

RICARDO JOSÉ LUIZ MORGADO

**ESTUDO E APLICAÇÃO DE UM
SISTEMA DE CONTROLE
AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA
AMBIENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Engenharia de
São Carlos, da Universidade de São Paulo

Curso de Engenharia Elétrica com ênfase
em Sistemas de Energia e Automação

ORIENTADOR: Prof. Dr. Dennis Brandão

São Carlos
2008

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os profissionais, amigos e parentes que contribuíram e me apoiaram para a realização deste trabalho. Agradeço também minha mãe e minha namorada que ajudaram na correção do texto.

RESUMO

Neste trabalho foi feito um estudo, um projeto e uma implementação de um sistema de automação, que consiste em controlar e supervisionar a temperatura ambiente de diversas maneiras.

O projeto apresenta o diagrama elétrico com todas as conexões necessárias, a programação do CLP (em linguagem LADDER), o desenvolvimento de várias telas de Interfaces Homem Máquina (IHMs) de operação e supervisão, além do desenvolvimento de um sistema supervisor.

Tecnologias como celular GSM, conexão com internet, rede interna de computadores, dispositivos com conexões em Wireless, IHM de um Controlador Lógico Programável (CLP) são utilizados neste trabalho para controlar o sistema.

A base do painel de controle é um CLP que recebe sinal de um sensor de temperatura (4-20mA) e comunica diretamente com um Modem GSM (RS232) e via protocolo MODBUS com uma rede de computadores.

O trabalho oferece uma forma alternativa de economia de energia e permite, quando necessário, uma manutenção rápida devido à fácil detecção de problemas no sistema.

Palavras Chave

Automação residencial, MODBUS, temperatura ambiente, GSM, Wireless

ABSTRACT

In this work were done a study, project and application of an automation system, which consists to control and supervise an environment temperature in several ways.

The project presents the electric diagram with all the necessary connections, the CLP program (LADDER language), the development of several Human Machine Interface displays (HMIs) of operation and supervision, furthermore the development of a supervision system.

Technologies such as GSM phone, Internet connection, internal network, wireless connections devices, HMI and Programmable Logic Controller (PLC) are used in this work to do the system control.

The basic control panel is a PLC that receives a signal from the temperature sensor (4-20mA) and communicates directly to GSM modem (RS232) and by MODBUS protocol to connect this control to network.

This work offers an alternative way of energy economy and, when is necessary, it allows a quick maintenance due the easy problems detections.

Key words

Home Automation, MODBUS, temperature, GSM, Wireless

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: comparação da instalação elétrica tradicional x instalação elétrica a relé de impulso	7
Figura 2: funcionamento do contator auxiliar	10
Figura 3: Contator WEG	10
Figura 4: esquemático do ar condicionado.....	12
Figura 5: TC65T.....	12
Figura 6: Vision V120.....	14
Figura 7: configuração do modem GSM.....	18
Figura 8: Configuração SMS.....	19
Figura 9: Tela de manutenção	21
Figura 10: Tela do sistema de supervisão.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: dados de placa do ar condicionado	15
Tabela 2: Potencia e Corrente dos equipamentos	15
Tabela 3: relação corrente x bitola	16

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comportamento PT-100	11
Gráfico 2: Temperatura x Tempo	24

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	1
RESUMO.....	2
ABSTRACT	3
LISTA DE FIGURAS.....	4
LISTA DE TABELAS.....	4
LISTA DE GRÁFICOS	4
1. INTRODUÇÃO.....	6
1.1. OBJETIVO	8
1.2. ORGANIZAÇÃO DA MONOGRAFIA.....	8
2. MATERIAS UTILIZADOS.....	9
2.1. SOFTWARES	9
2.2. CONTATOR AUXILIAR.....	9
2.3. SENSOR DE TEMPERATURA	10
2.4. AR CONDICIONADO	11
2.5. MODEM GSM	12
2.6. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMAVEL	13
3. METODOLOGIA	14
3.1. LOGICA LADDER	17
3.2. SISTEMA DE SUPERVISÃO	22
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
5. CONCLUSÃO	26
6. REFERENCIAS	27
ANEXO I: Esquemático.....	28
ANEXO II: Projeto Elétrico	29
ANEXO III: Lógica Ladder.....	41

1. INTRODUÇÃO

Bastante difundida nos diversos ramos industriais, a automação está cada vez mais presente nos ambientes residenciais e comerciais. As diversas aplicações da automação têm demonstrado que é possível proporcionar ou ampliar benefícios em vários setores, tais como: gerenciamento técnico, conforto, economia, prevenção de acidentes, falhas de equipamentos e também segurança aos usuários.

Os principais sistemas de Automação residencial e comercial são:

- Segurança: alarmes, monitoramento, circuito fechado de TV, controle de acesso;
- Entretenimento: home theater, áudio e vídeo distribuídos, TV por assinatura;
- Controle de iluminação;
- Home office: telefonia e redes;
- Ar condicionado e aquecimento;
- Portas e cortinas automáticas;
- Utilidades domésticas: bombas para limpeza de piscinas, controle de sauna, irrigação automática, aspiração central a vácuo;
- Infraestrutura: cabeamento dedicado, cabeamento estruturado, painéis, quadros de distribuição;
- Controladores e centrais de automação;
- Softwares de controle e integração[1];

O gerenciamento do consumo de energia, água, controle de iluminação e acesso, climatização, comunicação, informática, entre outros, integrados e comandados por um sistema de automação, tem demonstrado a possibilidade de tornar o ambiente mais saudável e agradável.

Esses benefícios contribuem para que ambientes automatizados sejam incorporados de uma forma muito mais ampla em edificações industriais e comerciais que em ambientes residências. Uma vez que o conforto e bem estar de seus funcionários refletem diretamente na produtividade e ambientes automatiza gera uma diminuição dos custos operacionais.

A habitação, por ser considerada um dos bem de maior importância para a maioria das famílias, deve ser um ambiente prazeroso, eficiente, seguro e flexível às transformações sociais e tecnológicas.

Projetos residências convencionais já não atendem as necessidades de seus moradores. A automação residencial, por meio de seu conjunto multidisciplinar de aplicações, é uma ferramenta útil, capaz de aumentar a qualidade de vida de quem nela habita [2].

Segundo o AURESIDE – Associação Brasileira de Automação Residencial, os primeiros investimentos neste mercado tiveram início no final da década de 70, nos Estados Unidos.

O desenvolvimento da tecnologia e maior acesso à informática por grande parte da população contribuiu significativamente para o aumento da automização residencial nos EUA.

Atualmente, 80% das novas residências americanas são construídas de forma a facilitar a automização futura. Como é o caso, por exemplo, de instalação elétrica utilizando reles de impulso ao invés dos comandos tradicionais (Figura 1).

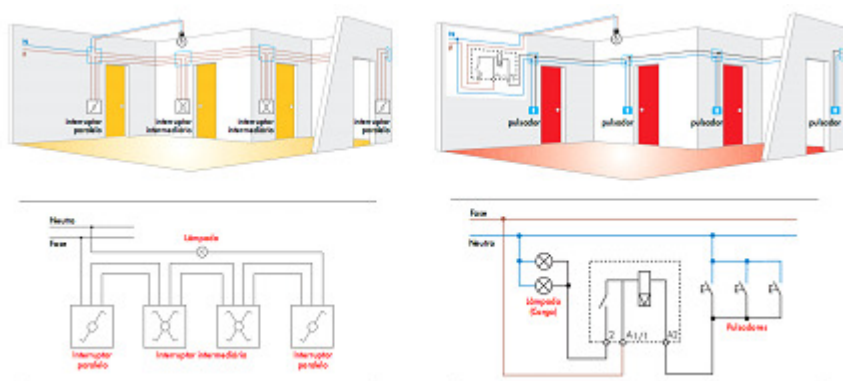


Figura 1: comparação da instalação elétrica tradicional x instalação elétrica a relé de impulso

No Brasil, já existem 1,1 milhão de residências com perfil para automação, e grande parte dos novos projetos residenciais já possuem estas características.

A automação residencial é uma área em grande crescimento e espera-se, para futuro próximo, que seja comum e acessível à maioria da população.

1.1. OBJETIVO

- Realizar um estudo sobre domótica;
- Conhecer os diversos tipos de automação existentes, que podem ser aplicados a ambientes residenciais e comerciais;
- Implementar um sistema de controle de temperatura ambiente, que possa ser aplicada nesses ambientes, utilizando diversos dispositivos:
 - CLP com interface homem máquina (IHM) incorporada;
 - Computador ligado a uma rede interna ou internet;
 - Celular GSM;
 - Palm, notebook e outros dispositivos com wireless
- Mostrar que o controle implementado pode ser aplicado a sistemas de segurança, iluminação, aquecedores, janelas automáticas e outros, visto que o princípio de acionamento é similar.

1.2. ORGANIZAÇÃO DA MONOGRAFIA

No capítulo 2, serão apresentados e descritos todos os componentes utilizados no projeto. No capítulo 3 será apresentado uma breve explicação do projeto passo a passo em sua ordem de execução, seus critérios de projetos e esquemático do sistema como um todo. Na sequência, em 3.1, será apresentado uma descrição da lógica LADDER, desenvolvida para controlar todo o sistema. A seguir, serão apresentados as considerações finais e as formas de aplicação do projeto realizado. Ao final do trabalho serão apresentados os anexos mostrando: esquemático, projeto elétrico e lógica Ladder.

2. MATERIAS UTILIZADOS

Neste projeto, foi necessário utilizar softwares para desenhar o esquemático, realizar o diagrama elétrico, programar o CLP e para desenvolvimento do supervisório.

Também foram utilizados equipamentos como CLP, contator auxiliar, sensor de temperatura, modem GSM.

2.1. SOFTWARES

- ProgeCAD LT 2006 v6.1.7: Este software é similar ao AutoCAD, com mesmos recursos e teclas de atalhos. Foi utilizado para desenho de esquemático do projeto.
- CADdy++ Elétrico Escolar v3.82: Permite desenhar diagramas elétricos. Esta versão somente disponibiliza componentes básicos de comandos elétricos, porém o programa permite criação de novos componentes através de desenhos em formato *.dxf ou *.dwg cuja função é definida pelo próprio usuário. Este recurso foi utilizado para as representações do CLP e do Modem GSM do projeto elétrico.
- Unitronics VisiLogic Version 7.0.1 Build 0: Software fornecido pela UNITRONICS para programar os CLP da linha Vision.
- E3 Studio: Software para desenho de sistema supervisório. Permite a monitoração de variáveis em tempo real, através de gráficos e objetos que estão relacionados com as variáveis físicas de campo.

2.2. CONTATOR AUXILIAR

Contator é um dispositivo eletromagnético que liga e desliga o circuito do motor usado preferencialmente para comandos elétricos automáticos à distância, podendo substituir uma chave manual. É constituído de uma bobina que, ao ser alimentada, produz um campo magnético no núcleo fixo que por sua vez atrai o núcleo móvel que fecha o circuito. Ao desenergizar a bobina, o campo magnético é suprimido provocando o retorno do núcleo através de molas, conforme Figura 2.

O equipamento utilizado foi um do fabricante WEG modelo CAW04 com quatro contatos normalmente aberto, com uma bobina que é acionada com um sinal de tensão de 24V. Pode-se operar com tensão de até 380V e corrente de até 16A. O modelo utilizado está representado na Figura 3.

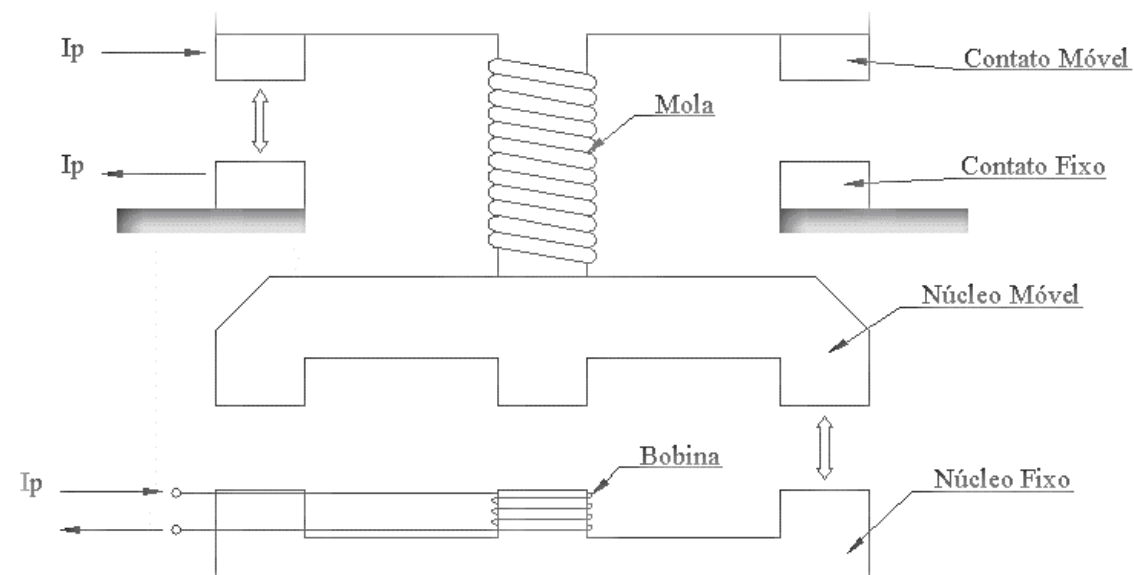


Figura 2: funcionamento do contator auxiliar



Figura 3: Contator WEG

2.3. SENSOR DE TEMPERATURA

O sensor utilizado foi o PT-100, um termômetro de resistência elétrica feito de platina, possuindo uma resistência de aproximadamente $100 \, \Omega$ a 0°C , por isso possui o nome de PT-100. A platina é um metal especialmente indicado para a construção de sensores de temperatura, pois, pode ser refinada até atingir grande pureza. Deste modo, o valor da resistividade consta em tabelas universais e não dependem do fabricante do sensor. O PT-100 é considerado sensor de alta precisão e repetibilidade de leitura muito boa.

O princípio físico de funcionamento deste dispositivo é baseado numa relação linear da resistência em função da variação da temperatura, segundo a expressão:

$$R(\theta) = R_0(1 + \alpha \cdot \Delta\theta + \beta \Delta\theta^2)$$

o qual:

“ θ ” é a temperatura;

“ $R(\theta)$ ” é a resistência em função da temperatura;

“ R_0 ” a resistência inicial;

“ $\Delta\theta$ ” é a variação da temperatura;

“ α ” é o coeficiente de temperatura do metal;

“ β ” pode ser considerado nulo para a platina, logo a curva resistência versus temperatura é linear. O Gráfico 1 mostra essa curva [3].

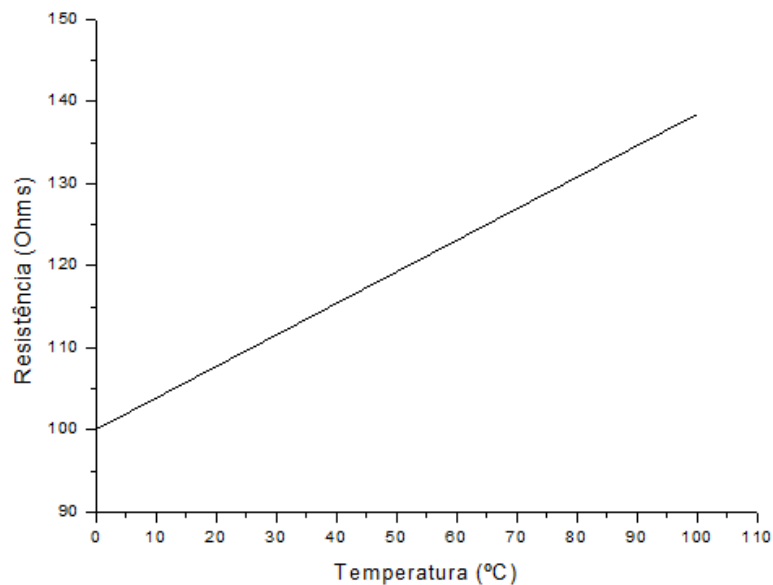


Gráfico 1: Comportamento PT-100

2.4. AR CONDICIONADO

Utilizado equipamento da marca SPRINGER, tem o funcionamento semelhante a um ar-condicionado central e, opera com uma unidade condensadora externa, composta por um compressor e um ventilador, que são conectados ao interior do ambiente a uma unidade evaporadora e comandos por condutos adequados [4]. O esquemático de funcionamento esta representado na Figura 4.

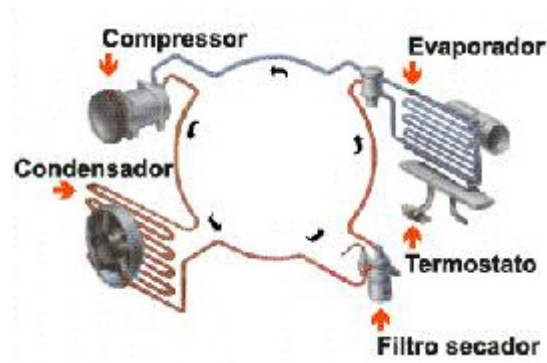


Figura 4: esquemático do ar condicionado

2.5. MODEM GSM

O Modem GSM da SIEMENS modelo TC65T, conforme mostrado na Figura 5, tem a função de um telefone celular, porém com a capacidade de comunicação com um Controlador Lógico Programável via RS232 e via GP-IO com comandos desenvolvidos em linguagem JavaTM (*AT Comands*). Ele é a primeira escolha para os desenvolvedores de produtos que procuram uma solução *plug & play* inteligente para aplicações M2M (*machine-to-machine*). Possui suporte para *SIM card* com tecnologia *quad-band* e envia e recebe mensagens e ligações para qualquer celular no mundo, podendo trocar informações com dados de entrada e supervisão de qualquer processo industrial. É amplamente utilizado para aplicações de campo, tais como gerenciamento de frota, segurança e controle remoto [5]. O Modem da Siemens utilizado é mostra na Figura 5.



