	ENTRADA E. MATARAZ. : EST	3.00MCA 0.50MCA L. NOR
14 05 82 1447	DISP. 01 :	ENTRADA E. MATARAZ. : EST	
14 05 82 1447	DISP. 01 :	RECONHECER ALARME : EST	
14 05 82 1447	DISP. 01 :	RECONHECER ALARME : EST	
14 05 82 1448	COMANDAR :	BUTANIA ZONA RAIXA FECHAR 9.0 %	
14 05 82 1448	COMANDAR :	ATUAL 19.5% NOVO ? -9	
14 05 82 1448	COMANDAR :	ERIELIND MATARAZZO FECHAR 40.0 %	
14 05 82 1448	COMANDAR :	ATUAL 80.0% NOVO ? -40	
14 05 82 1448	DISP. 01 :	TABOAO	AC/ECT/ERT 02.3.2 NORMAL
14 05 82 1448	DISP. 01 :	JANDIRA	FUNCION.
14 05 82 1450	DISP. 01 :	RECONHECER ALARME : F01	
14 05 82 1450	COMANDAR :	FERRAZ VASCONCELOS ABRIR 5.0 %	
14 05 82 1451	COMANDAR :	ATUAL 0.5% NOVO ? +5	
14 05 82 1451	COMANDAR :	BUTANTA ZONA RAIXA FECHAR 3.0 % NAO EXECUTADO	
14 05 82 1451	COMANDAR :	V. CACILDA	AC/ECT/ERT 03.1.2 NORMAL
14 05 82 1451	COMANDAR :	VILA ROMANA	PARADO
14 05 82 1451	COMANDAR :	BRAS CURAS	FUNCION.
14 05 82 1451	COMANDAR :	FERRAZ VASCONCELOS ABRIR 7.5 %	
14 05 82 1452	DISP. 01 :	RECONHECER ALARME : V01	
14 05 82 1452	DISP. 01 :	ERMELINO MATARAZZO FECHAR 60.0 %	
14 05 82 1452	COMANDAR :	ATUAL 80.0% NOVO ? -60	

FIGURA VIII.3.27

TRÊCHO DE RELATÓRIO DE ALARMES DE
OPERAÇÃO, REGISTRO DE COMANDOS E
RECONHECIMENTO DE ALARMES

IX - BIBLIOGRAFIA

- 1-ALEXANDER, R.J. Telemetry Control of Pumps and Operators.
Journal AWWA 62 (4):231.
April 1970.
- 2-ANDERSON, E Control Panel plays watchdog.
Water and Wastes Engineering 16 (39).
January 1979.
- 3-ANON, P. Computador Chefe para ajudar na Distribuição de água.
Construção 26 (1317):26-30.
Maio 1973.
- 4-BABCOCK, R.H. Analog Supervisory Control and Telemetry.
Water and Wastes Engineering 4 (54) and
4 (47). 1967.
- 5-BALLOTTI, E.F. The design of central monitoring and control
for a water distribution system.
1977 Annual Conference Proceedings. May 1977
- 6-BARBER, M.E. Experience in Denver-Colorado.
Journal AWWA 65 (2):138.
February 1973
- 7-BECHER, A.E. Computer Techniques for Water Distribution
Analyses.
Journal AWWA 64 (7):410. 1972
- 8-BELICK, F.M. & California Plant Gets A's in Computer
VAN KIRK, F.N. Control.

Water and Wastes Engineering. March 1975.

- 9-BLACK and VEATCH Design report on valves, meters and control and Instrumentation Equipment. Sistema Adutor Metropolitano. SAM-Norte. COMASP. São Paulo. June 1971.
- 10-BLACK and VEATCH Report on Operations Control Center. City Water Board, San Antonio, Texas, 1972.
- 11-BOSE, R.C. and One class of error correction, Binary Group
RAY-CHAUDHURI, D.K. Codes. Information and Control. 3:68-79, 1960.
- 12-BRIGGS, R. Instrumentation and control in the United Kingdom Water Industry.
AWWA Proceedings. PUB 21034. June 1976
- 13-BROCK, D. Closed loop automatic Control of Water System Operations.
Journal AWWA 55 (4) : 467, April 1973.
- 14-CARLSON, C.E.C. The Denver System of Controls.
Journal AWWA 63 (8) : 513. August 1977.
- 15-COBRA 700 Manuais Técnicos de Referência. 1980
- 16-COMSIP/AUTOPHON Caderno de Análise Estrutural do Software. SABESP CT.222/77. 1981.
- 17-COMSIP/AUTOPHON Caderno de Encargos e Especificações Técnicas - Vol.4, Informática. SABESP CT.222/77. 1980.

