



Descrição da Estação de Tratamento de Água Capim Fino - Piracicaba

A Estação de Tratamento de Água (ETA) Capim Fino em Piracicaba tem capacidade para tratamento de 1500l/s, para implantação da automação na ETA foi levado em conta quatro grandes áreas cada qual com um Controlador Lógico Programável (PLC). Cada PLC comunicando com um sistema supervisor instalado em uma estação de trabalho e em uma estação de visualização.

A ETA está dividida em:

- 01 chegada de água bruta
- 01 calha parshall de chegada
- 16 floculadores
- 04 decantadores
- 14 filtros
- 01 vertedouro de saída
- 03 reservatórios de água tratada
- 01 reservatório elevado
- 05 tanques de cloreto férrico
- 04 bombas dosadoras de cloreto férrico
- 02 tanques de carvão
- 02 bombas dosadoras de carvão
- 02 tanques de polímeros
- 02 bombas dosadoras de polímero
- 05 tanques de preparo de solução de cal
- 05 bombas dosadoras de solução de cal
- 02 tanques de ácido fluossilícico
- 02 bombas dosadoras de ácido fluossilícico
- 02 evaporadores de cloro
- 04 dosadores de cloro
- 03 bombas de arraste de cloro
- 02 bombas de recalque de água para reservatório elevado
- 01 sistema hidropressurizador
- 02 compressores de lavagem com ar para os filtros

O projeto foi dividido em:

- **Mesas de filtração**
 - Comando da lavagem dos filtros 1 a 8
 - Turbidez dos filtros 1 a 8
 - Compressor
- **Mesas de filtração**
 - Comando da lavagem dos filtros 9 a 14
 - Turbidez dos filtros 9 a 14
 - Bombas de recalque para cloração
 - Bombas de recalque para reservatório elevado
 - Reservatório elevado
 - Hidropressurizador
- **Sistemas de preparo e suporte**
 - Floculadores
 - Decantadores
 - Retirada de lodo dos decantadores
 - Preparação de solução de cal
 - Preparação de solução com carvão
 - Preparação de solução de polímeros
 - Tanque reservatório de ácido fluossilícico
 - Tanque reservatório de cloreto férrico



SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO

Autarquia Municipal – Lei n.º 1.657 de 30 de Abril de 1.969

- Evaporadores de cloro
- Bombas de amostra

- Sistema de medição analítica e dosagem de produto

- Medições

- Vazão de chegada
- pH da água bruta
- Turbidez da água bruta
- pH da água alcalinizada
- pH da água floculada
- Residual de cloro na água floculada
- Cargas iônicas na água floculada – Chentrac
- Turbidez de água decantada
- Turbidez no reservatório de água tratada
- pH no reservatório de água tratada
- Residual de cloro no reservatório de água tratada
- Residual de flúor no reservatório de água tratada

- Dosagens

- Cal na água bruta
- Cloro na água bruta
- Cloreto férrico na água alcalinizada
- Carvão na água alcalinizada
- Polímeros na água alcalinizada
- Cloro no vertedouro de água tratada
- Cal no vertedouro de água tratada
- Ácido fluossilícico no vertedouro de água tratada

- Configuração dos Controladores Lógicos Programáveis (PLC)

Devido a extensão da planta, nos elementos mais distantes foi escolhida a estação de periferia distribuída ET200L da Siemens comunicando via rede Profibus com um PLC S7300 2DP, os pontos de I/O ficaram assim distribuídos.