Figura 5: TC65T

2.6. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMAVEL

O Controlador Lógico Programável (CLP) nasceu praticamente dentro da indústria automobilística americana, especificamente na Hydronic Division da General Motors , em 1968, devido a grande dificuldade de mudar a lógica de controle de painéis de comando a cada mudança na linha de montagem. Tais mudanças implicavam em altos gastos de tempo e dinheiro.

Sob a liderança do engenheiro Richard Morley, foi preparada uma especificação que refletia as necessidades de muitos usuários de circuitos à reles, não somente na indústria automobilística, como de toda a indústria manufatureira.

Desde o seu aparecimento muita coisa evoluiu nos controladores lógicos, como a variedade de tipos de entradas e saídas, o aumento da velocidade de processamento, a inclusão de blocos lógicos complexos para tratamento das entradas e saídas e principalmente o modo de programação e a interface com o usuário. [6]

O CLP utilizado foi da linha Vision do fabricante Unitronics, modelo V120-22-UA2. É um controlador compacto com IHM incorporada composto por:

- 12 entradas digitais, sendo que uma delas pode operar com velocidade rápida;
- 2 entradas analógicas (se utilizada, elimina uma ou duas entradas digitais);
- 10 saídas a transistor do tipo PNP (Dreno aberto), sendo que duas delas podem operar com velocidade rápida (PWM);
- 2 saídas analógicas com 12 bits (0 a 10V ou 4-20mA, determinada pelo programador);
- 2 portas seriais de comunicação que pode ser selecionada para RS232 ou RS485, com protocolo de comunicação MODBUS [7].

No controlador utilizado, as duas entradas analógicas operam somente com termopares. Para adaptá-los a operarem com PT100, foi necessário adicionar uma expansão do tipo IO-PT4*, que possui 4 entradas analógicas para o PT100 [8].



Figura 6: Vision V120

3. METODOLOGIA

Para se ter uma visão geral do projeto, foi desenhado um esquemático com os componentes utilizados e suas conexões entre si. Conforme pode ser visto neste esquemático, anexo I, o painel de controle é composto com um CLP Vision V120 e um Modem GSM, cuja comunicação utilizada é RS-232. Através das entradas digitais, saídas digitais e entradas analógicas do módulo de expansão, são conectados a elementos da unidade condensadora e da unidade evaporadora, conforme mostrado no esquemático de climatização.

Na outra porta de comunicação do CLP, é conectado um cabo de conexão serial RS-232 (protocolo MODBUS) a um SWITCH que está conectado a uma rede interna configurado com o APACHE, o que permite qualquer computador desta rede supervisionar os dados do sistema. Com uma configuração válida do protocolo TCP/IP e do IIS (*Internet Information Services*), o mesmo sistema de supervisão pode ser acessado via internet com o endereço de IP do CLP em qualquer lugar do mundo. Da mesma forma, se na rede interna estiver utilizando um roteador Wireless, esta supervisão também pode ser feita por notebook, palm, celulares 3G e outros aparelhos que possui a tecnologia *wireless*.

Após a idealização do projeto e a visualização do esquemático, foi possível elaborar um diagrama elétrico, que mostra como deve ser feita todas as ligações de todos os componentes e fiação, incluindo bitola, numeração e cor. Este projeto elétrico, desenhado no software CADdy++, permite uma melhor análise do projeto, dimensioná-lo e interligar os componentes na prática. Este projeto está disponível no anexo II.

Para o projeto elétrico foi necessário obter os dados de placa do ar condicionado utilizado, conforme mostrado na tabela 1, a fim de dimensionar as bitolas dos fios e disjuntores de proteção. O projeto foi feito com apenas 2 sistemas de refrigeração, porém não seria impedimento incluir outros sistemas.

Os dados de placa da unidade evaporadora do ar condicionado da marca SPRINGER são os seguintes:

Tabela 1: dados de placa do ar condicionado

Modelo	42MCA012515LS
Tensão/Frequência	220V/60Hz
Capacidade de refrigeração	12000Btu/h
Corrente refrigeração	5,9A
Consumo refrigeração	1270W
COP (W/W)	2,77W
Vazão de ar	550m³/h
Refrigerante	R22

Conforme esses dados de placa e do manual de instalação da SPRINGER, temos as seguintes correntes para cada componente, conforme mostrado na tabela 2:

Tabela 2: Potencia e Corrente dos equipamentos

	Potencia	Corrente
Compressor	1151 W	5,23 A
Vent. Condensador	88 W	0,4 A
Evaporador	31 W	0,14 A

Através dos dados da Tabela 2, foi feita uma distribuição de fases R, S e T a fim de ter, para cada fio, aproximadamente o mesmo valor de corrente já com previsão de expansão futura. Todos os componentes são alimentados com duas fases e a alimentação geral é trifásica. Com esses dados, foi determinado os valores dos disjuntores.

Para determinar a bitola do fio, foi baseado nos dados da tabela 3, que faz uma relação de corrente x bitola do fio, de acordo com o numero de fios presentes no mesmo duto [9]. Todos os fios foram determinados prevendo uma expansão do projeto, e mais uma pequena tolerância por segurança.

Tabela 3: relação corrente x bitola

Seção do fio	Corrente	
	2 condutores	3 condutores
0,5 mm ²	9A	8A
1 mm ²	13,5A	12A
1,5 mm ²	17,5A	15,5A
2,5 mm ²	24A	21 ^a
4 mm ²	32A	28 ^a
6 mm ²	41A	36 ^a
10 mm ²	57A	50 ^a
16 mm ²	76A	68 ^a
25 mm ²	101A	89 ^a

Após ter feito os dimensionamentos, foi realizado um diagrama, com o objetivo de facilitar a compreensão do projeto.

Este diagrama é formado por duas partes e indica como as entradas e as saídas dos CLP foram conectadas. A primeira parte é um resumo, que indica as conexões das entradas e das saídas do CLP e seus respectivos endereçamentos no projeto. A segunda parte detalha os componentes conectados em cada endereçamento.

No diagrama de conexões do CLP, nota-se que foram ignoradas as entradas digitais DI0 e DI1 pelo fato dessas entradas possuírem capacidade para alta frequência. Caso seja necessário, essas entradas estarão disponíveis para uma aplicação que exija uma resposta mais rápida.

Já as entradas DI8 e DI10, com a mudança de um *jumper*, podem ser transformadas em entradas analógicas, que aceitam entradas de termopar e outros sensores.

As saídas digitais do CLP são utilizadas para aplicar uma diferença de potencial de 24V na bonina de um contator auxiliar. Este contator fecha os contatos normalmente abertos que alimentam os componentes do ar condicionado.

Outra opção viável, para fazer este comando, é utilizar um borne relé que possui exatamente a mesma função. Alguns fabricantes de borne relé apresentam dois contatos NA que podem ser reversíveis para NF.

Como o comando de acionamento utilizado somente abre e fecha a ligação de um motor de 220V com dois fios, a opção do borne relé seria útil. Com a utilização do contator auxiliar com 4 contatos NA, conforme feito no projeto, ainda sobram dois

contatos sem ser utilizados, que podem ser aproveitados para acionar com o mesmo comando dois equipamentos de ar condicionado, caso seja necessário.

Um ambiente fechado de 30m², com 5 pessoas e 5 computadores, ao invés de utilizar um ar condicionado de 30000Btu/h, pode utilizar dois de 12000Btu/h, visto que a capacidade de refrigeração necessária para este caso, com uma certa tolerância de segurança, é de 22000Btu/h.

Desta forma, utilizando a opção de dois equipamentos de ar condicionado, com o mesmo acionamento, há uma economia de energia elétrica em relação à opção de se utilizar apenas um, tendo vista que esta última opção está superdimensionada.

Outra parte do projeto consiste em realizar uma análise das entradas e das saídas do CLP e também as possibilidades de expansão. Para cada ambiente é necessário ter: uma entrada analógica para o sensor de temperatura, duas entradas digitais para os selos do compressor e do condensador e três saídas digitais para os contadores do evaporador, do compressor e do condensador.

Existem unidades condensadoras que tem a capacidade de operar com várias unidades evaporadoras ao mesmo tempo, logo, para uma aplicação deste tipo o número de saídas digitais é reduzida, ampliando desta forma a capacidade de aplicação do CLP.

Para este projeto foi utilizado um CLP modelo Vision V120-22-UA2 com módulo de expansão IO-PT4*, conforme mencionado anteriormente. Poderia ser utilizado uma outra opção de controlador, Vision V120-22-RA2, que possui quase as mesmas características do outro modelo, com o diferencial de que as duas entradas que podem ser utilizadas como entrada analógica ou digital permite a utilização do PT100 além do termopar, além de possuir duas saídas digitais a menos.

Se fosse utilizado o último CLP, mencionado acima, o seu número de entrada analógica e o número de saídas digitais iria limitar o controle de temperatura a apenas dois ambientes. Logo, seria necessário outro módulo de expansão de entradas e saídas, além do IO-PT4*, caso se deseje controlar a temperatura em mais de dois ambientes, o que seria financeiramente inviável.

3.1. LOGICA LADDER

Um dos métodos de se programar um CLP é utilizando a lógica de relés ou lógica *ladder*. Esta lógica se trata de uma linguagem com contadores, bobinas, vários blocos pré-programados com funções matemáticas, além de blocos para configurar tipo de comunicação, endereçamento em memória, criação de vetores, entre outros.

A lógica do CLP, conforme mostrado no anexo II, foi desenvolvida da seguinte maneira: uma rotina principal que chama as subrotinas na ordem do *scan* do programa que é a comunicação, o programa principal e a saída.

O programa possui variáveis de sistema que são pré-programadas pelo fabricante, apresentando funções do tipo erro de comunicação, entrada serial acionada, pulso no primeiro ciclo de *scan*, entre outros. Vários deles foram utilizados a fim de determinar quando algum dispositivo de comunicação irá operar, evitando que todos sejam ativados simultaneamente, economizando tempo.

O primeiro bloco de comunicação configurado foi a comunicação entre o CLP e o modem GSM. No primeiro ciclo de *scan*, este bloco é acionado e suas configurações podem ser vistas na Figura 7. Como pode ser visto, a porta de comunicação do CLP utilizada é a COM2, cuja comunicação é feita via RS232, e o dispositivo conectado a esta entrada é o modem SIEMENS TC65 que está identificado no item 'Modem Type', e configurado com discagem de tom. Também é necessário identificar o SIM chip, informando o 'PIN code', da mesma forma que é realizada nos aparelhos celulares. No caso do chip utilizado, da operadora Claro, este código vale 3636.

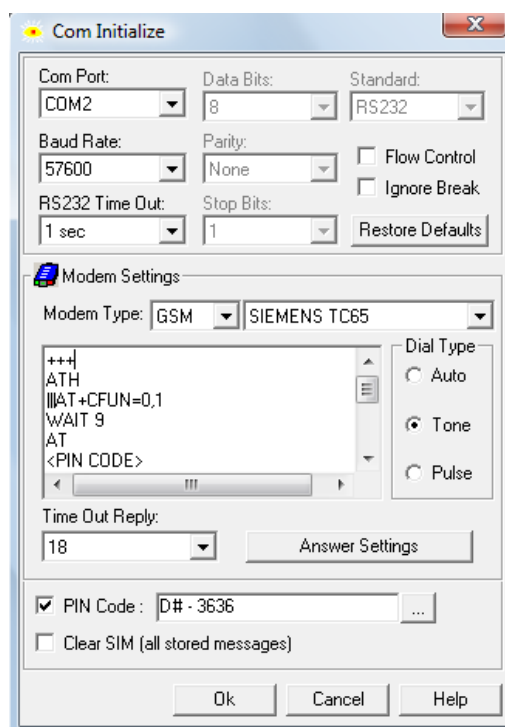


Figura 7: configuração do modem GSM

Ainda para esta comunicação foi necessário informar, à lógica do CLP, quais comandos ele deve receber do Modem GSM. Este bloco de configuração de SMS é

acionado quando a porta de comunicação COM2, do modem GSM, está em funcionamento e envia para sinais para a lógica do CLP (Figura 8).

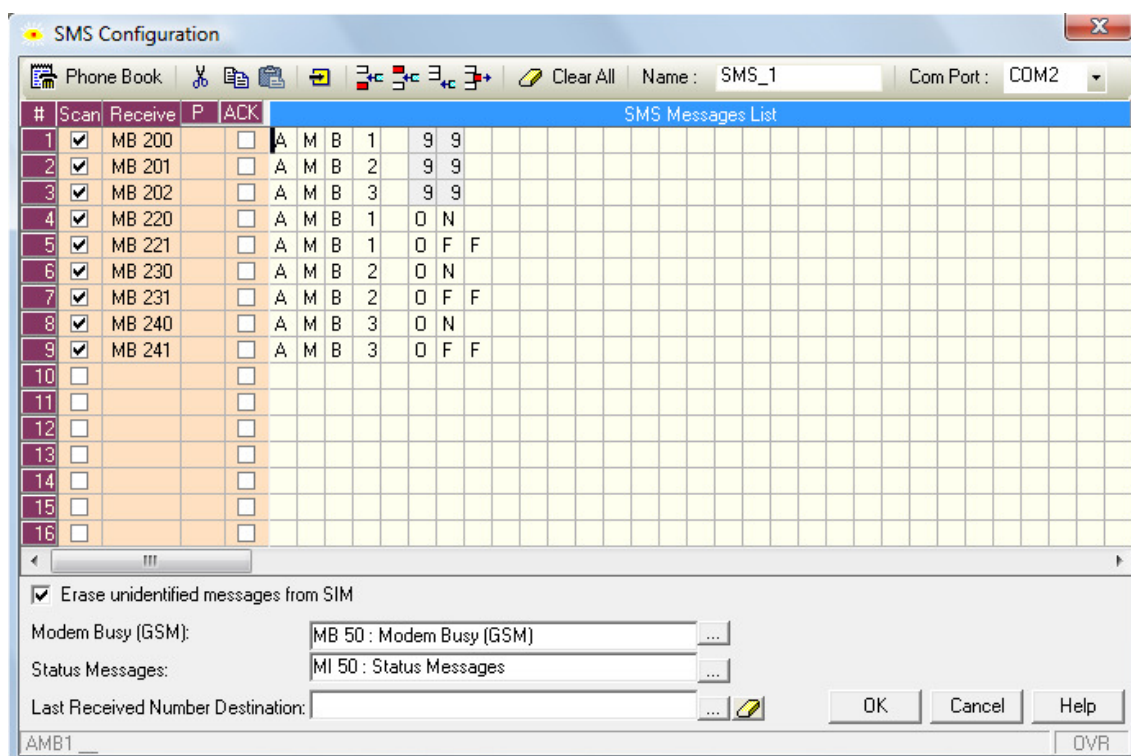


Figura 8: Configuração SMS

Como exemplo, se um usuário de qualquer celular enviar uma mensagem do tipo “AMB1 23” para o numero do chip que está no Modem GSM, a configuração e a lógica vai entender que o contato de nome MB200 irá ter valor lógico ‘1’ e o valor de MI200 será 23. Este MI200 é o valor numérico configurado para reconhecer os dois números após o “AMB1” que na lógica foi configurado para indicar o valor da temperatura desejada. Caso o valor de MI200 esteja entre 15 e 30 (valores padrão de temperatura do ar condicionado, configurado no projeto) e caso os caracteres anteriores estejam exatamente iguais ao informado na configuração, o MB200 terá nível lógico ‘1’ que irá acionar na lógica o controle de temperatura do Ambiente 1. Em outras palavras, se o usuário digitar AMB1 23 significa que o Ambiente 1 irá atingir a temperatura de 23°C e irá mantê-la até que outro comando seja informado.

As outras mensagens são utilizadas para ligar ou desligar o ar condicionado de cada ambiente. A mensagem do tipo “AMB3 OFF” manda para nível lógico ‘1’ o bit MB241 que na lógica desliga o ar condicionado referente ao ambiente 3.

Clicando na opção ACK em cada linha de mensagem, podem-se limitar esses comandos a determinados celulares, apenas informando seu numero. Caso receba uma mesma mensagem de um número desconhecido, o sistema irá ignorar o comando.

Outra porta de comunicação utilizada é a COM1, que é a ligação de um cabo RS232, o mesmo utilizado para gravação da lógica, para comunicar em MODBUS com um computador ou com uma rede interna.

Na subrotina referente ao programa principal, estão representados todos os intertravamentos referentes a: comandos de acionamento e controle de temperatura de cada ambiente, envio de mensagens para celulares, configurações de IHM, contadores de tempo e comparadores.

Foi feito um conjunto de blocos que calcula e informa o tempo de funcionamento do ar condicionado de cada ambiente, a fim de prever gastos de energia e duração da vida útil do equipamento. Este contador de horas pode ser resetado a qualquer momento via IHM.

Ainda na IHM, há uma opção para editar o tempo de funcionamento do ar condicionado depois de acionado. Como exemplo, pode-se configura-lo para que permaneça ligado durante 50 minutos, seguido de uma pausa de 10 minutos, a fim de economizar energia. Este curto espaço de tempo não é o suficiente para o ambiente se aquecer e se igualar a temperatura externa, desde que o mesmo esteja devidamente fechado.

