

Proposta de Arquitetura para Controlar Climatização e Supervisionar Salas de Equipamentos de Telecomunicações

Eduardo Hidenori Enari
eduardoenari@gmail.com
Unitau

Daniela Revez dos Santos Facchini
danirvstfc@gmail.com
Unitau

Fabio Marquini Facchini
facchini.fabio@gmail.com
Unitau

Resumo: Este trabalho apresenta uma proposta de arquitetura para controlar a operação de equipamentos de climatização e realizar a supervisão patrimonial de salas destinadas ao abrigo de equipamentos de telecomunicações. Os elementos previstos nessa arquitetura permitem ao operador do sistema efetuar alterações nas parametrizações do algoritmo de controle de modo remoto ou local, obter imagens internas da sala de equipamentos e monitorar o estado de porta aberta. Esses recursos propendem minimizar os custos de manutenção e facilitar a identificação de possíveis ações de vândalos. A validação do sistema é realizada por meio de testes em protótipo que possui os principais módulos previstos na aludida arquitetura. Os resultados satisfatórios obtidos nos testes práticos indicam que a arquitetura proposta é apropriada para a finalidade a qual se destina.

Palavras Chave: shelter - telecomunicação - ar condicionado - climatização - estação radio base

1. INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil o mercado de transmissão de dados e voz está em expansão, situação que estimula o desenvolvimento e a instalação de equipamentos dedicados para atender essa demanda (RB). Para realizar uma chamada de telefonia celular é necessário utilizar os serviços de uma estação rádio base (ERB). As estações rádio base são instalações dedicadas para comportarem os equipamentos destinados à transmissão e recepção de sinais de telecomunicações dentro de uma área de cobertura do sistema de telefonia.

São considerados para a implantação de uma estação rádio base: o local, a infraestrutura civil, a torre para antenas de comunicação e o abrigo dos equipamentos eletrônicos de transmissão, recepção e suprimento de energia elétrica, sendo esse abrigo denominado de shelter de telecomunicação.

As estações rádio base só podem processar um número limitado de chamadas, mesmo quando utilizam processos tecnicamente avançados. Por conseguinte, o número total de estações rádio-base é determinado: pela tecnologia, pelo número de usuários de telefones celulares e pela necessidade da região, levando em consideração a topografia e barreiras físicas existentes, formando assim as células que delimitam uma área total de cobertura das estações rádio base.

Tipicamente os shelters de telecomunicação são salas pré-fabricadas em estruturas metálicas fechadas com chapas de aço e placa de isolamento térmico em poliuretano, a fim de abrigar equipamentos de rádio frequência para as companhias de telecomunicações (RB). Dentro dos shelters de telecomunicação é instalada toda a infraestrutura para instalação dos equipamentos de telecomunicação incluindo os meios para energização, climatização, sistema de detecção e combate a incêndio, fonte de alimentação ininterrupta de energia elétrica e os equipamentos de telecomunicações.

Como os shelters são estruturas fechadas que abrigam equipamentos de telecomunicação operando ininterruptamente para manter a rede de celulares funcionando plenamente, existe a necessidade de prever uma infraestrutura de climatização, detecção e combate a incêndio que precisam ser controlados e protegidos da ação de vandalos.

Nesse contexto, o presente trabalho apresenta uma arquitetura para controle das máquinas de ar condicionado e da integração de parte da infraestrutura dentro desses shelters de forma mais confiável, eficiente e com supervisão remota para o caso de detecção de incêndio, falha no sistema de climatização e identificação de ações de vandalismo.

No mercado nacional identificou-se limitada quantidade de fornecedores de um produto para o controle do sistema de climatização em shelters de forma satisfatória, custo acessível, com previsão de vigilância por meio de câmera de vídeo e detecção de invasão embutidos e integrado ao sistema de comunicação com as centrais de controles das estações radio bases por meio de comunicação serial. Outro fator positivo para o desenvolvimento deste controlador é o acesso ao software de controle.

2. OBJETIVOS DO TRABALHO

Apresentar uma proposta de arquitetura para controlar máquinas de ar condicionado e fornecer uma interface para supervisionar o interior do shelter por meio de câmera de vídeo, sensor de presença e monitorar o estado de porta aberta para detectar possíveis invasões.