- PLC dos filtros de 1 a 8

| | DI | DO | AI | AO |
|----------------|--------------|--------------|-------------|----------|
| - Filtro 01 – | 16 | 16 | - | - |
| - Filtro 02 – | 16 | 16 | - | - |
| - Filtro 03 – | 16 | 16 | - | - |
| - Filtro 04 – | 16 | 16 | 10 | - |
| - Filtro 05 – | 16 | 16 | - | - |
| - Filtro 06 – | 16 | 16 | - | - |
| - Filtro 07 – | 16 | 16 | - | - |
| - Filtro 08 – | 16 | 16 | - | - |
| - Compressor | 16 | 16 | - | - |
| - Total | - 144 | - 144 | - 10 | - |

- PLC dos filtros de 9 a 14

| | DI | DO | AI | AO |
|--------------------------------|--------------|--------------|-------------|----------|
| - Filtro 09 – | 16 | 16 | - | - |
| - Filtro 10 – | 16 | 16 | - | - |
| - Filtro 11 – | 16 | 16 | - | - |
| - Filtro 12 – | 16 | 16 | 08 | - |
| - Filtro 13 – | 16 | 16 | - | - |
| - Filtro 14 – | 16 | 16 | - | - |
| - Bombas de recalque e elevado | 18 | 16 | 04 | - |
| - Total | - 130 | - 128 | - 12 | - |



SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO

Autarquia Municipal – Lei n.º 1.657 de 30 de Abril de 1.969

- PLC das áreas de preparo e suporte

| | | | | | |
|------------------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|----------|
| | - DI | - DO | - AI | - AO | - |
| - Placas na CPU | - 32 | - 16 | - | - 12 | - |
| - Cloreto férrico – | - 16 | - 16 | - 06 | - | - |
| - Cal , polímeros e carvão – | - 16 | - | - | - | - |
| - Ácido Fluossilícico – | - 16 | - 16 | - 04 | - | - |
| - Cloro – | - 16 | - 16 | - 10 | - | - |
| - Total | - 96 | - 80 | - 20 | - 12 | - |
| - Total Geral- | 370 | - 352 | - 42 | - 12 | - |

- Esses três PLCs se comunicam entre si por uma rede MPI, trocando informações necessárias para o completo controle dos sistemas da ETA, eles têm como objetivo o controle e comando de toda operação física no processo de tratamento como:

- Controle dos níveis dos reservatórios de produto.
- Controle dos níveis dos reservatórios de água
- Comando e controle das bombas de amostra
- Comando e controle das bombas de arraste de cloro
- Comando e controle dos evaporadores de cloro
- Comando e controle das bombas de recalque do reservatório elevado
- Comando e controle dos compressores de lavagem com ar dos filtros
- Comando e controle da válvula geral de lavagem com água dos filtros
- Comando e controle dos motores dos floculadores
- Comando e controle do nível dos decantadores
- Comando e controle do sistema de retirada de lodo dos decantadores
- Comando e controle do sistema do hidropressurizador
 - Nível do reservatório
 - Pressão do reservatório
 - Comando das bombas de água
 - Comando do compressor do hidropressurizador
- Comando e controle das válvulas e comportas dos 14 filtros para lavagem em automático
 - Comporta do influente
 - Válvula do efluente
 - Válvula de lavagem com ar
 - Válvula de lavagem com água
 - Válvula de descarga
 - Válvula de dreno
 - Nível de segurança para lavagem.
 - Turbidez da água filtrada

- Para o sistema de medição analítica e dosagem foi implementado um PLC VS10 da Vector Serviços, esse PLC tem o objetivo de controlar os parâmetros químicos do tratamento e suas respectivas bombas de dosagem. Como:

- Medições
 - Vazão de chegada
 - pH da água bruta
 - Turbidez da água bruta
 - pH da água alcalinizada
 - pH da água floculada
 - Residual de cloro na água floculada
 - Cargas iônicas na água floculada – Chentrac
 - Turbidez da água decantada



SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO

Autarquia Municipal – Lei n.º 1.657 de 30 de Abril de 1.969

- Turbidez no reservatório de água tratada
- pH no reservatório de água tratada
- Residual de cloro no reservatório de água tratada
- Residual de flúor no reservatório de água tratada

- Dosagens
 - Cal na água bruta
 - Cloro na água bruta
 - Cloreto férrico na água alcalinizada
 - Carvão na água alcalinizada
 - Polímeros na água alcalinizada
 - Cloro no vertedouro de água tratada
 - Cal no vertedouro de água tratada
 - Ácido fluossilícico no vertedouro de água tratada

