

# Automatização e controle operacional a longa distância em sistemas de produção de água de comunidades de pequeno porte

JOSÉ CARLOS TORREZAN (1)  
SILVANA ALMEIDA NOGUEIRA COTRIM (2)  
HUGO KOMAJE IKEDA (2)  
LUIZ CARLOS DIAS DE BARROS (3)

## 1. INTRODUÇÃO

Ao se projetar qualquer instalação de um processo industrial, deve-se perseguir que a mesma possua um baixo custo de investimento e que as despesas operacionais sejam minimizadas. É evidente que uma instalação assim projetada deve produzir a um menor custo, tornando o produto final mais competitivo no mercado de consumo.

Da mesma forma que uma indústria deve procurar reduzir o custo de seu produto, as Companhias de Saneamento Básico devem produzir água potável a um menor custo, não só para que as mesmas sejam viáveis economicamente, como também para permitir que um maior número de pessoas, mesmo aquelas menos favorecidas, possam dispor desse benefício elementar.

Como é sabido, a maioria das comunidades brasileiras é classificada como de pequeno porte, isto é, possui população inferior a 5.000 habitantes. Quanto menor a instalação de um sistema de produção de água, tanto mais

caro é o produto final, o qual é influenciado de forma decisiva pelo custo de produção, representado pelas despesas operacionais, ou seja, pelas despesas decorrentes dos elementos humanos necessários ao sistema.

Dessa forma, torna-se imperioso nos pequenos sistemas a redução do número de operadores, para provocar uma queda no custo do m<sup>3</sup> da água produzida.

Adequadas concepções de sistemas promovem, em parte, tal redução.

O presente trabalho procura mostrar como a SABESP vem reduzindo as despesas operacionais dos sistemas de abastecimento de água das comunidades de pequeno porte, através da automatização dos sistemas de produção ou através do controle operacional a longa distância.

## 2. PRINCÍPIO BÁSICO DA AUTOMATIZAÇÃO OU CONTROLE OPERACIONAL A LONGA DISTÂNCIA

Quando se fala em "automatização", muitas pessoas, e entre elas engenheiros, logo pensam em computadores eletrônicos, isto é, em sofisticados equipamentos que não são coerentes com o nosso grau de desenvolvimento e de recursos financeiros.

Na realidade, para se proceder a automatização, ou controle operacional a longa distância de um sistema de produção de água de uma pequena

comunidade, não se torna necessário lançar mão de equipamentos sofisticados, de alto custo de aquisição e de operação e manutenção difíceis. O problema pode ser resolvido de forma mais simples, bastando captar as VARIACÕES DE ENERGIA que ocorrem num sistema de adução e reservação de água, ou seja, as variações de NÍVEL D'ÁGUA, PRESSÃO, VAZÃO ou CORRENTE ELÉTRICA.

Essas variações de energia, que podem ocorrer espontaneamente ou então podem ser provocadas, captadas e adequadamente aproveitadas, servirão para comandar ou controlar conjuntos elevatórios e outros equipamentos utilizados em sistemas de abastecimento de água.

Na seqüência, mostramos os casos mais comuns de sistema de produção de água e a sua correspondente automatização ou controle operacional a longa distância.

## 3. AUTOMATIZAÇÃO POÇO PROFUNDO – RESERVATÓRIO DE DISTRIBUIÇÃO – DESINFECÇÃO

Quanto à distância entre o poço tubular e o reservatório, podem ocorrer duas situações:

- As unidades situam-se próximas, isto é, na mesma área;
- O poço situa-se a longa distância do reservatório.

(1) Engenheiro, Coordenador do Grupo de Estudos e Projetos da Superintendência de Obras Especiais – Diretoria de Operação do Interior, SABESP.

(2) Engenheiros do Grupo de Estudos e Projetos da Superintendência de Obras Especiais – Diretoria de Operação do Interior – SABESP.

(3) Técnico Chefe da Equipe de Montagem Eletromecânica da Superintendência de Obras Especiais – Diretoria de Operação do Interior – SABESP.

### 3.1. AS UNIDADES SITUAM-SE PRÓXIMAS

Esse caso (fig. 1) é o mais simples de ser automatizado, isto é, fazer com que o conjunto moto-bomba do poço funcione somente quando o reservatório "pede" água e a bomba dosadora somente quando a bomba do poço esteja em operação.

Os dois equipamentos são acionados simultaneamente, através de bóias que possuem contato interno através de ampolas contendo mercúrio. Essas bóias possuem o formato de uma pera, sendo que elas se mantêm na posição vertical quando estão fora d'água, ou se inclinam quando imersas. Numa ou outra posição ocorrem o fechamento e a abertura de contatos, que possibilitam o acionamento ou desligamento dos quadros elétricos de comando e proteção dos dois equipamentos em pauta.

A fig. 1 mostra que a bomba do poço profundo e a bomba dosadora se encontram paralisadas, visto que o reservatório está cheio e em processo de esvaziamento, em função do consumo da rede.

Quando a água do reservatório atingir o NA MÉDIO, a bóia instalada nesse nível toma a posição vertical e fecha o contato, fazendo com que os equipamentos elétricos sejam acionados, isto é, o conjunto moto-bomba do poço passa a recalcar água para encher o reservatório e sincronizada com a mesma entra,

também, em funcionamento a bomba dosadora de hipoclorito de sódio, que passa a desinfetar a água que está sendo aduzida. Dessa forma, a água que chega ao reservatório já se encontra clorada, com um teor desejável para a distribuição.

Ao atingir o NA MÁXIMO do reservatório, a água faz com que a bóia instalada nesse nível tome a posição horizontal abrindo o contato e desligando os equipamentos que estavam em operação. O ciclo se repete e dessa forma consegue-se produzir água com funcionamento totalmente automatizado.

Como se verifica, esse processo de automatização utilizou a variação de energia potencial, representada no caso pelos níveis d'água no reservatório. O equipamento usado para captar essa variação de energia, foi um par de bóias.

### 3.2. O POÇO SITUA-SE A LONGA DISTÂNCIA DO RESERVATÓRIO.

Essa é uma situação bastante frequente, visto que geralmente os poços tubulares profundos situam-se nas partes mais baixas da comunidade, enquanto os reservatórios de distribuição situam-se na região mais alta.

Configura-se assim, uma longa distância entre as unidades do sistema de produção e reservação de água.

