

AUTOMAÇÃO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Oto Elias Pinto⁽¹⁾

Engenheiro Eletricista pela Faculdade de Engenharia de Sorocaba - FACENS - SP 1984, Gerente da Divisão de Manutenção e Desenvolvimento Operacional da Unidade de Negócio Vale do Ribeira, em Registro - SP.

Eloisa Helena Cherbakian

Engenheira Química pela Faculdade de Engenharia industrial - FEI 1991, Gerente do Setor de Controle Sanitário da Unidade de Negócio Vale do Ribeira, em Registro - SP

Mauro Massaru Inoue

Engenheiro Eletricista pela Univ. de São Paulo - USP 1992, Eng^o de Apoio da Div. de Manutenção e Desenvolvimento Operacional da Unid. de Negócio Vale do Ribeira - SP.

Guilherme Francisco da silva

Técnico em Química pelo Colégio do Carmo em Santos - 1967, Encarregado de Apoio do Setor de Controle Sanitário da Unidade de Negócio Vale do Ribeira, em Registro - SP



Endereço⁽¹⁾: Rua Prof. Antônio Fernandes, 155 - Vila Tupi - Registro - SP - CEP: 11900-000 - Brasil - Tel: (013) 821-3111 - Fax: (013) 821-1077.

RESUMO

A automatização pode ser considerada uma necessidade para otimização da confiabilidade e da relação custo benefício na maioria dos processos.

No caso das estações de tratamento de água, pode-se ter um sistema monitorado e controlado a distância (informatizado) ou realmente automatizado com sistema local inteligente tomando ações de forma independente na própria estação, com gerenciamento através de relatórios fornecidos por um adequado software de supervisão.

Iniciamos na unidade de negócios Vale do Ribeira os estudos para automatização de uma estação de tratamento de água em maio de 1995.

Após várias fases e parcerias com empresas fornecedoras de equipamentos, e testes realizados, definimos o projeto piloto, adquirimos os materiais e efetuamos partida na primeira estação com o processo totalmente automatizado da SABESP, em junho de 1996.

Os resultados foram plenamente satisfatórios, o que resultou em prosseguirmos para automatizarmos as dezoito estações operadas pela Unidade de Negócios Vale do Ribeira.

Atualmente, definimos um padrão a ser seguido nas montagens das dezoito estações, sendo que a maior delas já se encontra totalmente automatizada. Trata-se da estação de tratamento de água de Registro SP, com capacidade de 240 l/s, atendendo 60.000 habitantes.

A estação controla automaticamente a dosagem ótima de coagulante, alcalinizante, cloro, flúor e possui rotinas de alarme que desliga a captação de água bruta e a estação de tratamento em casos de anormalidade em qualquer parâmetro. Um Centro de Controle Operacional funcionando vinte e quatro horas por dia, supervisionará todas as estações, de forma a agilizar qualquer ação necessária.

PALAVRA-CHAVE: Automatização.

TEXTO

A automatização das Estações de Tratamento de Água conforme padrão definido na Unidade de Negócio Vale do Ribeira - SABESP tem sua concepção dividida em quatro etapas:

1. Automatização do processo de dosagens de produtos químicos: É a etapa que exigiu 90% de todo o tempo comprometido com o projeto, pois compreende em definir os equipamentos, o software que analisará as informações, os equipamentos que efetuam as dosagens de produtos químicos e fundamentalmente a adequada integração entre os equipamentos.
2. Automatização da ação de lavagem de filtros: Esta etapa, consiste em monitoramento lógico de válvulas com acionamento hidropneumático ou elétrico, cujo início da ação de lavagem é por detecção de perda de carga do leito filtrante através de sensores de nível nos filtros ou através de medidores de vazão na saída de cada filtro. O término da lavagem poderá ser através de medidor de turbidez na descarga de cada filtro.
3. Automatização dos sistemas de recalque e reservação: Existem várias formas de equacionar esta etapa. A que adotamos, é a de comunicar os reservatórios com a estação elevatória de água bruta com bóias de nível solicitando o liga ou desliga das bombas de recalque de água bruta, condicionado à situação de normalidade da estação de tratamento. Para que o recalque funcione, é necessário que todos os parâmetros da estação estejam dentro dos parâmetros pré estabelecidos. Estamos estudando uma proposta para o sistema de Registro, de alterarmos a rotação das bombas em função dos níveis dos reservatórios de forma a manter a estação em funcionamento pelo maior espaço de tempo possível e com os reservatórios no nível também mais alto, aumentando a confiabilidade em caso de eventual parada no sistema.
4. Software de supervisão: Esta fase é de grande importância para monitoramento a distância e geração de relatórios que possibilitarão aperfeiçoar todo o processo. Existem muitos software de supervisão disponíveis no mercado. O que estamos usando é o Elipse, e já é possível conectar a estação de Registro, de qualquer local através de telefone, e obter todas as informações de qualidade e quantidade, em tempo real.

O objetivo principal deste trabalho é mostrar a concepção da automação do processo de tratamento das estações da Unidade de negócios Vale do Ribeira - SABESP. As estações são

auto-controláveis, através de controladores lógicos programáveis, com software que assume totalmente a estação, porém as eventuais situações de alarmes, são registradas e enviadas à uma central de controle operacional que estará de plantão 24 horas por dia, com objetivo de agilizar qualquer ação a ser tomada.

Inicialmente a nível de concepção, o projeto de automatização do processo de tratamento (1ª etapa) pode se dividir em três grupos.

1. Transdutores.
2. Controladores programáveis.
3. Atuadores.

Os transdutores, são equipamentos que transformam grandezas não elétricas em grandezas elétricas. Neste caso, tratam-se dos monitores de residual de cloro, ph, turbidez, equilíbrio de cargas (coagulante), que transformam estas grandezas em sinais elétricos.

Os controladores programáveis, são equipamentos que recebem as informações dos transdutores e obedecendo rigorosamente ao software instalado, envia sinais para os atuadores em processo.

Os atuadores, são basicamente os equipamentos que atuam no processo. No caso do tratamento de água, podemos nos referir aos dosadores de produtos químicos.

Efetuada adequadamente a interação entre os grupos mencionados, teremos o processo de tratamento de água totalmente automatizado.

Para que o processo seja melhor entendido, é necessário que se apresente alguns conceitos básicos dos sinais elétricos que serão "tratados" pelo controlador lógico programável.

Grandezas digitais: São grandezas que possuem apenas dois "status", ou seja, não existem situações intermediárias. Exemplo: ligado / desligado, aceso/apagado, parado/em movimento, etc.

Grandezas analógicas: São grandezas que possuem uma variação entre um valor mínimo e máximo. Exemplo: velocidade, temperatura, rotação de um motor, residual de cloro, turbidez, ph, etc.

Analogamente, quando se trata de sinais elétricos, teremos os sinais *digitais* e os *analógicos*, onde no primeiro teremos a situação energizada ou desenergizada. Neste caso, poderemos como *exemplo*, ter uma saída digital com zero volts cujo status será "zero" ou vinte e quatro volts, quando o status será "um". No segundo caso, poderemos por *exemplo*, ter uma saída variando entre 4 e 20mA (mA= milésimo de Ampere)*, proporcional à vazão de uma adutora, onde poderá ser definido, como ilustração, uma variação de vazão de 0 à 100 L/s proporcional à 4 a 20mA.

? *Ampere é a unidade de corrente elétrica equivalente a um coulomb/segundo.*

Da mesma forma, poderemos ter outras grandezas transformadas em sinais elétricos analógicos como por exemplo: turbidez, residual de cloro, ph, equilíbrio de cargas (monitor de coagulante)etc..