- Pontos de I/O

- PLC VS10

- DI - DO - AI - AO -
- 16 - 16 - 12 - 06 -

- Total - 16 - 16 - 12 - 06 -

- Total de pontos de I/O da ETA - 386 - 368 - 54 - 18 -

Automação da ETA Capim Fino

- Levantamento do HW instalado: Hard Ware do PLC S7 300 e sistemas periféricos
Foram aplicadas três CPUs S7 300 - 315-2 DP , cada uma com uma periferia distribuída conforme necessário, atendendo às seguintes áreas:

- 1 - Filtros de 1 a 8
- 2 - Filtros de 9 a 14
- 3 - Área de produtos e utilidade

- Equipamentos:

| | | |
|----------------|-----------------------|----------------------|
| - PS 307 2A | - 6ES7 307-1BA00-0AA0 | - Fonte 24VDC - 2A |
| - CPU 315-2 DP | - 6ES7 315-2AF02-0AB0 | - CPU 315-2 DP |
| - CP340 RS323C | - 6ES7 340-1AH00-0AE0 | - Comunicação RS232C |

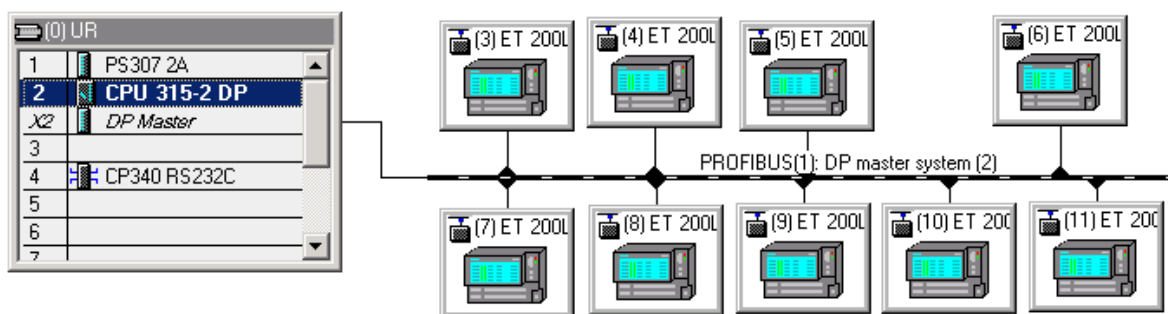
- Periferia distribuída

| | | |
|--------------|-----------------------|-------------------------|
| - ET 200L-SC | - 6ES7 133-1BL10-0XB0 | - I/O Periférico |
| - TB 16SC | - 6ES7 120-0AH01-0AA0 | - Expansão |
| - AI 2xI | - 6ES7 123-1GB00-0AB0 | - 2 Entradas Analógicas |
| - DI 2x | - 6ES7 121-1BB00-0AA0 | - 2 Entradas Digitais |

- Placas Adicionais

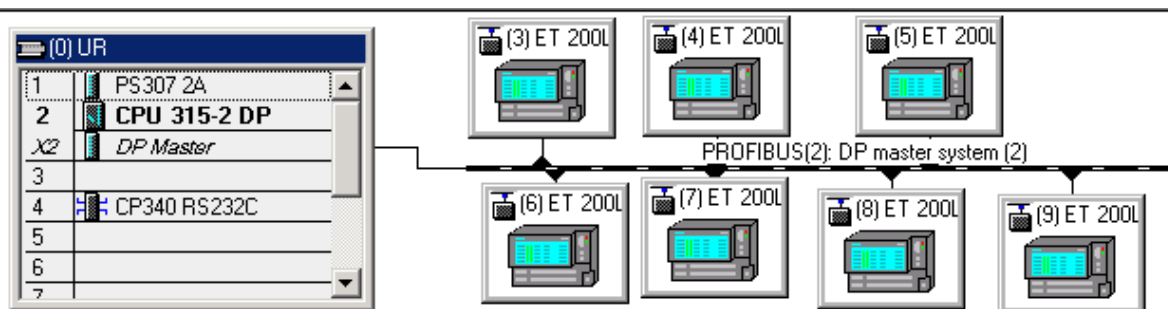
| | | |
|--------------------|-----------------------|------------------------|
| - DI 16xDC24V | - 6ES7 321-1BH02-0AA0 | - 16 Entradas Digitais |
| - DO 16xDC24V 0.5A | - 6ES7 322-1BH01-0AA0 | - 16 Saídas Digitais |
| - AO 4x12Bits | - 6ES7 332-5HD01-0AB0 | - 4 Saídas Analógicas |