Para se automatizar em tal condição, existem vários processos adequados, cada qual obedecendo aos princípios de variação de energia e aplicação em função de aspectos econômicos, topográficos, das características dos conjuntos moto-bombas e outros.

Na seqüência, apresentamos os processos mais comuns de automatização a longa distância e as correspondentes limitações.

#### 3.2.1. Automatização Aproveitando a Variação do Nível D'Água no Reservatório

(Fig. 2A)

Do mesmo modo que no caso anterior — quando as unidades situam-se próximas — no reservatório de distribuição são instaladas duas bóias que têm a função de detectar quando a água se encontra no nível médio ou superior desse reservatório. Elas terão a função de fechar ou abrir os contatos do Quadro Elétrico de Comando e Proteção (QCEP), do conjunto moto-bomba do poço tubular.

O "sinal" emitido pelas bóias é transmitido até o comando do QCEP através de um adequado cabo elétrico trifásico, assentado na mesma vala da adutora.

A tensão de trabalho do citado cabo é de 48 Vvets, C.C., isto é, o mesmo transmite corrente contínua, gerada por uma ponte retificadora situada normalmente no interior do

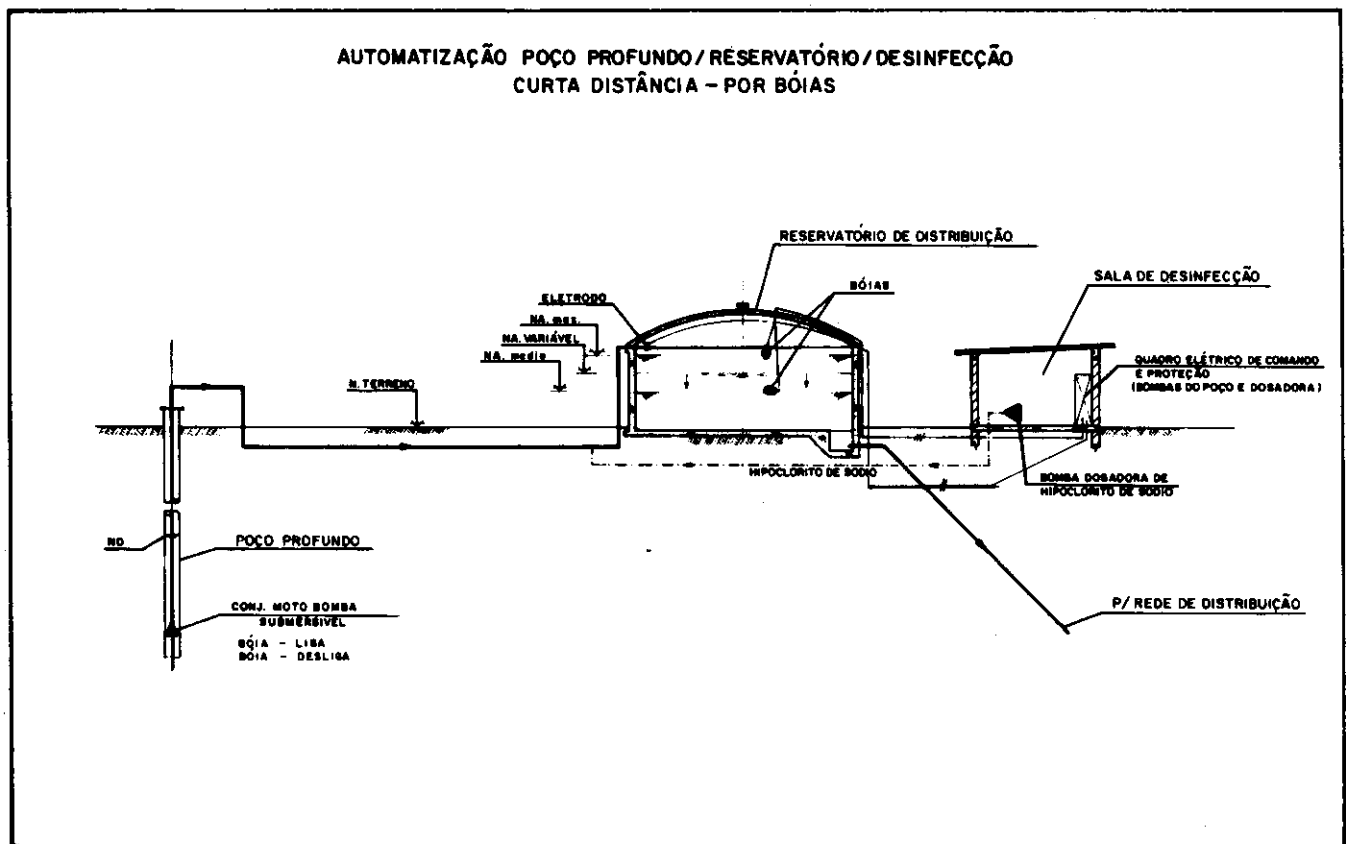


FIG. 1

QCEP, do conjunto moto-bomba do poço.

Dessa forma e conforme mostra a Fig. 2A, quando a água atinge o NA MÉDIO do reservatório, a bóia aí instalada toma a posição vertical e fecha o contato, acionando a bomba do poço profundo. Quando a água atinge o NA MÁXIMO do reservatório, a bóia superior toma a posição horizontal e abre o contato, desligando o conjunto de recalque.

O acionamento da bomba dosadora situada junto ao reservatório — utilizada para aplicar a solução desinfetante — é efetuado por um eletrodo instalado na boca do tubo de entrada no reservatório.

Quando há fluxo de água nessa tubulação, o eletrodo coloca em funcionamento o correspondente Relé, o qual aciona o contator da bomba dosadora.

O desligamento dessa bomba se dá quando cessa o fluxo de água na tubulação influente do reservatório, isto é, quando a bomba do poço profundo é paralisada.

Dessa forma, consegue-se a automatização completa do sistema de produção de água, sendo a bomba do poço automatizada com o aproveitamento da variação do NA no reservatório, e a bomba dosadora automatizada através do fluxo de água gerado pelo funcionamento da primeira.

Em razão do custo de tal solução, a mesma é atualmente recomendada para distâncias de até 2,5 km. Sua li-

mitação é dada pelo preço do cabo elétrico, visto que quanto maior a distância entre as unidades do sistema, mais longo é o seu comprimento.