Num teste realizado antes do projeto, em uma sala com ar condicionado a uma temperatura interna de 22°C e externa de 33°C foi feito o desligamento do equipamento por 10min. Após esta pausa, a temperatura chegou a aproximadamente 23°, o que não faz muita diferença na sensação térmica, porém a diferença do consumo de energia a longo prazo é considerável. Esta configuração pode ser ajustada de acordo com a localização do ambiente em relação ao sol, número de pessoas no local, circulação de ar, e equipamentos eletrônicos ligados dentro dele. Por exemplo, supondo que uma sala não possua computadores e que fique localizada num ponto não muito abafado, esta configuração pode ser de 30 minutos em funcionamento e 20 minutos desligado. Para este caso, há uma economia de energia bastante significativa.

Na seqüência da lógica do programa principal, estão todas as condições de configurações de temperatura e acionamento das diversas formas existentes para realizar o controle.

A separação em subrotinas facilita tanto a visualização quanto a implementação da lógica. O principal motivo foi facilitar os comandos partindo de locais diferentes da lógica, como acionar o sistema via celular e o desligar via IHM ou via um computador ligado à rede.

Cada um destes passos está associado ao programa principal que manda nível lógico '1' para uma única bobina que realiza o acionamento na subrotina de saídas.

Nas saídas, estão todos os comandos, de forma simplificada, que ativam ou desativam os respectivos componentes: compressor, evaporador e ventilador do condensador. Caso haja problemas com os selos, o ar condicionado perde a eficiência, refrigerando de forma mais lenta e mantendo o mesmo consumo de energia elétrica. Ocorrendo perda do gás refrigerante o custo da manutenção será mais elevado. Neste caso, o sistema irá desligar automaticamente e o usuário receberá uma mensagem informativa no celular.

Pensando na facilidade de manutenção, foi adicionada uma tela na IHM intitulada “manutenção” (Figura 9), que possui textos binários indicando se as entradas e saídas estão em nível lógico ‘1’ ou nível lógico ‘0’. Caso ocorra alguma falha durante o funcionamento, como por exemplo o rompimento de um fio, apenas com a observação da tela pode-se detectar o problema, reduzindo assim o tempo de busca de erros e da própria manutenção em si.



Figura 9: Tela de manutenção

Outras telas de IHM também foram criadas, como as que realizam supervisão do sistema como um todo, a que mostra a temperatura a ser escolhida para cada ambiente, a de tempo total de funcionamento de cada ar condicionado, uma para resetar cada um desses tempos e outras para realizar diversas configurações do sistema. Estas telas estão no anexo II junto com o desenvolvimento da lógica, indicando o endereçamento e a configuração de cada item realizado no projeto.

3.2. SISTEMA DE SUPERVISÃO

De acordo com o que foi configurado nos blocos de comunicação na lógica LADDER, a porta COM1 pode-se comunicar com qualquer dispositivo que utilize o protocolo MODBUS. Com isso, é possível criar um sistema de supervisão que o usuário possa ter acesso aos dados de qualquer lugar da rede interna, ou via internet.

Para isso, foram utilizadas as seguintes ferramentas:

-E3 Server: Servidor de Aplicações, onde os principais processos são executados, incluindo a comunicação em tempo real com os equipamentos de controle. O servidor também é responsável por enviar dados e telas aos clientes conectados em qualquer parte da rede (Intranet e Internet). Pode ainda executar vários projetos ao mesmo tempo e conversar com outros E3 Servers para realizar um *failover (standby)* ou distribuir cargas de processamento entre as máquinas.

-E3 Studio: Ferramenta única de configuração, que age como plataforma universal de desenvolvimento, possui um ambiente moderno e amigável, incluindo um completo editor gráfico e de scripts (VBScript). Ela permite que um projeto seja editado por várias pessoas simultaneamente ou que vários E3 Studios estejam conectados ao mesmo servidor remoto, com múltiplas configurações.

-E3 Viewer: Permite operar as aplicações residentes no servidor em qualquer computador com o programa executável Viewer ou com um navegador de Internet. Em ambos os casos, não é necessário instalar a aplicação na máquina cliente, pois será feito o download e o registro de todos os componentes (telas, bibliotecas, controles ActiveX)[10].

A versão utilizada (em modo de demonstração) possui algumas limitações que restringem o uso dos símbolos das bibliotecas, sendo usada no máximo 20 *tags* externas para comunicação e o servidor executa a aplicação por no máximo duas horas em operação, sendo necessário reiniciar a aplicação.

Este sistema não foi interligado ao restante do projeto devido a problemas com o hardware, porém foram realizados testes de interligação com o CLP com a finalidade de compreender o funcionamento de um sistema supervisor e foi montada uma tela de supervisão referente ao trabalho, que pode a qualquer momento interligar o sistema ao projeto.

Uma tela de supervisão foi criada (Figura 10), com poucos *tags*, que podem ser feitos pela versão demo. Cada item do supervisor é associado a um *tag*.

Esta tela possui: alguns botões de liga/desliga, associados a cada ar condicionado de cada ambiente (configurados como somente escrita); *displays* com

indicadores de temperatura ambiente (configurados como somente leitura); *setpoints* que permitem informar os novos valores desejados de temperatura, com limitações a números inteiros variando entre 15°C e 30°C (configurado como somente escrita).

A tela possui ainda um gráfico de temperatura ambiente em função do tempo, com três *tags* relacionados a cada sensor de temperatura. Este gráfico, além de fornecer um histórico da temperatura dos três ambientes, permite analisar se o tempo que o ar condicionado permaneceu desligado foi suficiente para não alterar significativamente a temperatura.

Para a aplicação, o driver modbus.dll, fornecido pelo site do Elipse, foi instalado e configurado para cada tipo de *tag*, restando conectar a aplicação na rede e identificar cada *tag* com os valores criados na lógica do CLP.

Para se executar esta etapa, o sistema deve estar em modo '*run*', a opção 'ativar comunicação' deve ser selecionada na tela de configuração do driver e cada elemento deve ser identificado.

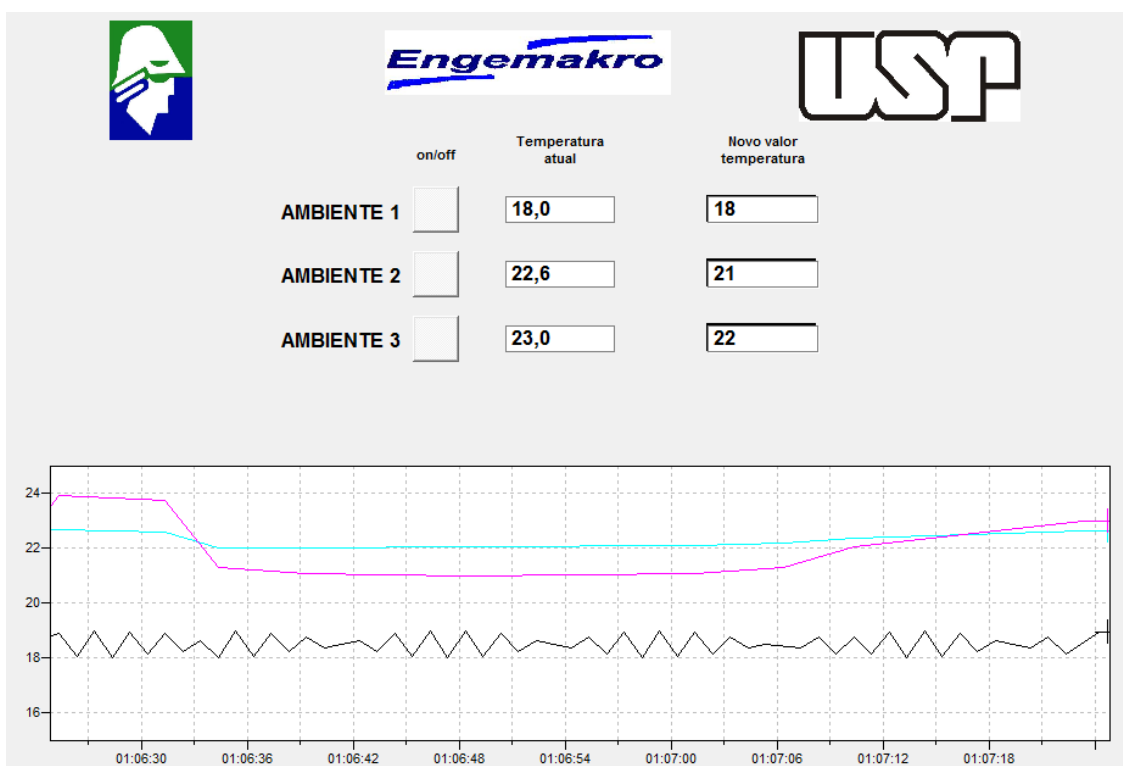


Figura 10: Tela do sistema de supervisão

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, o projeto funcionou conforme o esperado, embora muitas dificuldades são encontradas quando se trata de uma planta térmica. Todo o sistema de comando via CLP e celular funcionou, as temperaturas foram monitoradas via lógica online e comparada as do termômetro digital.

O Gráfico 2 representa uma simulação feita durante um dia ensolarado, em um ambiente de aproximadamente 48m² com quatro pessoas e cinco computadores em funcionamento durante a maior parte do dia.

A tela de configuração de tempo na IHM foi programada para desligar por sete minutos após 40 minutos de funcionamento. O sistema foi acionado a 7h30 da manhã via IHM, interrompido via celular ao meio dia, religado as 13h00 via celular e desligado as 19h00 via lógica online.

Com um termômetro digital foram medidas as temperaturas interna e externa, a cada 30 minutos aproximadamente, para plotar o Gráfico 2.

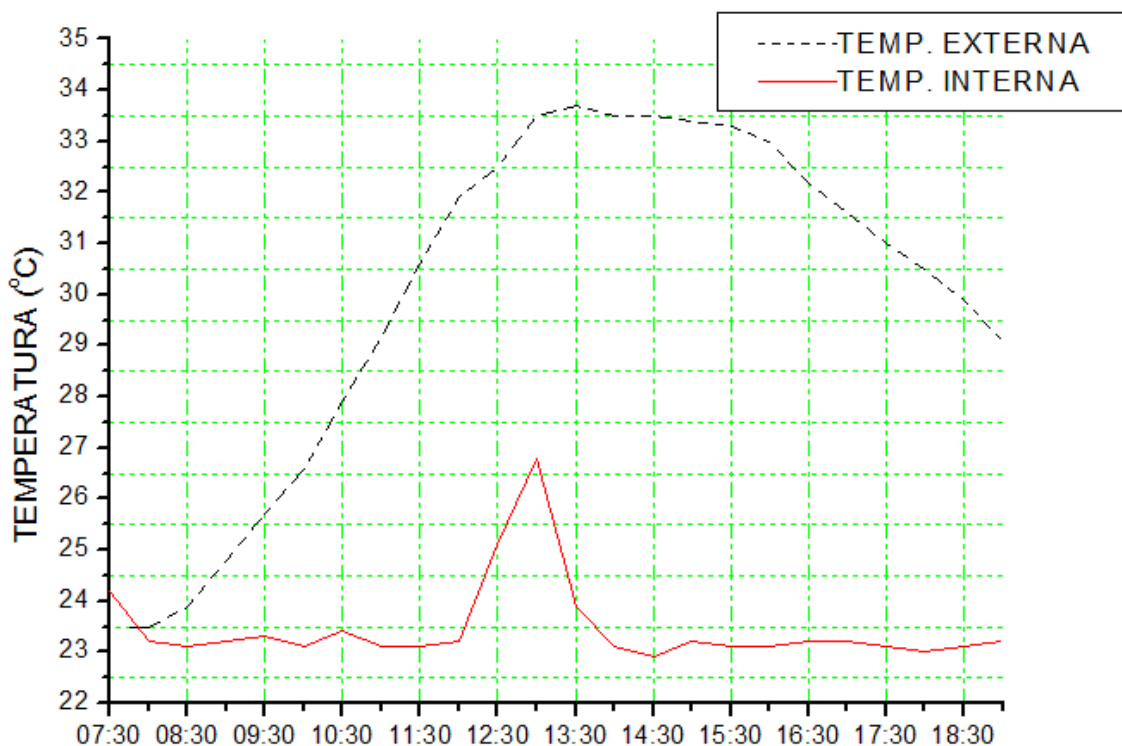


Gráfico 2: Temperatura x Tempo

Ao executar em definitivo o sistema de supervisão, a idéia principal é obter um gráfico semelhante a este, no entanto com maior precisão, pois os dados podem ser obtidos em tempo real durante todo o dia.

No caso da versão demo do E3, as aquisições são realizadas durante duas horas, depois disso é necessário reiniciar o sistema para continuar o monitoramento.

Com o sistema operando normalmente o gráfico poderá ser visualizado via internet, utilizando o navegador.

Observa-se no gráfico que, com o ar condicionado desligado durante sete minutos após 40 minutos de funcionamento, as variações da temperatura interna foram pequenas, mantendo-se sempre próximas a temperatura configurada de 23°C.

Realizando medições e testes em ambientes onde o projeto seria aplicado, pode-se determinar, através dos gráficos de temperatura, os tempos ideais de funcionamento do sistema, possibilitando assim uma economia significativa de energia.

5. CONCLUSÃO

A engenharia aplicada a automação vem crescendo muito nos ambientes industriais, neste trabalho foi mostrado um exemplo que pode ser aplicado tanto em ambientes residenciais quanto comerciais utilizando os mesmos recursos, possibilitando assim maior conforto e a segurança aos seus usuários.

Com as aplicações utilizadas neste projeto, qualquer outra forma de automação pode ser implementada partindo do mesmo princípio e do mesmo conhecimento, como ligar a banheira a uma temperatura desejada, acionamento automático de luzes, controle de motores que abrem e fecham janelas, sistema de som ambiente, regador para jardins, controle de sauna, limpeza de piscina entre outros, todos sendo controlados e supervisionados via celular, internet, IHM ou algum sinótico presente na residência.

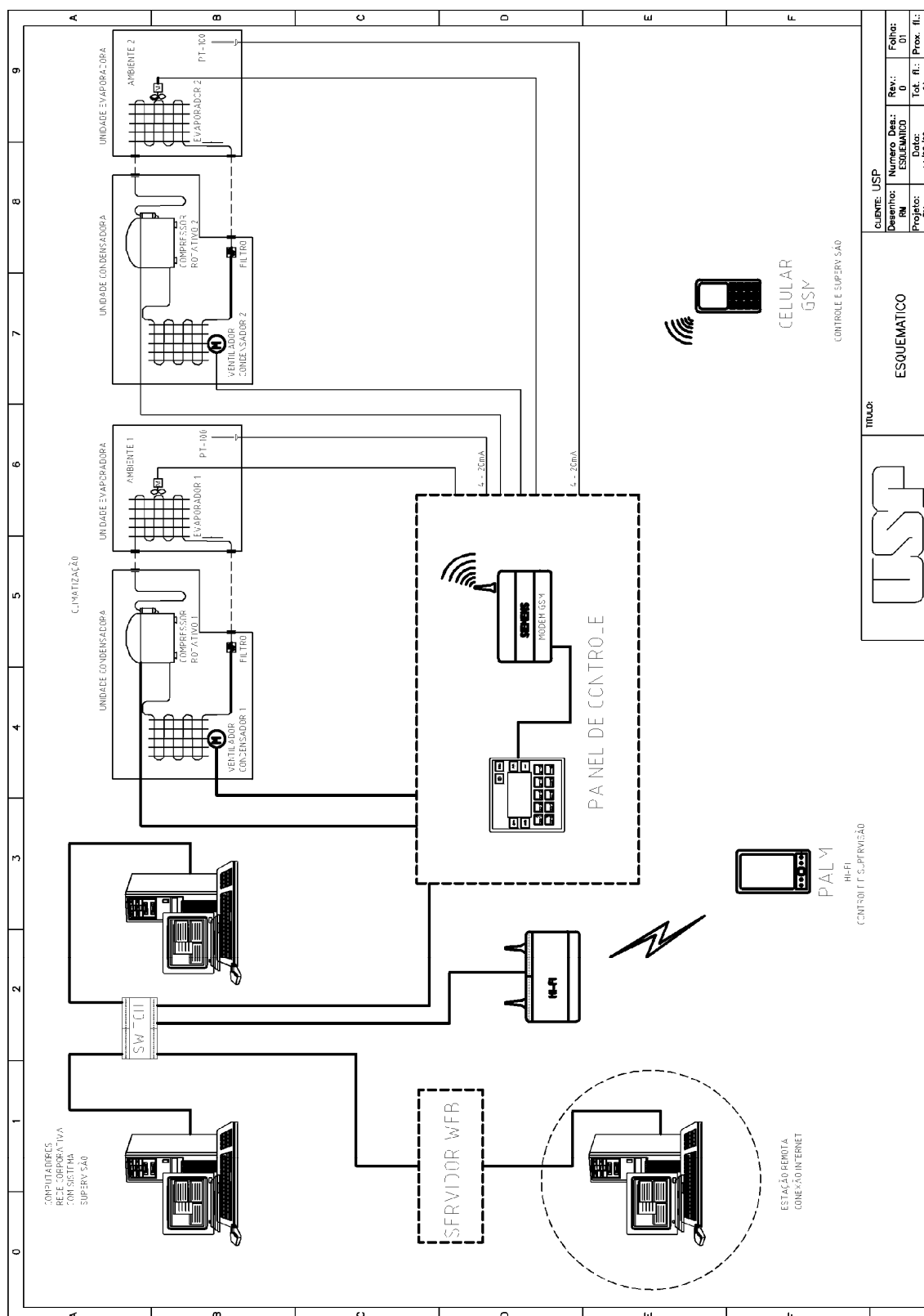
Sistemas de segurança também podem utilizar a mesma base deste trabalho, como manter online câmeras de segurança, sistema de alarme que envia mensagens ou telefona para celulares pré-programados e limitar o acesso de pessoas ao ambiente, com a utilização de leitor biométrico instalados em fechaduras.