- CPU 315-2 DP para atender os filtros de 1 a 8



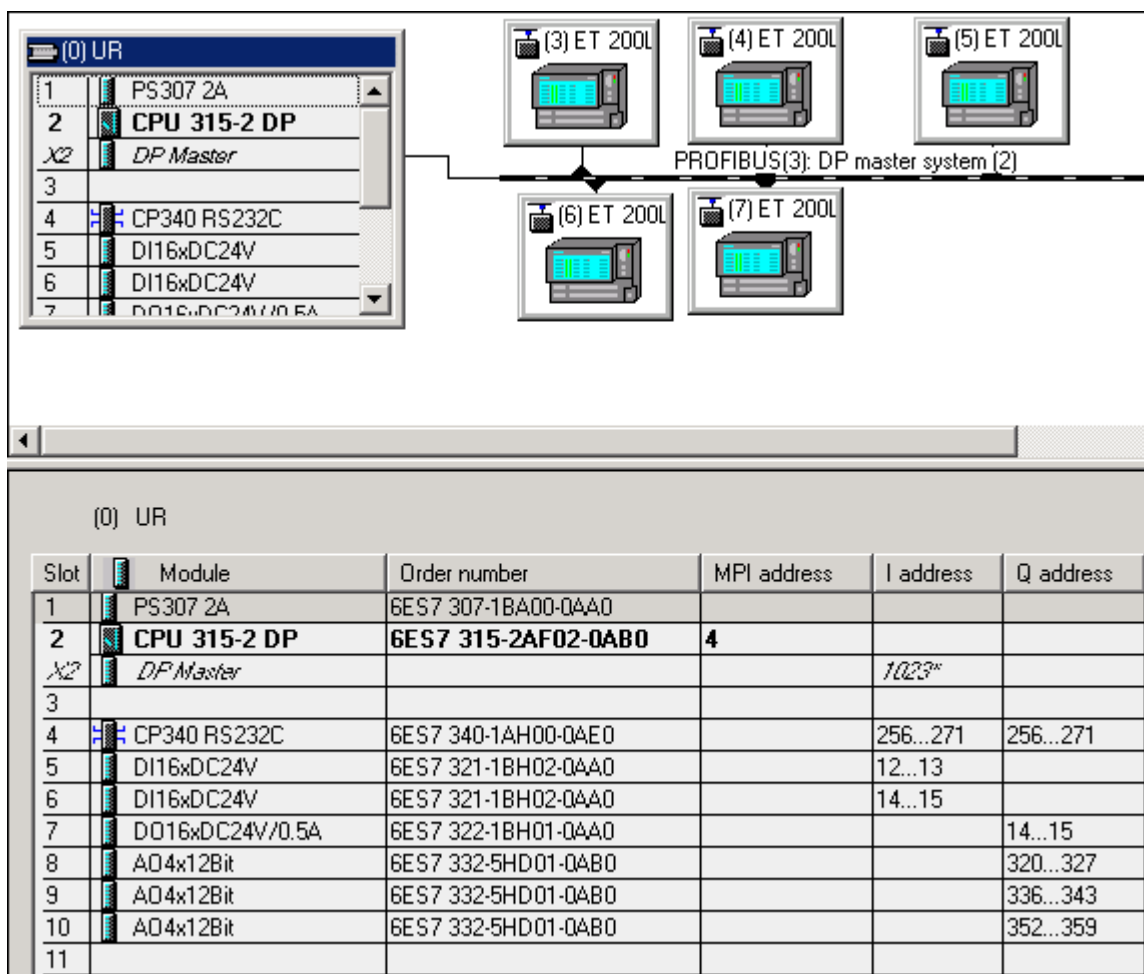
| Slot | Module | Order number | MPI address | I address | Q address | Comment |
|------|---------------------|----------------------------|-------------|-----------|-----------|---------|
| 1 | PS307 2A | 6ES7 307-1BA00-0AA0 | | | | |
| 2 | CPU 315-2 DP | 6ES7 315-2AF02-0AB0 | 2 | | | |
| X2 | DP Master | | | 1023" | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | CP340 RS232C | 6ES7 340-1AH00-0AE0 | | 256...271 | 256...271 | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |

- CPU 315-2 DP para atender os filtros de 9 a 14

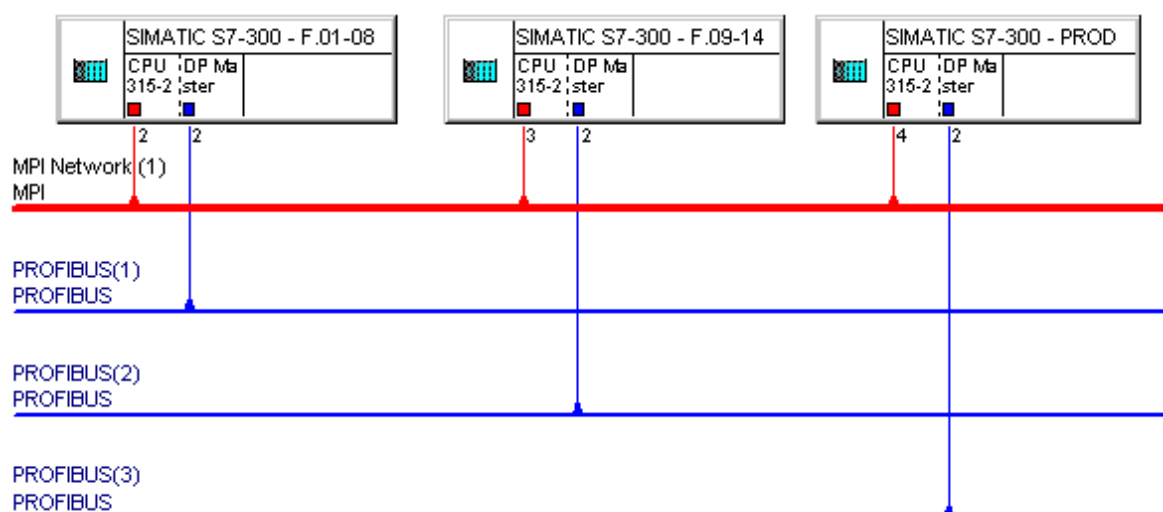


| Slot | Module | Order number | MPI address | I address | Q address | Comment |
|------|---------------------|----------------------------|-------------|-----------|-----------|---------|
| 1 | PS307 2A | 6ES7 307-1BA00-0AA0 | | | | |
| 2 | CPU 315-2 DP | 6ES7 315-2AF02-0AB0 | 3 | | | |
| X2 | DP Master | | | 1023" | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | CP340 RS232C | 6ES7 340-1AH00-0AE0 | | 256...271 | 256...271 | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |

- CPU 315-2 DP para atender produtos e utilidades



- Comunicação entre CPUs





SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO

Autarquia Municipal – Lei n.º 1.657 de 30 de Abril de 1.969

- Áreas atendidas pelas redes Profibus

- PROFIBUS(1)

- | | |
|---------|----------------|
| - ID-02 | - CPU |
| - ID-03 | - FILTRO 01 |
| - ID-04 | - FILTRO 02 |
| - ID-05 | - FILTRO 03 |
| - ID-06 | - FILTRO 04 |
| - ID-07 | - FILTRO 05 |
| - ID-08 | - FILTRO 06 |
| - ID-09 | - FILTRO 07 |
| - ID-10 | - FILTRO 08 |
| - ID-11 | - COMPRESSORES |

- PROFIBUS(2)