O cabo elétrico, que tem a finalidade de transmitir o "sinal" emitido pelas bóias, pode ser, também, aéreo, preso nos postes que levam energia elétrica ao poço. Tal solução, todavia, deve ser autorizada pelo concessionário de energia elétrica da localidade.

### 3.2.2. Automatização Aproveitando a Variação de Pressão no Sistema Adutor

(Fig. 2B)

Conforme foi visto no item anterior, o processo ali indicado para o comando a longa distância é limitado pelo comprimento do cabo, em face de seu custo. A partir de certa distância (cerca de 2,5 km), passam a ser mais vantajosas soluções que utilizam outros princípios para a automatização. Um deles é o que utiliza a variação de pressão, provocada intencionalmente ou disponível em grau adequado no sistema adutor.

Geralmente é necessário provocar a variação de pressão, para que se possa efetuar a automatização. Para tanto é instalado na tubulação influente do reservatório uma válvula

acionada por bóia, semelhante às utilizadas em reservatório domiciliar.

Tais válvulas são disponíveis no mercado ou mesmo podem ser construídas em qualquer pequena oficina que trabalhe com caldearia.

O acionamento do conjunto moto-bomba do poço profundo se dá através de um TIMER, isto é, de um dispositivo que marca o tempo, semelhante aos relógios despertadores. Este equipamento é instalado no QCEP do conjunto moto-bomba e pode ser regulado para que feche contatos em intervalos pré-estabelecidos.

O desligamento do conjunto moto-bomba é efetuado por um pressostato, ou seja, um dispositivo que possui MICROSWITCHES que se abrem ou se fecham em função da pressão a que são submetidos.

O pressostato é instalado nas proximidades do QCEP da bomba do poço, ligado à adutora através de tubulação de  $\varnothing$  1/2". Desta forma, o pressostato fica inserido no sistema adutor e atua quando a pressão atinge o valor pré-estabelecido.

O funcionamento automatizado do sistema de produção de água exposto, é efetuado da seguinte forma:

Quando o TIMER atinge o tempo pré-estabelecido para fechar o contato (geralmente até 5 horas), é acionado o conjunto moto-bomba do poço profundo que ao entrar em regime, estabelece uma pressão em regime, o reservatório possui nível d'água baixo, isto é, a

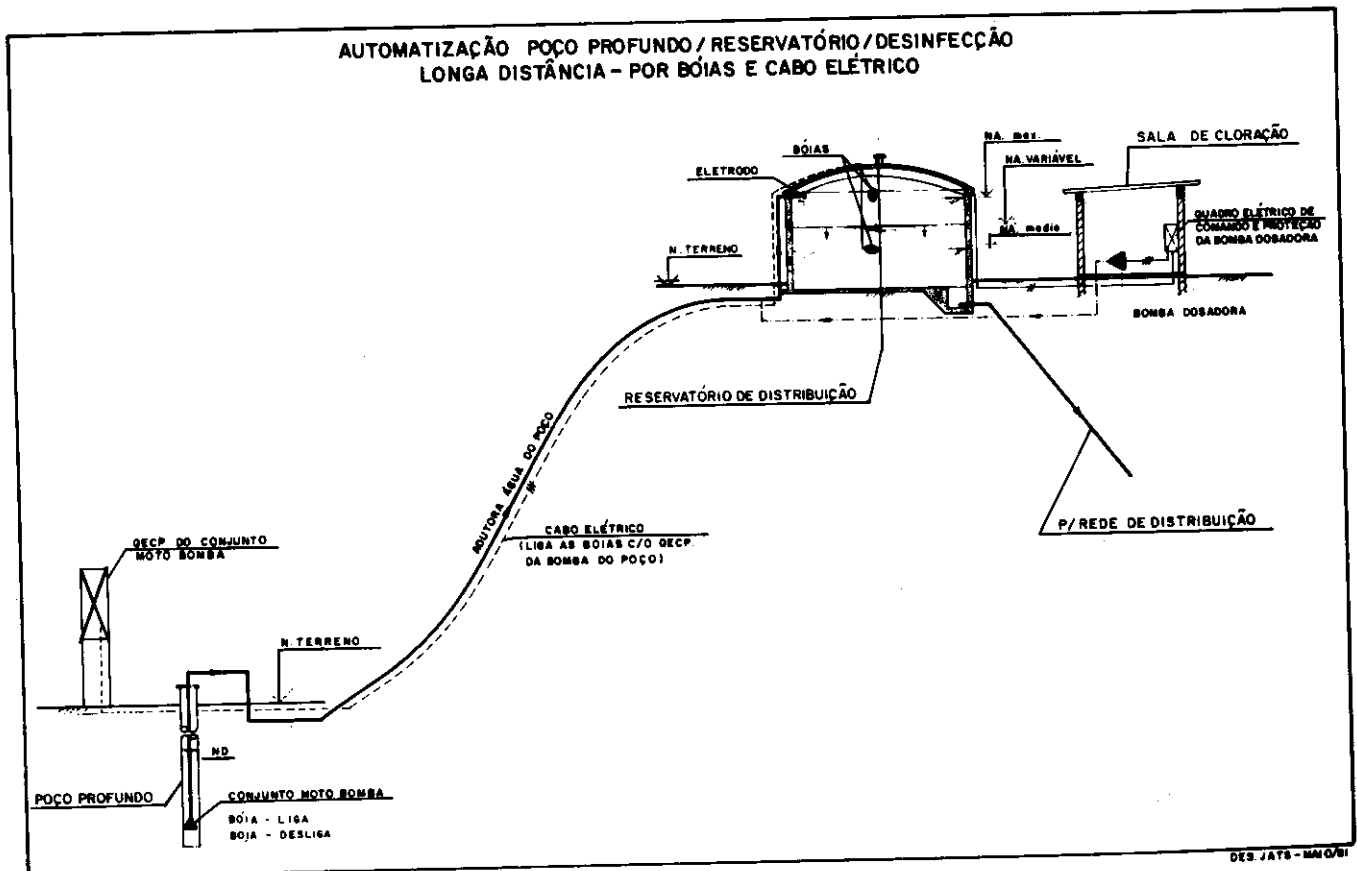


FIG. 2A

válvula comandada pela bóia (tambor) está aberta e a água flui livremente, efetuando o processo de enchimento do reservatório.