A automação pode ser sempre evoluída e inovada, sua área de aplicação é ampla e pode ser projetada de acordo com a vontade de cada usuário e este projeto envolveu e exigiu pesquisas e estudos sobre sua aplicação e implementação, funcionou satisfatoriamente e proporcionou maior conhecimento sobre o assunto.

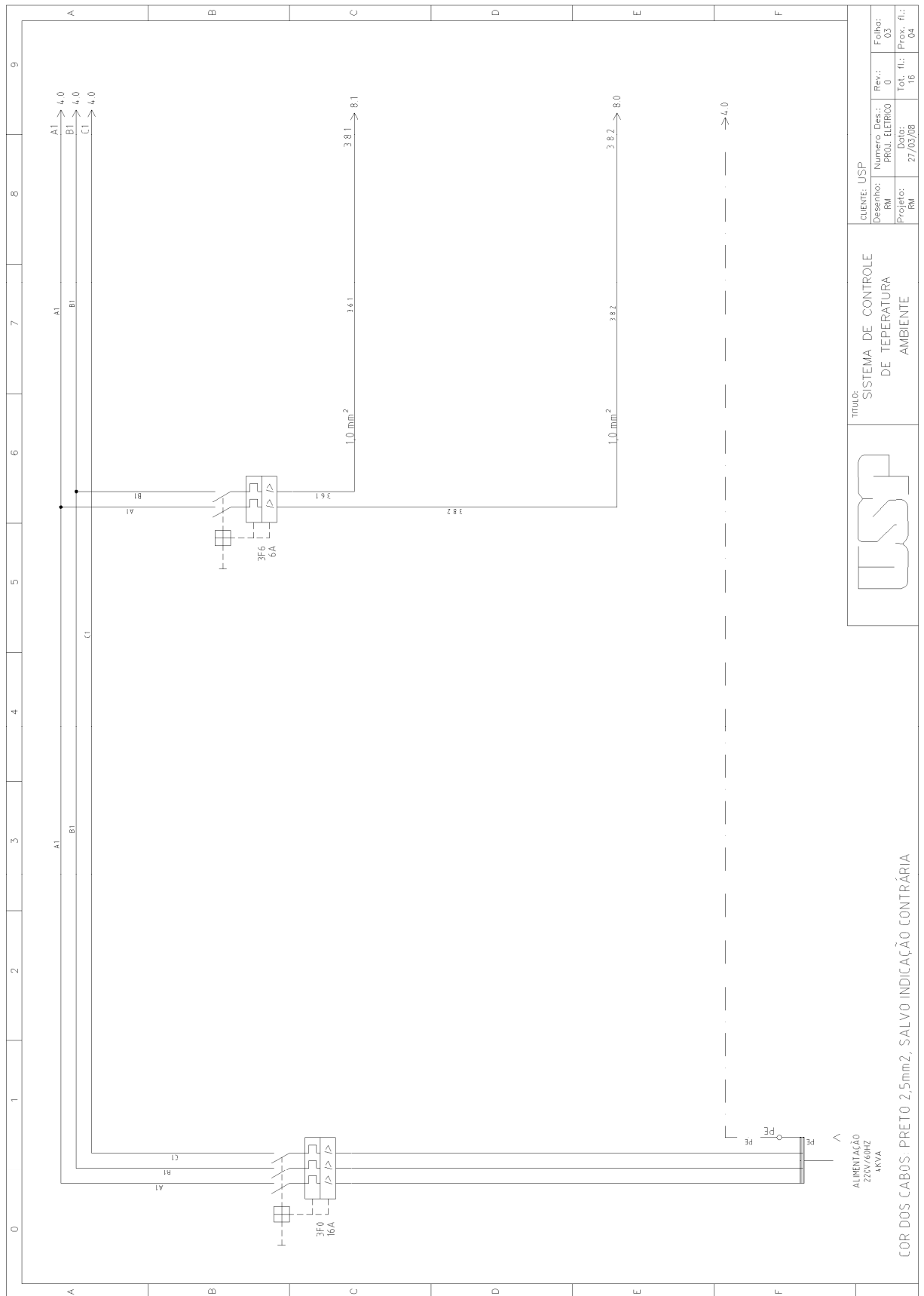
6. REFERENCIAS

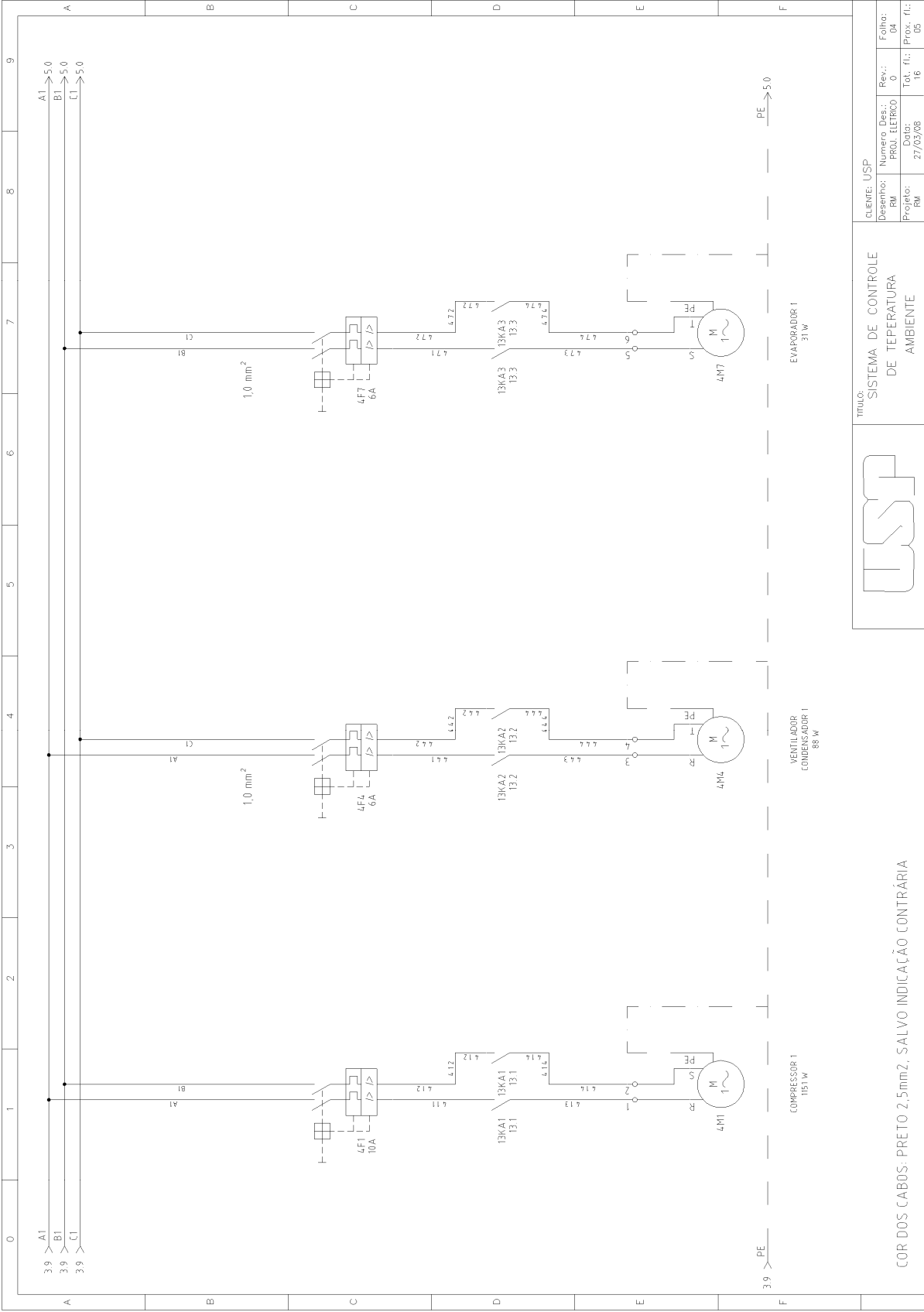
- [1] Associação brasileira de automação residencial, disponível em <<http://www.aureside.org.br>>, acessado em 27/03/2008
- [2] DIAS, César Luiz de Azevedo. Domótica: aplicabilidade às edificações residenciais. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Fluminense, 2004
- [3] KRAKHECHE, Igor . Sensores de Temperatura, disponível em <<http://hermes.ucs.br/ccet/demc/vjbrusam/inst/temp2.pdf>>, acessado em 12/07/2008
- [4] RICHARD M. Anderson;Robert S. McGill. Air Conditioner Control. U.S.Patent Documents, julho 1977
- [5] Terminal TC 65, disponível em <http://www.siemens.com.br/templates/produto.aspx?channel=7372&channel_pri_nivel=6577&produto=18170>, acessado em 11/04/2008
- [6] Introdução aos Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), disponível em <<http://www.ejm.com.br/download/Introducao%20CLP.pdf>>, acessado em 12/07/2008
- [7] User Guide V120-22-UA2 OPLC
- [8] IO-PT4, I/O Expansion Module, disponível em <http://www.axima.cz/eu/pdf_not_db/cz_unitronics_io-pt4.pdf>, acessado em 05/05/2008
- [9] SENAI, Apostila de Instalações Elétricas.
- [10] E3 – Manual do Usuário, Elipse Software Ltda.