Para que possamos automatizar uma estação de tratamento, é fundamental que os transdutores utilizados, sejam totalmente confiáveis ou seja, que as leituras efetuadas durante o tratamento sejam exatas e que os sinais elétricos (4 a 20mA por exemplo) de saída sejam rigorosamente correspondentes às leituras durante o processo.

Após criteriosa escolha dos tipos de transdutores e a definição do ponto ideal para instalação dos mesmos, é então estabelecido o número de entradas analógicas que o controlador programável precisa ter para atender às necessidades do processo de tratamento. Nesta fase ainda, deve-se prever a quantidade de dosadoras e/ou atuadores que serão necessários e os mesmos também devem ser munidos de controle de dosagem através de sinal elétrico analógico compatível com o controlador programável (4 a 20mA por exemplo).

É necessário também estabelecer as informações lógicas, para os intertravamento através do software e acionamentos lógicos a serem condicionados.

Com a definição do número de entradas e saídas necessárias, tanto as lógicas como as analógicas, é então especificado o controlador lógico programável.

Em uma próxima fase, elabora-se um fluxograma de operação detalhado da estação de tratamento prevendo todas as possíveis situações obtendo em uma primeira fase, a concepção do software que controlará a estação.

A primeira condição para que uma estação possa ser automatizada, é que esteja bem dimensionada hidraulicamente, com todas as grandezas que definem um ponto ótimo para o tratamento tais como gradiente de velocidade nos floculadores e decantadores, taxa de filtração e tempo de contato.

O projeto da estação de Registro, é completo (para a nossa realidade) visto ser a maior estação dos sistemas operados pela nossa unidade de negócio, sendo o seu projeto definido como padrão para inclusive as outras estações de menor vazão. A montagem do quadro elétrico que abriga os controladores lógicos programáveis, as lógicas de acionamento dos equipamentos e software, possuem as mesmas características, alterando apenas as grandezas temporizadas.

A automação do processo de tratamento, é dividido em projeto de hardware e de software. O projeto do hardware, compreende as definições do quadro elétrico de comando, e toda a instalação elétrica bem como a identificação lógica dos periféricos e fiação e também os intertravamentos elétricos e mecânicos.

O projeto do software compreende o tratamento de todas as informações lidas pelos clp's para controle dos atuadores e comando geral do sistema.

HARDWARE

Inicialmente, é necessário definir a localização de cada monitor, de forma a obter no menor espaço possível de tempo, a informação a ser medida após a aplicação do produto químico. O ajuste do ph ideal da água bruta, é de fundamental importância para um bom funcionamento do monitor de coagulante então, deve-se aplicar o alcalinizante adequado e em um ponto onde já se garanta a perfeita homogeneização, efetuar uma tomada de amostra para o medidor de ph em processo, e este informando o clp que atuará na dosagem de alcalinizante. O menor tempo entre a aplicação do produto químico e a estabilização para leitura garantirá um melhor controle do tratamento. Na prática o tempo deve ser menor que 600 segundos.

Após, o mesmo deverá ocorrer com o coagulante e cloro da pré, obedecendo a seqüência ou conforme a particularidade de cada estação. A pré dosagem se encontrando no ponto ótimo, definirá a performance da floculação e da decantação.

Na seqüência, teremos a filtração e correção da água final obedecendo os mesmos requisitos da pré-aplicação, corrigindo o ph, cloro, flúor e efetuando a leitura da turbidez final que também informará o clp para que o software também trate as informações.

É necessário também instalar um medidor de vazão na chegada da água bruta e na chegada do reservatório de contato, para que estas informações também recebam tratamento através do software.

SOFTWARE

O controlador lógico programável (CLP), teve como especificação a não programação pela linguagem de relés em função da dificuldade de interação dos profissionais e técnicos da área de tratamento de água. Procuramos então identificar no mercado algum equipamento com performance ótima e de programação em linguagem descritiva de preferência em português, cuja interpretação fosse facilitada principalmente pelos químicos, provocando assim em um “polimento” constante do programa.