A água, no citado reservatório, ao atingir o NA MÁXIMO, provoca o gradual fechamento da válvula de bóia estrangulando a entrada e ocasionando uma perda de carga localizada. Essa perda de carga acarreta uma elevação de pressão na adutora, que ao atingir o valor regulado no pressostato, faz com que um MICRO-SWITCH se abra, derrubando o comando do conjunto moto-bomba do poço. Nesse instante cessa o bombeamento e, automaticamente, o TIMER passa a contar o tempo para novamente ligar a bomba do poço. Este tempo, conforme já foi descrito, pode ser regulado em até 5 horas, isto é, pode-se regulá-lo em função da demanda de água da comunidade.

A automatização da bomba dosadora da solução desinfetante é efetuada da mesma forma que a descrita no item anterior, ou seja, é feita através de Relé de Eletrodo e obedece ao fluxo de água que chega no reservatório.

O processo descrito de automatização utilizou a variação de pressão provocada no sistema adutor, sendo o pressostato o equipamento usado para captar e transmitir a variação de energia, desligando o conjunto moto bomba pretendido.

Um adequado projeto de automatização, utilizando o princípio descrito, envolve conhecer o comportamen-

to dos níveis d'água no poço (NE e ND), as características da bomba utilizada e outros de origem topográfica e hidráulica.

### 3.2.3. Automatização Aproveitando a Variação de Vazão no Sistema Adutor.

(Fig. 2C)

A automatização utilizando o princípio da variação de fluxo é semelhante ao que utiliza a variação de pressão, descrito no item anterior. A única diferença é o uso de uma válvula de fluxo, ao invés do pressostato.

Tal equipamento é instalado no início da adutora, sendo o mesmo constituído de lâminas que em função do fluxo acionam um MICROSWITCH, abrindo ou fechando-o.

As lâminas — conjunto de flexíveis chapas metálicas que penetram no interior da tubulação, interceptando o fluxo — transmitem para o meio exterior a pressão que o fluxo d'água exerce sobre as mesmas.

Quando a água no reservatório vai atingindo o NÍVEL MÁXIMO, a válvula de bóia vai estrangulando a entrada, provocando uma queda de vazão.

Com a redução da vazão aduzida, o fluxo não mais consegue manter pressionadas as lâminas da Chave de Fluxo, abrindo o contato do MICRO-SWITCH e derrubando o comando da bomba em operação.

Instantaneamente o TIMER passa a contar o tempo pré-estabelecido, pa-

ra novamente acionar o conjunto moto-bomba.

O funcionamento da bomba dosadora da solução desinfetante ocorre da mesma forma que nos casos anteriores, isto é, obedece ao fluxo d'água que chega ao reservatório, sendo comandada através de Relé de Eletrodo.

### 3.2.4. Automatização Aproveitando a Variação de Corrente Elétrica do Conjunto Moto-Bomba

(Fig. 2D)

A automatização utilizando a variação da corrente elétrica do motor de acionamento da bomba, requer os mesmos dispositivos hidráulicos usados nos processos de variação de pressão e vazão, somente que não são necessários pressostatos ou chaves de fluxo.

Ao invés desses dispositivos utiliza-se um Relé de Corrente, instalado no interior do QCEP do conjunto moto-bomba.

O Relé de Corrente é um equipamento recentemente desenvolvido, que abre ou fecha contatos em função da variação de corrente elétrica a que é submetido.

Tal dispositivo é conectado a um transformador de corrente (TC), normalmente utilizado para possibilitar a medição da amperagem do motor (amperímetro). Como nos dois casos anteriores, onde a válvula de bóia ao entrar em processo de estrangulamento provoca um aumento de pressão