- 18-COMSIP/AUTOPHON Caderno de Encargos e Especificações Técnicas - Vol.2, Instrumentação. SABESP - CT. 222/77, 1980.
- 19-COMSIP/AUTOPHON Caderno de Encargos e Especificações Técnicas - Vol.3, Telemetria. SABESP - CT.222/77, 1980.
- 20-CROW, W. B. Savings through instrumentation and control in two water systems.
Journal AWWA 57 (12) : 1509. December 1965.
- 21-DANEKER, J.R. Problems of telephone communications in telemetry.
Journal AWWA 62 (11) : 729. November 1970.
- 22-DEMOYER, R.Jr. An application study in water distribution control.
NTIS PB - 227 336/74SD200. January 1974.
- 23-DILLINGHAM, J.H. Automatic Distribution System Operations.
Journal AWWA 71 (3) :133. March 1979.
- 24-DODGE, E.P. The analysis of large complex waternetwoorks with small computer systems.
Journal AWWA 70 (7) : 366. July 1978.
- 25-DURGING, P.T. Keeping up with computers.
Automation Magazine. January 1974.
- 26-FALLSIDE, F. Hierarchical Model for water supply system control.
Proc. Inst. of Elec. Engrs. 122 (4):441. 1975

- 27-FALLSIDE, F On-line control of a water supply system.
Progress in water techonology 9 (5 e 6).
1978
- 28-FARMER, E.J. Design telemetry systems within channel
limitations.
Water and Wastes Engineering. May 1980.
- 29-FIRTH, L.G. Computer Controled Supervising Institute
of Canada. Kingston, Ontario, May 1966.
- 30-FIRTH, L.G. How computers have Improved Telemetering
and Gas Dispatch Systems.
Appalachian Gas Measurement Short Course,
Morgantown, Virginia. 1968.
- 31-FIRTH, L.G. Telemedicação.
IEEE, Seção São Paulo, Outubro 1969.
- 32-FLETCHER, G.L. Multiplex system improver water usage
control.
Water and Wastes Engineering 16 (34).
February 1979.
- 33-FREESTON, R. Feasibility of remote centrals for
distribution system.
Journal AWWA 62 (11) : 723. November 1970.
- 34-FREESTON, R.C. Controls for a small water utility. 63
(8) : 523. August 1971.
- 35-FREHZ, C.M. Automated System Control.
Journal AWWA 63 (8) : 308. August 1971.

- 36-FREHZ, C. M. Computer does it all.
Water and Wastes Engineering. 40-40.June
1973.
- 37-FREHZ, C. M. Automated System Control.
Journal AWWA 63 (8) : 508. Augusto 1971.
- 38-GAGNON, C.R. Computer simulation of water distribution
netwaorks.
Transportation Engineering - Journal ASCE
101 (TEB) : 553. 1975.
- 39-Garret, J. W. Computer Applications in Distribution
System: Santa CLara county fllood control
and water district.
AWWA conference. Chicago III. June 1972.
- 40-GARRET, J. W. An Application of Computers to Water-System
Control: Santa Clara Valley Water District
AWWA Journal 66 (6) : 338. June 1974.
- 41-GARRET, J. W. Experience in Santa Clara, California.
Journal AWWA 65 (2) : 140. February 1973.
- 42-GARRET, J. W. Control Systems from the operator's point
of view.
Journal AWWA 70 (7) : 358. July 1978.
- 43-GERLT, J. L. Distribution System Operation Analyses
Model.
Journal AWWA 67 (7) : 381. July 1975.

- 44-GILMAN, H.D., Closed loop control is coming.
 GOODMAN, M. Y. and Water and Wastes Engineering 42-44.
 DEMOYER, R. June 1973.
- 45-GONZALEZ, C. Automation in Albuquerque Water System.
 National AWWA conference, Denver, Colorado.
 June 1971.
- 46-GRIMM, R & Ways to software engineering environments.
 HERTLIM, I Process Automation p. 9-15, 1981.
- 47-HARMALA, A. D. Benefits of localized control with micro-
 computers.
 Computer Design, 59-72, 1975.
- 48-HEGENBART, J. L. Use of telemetry and remote control in
 naturally occuring disasters.
 Journal AWWA 65 (2) : 155. February 1973.
- 49-HENNESSY, P.V. Use of a computer in Distribution Systems.
 Journal AWWA 63 (8) : 493. August 1971.
- 50-ISHIDA, M & Distributed Control System: application
 KAMIYAMA, S of CRT console.
 Hitashi Review, 30 (6) : 279-84, 1981.
- 51-JASPER, K.E. Microprocessor-based control systems for
 distribution networks.
 1978 Annual Conference Proceedings. AWWA.
 June 1978.
- 52-JUNKNIEVICH, J. and Its a big jump (from remote to automatic
 RICHARDSON, P. control). Water and Wastes Engineering 38-
 39. June 1973.