ANEXO I: Esquemático



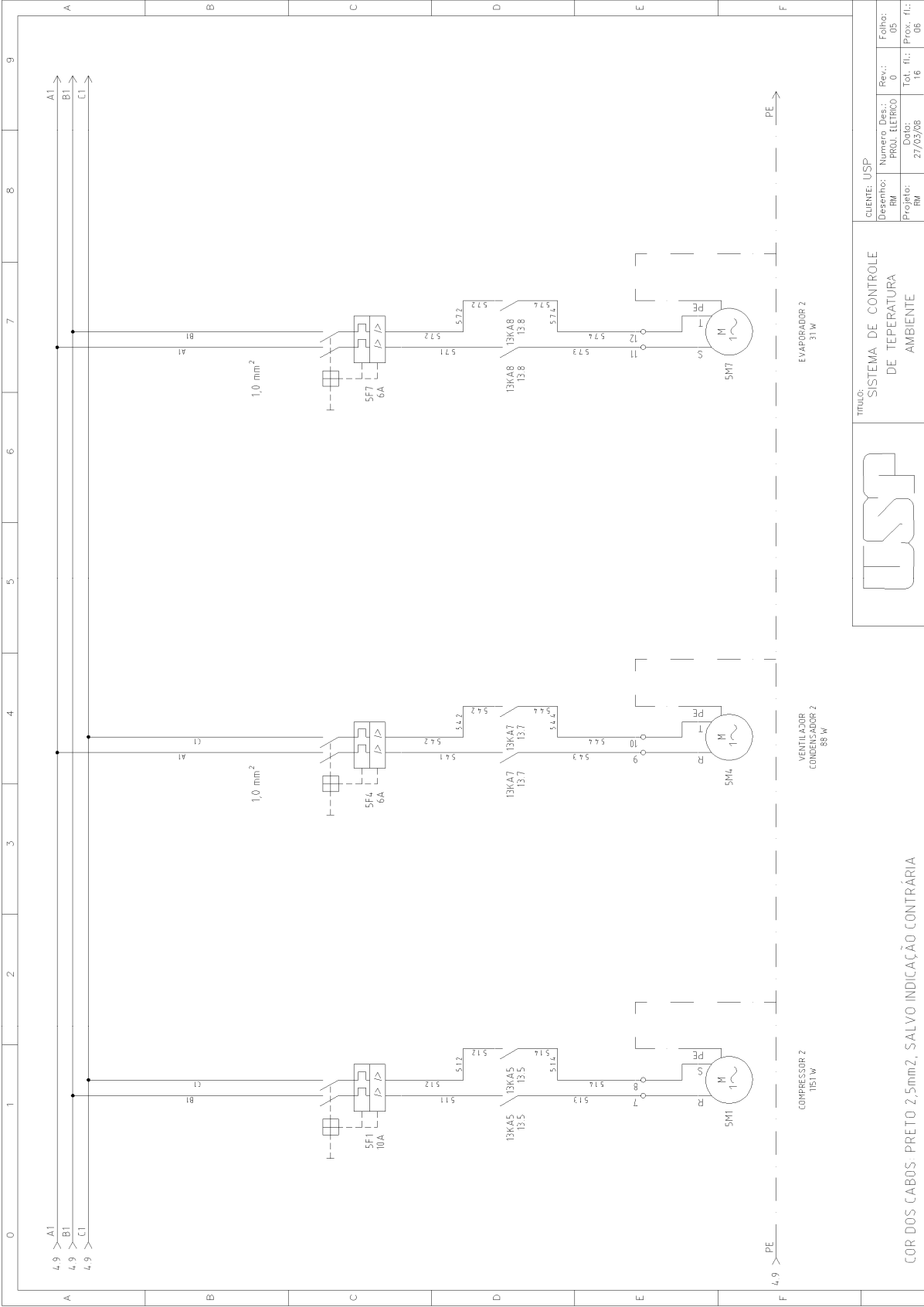
ANEXO II: Projeto Elétrico

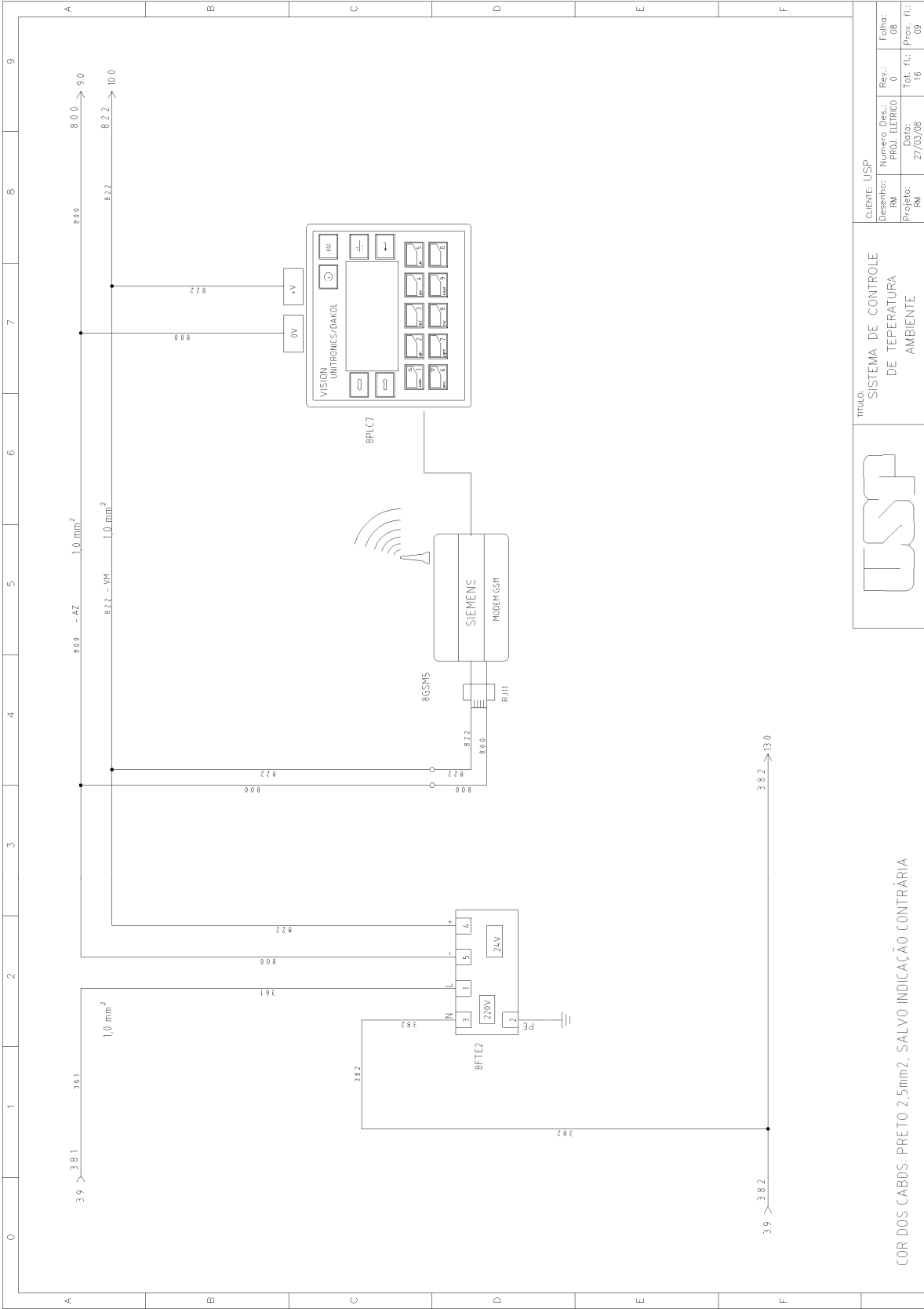


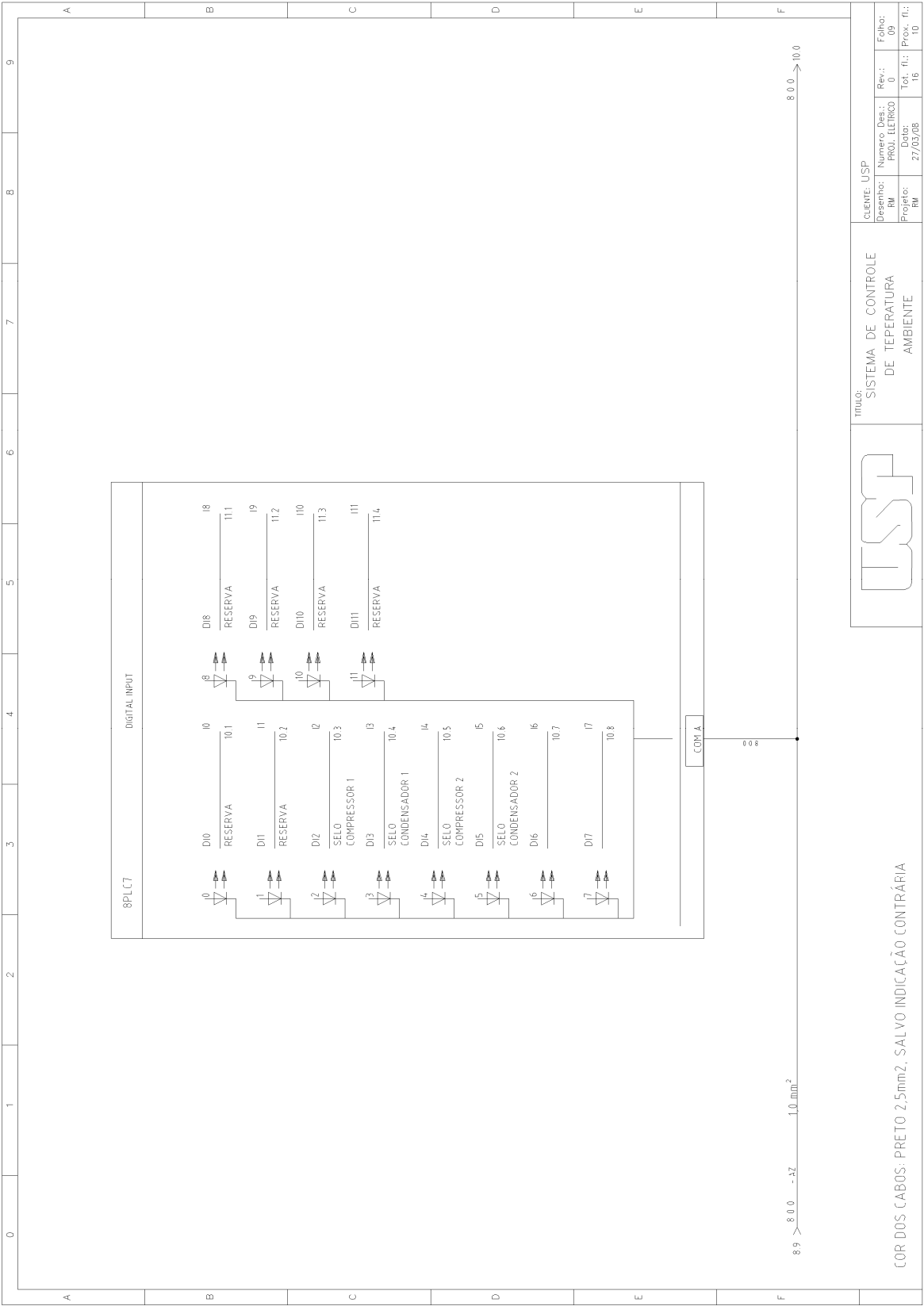


COR DOS CABOS: PRETO 2,5mm², SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA

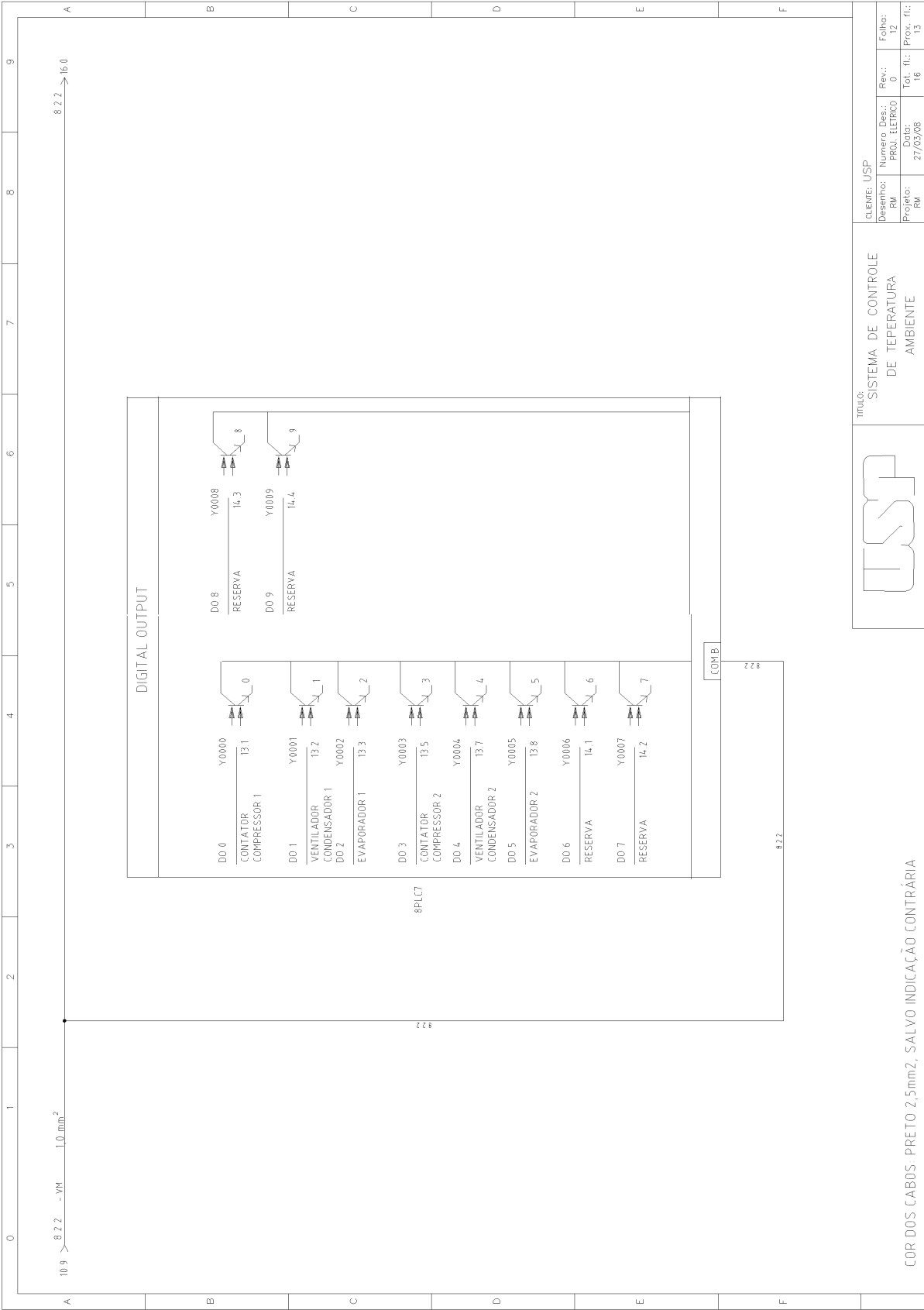
TÍTULO:		CLIENTE: USP			
SISTEMA DE CONTROLE DE TEMPERATURA AMBIENTE		Desenho:	Projeto:	Rev.:	Folha:
		PM	PM	0	04
		Projeto:	Projeto:	Tot. fl.:	Prox. fl.:
		PM	PM	16	05