Adquirimos um CLP, que possui uma característica muito favorável para programação, com estrutura muito próxima ao BASIC, facilitando muito o desenvolvimento do software.

Para estruturar o programa no clp, é preciso relacionar todas as rotinas de controle necessárias para comandar o processo. O clp precisa rodar todas as rotinas simultaneamente, visto que existem vários controles independentes.

Um centro de controle operacional, localizado na cidade de Registro supervisiona as estações em um raio de 150 quilômetros. Caso alguma anormalidade ocorra em uma estação, a mesma automaticamente conecta com o centro de controle através de linha telefônica discada e informa a causa da parada. Podemos classificar o funcionamento das estações como um sistema em

equilíbrio instável onde qualquer perturbação a estação desliga e conecta com o controle central.

Todo o projeto detalhado foi desenvolvido pela unidade de negócio vale do Ribeira-Sabesp e toda a montagem também foi executada pelos funcionários da empresa.

As estações automatizadas encontram-se em pleno funcionamento e as visitas poderão acontecer de forma programada entrando em contato com a sede da Unidade de Negócio vale do Ribeira - SABESP na cidade de Registro.

Segue especificação dos equipamentos utilizados na automação das ETA's.

ESPECIFICAÇÃO DO KIT MÍNIMO

Controlador Lógico Programável

Característica mínima de hardware:

- ? 16 (mínimas) entradas lógicas digitais 220 Vac
- ? 12 (mínimas) saídas digitais 220 Vac, estado sólido com possibilidade de expansão até 40 saídas.
- ? 08 (mínimas) entradas analógicas 4 a 20 mA.
- ? 04 (mínimas) saídas analógicas 4 a 20 mA
- ? Display alfanumérico de 2 linhas por 16 caracteres (mínimo) para fixação frontal em painel. Os cabos devem estar incluídos. O display pode estar incorporado ao controlador desde que tenha fixação frontal para painel.
- ? Teclado com mínimo de 16 teclas (numéricas mais funções) para fixação frontal no painel ou incorporado ao controlador desde que tenha fixação frontal para o painel.
- ? Comunicação serial RS 232 e 485.
- ? Relógio em tempo real com baterias para falta de energia com informações sobre ano, mês, dia, hora, minuto e segundo.
- ? 16 Kb em FLASH EPROM.
- ? 8 Kb de RAM.
- ? Alimentação 220 Vac.

Característica de Software:

- ? Linguagem de programação em alto nível graficet, descritiva ou texto.
- ? estruturando.
- ? Três matrizes com pelo menos 500 elementos.
- ? Rotina de discagem telefônica.
- ? Quatro LOOPS de controle PID.
- ? Display com diagnóstico local apresentando em caso da falha, a mensagem de ERRO. No mínimo deverá ser informado : FALHA DE TECLADO; ERRO DE MEMÓRIA; ERRO DE RELÓGIO.
- ? O fornecedor deverá cotar o sistema completo de programação.
- ? Por ser de programadores de áreas adversas não serão aceitos Controladores Lógicos Programáveis com programação em diagramas de relés ou blocos lógicos.

Analizador pH em Processo Contínuo

Analizador de Ph em processo contínuo com saída para controlador lógico programável (CLP), com saída proporcional à leitura em 4 à 20mA, tipo sonda para montagem em linha para trabalhar em água bruta com até 1200 NTU de turbidez.

O equipamento deverá dispor de display de temperatura e indicação em mV. Alimentação em 220vac, 60Hz.

Turbidímetro Microprocessado de Análise Contínua

Turbidímetro microprocessado para leitura de 0 à 10 NTU(Mínimo) com saída proporcional à grandeza medida de 4 à 20mA. O equipamento deverá conter alarmes limites independentes e leitura de alto e baixo em qualquer ponto da faixa e resolução de 0,0001NTU para leituras abaixo de 0,1 NTU e disposição de off-set para turbidez de água pura.