- 53-KANHAYASHI, T. Computer control and operation information systems for the large water supply systems. Progress in Water Technology 9 (5) e 6 (299). 1978.
- 54-KLOSOSKY, R. A. Computer for process control. IEEE Transactions on Industrial Eletronics and Control Instrumentation, 17 (4) : 277-81, June, 1970.
- 55-KURANZ, J. H. Waukesha Wis. Journal AWWA 59 (1) : 93. January 1967.
- 56-LEE, R. L. Controls for a medium-sized water utility. Journal AWWA 63 (8) : 526. August 1971.
- 57-MATSUMOTO, K Control methods for the computer operation of large water supply systems. Progress in Water Technology 9 (5 e 6) : 565. 1978.
- 58-MC PHERSON, M.B. Complete Automation its still a long way off. Water and Wastes Engineering 36-38. June 1973.
- 59-MC PHERSON, M.B. Power Comsumption for equalizing storage operating options. Journal AWWA 58 (1) : 67. January 1966.
- 60-MEDLOCK, R.S. Future trends in measurement, control and automation. Brown Boveri Review (3/4):151-6. 1981.

- 61-MILLER, B. M. Telemetering at Helix irrigation district,
La Mesa, California.
Journal AWWA 63 (8) : 501. August 1971.
- 62-MONTGOMERY, J.M. Juqueri System - Report on remote control
and Telemetering System-COMASP.1969.
- 63-MOTTA, A. Medição de Águas em Movimento.
Revista Polytechnica 4 (21) : 115-120,
Abril-Maio 1908.
- 64-MYRAN, Jr.THOMAS Digital technology in process control.
Computer Design 117-28, November 1981.
- 65-NEEL, R. C. Computer Applications in Distribution.
Journal AWWA 63 (8) : 485. August 1971.
- 66-NETO, P. A. New products: processor for closed loop
control applications.
Process Automation pag. 109, 1981.
- 67-ROBINSON, P.M. Telemetering in San Jose, California.
Journal AWWA 63 (8) : 499. August 1971.
- 68-ROSTRON, J.T. Telemetry saves money.
Water and Wastes Engineering 10 (34).
July 1973.
- 69-ROSTRON, J.T. Telemetering: Los Angeles County, California
Journal AWWA 63 (8):504. August 1971.
- 70-SCHNEIDER, N. Computers for Small System Control.
21 st Annual Instrumentation Start Course
Los Angeles. March 1972.

- 71-SCHNEIDER, N. Eletrical Controls in the Water Works
industry.
22 nd Annual SCMA Instrumentati on Short
Curse.
- 72-SELB, J.B. Digital Telemetry Techniques for Water
Distribution.
1978 Annual Conference Proceedings AWWA
Peper 29-1. June 1978.
- 73-SHAMIR, U. Engineering and Analysis of Water Distribution
Systems.
Journal AWWA 68 (9) : 510 1977.
- 74-SOCIA, B.L. Public Works. 1956.
- 75-SQUIERS, K.M. Supervisory control of a ground water supply.
Journal AWWA 60 (4):425. April 1968.
- 76-STEAD, I. W. Remote Controland Supervision of
Distribution System.
AWWA Journal 66 (6):351-353, 1974.
- 77-STURMAN, G. System Engineering for urban utilities.
Journal AWWA 63 (9) : 564.September 1971.
- 78- TART, J. S. Value of Telemetering and Recording.
Journal AWWA 65 (2) : 123.
- 79-TODD, M. A. Improving PlantOperation by Instrumentation,
Water and Wastewater joint Instrumentation.
Work Shop, Costa Mesa, California, August
1975.

- 80-VAN DYKE, R. P. Computerized Operation of Distribution Systems.
Journal AWWA 62 (4) : 234. April 1970.
- 81-VAN LOON, R. E. Telemetering in Sunnyvale, California.
Journal AWWA 63 (8) : 491 August 1971.
- 82-WILLIAMS, J. D. Distribution System analysis by digital computer.
Journal Institute Water Engineers 25 (7) :
381. October 1972.
- 83-WOLF, L. Automatic Control of level pressure and flow.
Journal AWWA 65 (10) : 654. October 1973.