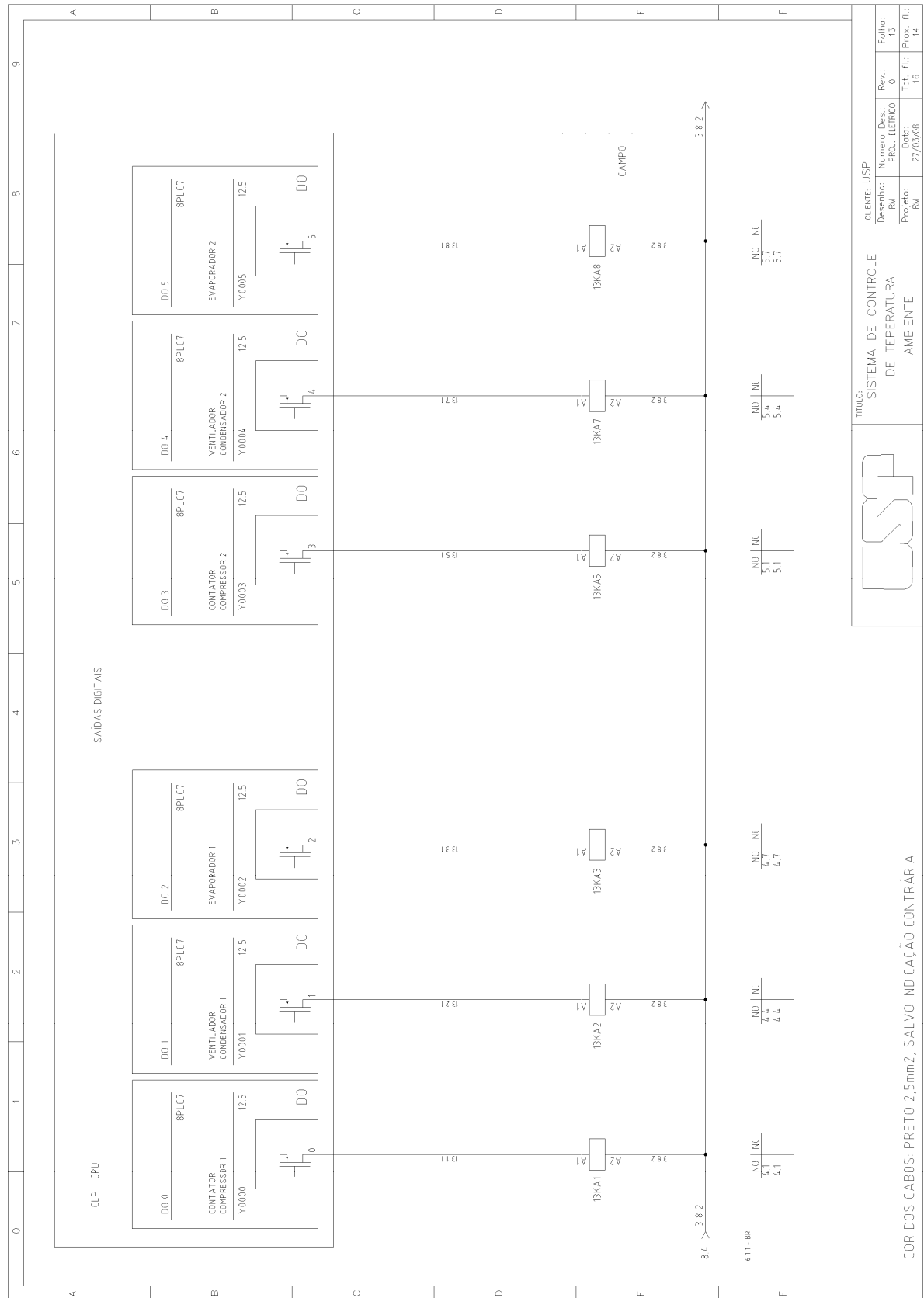


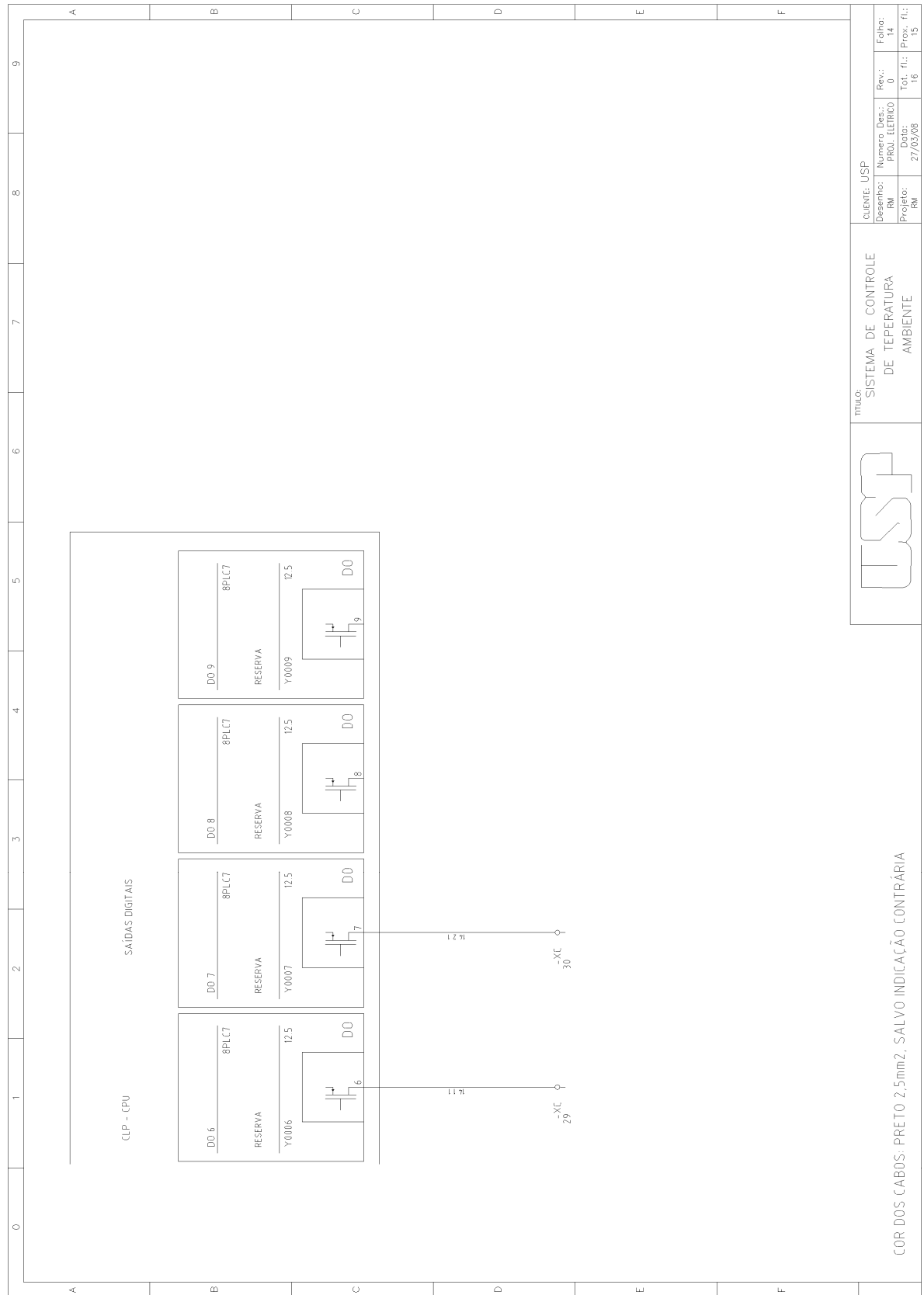


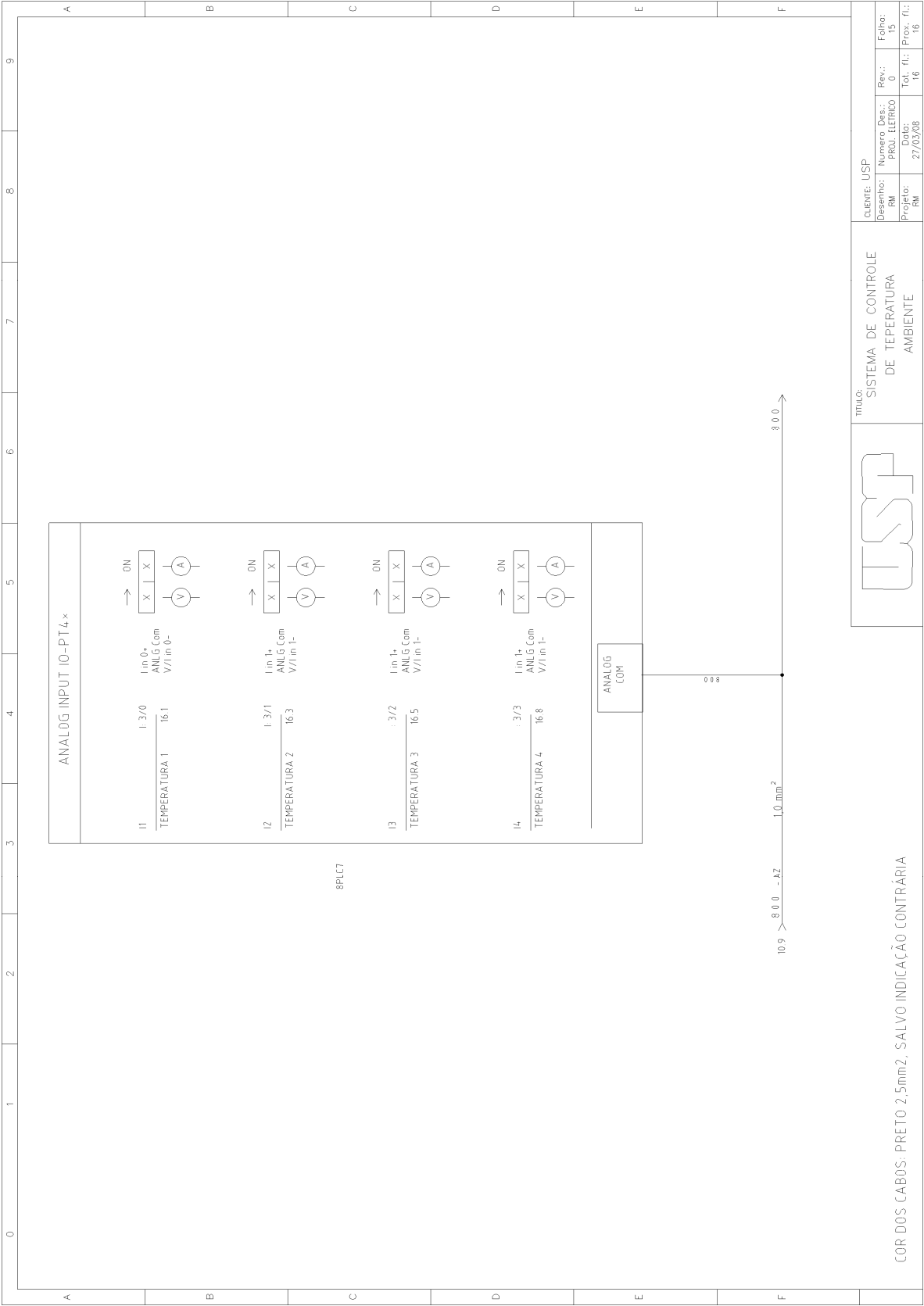


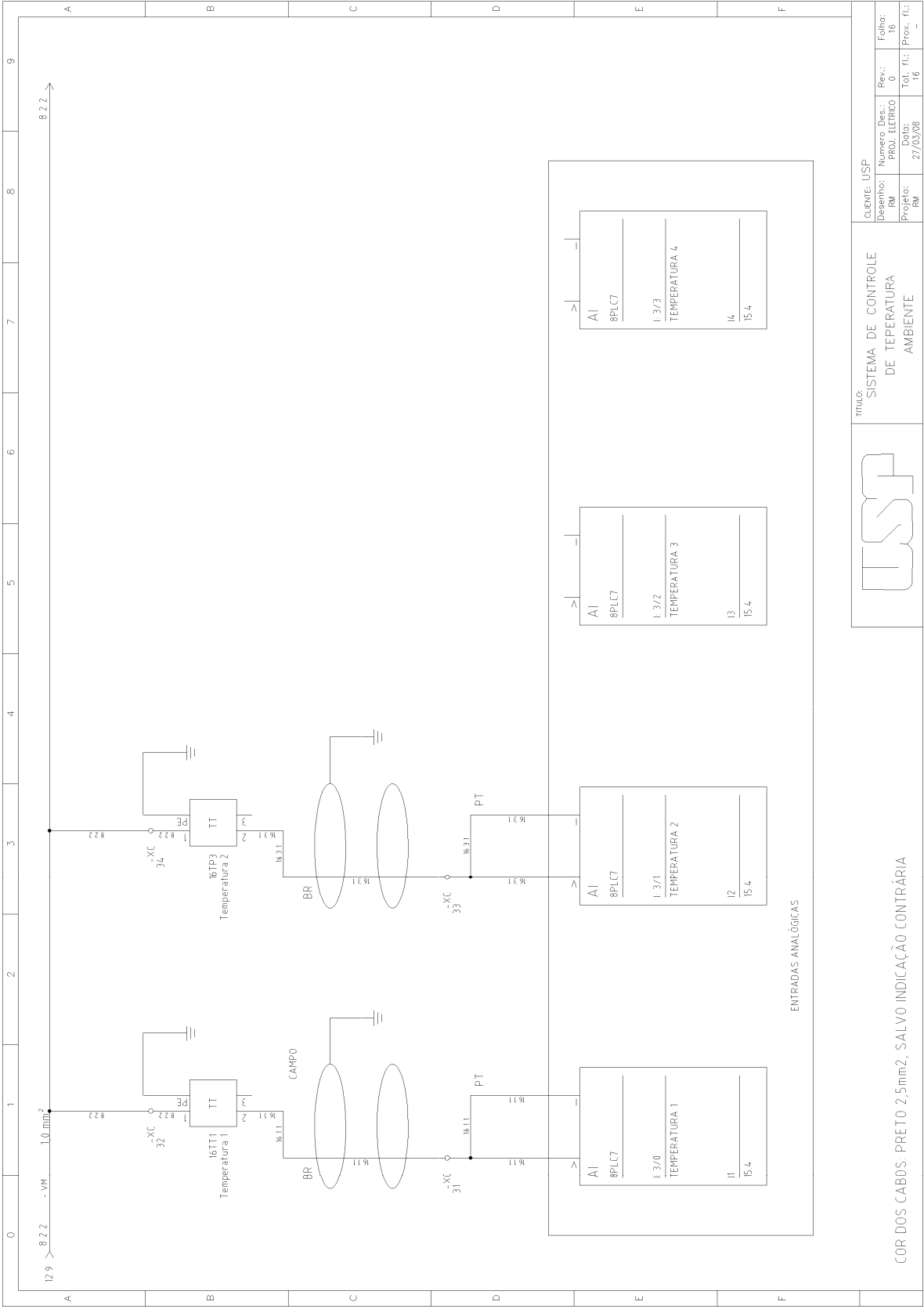












COR DOS CABOS: PRETO 2,5mm², SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA

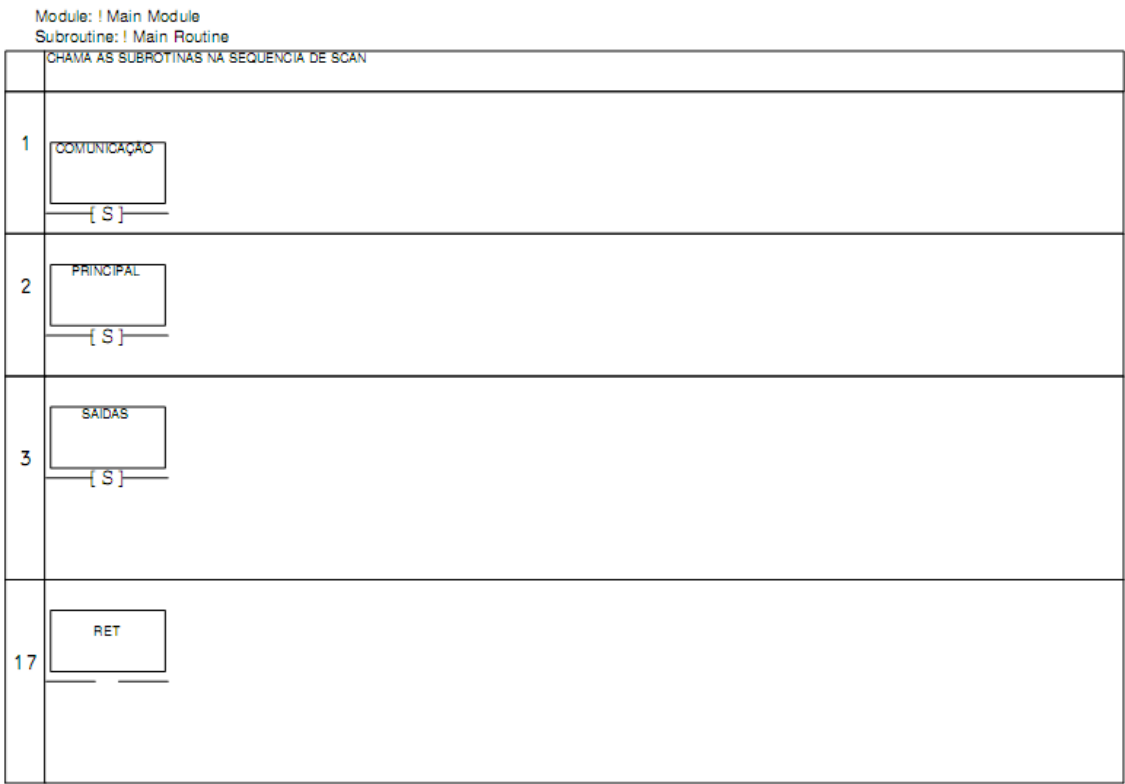


TÍTULO: SISTEMA DE CONTROLE DE TEMPERATURA AMBIENTE

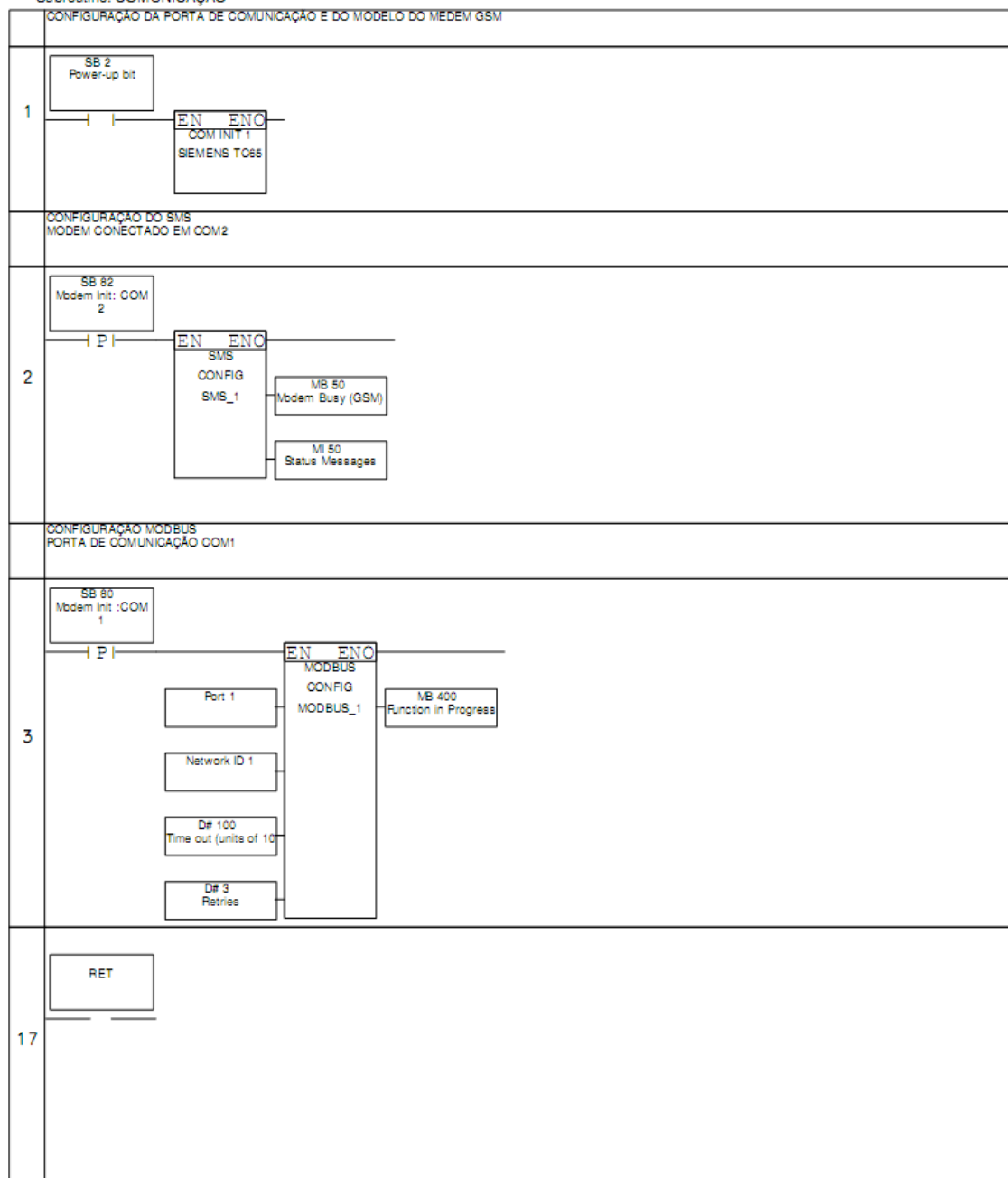
CLIENTE: USP
Desenho: RMI
Projeto: RMI

Número Des.: PROJ. LTERCO
Data: 27/03/08
Rev.: 0
Tot. fl.: 16
Folha: 16
Prox. fl.: -