- | | |
|---------|----------------------|
| - ID-02 | - CPU |
| - ID-03 | - FILTRO 09 |
| - ID-04 | - FILTRO 10 |
| - ID-05 | - FILTRO 11 |
| - ID-06 | - FILTRO 12 |
| - ID-07 | - FILTRO 13 |
| - ID-08 | - FILTRO 14 |
| - ID-09 | - BOMBAS DE RECALQUE |

- PROFIBUS(3)

- | | |
|---------|------------------------|
| - ID-02 | - CPU |
| - ID-03 | - CLORO |
| - ID-04 | - BOMBAS DE AMOSTRA |
| - ID-05 | - CAL - CARVÃO |
| - ID-06 | - CLORETO FÉRRICO |
| - ID-07 | - ÁCIDO FLUORCILÍSSICO |

- PLACAS ADICIONAIS DA CPU 03

- | | |
|------------|--------------------------------|
| - SM321(5) | - I12.0-I12.7 - FLOCULADORES |
| | - I13.0-I13.7 - FLOCULADORES |
| - SM321(6) | - I14.0-I14.7 - DECANTADORES |
| | - I15.0-I15.7 - BOMBAS DOSAGEM |
| - SM322(7) | - Q14.0-Q14.7 - RESERVA |
| | - Q15.0-Q15.7 - BOMBAS DOSAGEM |

- Descrição do sistema de Dosagem de Cal - Água bruta (Pré)

- Computador de seleção Local/Remoto - localizado na porta do armário 2
 - Contatos:
 - NA - Seleção Local/Remoto para inversor
 - NF - Liga rele para liberar inversor
 - NF - Informação de Local/Remoto p/ VX300
- Inversor de dosagem - localizado no armário de inversores
- Pontos de I/O - CPU 315-2DP produtos
 - Bomba de cal pré ligada - CPU de produtos
 - Dosagem de cal pré ligada
- Pontos de I/O - VX300



SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO

Autarquia Municipal – Lei n.º 1.657 de 30 de Abril de 1.969

- Dosagem de cal pré ligada
- Liga dosagem de cal pré
- Entrada analógica - PH de água bruta
- Saída analógica - Dosagem cal água bruta

- Descrição do sistema de Dosagem de Cal - Água Tratada (Pós)
 - Comutador de seleção Local/Remoto - localizado na porta do armário 2 -
 - Contatos:
 - NA - Seleção Local/Remoto para inversor
 - NF - Liga rele para liberar inversor
 - NF - Informação de Local/Remoto p/ VX300
 - Inversor de dosagem - localizado no armário de inversores

 - Pontos de I/O - CPU 315-2DP produtos
 - Bomba de cal pós ligada - CPU de produtos
 - Dosagem de cal pós ligada

 - Pontos de I/O - VX300
 - Dosagem de cal pós ligada
 - Liga dosagem de cal pós
 - Entrada analógica - PH de água tratada
 - Saída analógica - Dosagem cal água tratada

 - Bomba 2 de cal pós ligada na pré.
 - Comutador - remota do cal
 - Sinalizador no armário do cal
 - Sinalizador no armário 2

- Estrutura da informação dos sinais analógicos
 - O valor do PH de água bruta e do PH de água tratada é medido pelos equipamentos de análise e transmitidos ao PLC, no armário 3. Esse valor é processado, e conforme valores de tabela ou cálculos matemáticos o PLC libera o valor de analógico para referência ao inversor de dosagem.
 - Para água tratada apenas a bomba 1 é controlada via inversor e a bomba 2 poderá ser ligada ou não dependendo do valor de dosagem.
 - Para água bruta apenas a bomba 3 é controlada via inversor e as bombas 4 e 5 poderão ser ligadas ou não dependendo do valor de dosagem.
 - Existe ainda uma opção da bomba 2 ser utilizada para dosagem de cal na água bruta, essa seleção deverá ser informada pelo comutador no armário de cal. Uma lampada de sinalização, no armário de cal e no armário 2 da sala dos operadores, indica o uso da bomba 2 para dosagem na água bruta