Alimentação: 220Vac 60hz.

Monitor de Coagulante em Processo Contínuo

Monitor de coagulante em processo contínuo microprocessado, informando através de sinal de 4 à 20mA a situação de falta ou excesso de coagulante. O equipamento deverá permitir calibração do equilíbrio de cargas da água, após a aplicação de coagulante através de jar-test efetuado convenientemente. Deverá indicar através de display, a situação de falta ou excesso de coagulante mostrando valores negativos e positivos respectivamente e valor zero quando a solução estiver ideal. Deverá informar através da saída, sinal proporcional menor que 12mA quando da falta de coagulante e maior que 12mA quando do excesso, distanciado do ponto de equilíbrio que deverá ser de 12mA, quanto maior for a falta ou excesso do coagulante. Deverá estar provido de elementos que evite acúmulo de resíduos e a resposta do sensor deverá ser de no mínimo 5 segundos.

Alimentação: 220Vac-60Hz

Analisador de Cloro Residual Livre em Processo Contínuo

Analisador de cloro residual livre em processo contínuo com faixa mínima de 0 à 5 ppm e saída microprocessada de 4 à 20mA proporcional à leitura. O equipamento deverá conter display para leitura, relés de contatos limites independentes e operação baseado no princípio colorimétrico, sendo então desclassificado tecnicamente qualquer proposta cujo método não seja colorimétrico. Temperatura de operação : 0 à 40 graus centígrados.

Alimentação: 220Vac 60hz (qualificação técnica).

Módulo Conversor RS-232 / RS485

- ? Alimentação: 220/115Vac.
- ? Entrada RS-232: Repouso: -30 à 0,7V (impedância de 7 K ohm) sinal: 2,3 à 30V.
- ? Saída RS-232: Repouso: -3 à -5V (impedância de 300 K ohm) sinal: 10 à 12V
- ? Controle RTS: Repouso: -30 à 0,7V (impedância de 7 K ohm) sinal: 2,3 à 30V
- ? Linha Rs485: Repouso: + 0,5 à + 5 V e sinal de -0,5 à -5V.
- ? Número máximo de equipamentos previstos na rede: 32 UN

- ? Distância máxima de conexão: 1200m
- ? Velocidade de Comunicação: DC até 9600 baud.
- ? Conectores RS 232: tipo “D” 25 pinos fêmea. Linha. Rs 485: Borne 5 pinos.
- ? Sinalizadores de status: indicação de alimentação/comunicação ativo/RTS ativo.
- ? Temperatura de Trabalho: 0 à 50 graus centígrados. (não precisa de qualificação técnica).

Cloradores

Dosador de Cloro gás, em baixa pressão, com dosagem regulável através de sinal de 4 à 20 mA com as seguintes características e acessórios.

- ? Equipamento deverá prever sistema magnético de varredura para rotâmetro, indicando o fluxo de gás através de sinal de 4 à 20 mA.
- ? Sensor de pressão para vácuo de injeção e operação através de sinal de 4 à 20 mA, para detecção rápida de distúrbio no sistema.
- ? Vacuômetro com saídas de contato limites.
- ? Uma válvula reguladora de vácuo por equipamento.
- ? uma chave SWITCHOVER equipamento para troca automática de cilindro de cloro, ciente de que será utilizada uma válvula para cada dois cloradores.
- ? Todos os componentes deverão ser construídos de materiais resistentes à corrosão provocada pela ação do cloro.
- ? Rotâmetro de fácil substituição e acesso.

Medidor de Vazão Tipo Turbina

Medidor de vazão para água tratada e bruta para aplicação em bitola de tubulações variáveis de 1,5 polegadas à 24 polegadas, em material de aço inox 316 com conexão tipo rosca com luva de 1,5” BSP, com indicação instantânea de vazão e totalização resetável e permanente, erro máximo de 0,5%, com circuito microprocessado e saída variável de 4 à 20mA, compatível para controlador lógico programável.