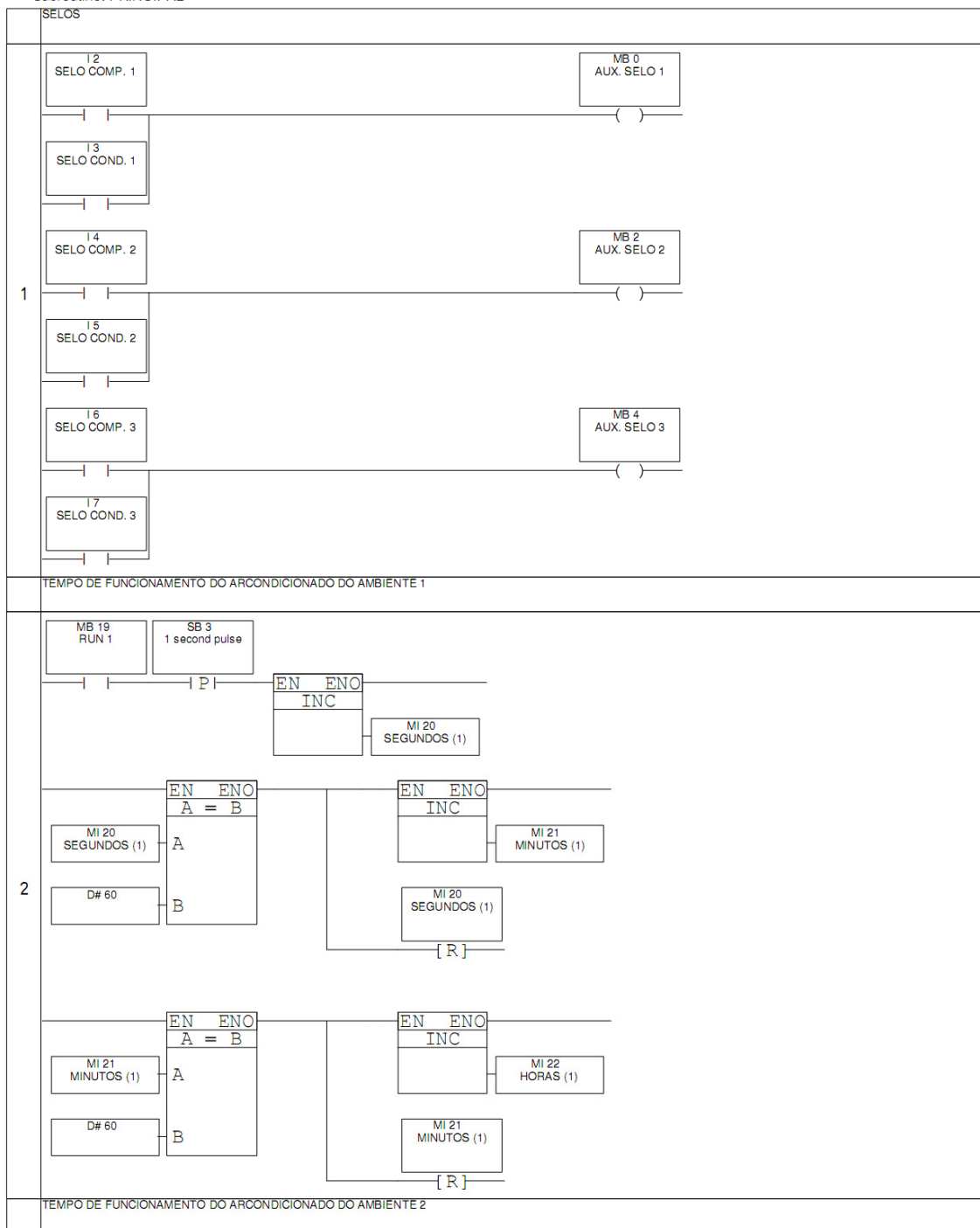
ANEXO III: Lógica Ladder

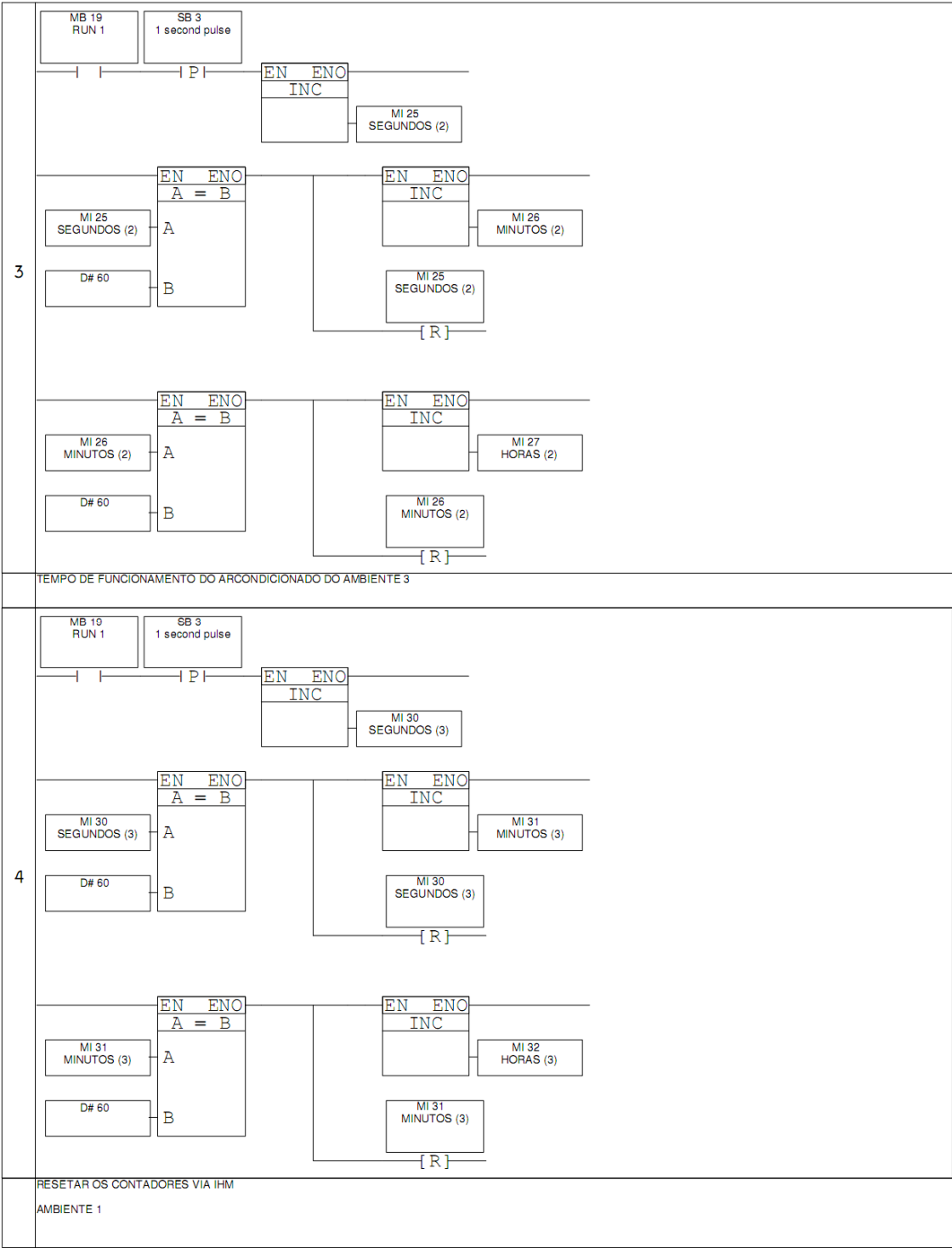


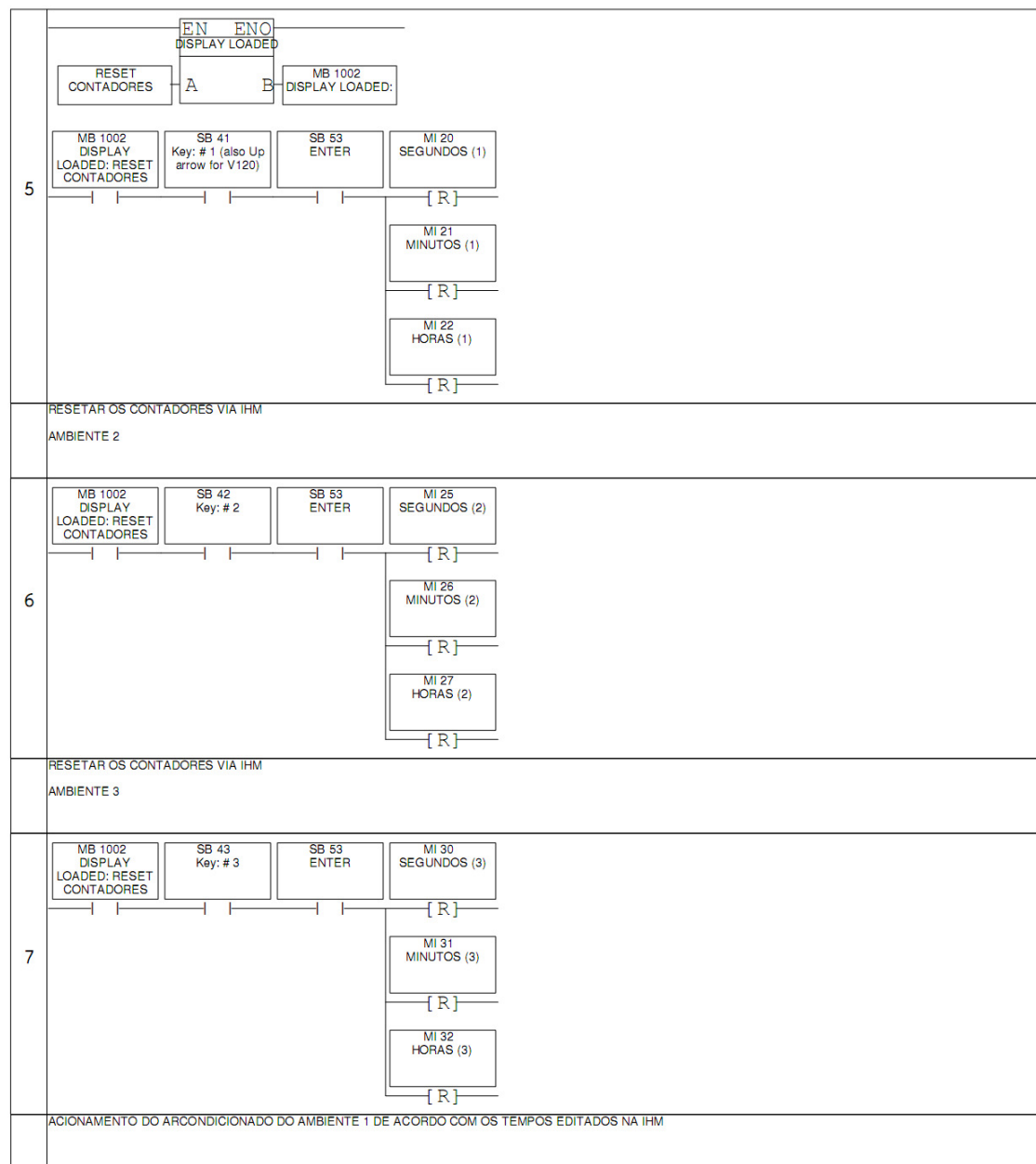
Module: ! Main Module
Subroutine: COMUNICAÇÃO

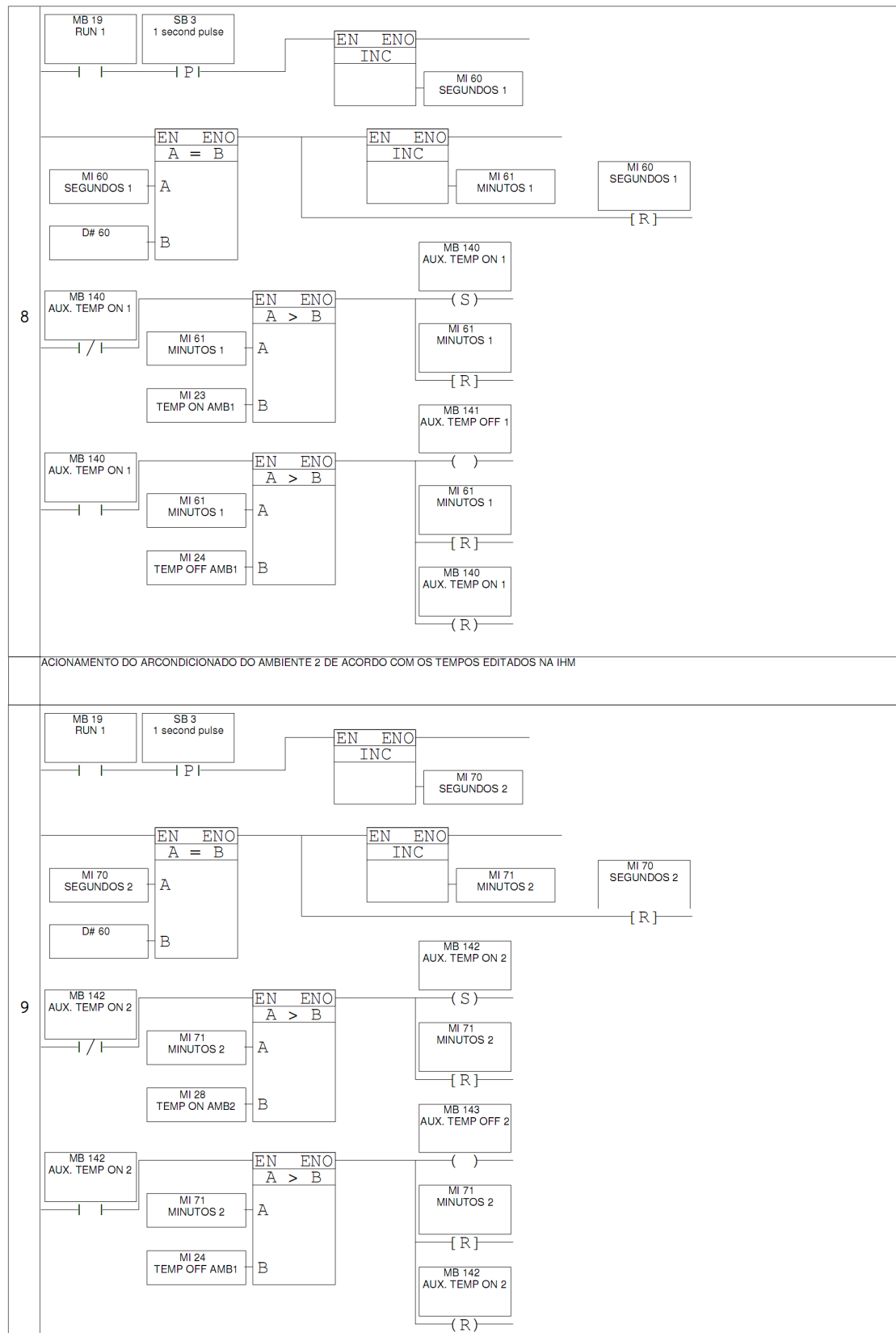


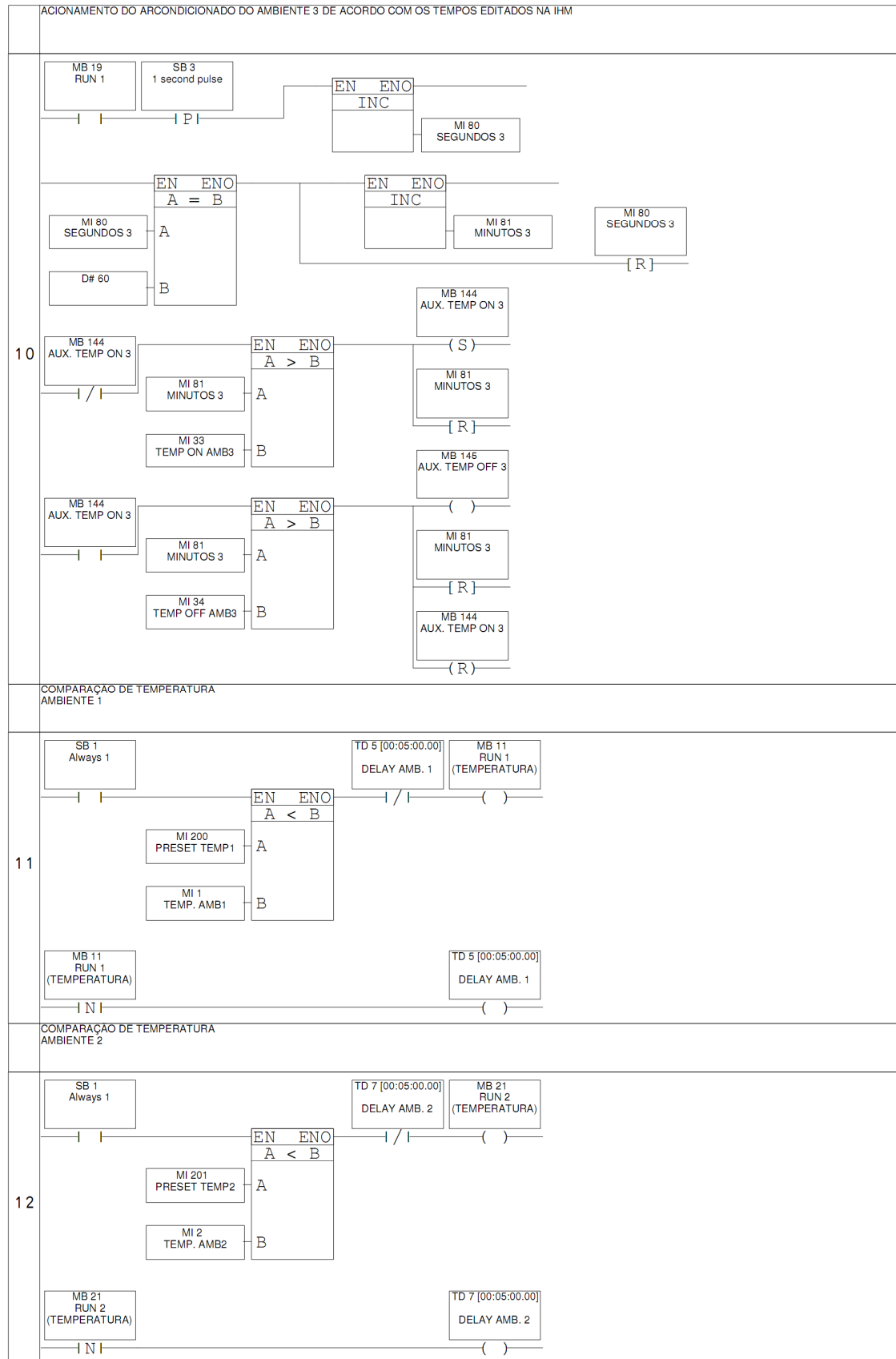
Module: ! Main Module
Subroutine: PRINCIPAL