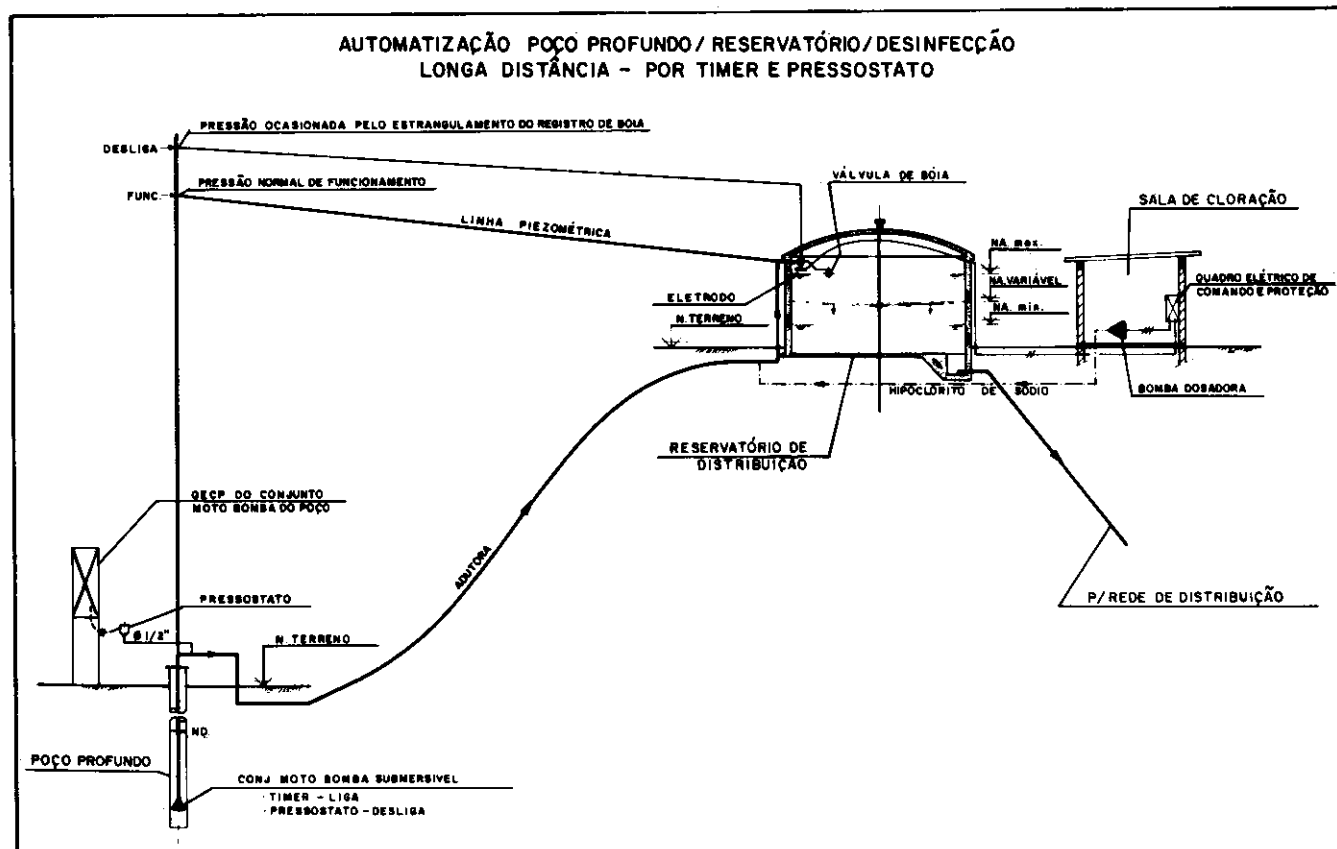


FIG. 2B

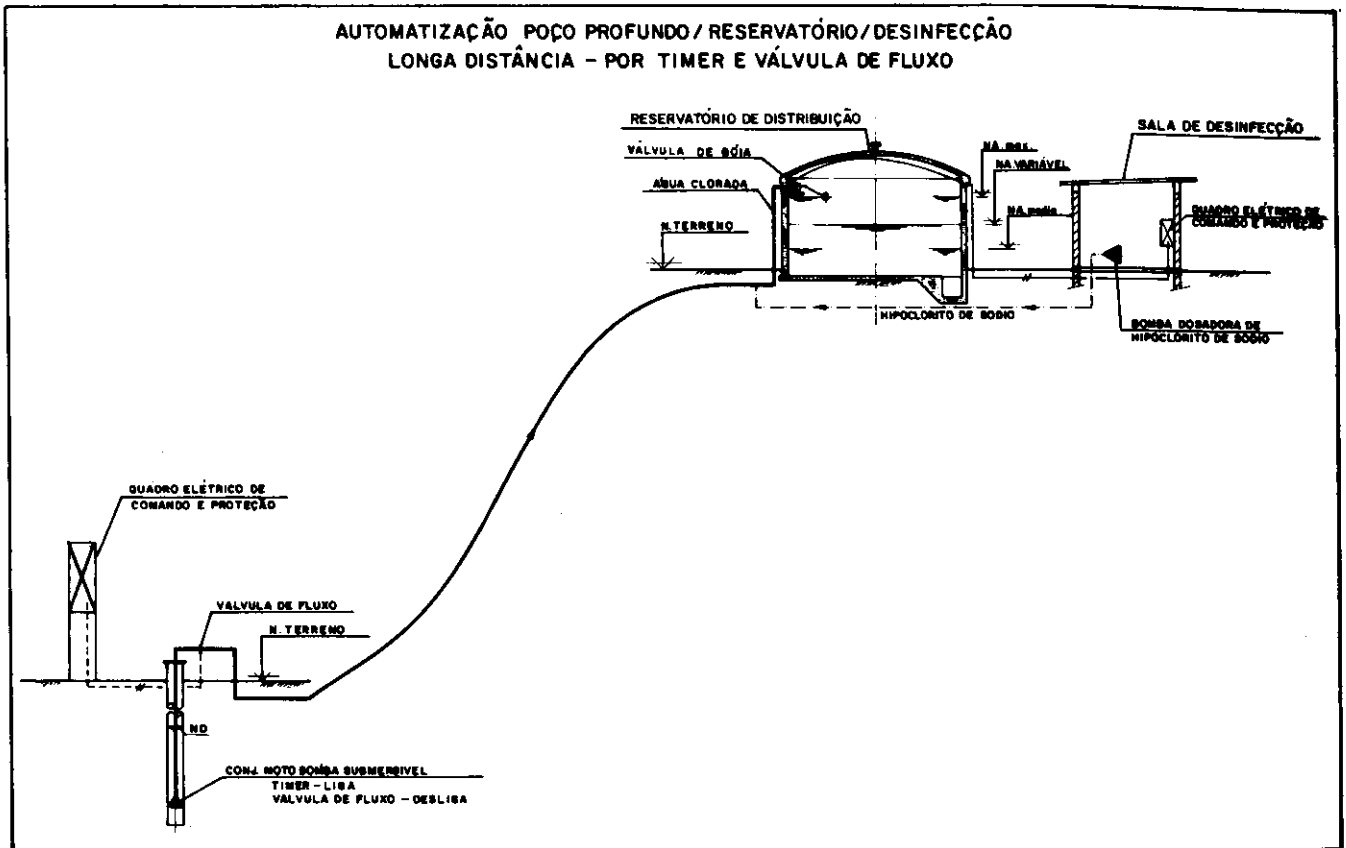
DES. JATS - MAIO/81

e conseqüentemente uma redução do fluxo da água, ocorre, também, as condições para alívio da potência do motor da bomba, isto é, o motor passa a exigir menos corrente elétrica. A amperagem do motor é diminuída

(normalmente) de forma gradual, a valores inferiores ao valor nominal.