Alimentação: 24Vdc

A calibração deverá ser efetuada através do display, informando a constante que relaciona a velocidade do fluido com a vazão em função do diâmetro da tubulação e da unidade de engenharia.

Medidor de Nível por Ultra-Som

- ? PRINCÍPIO: ultra-som
- ? FAIXA DE OPERAÇÃO: 0 à 6 metros (mínimo).

- ? ALIMENTAÇÃO: 24Vdc
- ? SAÍDA: 4 À 20mA
- ? CORPO : PVC NEMA 4X
- ? ENCAPSULAMENTO: Epoxi
- ? PRECISÃO: 0,25% do range
- ? COMPENSAÇÃO DE TEMPERATURA: Sim
- ? PROGRAMAÇÃO: Poderá ser através de display e teclado incorporado ao equipamento ou através de microcomputador porém deverá estar incluso o preço do software.

Transdutor de Pressão para Água

- ? FAIXA: 0 À 10Kgf/m²
- ? ALIMENTAÇÃO: 24Vdc
- ? SAÍDA: 4 à 20 mA
- ? CALIBRAÇÃO: Através de teclado e display incorporado ao equipamento ou através de microcomputador com software incorporado ao custo total.
- ? PRECISÃO: 0,05% do range
- ? INVÓLUCRO: À prova de tempo.

Bombas Dosadoras

Bomba dosadora com vazão controlável através de sinal de 4 à 20 mA e contra pressão de 10 mca, para bombear ácido fluorsilícico, sulfato de alumínio, cloreto férrico, cal, com todos os acessórios, alimentação em 220/110volts, com seletor manual automático incorporado ao equipamento.

Especificação do Supervisório

Objeto: Fornecimento de serviços de elaboração de sistema para supervisão de processo de Tratamento de Água com os seguintes elementos:

Software Supervisório, que permita:

- ? Operação multitarefa preemptiva com crash protection inerente ao sistema Windows 95.
- ? Interfaces gráficas que gera telas simultâneas e/ou sobrepostas.
- ? Biblioteca de símbolos.
- ? Gerenciador de receitas
- ? Gerador de relatórios formatados.
- ? Gráficos de tendência real e histórica.

- ? Programação de alto nível permitindo controle de processos.
- ? Operação em redes Ethernet TCP/IP e NET Bios.
- ? Bancos de dados em qualquer formato suportado pelo ODBC (DBF, Oracle).
- ? Compatibilidade com aplicativos Windows 95, permitindo DDE.
- ? Capacidade de gerenciar no mínimo 10.000 tags ou variáveis interna ou externa.

Configuração do Supervisório, para o seguinte Quadro:

- ? Acesso à (quantidade de estações) Estações de Tratamento de Água controladas com CLP.
- ? Comunicação de dados feita através de Modem uma a uma da ETA's para isso o sistema já deverá contar com driver de comunicação via Modem para CLP's BCM.
- ? Monitoração de até 20 variáveis do campo na forma de telas sinóticas.
- ? Busca de armazenamento dos dados históricos acumulados na memória do CLP, mantendo os instantes em que ocorreram e não quando foram acessados (data real do fato ocorrido).
- ? Elaboração de aproximadamente 50 telas para visualização dos dados.

Alteração do Software Existente no Clp (será fornecido o Programa Fonte)

- ? Inclusão de acúmulo de dados de memória dos CLP.
- ? Acerto de alocação de memória de forma que se consiga armazenar o máximo possível de dados.
- ? Alteração de laços de controle para que possam ser feitas intervenções no sistema através do Supervisório.
- ? Elaboração de rotina para discagem automática para a central na ocorrência de alarmes locais.
- ? Escalonamento de número dos CLP's na rede.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Não relacionadas pelo Autor.