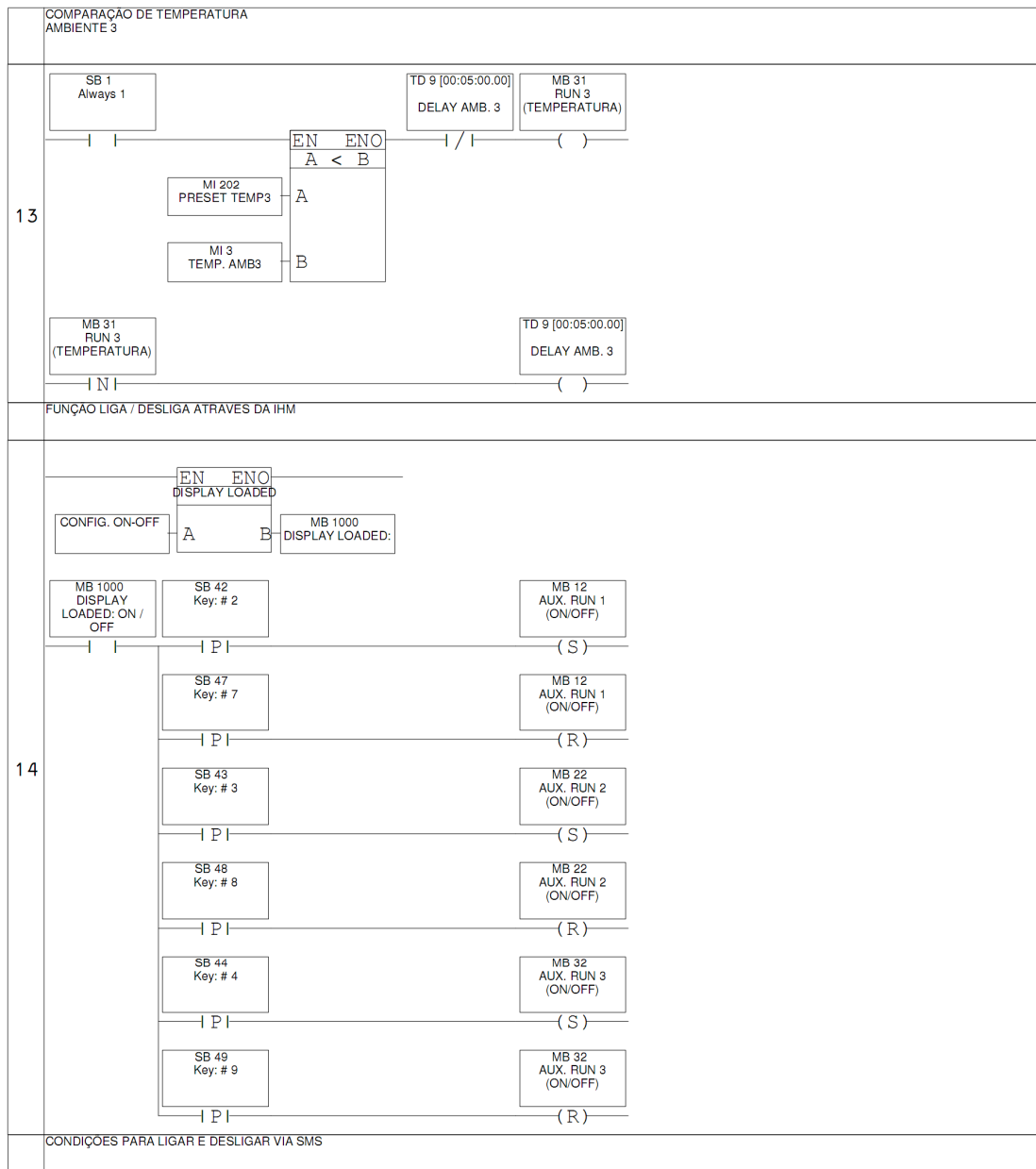


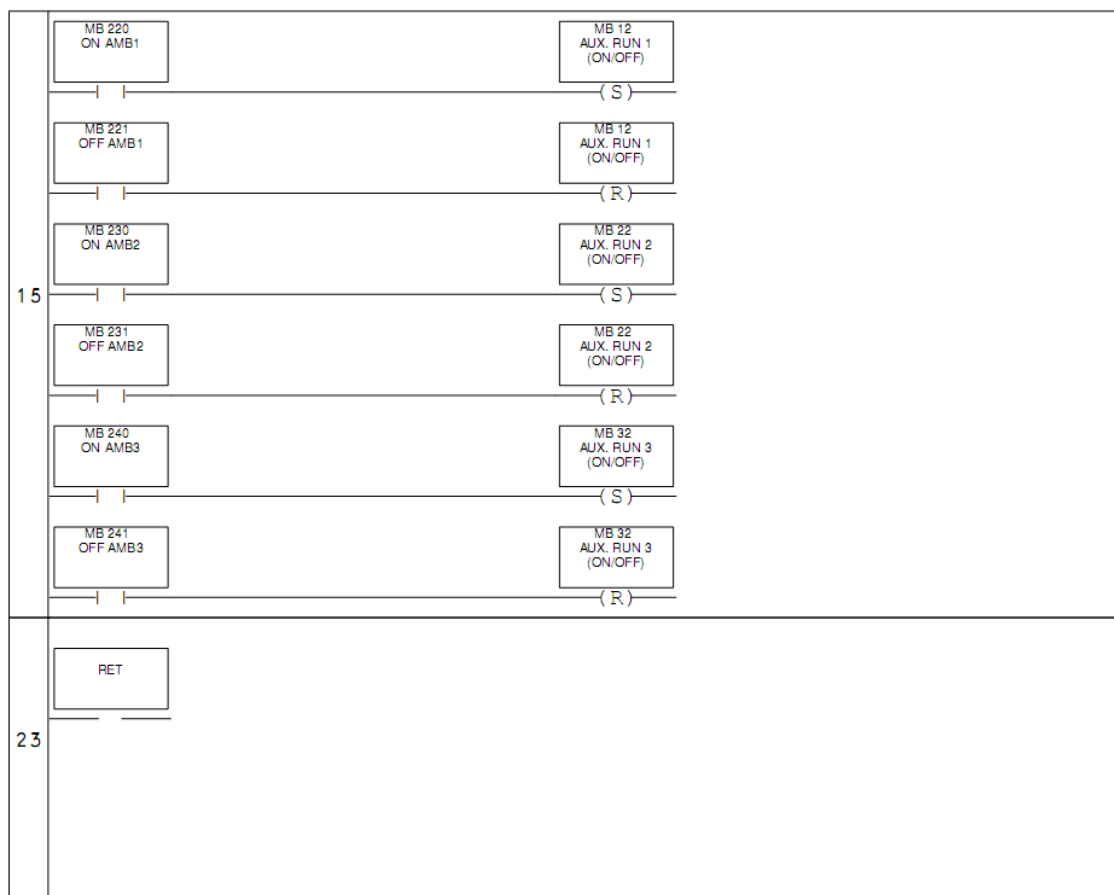


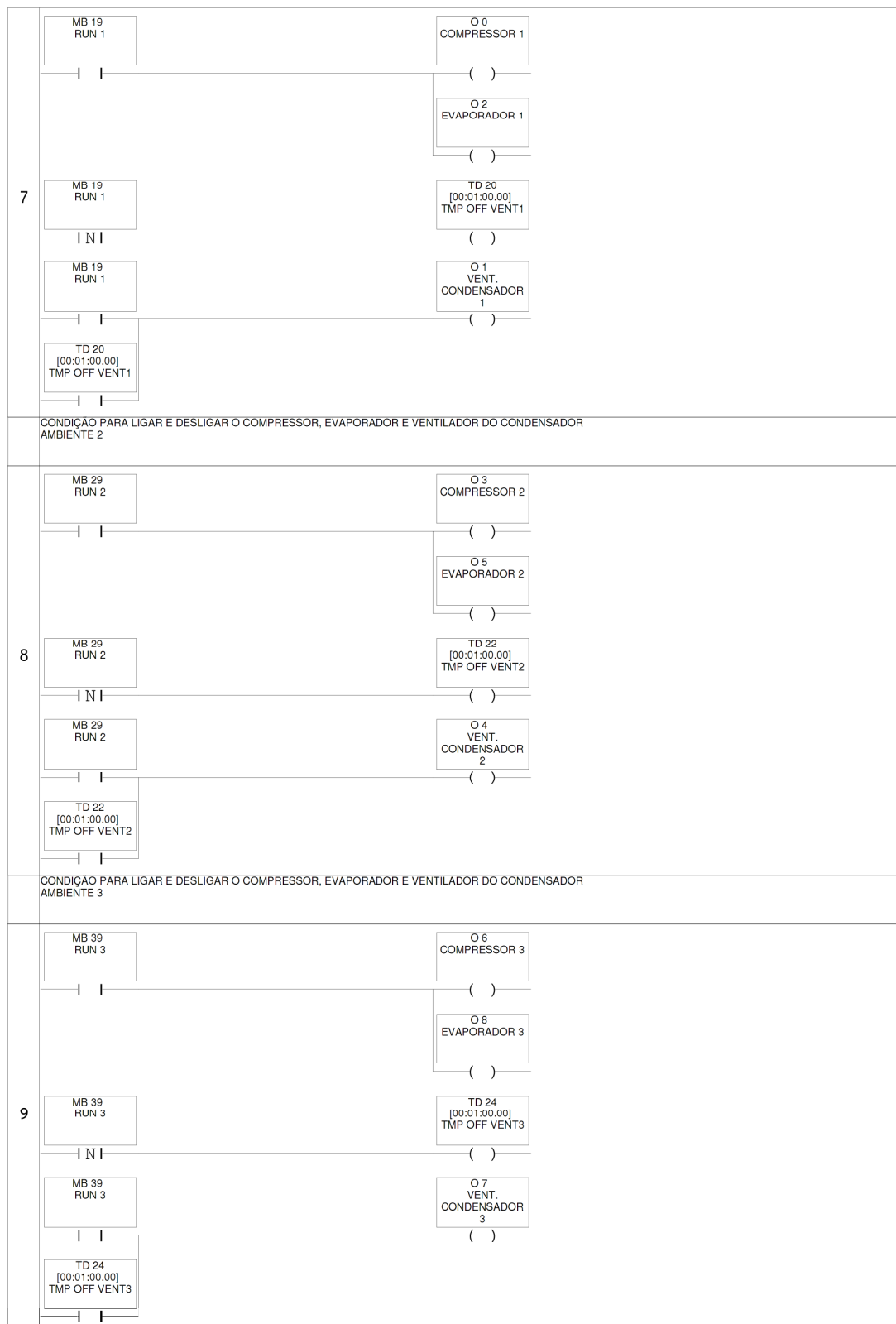


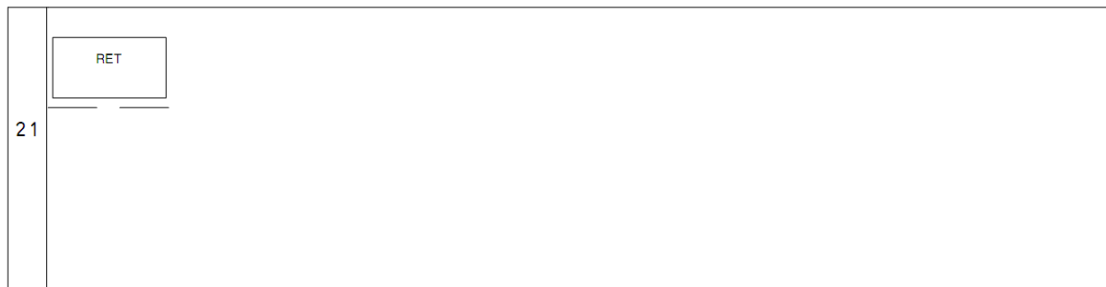






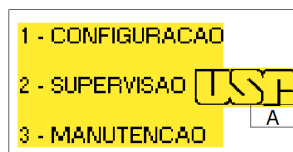






CONFIGURAÇÕES DA IHM:

HMI Display: ! Start-Up Display



Jump Condition	Display
SB 41 - Key: # 1 (also Up arrow for V120)	CONFIGURAÇÃO
SB 42 - Key: # 2	SUPERVISAO
SB 43 - Key: # 3	MANUTENÇÃO

Vars Table

Var Alias	Var Name	Var Type
A	Variable 23	Date\Time

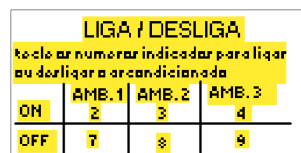
Var Type: Date\Time

Var Name: Variable 23

Features:

Format: hh:mm

HMI Display: CONFIG. ON-OFF



Jump Condition	Display
SB 57 - ESC	CONFIGURAÇÃO

HMI Display: CONFIG. TMP AMB1

TEMPO FUNCIONAMENTO AMBIENTE 1	
ON	A
OFF	B
<==	==>

Jump Condition	Display
SB 52 - Right Arrow	CONFIG. TMP AMB2
SB 51 - Left Arrow	CONFIG. TMP AMB3
SB 57 - ESC	CONFIGURAÇÃO

Vars Table

Var Alias	Var Name	Var Type
A	Variable 1	Numeric
B	Variable 2	Numeric

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 1

Linked Operand: MI 23 - TEMP ON AMB1

Features:

Entry Min Value: D# 0
Entry Max Value: D# 59
Format: 99
Postfix: minutos
Key Pad Entry: Yes

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 2

Linked Operand: MI 24 - TEMP OFF AMB1

Features:

Entry Min Value: D# 0
Entry Max Value: D# 59
Format: 99
Postfix: minutos
Key Pad Entry: Yes

HMI Display: CONFIG. TMP AMB2

TEMPO FUNCIONAMENTO AMBIENTE 2	
ON	A
OFF	B
<==	==>

Jump Condition	Display
SB 51 - Left Arrow	CONFIG. TMP AMB1
SB 52 - Right Arrow	CONFIG. TMP AMB3
SB 57 - ESC	CONFIGURAÇÃO

Vars Table

Var Alias	Var Name	Var Type
A	Variable 3	Numeric
B	Variable 4	Numeric

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 3

Linked Operand: MI 28 - TEMP ON AMB2

Features:

Entry Min Value: D# 0
Entry Max Value: D# 59
Format: 99
Postfix: minutos
Key Pad Entry: Yes

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 4

Linked Operand: MI 29 - TEMP OFF AMB2

Features:

Entry Min Value: D# 0
Entry Max Value: D# 59
Format: 99
Postfix: minutos
Key Pad Entry: Yes

HMI Display: CONFIG. TMP AMB3

TEMPO FUNCIONAMENTO AMBIENTE 3	
ON	A
OFF	B
<==	==>

Jump Condition	Display
SB 51 - Left Arrow	CONFIG. TMP AMB2
SB 52 - Right Arrow	CONFIG. TMP AMB3
SB 57 - ESC	CONFIGURACAO

Vars Table

Var Alias	Var Name	Var Type
A	Variable 5	Numeric
B	Variable 6	Numeric

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 5

Linked Operand: MI 33 - TEMP ON AMB3

Features:

Entry Min Value: D# 0
 Entry Max Value: D# 59
 Format: 99
 Postfix: minutos
 Key Pad Entry: Yes

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 6

Linked Operand: MI 34 - TEMP OFF AMB3

Features:

Entry Min Value: D# 0
 Entry Max Value: D# 59
 Format: 99
 Postfix: minutos
 Key Pad Entry: Yes

HMI Display: CONFIGURACAO

CONFIGURACAO
1 - LIGA / DESLIGA
2 - TEMPO DE FUNCIONAMENTO
3 - TEMPERATURA

Jump Condition	Display
SB 41 - Key: # 1 (also Up arrow for V120)	CONFIG. ON-OFF
SB 57 - ESC	! Start-Up Display
SB 42 - Key: # 2	CONFIG. TMP AMB1
SB 43 - Key: # 3	TEMPERATURA

HMI Display: MANUTENÇÃO

MANUTENCAO											
I0	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Q0	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9		
M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V		

Jump Condition	Display
SB 57 - ESC	! Start-Up Display

Vars Table

Var Alias	Var Name	Var Type
A	Variable 25	Binary Text
B	Variable 26	Binary Text
C	Variable 27	Binary Text
D	Variable 28	Binary Text
E	Variable 29	Binary Text
F	Variable 30	Binary Text
G	Variable 31	Binary Text
H	Variable 32	Binary Text
I	Variable 33	Binary Text
J	Variable 34	Binary Text
K	Variable 35	Binary Text
L	Variable 36	Binary Text
M	Variable 38	Binary Text
N	Variable 39	Binary Text
O	Variable 40	Binary Text
P	Variable 41	Binary Text
Q	Variable 42	Binary Text
R	Variable 43	Binary Text
S	Variable 44	Binary Text
T	Variable 45	Binary Text
U	Variable 46	Binary Text
V	Variable 47	Binary Text

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 25

Linked Operand: I 0 - RESERVA

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 26

Linked Operand: I 1 - RESERVA

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 27

Linked Operand: I 2 - SELO COMP. 1

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 28

Linked Operand: I 3 - SELO COND. 1

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 29

Linked Operand: I 4 - SELO COMP. 2

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 30

Linked Operand: I 5 - SELO COND. 2

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 31
Linked Operand: I 6 - SELO COMP. 3

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 32
Linked Operand: I 7 - SELO COND. 3

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 33
Linked Operand: I 8

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 34
Linked Operand: I 9

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 35
Linked Operand: I 10

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 36
Linked Operand: I 11

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 38
Linked Operand: O 0 - COMPRESSOR 1

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 39
Linked Operand: O 1 - VENT. CONDENSADOR 1

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 40
Linked Operand: O 2 - EVAPORADOR 1

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 41
Linked Operand: O 3 - COMPRESSOR 2

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 42
Linked Operand: O 4 - VENT. CONDENSADOR 2

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 43
Linked Operand: O 5 - EVAPORADOR 2

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 44
Linked Operand: O 6 - COMPRESSOR 3

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 45

Linked Operand: O 7 - VENT. CONDENSADOR 3

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 46

Linked Operand: O 8 - EVAPORADOR 3

Text For 0	Text For 1
0	1

Var Type: Binary Text

Var Name: Variable 47

Linked Operand: O 9

Text For 0	Text For 1
0	1

HMI Display: RESET CONTADORES

**RESET DOS CONTADORES
DE TEMPO**

AMBIENTE 1: PRESSIONE 1 + 'ENTER'
 AMBIENTE 2: PRESSIONE 2 + 'ENTER'
 AMBIENTE 3: PRESSIONE 3 + 'ENTER'

Jump Condition	Display
SB 57 - ESC	SUPERVISAO

HMI Display: SUP. TEMPERATURA

	TEMP. ATUAL	CONFI- GURADA
AMB 2:	A	D
AMB 2:	B	E
AMB 3:	C	F

Jump Condition	Display
SB 57 - ESC	SUPERVISAO

Vars Table

Var Alias	Var Name	Var Type
A	Variable 16	Numeric
B	Variable 17	Numeric
C	Variable 18	Numeric
D	Variable 19	Numeric
E	Variable 20	Numeric
F	Variable 21	Numeric

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 16

Linked Operand: MI 1 - TEMP. AMB1 PT100

Features:

Format: 99

Postfix: oC

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 17

Linked Operand: MI 2 - TEMP. AMB2 PT100

Features:

Format: 99

Postfix: oC

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 18

Linked Operand: MI 3 - TEMP. AMB3 PT100

Features:

Format: 99

Postfix: oC

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 19

Linked Operand: MI 200 - PRESET TEMP1

Features:

Format: 99

Postfix: oC

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 20

Linked Operand: MI 201 - PRESET TEMP2

Features:

Format: 99

Postfix: oC

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 21

Linked Operand: MI 202 - PRESET TEMP3

Features:

Format: 99

Postfix: oC

HMI Display: SUPERVISAO

SUPERVISAO
1 - TEMPO TOTAL
2 - RESETER CONTADORES
3 - TEMPERATURA

Jump Condition	Display
SB 41 - Key: # 1 (also Up arrow for V120)	TEMPO TOTAL
SB 42 - Key: # 2	RESET CONTADORES
SB 57 - ESC	! Start-Up Display
SB 43 - Key: # 3	

HMI Display: TEMPERATURA

TEMPERATURA
AMBIENTE 1: A
AMBIENTE 2: B
AMBIENTE 3: C

Jump Condition	Display
SB 57 - ESC	CONFIGURACAO
SB 54 - Key <i>	TEMPERATURA

Vars Table

Var Alias	Var Name	Var Type
A	Variable 13	Numeric
B	Variable 14	Numeric
C	Variable 15	Numeric

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 13

Linked Operand: MI 200 - PRESET TEMP1

Features:

Entry Min Value: D# 15
 Entry Max Value: D# 30
 Format: 99
 Postfix: oC
 Key Pad Entry: Yes

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 14

Linked Operand: MI 201 - PRESET TEMP2

Features:

Entry Min Value: D# 15
 Entry Max Value: D# 30
 Format: 99
 Postfix: oC
 Key Pad Entry: Yes

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 15

Linked Operand: MI 202 - PRESET TEMP3

Features:

Entry Min Value: D# 15
 Entry Max Value: D# 30
 Format: 99
 Postfix: oC
 Key Pad Entry: Yes

HMI Display: TEMPO TOTAL

TEMPO TOTAL DE OPERAÇÃO		
AMBIENTE1	A	B
AMBIENTE2	C	D
AMBIENTE3	E	F

Jump Condition	Display
SB 57 - ESC	SUPERVISAO

Vars Table

Var Alias	Var Name	Var Type
A	Variable 7	Numeric
B	Variable 8	Numeric
C	Variable 9	Numeric
D	Variable 10	Numeric
E	Variable 11	Numeric
F	Variable 12	Numeric

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 7

Linked Operand: MI 22 - HORAS (1)

Features:

Format: 99999

Postfix: h

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 8

Linked Operand: MI 21 - MINUTOS (1)

Features:

Format: 99

Postfix: min

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 9

Linked Operand: MI 27 - HORAS (2)

Features:

Format: 99999

Postfix: h

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 10

Linked Operand: MI 26 - MINUTOS (2)

Features:

Format: 99

Postfix: min

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 11

Linked Operand: MI 32 - HORAS (3)

Features:

Format: 99999

Postfix: h

Var Type: Numeric

Var Name: Variable 12

Linked Operand: MI 31 - MINUTOS (3)

Features:

Format: 99

Postfix: min