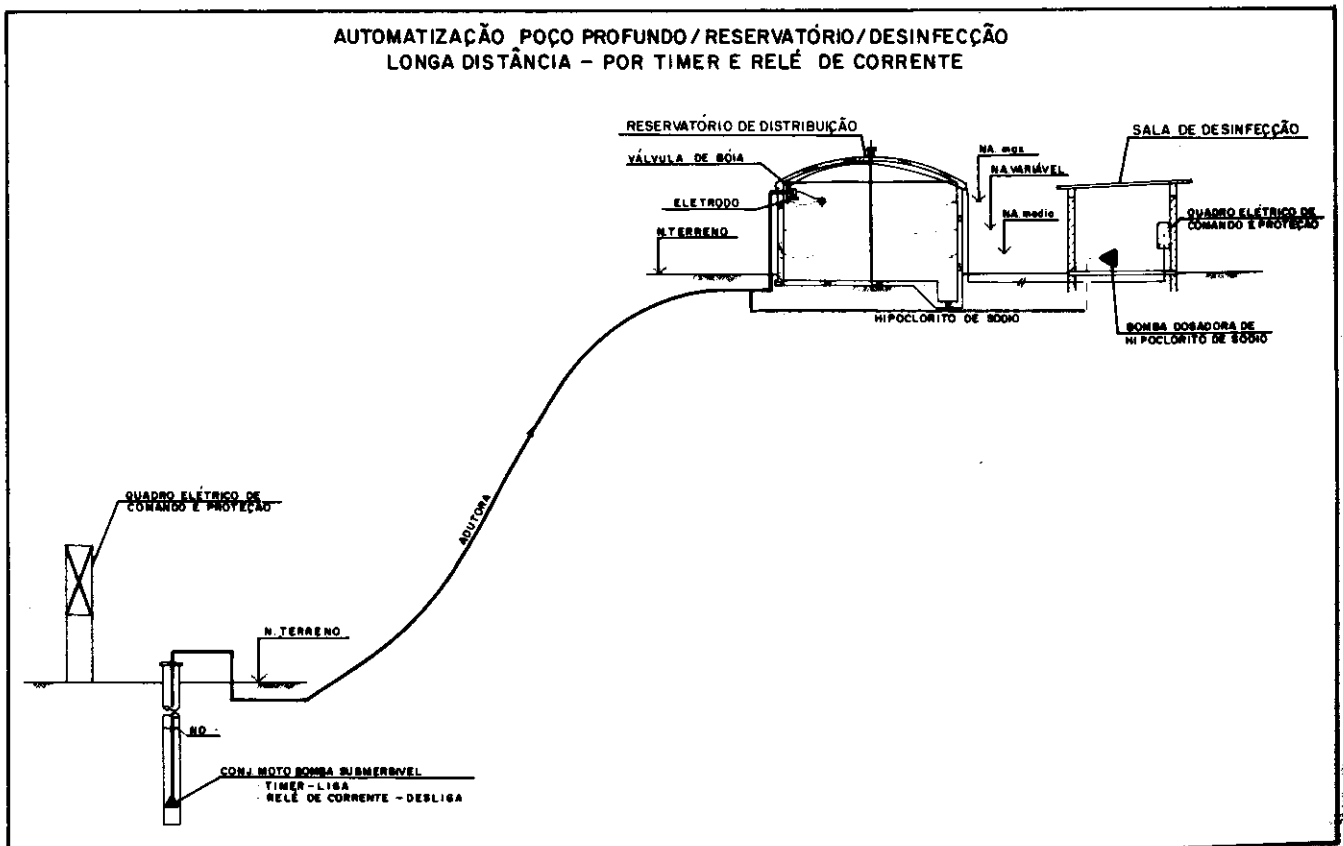
O Relé de Corrente é regulado para abrir o comando do conjunto em funcionamento, quando a amperagem do mesmo é um pouco inferior do

que a normal de operação. Desta forma, quando o reservatório se encontra cheio, o RC desliga o conjunto moto-bomba e instantaneamente coloca em funcionamento o TIMER, que passa a contar o tempo



DES. JATS - MAIO/78

FIG. 2C



DES. JATS - MAIO/78

FIG. 2D

para novamente colocar em operação o citado grupo elevatório.

O funcionamento da bomba dosadora é semelhante aos casos anteriores, regido pelo fluxo d'água que chega ao reservatório, sendo comandada através de Relé de Eletrodo.

#### 4. CONTROLE OPERACIONAL A LONGA DISTÂNCIA

Nos casos anteriores mostrou-se como a SABESP vem procedendo para automatizar o sistema de produção de água das comunidades de pequeno porte.

Existem casos em que não é viável automatizar, visto que o sistema, sob o aspecto hidráulico, não possui condições para ser automatizado. Isso se dá quando o conjunto moto-bomba não é afogado, geralmente ocorrendo em elevatórias de água bruta. Em outros casos não há interesse em automatizar, em razão de não se poder prescindir de um operador. Tais casos ocorrem em elevatórias situadas junto às estações de tratamento de água, onde necessariamente existe um operador.

Nesses casos torna-se conveniente efetuar o controle operacional a longa distância, ou então facilitar a comunicação entre os operadores de duas unidades distantes.

A seguir expomos dois exemplos, onde o controle operacional ou comunicação a longa distância são importantes.

#### 4.1. CONTROLE OPERACIONAL A LONGA DISTÂNCIA DE UM RESERVATÓRIO DE DISTRIBUIÇÃO

(Fig. 3A)

O caso retratado pela Fig. 3A, é aquele em que a ETA é construída junto à captação, de modo que todas as unidades de produção de água são reunidas em um único local. Dessa forma basta um só operador para processar todo o sistema, ou seja, um mesmo homem opera a elevatória de água bruta, a estação de tratamento de água e a elevatória de água tratada.

Esta última unidade recalca a água até o reservatório de distribuição, situado na parte mais alta da comunidade.

O problema desse sistema reside no fato de que o operador não sabe quando o reservatório de distribuição se encontra cheio, visto que a distância entre eles é grande. Seguramente vai ocorrer o extravazamento de água tratada pelo citado reservatório, constituindo-se em um desperdício. O problema pode ser resolvido com a instalação de um ALARME, junto à casa de química da ETA. Tal dispositivo emite sinal sonoro (campainha, buzina) e luminoso (lâmpada), quando a água no reservatório atinge o NA MÁXIMO, alertando ao operador para desligar as unidades de processamento da água.

O acionamento do ALARME é feito por um dos quatro processos básicos utilizados na automatização, já descritos anteriormente. Para facilitar o entendimento faremos um breve resumo dos processos:

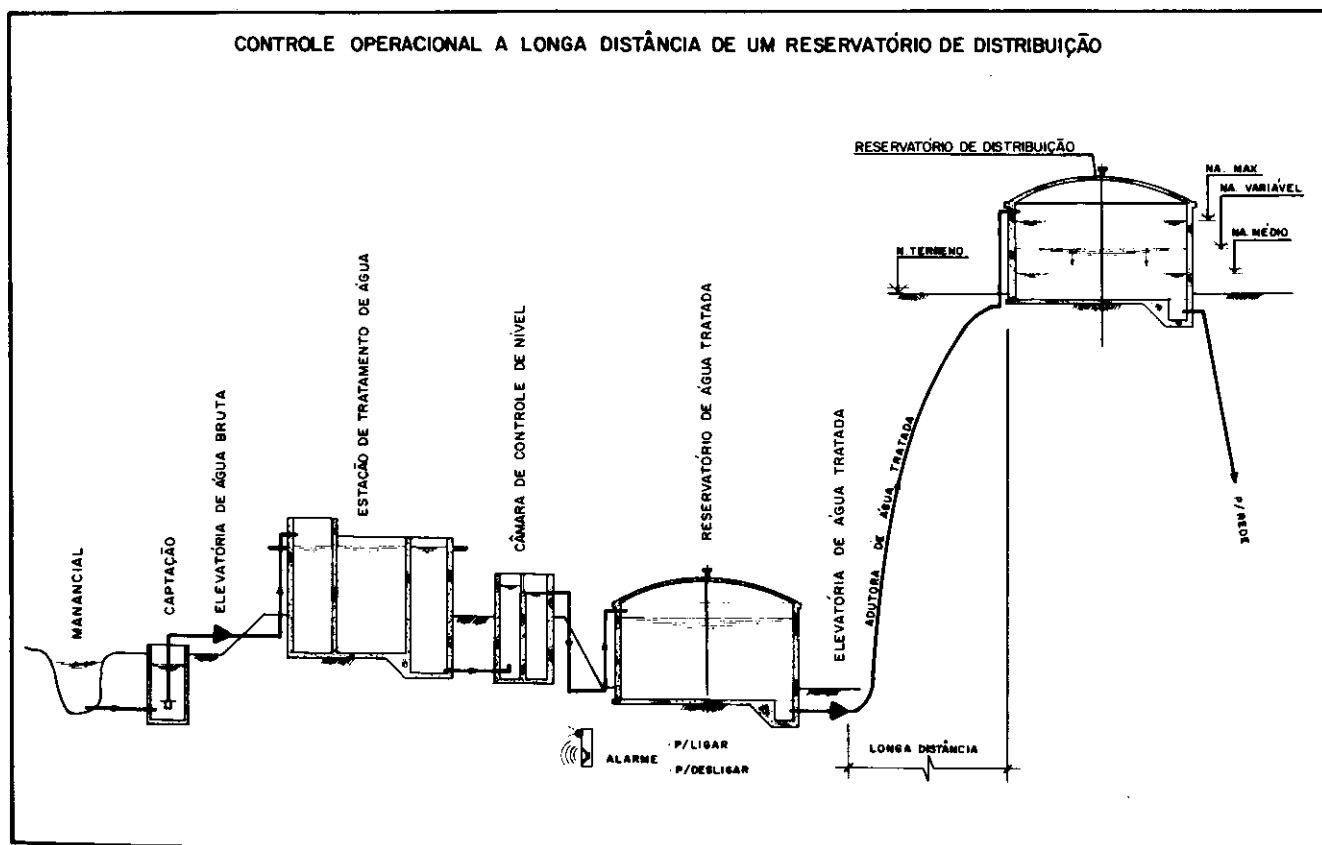
a) Uma bóia fecha o contato quando a água atinge o NA MÁXIMO do reservatório, fazendo soar o ALARME. Um cabo elétrico, instalado na mesma vala da adutora de água tratada, liga a bóia ao contator auxiliar do ALARME.

Uma outra bóia, instalada no NA MÉDIO do reservatório, pode ser utilizada para acionar novamente o ALARME, indicando, no caso, que o nível d'água está baixo. O operador deve ligar novamente as unidades de processamento da água;

b) Um pressostato fecha o contato quando o reservatório de distribuição atinge seu NA MÁXIMO, em vista do estrangulamento provocado por um registro de bóia, inserido na chegada da adutora de água tratada. O estrangulamento faz com que a pressão aumente na adutora, atingindo o ponto de acionamento do pressostato que fecha contato e dispara o ALARME;

c) Uma Chave de Fluxo fecha o contato e aciona o ALARME, em vista da redução da vazão na adutora provocada pelo estrangulamento do registro de bóia, instalado na chegada do reservatório;

d) Um Relé de Corrente fecha o contato e aciona o ALARME, em face da redução de corrente do mo-



DES. JATZ/MAIO/81

FIG. 3A

tor provocada pelo estrangulamento do registro de bóia.

Nos últimos três casos não se torna viável indicar a ocorrência do NAMEDIO do reservatório, principalmente quando é grande o desnível entre essa unidade e a elevatória de água tratada. O operador deverá ligar novamente o sistema de produção de água após decorrido um certo tempo, ditado pela experiência.

#### 4.2. COMUNICAÇÃO A LONGA DISTÂNCIA ENTRE OPERADORES

(Fig. 3B)

O caso esquematizado na Fig. 3B é aquele em que a ETA situa-se junto à comunidade, distante da captação e elevatória de água bruta. Esse tipo de sistema requer dois operadores, um junto à citada elevatória e outro junto ao tratamento. É evidente que se torna necessário que ambos mantenham comunicação, para uma racional operação.

Utilizando-se o mesmos princípios expostos anteriormente, torna-se possível permitir que o operador da ETA comunique ao operador da elevatória de água bruta, quando ele deve ligar ou desligar as bombas de recalque. Um processo muito simples e eficiente é o seguinte:

Junto à elevatória de água bruta é instalado um ALARME, que é acionado através de um pressostato com

dois MICROSWITCH, regulados convenientemente.

Quando os reservatórios da comunidade se encontram cheios, o operador da ETA estrangula um registro situado na chegada da adutora de água bruta (R. 1).

Um manômetro com escala adequada auxilia o operador nessa manobra, que deve ser lenta e controlada. A um certo instante a pressão na adutora aumenta e faz com que o MICROSWITCH de máxima feche contato e dispare o ALARME.

O operador da elevatória desliga o conjunto moto-bomba em funcionamento e aciona uma chave reversora no ALARME, fazendo-o silenciar. Automaticamente esse operador está colocando no circuito o MICROSWITCH de mínima.

O operador da ETA, tão logo cesse o fluxo de água bruta, fecha totalmente o registro R. 1.

No momento em que o operador da ETA sinta necessidade de fazê-la funcionar novamente, ele procede à abertura do registro R. 2, promovendo a injeção de água com pressão na adutora de água bruta.

Com o aumento da linha de carga junto ao pressostato, o MICROSWITCH de mínima fecha contato e aciona o ALARME. Nesse instante o operador da elevatória de água bruta deve ligar o conjunto de recalque e fazer silenciar o ALARME, invertendo a posição da chave reversora. O operador da ETA abre totalmente o R.1 e fecha

o R.2, indo após para o seu posto tratar a água.