- Descrição do funcionamento dos comutadores dos armários referentes ao sistema de dosagem de cloro
 - Armário 1 - Localizado na sala dos operadores
 - Armário 2 - Localizado na entrada da sala dos evaporadores de cloro
 - Armário 3 - Localizado na sala dos cloradores

 - Comutador de seleção Evaporador Local / Remoto - armário 2
 - Comutador de seleção Evaporador 1 / 2 - Armário 2
 - Comutador de seleção Evaporador 1 / 2 - Armário 1
 - Comutador que permite o funcionamento simultâneo dos evaporadores

 - O sistema foi definido para funcionar com apenas um dos evaporadores e uma válvula Check Unit, podendo para o caso de troca de evaporador, por um curto espaço de



SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO

Autarquia Municipal – Lei n.º 1.657 de 30 de Abril de 1.969

tempo, funcionar os dois durante a fase de aquecimento do evaporador que está sendo ligado. Esse modo de operação só é possível em operação local (armário 2), no armário localizado na entrada da sala dos evaporadores.

- Um comutador define o modo de operação Local ou Remoto sendo que:
 - Essa comutação só é possível no armário localizado na entrada da sala dos evaporadores (armário 2)
 - Operação Local - os comutadores atuantes são os instalados no armário localizado na entrada da sala dos evaporadores (armário 2). Nesse modo de operação pelo comutador os dois evaporadores podem ser ligados simultaneamente.
 - Operação Remota - o comutador atuante é o instalado no armário localizado na sala dos operadores (armário 1).
 - Comutador de seleção Valvula Check Unit Local / Remoto - Armário 2
 - Comutador de seleção Valvula Check Unit 1 / 2 - Armário 2
 - Comutador de seleção Valvula Check Unit 1 / 2 - Armário 1
- Um comutador define o modo de operação Local ou Remoto sendo que:
 - Essa comutação só é possível no armário localizado na entrada da sala dos evaporadores (armário 2)
 - Operação Local - o comutador atuante é o instalado no armário localizado na entrada da sala dos evaporadores (armário 2)
 - Operação Remota - o comutador atuante é o instalado no armário localizado na sala dos operadores (armário 1)
 - O sistema de cloração na pré ou na pós foi definido de forma que sempre um dos cloradores de cada sistema fique ligado.
 - Comutador de seleção clorador pré Local / Remoto - Armário 3
 - Comutador de seleção clorador pré 1 / 2 - Armário 3
 - Comutador de seleção clorador pós Local / Remoto - Armário 3
 - Comutador de seleção clorador pós 1 / 2 - Armário 3
- Os comutadores de seleção para pré e pós definem o modo de operação Local ou Remoto sendo que:
 - Operação Local - Os cloradores ficam sempre ligados podendo ser selecionado entre 1 e 2
 - Operação Remota - Os cloradores são ligados pelo PLC, a seleção de clorador 1 ou 2 é feita pelos comutadores.
- Ventiladores da sala dos cloradores e da sala dos evaporadores
 - Os ventiladores podem funcionar de 3 formas: Local, Remoto ou Alarme
 - Três comutadores fazem a seleção de Local ou remoto para cada um dos ventiladores
 - Operação Local - Os ventiladores podem ser ligados ou desligados manualmente pelos botões liga/desliga ventilador
 - Operação Remota - Cada um dos ventiladores pode ser ligado ou desligado pelo comando do PLC, localizado na sala dos operadores.
 - Operação de Alarme - Os ventiladores podem ser acionados simultaneamente pelo rele de vazamento de cloro.
- Estrutura dos sinais de entrada e saída.
 - A remota de pontos de entrada e saída do sistema de cloração está localizada na coluna 4 do armário de comando na sala dos operadores, esse armário, fisicamente, é compartilhado com a remota das bombas de amostra.



SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO

Autarquia Municipal – Lei n.º 1.657 de 30 de Abril de 1.969

- Estrutura dos sinais analógicos.
 - Pela remota do sistema de cloração o sistema recebe os valores de :
 - Vazão de entrada da ETA, compartilhado com:
 - Sistema para painel central XV
 - Sistema para painel DAEE
 - Sinal para PLC
 - Pressão de água de arraste de cloro pré
 - Pressão de água de arraste de cloro pós
 - Turbidez de água decantada
 - No sistema de dosagem temos:
 - Analógico de dosagem de cloro pré
 - Analógico de dosagem de cloro pós
 - Analógico de dosagem de cloreto
 - Analógico de dosagem de ácido fluorcilissico
 - Analógico de dosagem de cal pré
 - Analógico de dosagem de cal pós
- Descrição da lógica do sistema de Dosagem de Coagulante
 - Comutador de seleção Local/Remoto - localizado na porta do armário 2
 - Contatos:
 - NA - Seleção Local/Remoto para inversor
 - NF - Liga rele para liberar inversor
 - NF - Informação de Local/Remoto
 - Inversor de dosagem - localizado no armário de inversores
 - Pontos de I/O - CPU 315-2DP produtos
 - Bomba de coagulante ligada - CPU de produtos
 - Dosagem de coagulante ligada
 - Pontos de I/O - PLC
 - Dosagem ligada
 - Liga dosagem
 - Entrada analógica - PH de água bruta
 - Saída analógica - Dosagem coagulante
- Descrição da lógica do sistema de Dosagem de Fluor
 - Comutador de seleção Local/Remoto - localizado na porta do armário 2
 - Contatos:
 - NA - Seleção Local/Remoto para inversor
 - NF - Liga rele para liberar inversor
 - NF - Informação de Local/Remoto
 - Inversor de dosagem - localizado no armário de inversores
 - Pontos de I/O - CPU 315-2DP produtos
 - Bomba de fluor ligada - CPU de produtos
 - Dosagem de fluor ligada
 - Pontos de I/O
 - Dosagem ligada
 - Liga dosagem
- Descrição da lógica do sistema de Dosagem de Carvão
 - Comutador de seleção Local/Remoto - localizado na porta do armário 2
 - Contatos:



SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO

Autarquia Municipal – Lei n.º 1.657 de 30 de Abril de 1.969

- NA - Seleção Local/Remoto para inversor
- NF - Liga rele para liberar inversor
- NF - Informação de Local/Remoto
- Inversor de dosagem - localizado no armário de inversores
- Pontos de I/O - CPU 315-2DP produtos
 - Bomba de carvão ligada - CPU de produtos
 - Dosagem de carvão ligada
- Descrição da lógica do sistema de Dosagem de Polimeros
 - Comutador de seleção Local/Remoto - localizado na porta do armário 2
 - Contatos:
 - NA - Seleção Local/Remoto para inversor
 - NF - Liga rele para liberar inversor
 - NF - Informação de Local/Remoto
 - Inversor de dosagem - localizado no armário de inversores
 - Pontos de I/O - CPU 315-2DP produtos
 - Bomba de polímeros ligada - CPU de produtos
 - Dosagem de polimeros ligada
- Descrição do sistema dos Decantadores
 - Comando para o motor da ponte do removedor.
 - Medição de vazão nos tubos do removedor
 - Medição de vazão na saída de descarga
 - Ciclos para minimizar o esforço mecânico.
 - proteção contra ponte travada
 - proteção contra quebra do cabo
 - tempos de segurança de leituras, inibição.
 - leitura da corrente do inversor
 - Sensor de pulso para posição
 - Limites avançado , recuado
 - Sensor de abertura da praia
 - Gerenciamento do compressor
 - Gerenciamento dos tempos de passagem e repouso
- Descrição das mesas de filtração
 - Comutador de seleção Local/Remoto
 - Teste de lampadas
 - Ciclo automatico Local
 - Sinais analogicos
 - Nível de segurança para lavagem.
 - Turbidez da água filtrada
 - Perda de carga
 - Controles para:
 - Comporta do influente
 - Válvula do efluente
 - Válvula de lavagem com ar
 - Válvula de lavagem com água
 - Válvula de descarga
 - Válvula de dreno