Dessa forma há a comunicação, na medida do necessário, entre os operadores. Aquele que opera a ETA faz com que o ALARME soe junto à estação elevatória de água bruta, e o operador desta responde ligando ou desligando os equipamentos que promovem a adução de água.

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E AGRADECIMENTOS

Foram mostrados alguns casos de automatização, tendo-se por base um poço tubular profundo. Os mesmos princípios se aplicam para automatizar outras elevatórias, desde que o projeto hidráulico apresente os requisitos mínimos.

Deve-se alertar que cada caso é um caso, cabendo a um engenheiro com conhecimentos de hidráulica e eletricidade, decidir qual é o processo mais adequado para cada caso. Os princípios da automatização ou controle operacional a longa distância, envolvem conceitos de hidráulica e eletricidade, de maneira que se torna necessário um perfeito "casamento" das duas disciplinas. Seguramente não haverá sucesso em um projeto de comando elétrico, se o engenheiro electricista não estiver inteirado do comportamento hidráulico de um sistema de abastecimento de água.

Gostaríamos, nesse instante, de agradecer ao engenheiro electricista

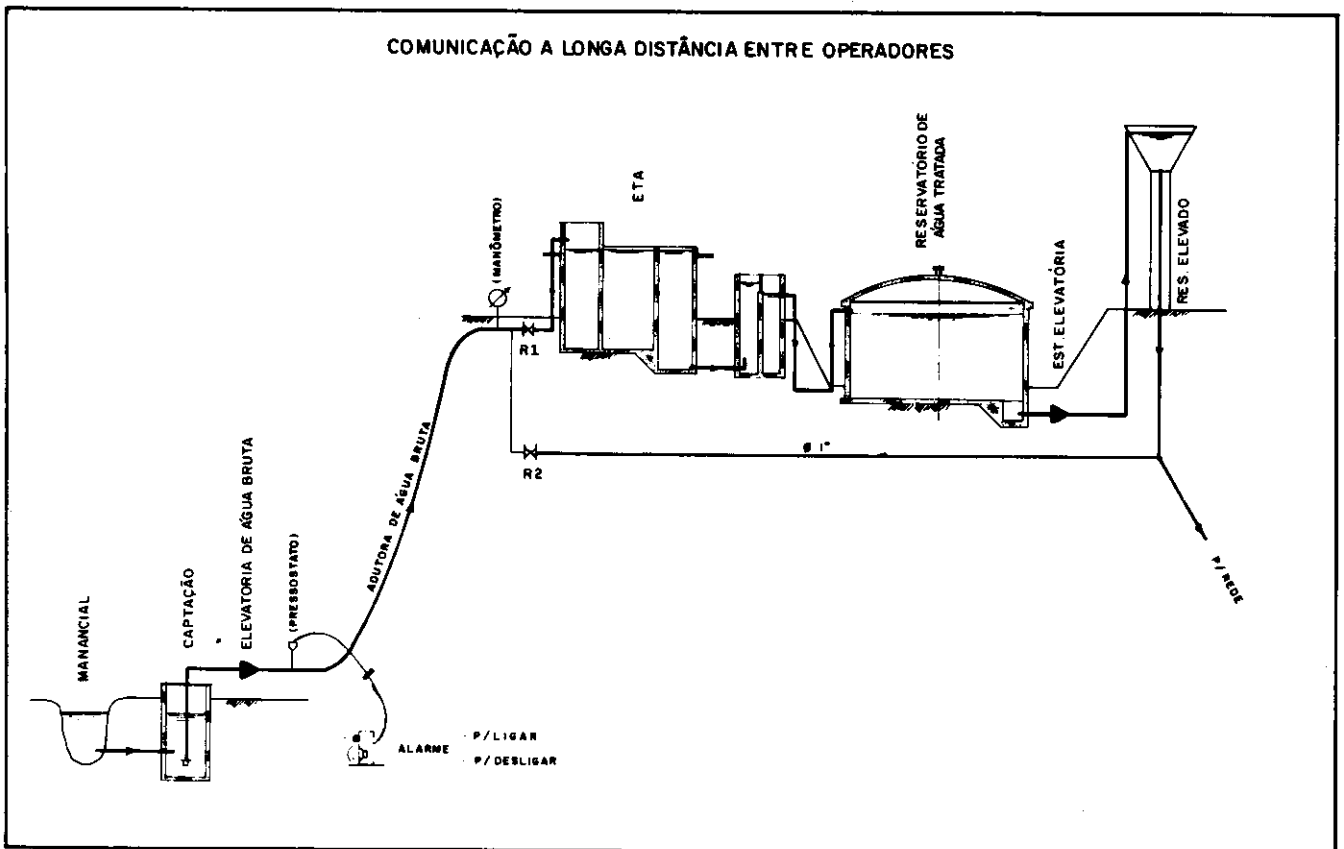


FIG. 3B

DES. JATS - MAIO/81

Paulo Antonio Azze, do Departamento Eletromecânico, da Diretoria de Construção da SABESP, pelo apoio recebido ao elaborar os projetos originais de automatização ou controle operacional. Igualmente aos eletrotécnicos José Francisco Schikieira e Aristides Gomes Alvarenga pertencentes à Equipe de Montagem Eletromecânica, da Superintendência de Obras Especiais, da SABESP, responsável pela montagem dos equipamentos elétricos dos sistemas de abastecimento de água

das pequenas comunidades. Muita contribuição de campo esses dois técnicos trouxeram para o aprimoramento dos comandos automatizados.

Por fim, gostaríamos de deixar registrado os nossos agradecimentos ao Sr. Wolfgang Hutter, sócio proprietário de uma pequena empresa de montagem de Quadros Elétricos de Comando e Proteção, que participou e ainda participa, com sua rara inteligência e experiência, dos aperfeiçoamentos dos comandos elétricos utilizados.

Várias foram as vezes que o Sr. Wolf montou, nas bancadas de sua indústria, protótipos de QECP, nos quais foram simuladas as diversas condições de funcionamento dos sistemas a serem automatizados.

São eles pessoas simples, que vêm colaborando para o aprimoramento da técnica e a redução de custos, para tornar os sistemas de abastecimento de água mais baratos e racionais.