Permitir ao operador alteração das parametrizações do algoritmo de climatização de modo remoto ou local, minimizando os custos de manutenção.

Validar a mencionada arquitetura por meio de testes em protótipo.

3. ARQUITETURA PROPOSTA

A Figura 1 do diagrama de bloco mostra a arquitetura proposta com os sensores de temperatura (T) e umidade (H), a interface com o sistema de detecção e combate a incêndio (SDAEI), as duas máquinas de ar condicionado, o sistema de vídeo vigilância, sensor de presença e a IHM (interface homem máquina) local e remota.

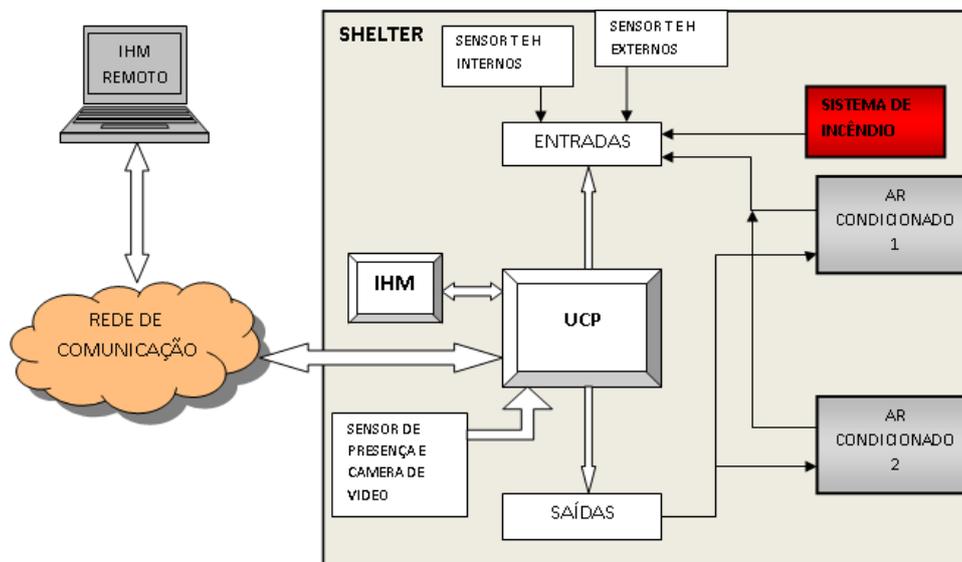


Figura 1 - Diagrama de bloco

A arquitetura proposta não substitui uma central para controle do sistema de detecção e combate a incêndio, mas apresenta uma interface de entrada para receber um sinal proveniente do sistema de incêndio para o desligamento total das máquinas de ar condicionado no caso da detecção de incêndio.

O bloco intitulado UCP (unidade central de processamento) com suas entradas e saídas pode ser representado por um controlador lógico programável ou por um micro controlador, nos dois casos são necessários um número de portas de entradas e saídas, analógicas ou digitais compatível com a arquitetura proposta.

Na figura 1 o bloco “ar condicionado 1” representa: ventilador 1, compressor 1, válvula reguladora de ar 1 e resistência de aquecimento 1; já o bloco “ar condicionado 2” representa: ventilador 2, compressor 2, válvula reguladora de ar 2 e resistência de aquecimento 2.

4. PROTÓTIPO

O protótipo foi construído para representar o sistema com arquitetura capaz de automatizar o processo de controle e monitoramento do sistema de climatização instalado em shelters de telecomunicações, integra-lo com o sistema de detecção de incêndio, fornecer uma interface para monitoramento do interior do shelter através de câmera de vídeo e sensor de presença para detectar possíveis invasões, como podemos ver apresentado na Figura 2.

Nesse protótipo foram realizados os testes para validar os principais blocos da arquitetura proposta neste trabalho, a qual está representada na Figura 1.

Como podemos ver na Figura 2 a interface do sistema remoto representada pelo computador hospedeiro portátil (CHP), já as estradas digitais do sensor de presença e porta aberta, do sistema de incêndio, das fontes de energia auxiliares e das máquinas de ar condicionado são representadas pelo micro controlador “CUBLOC STUDY BOARD 1”.

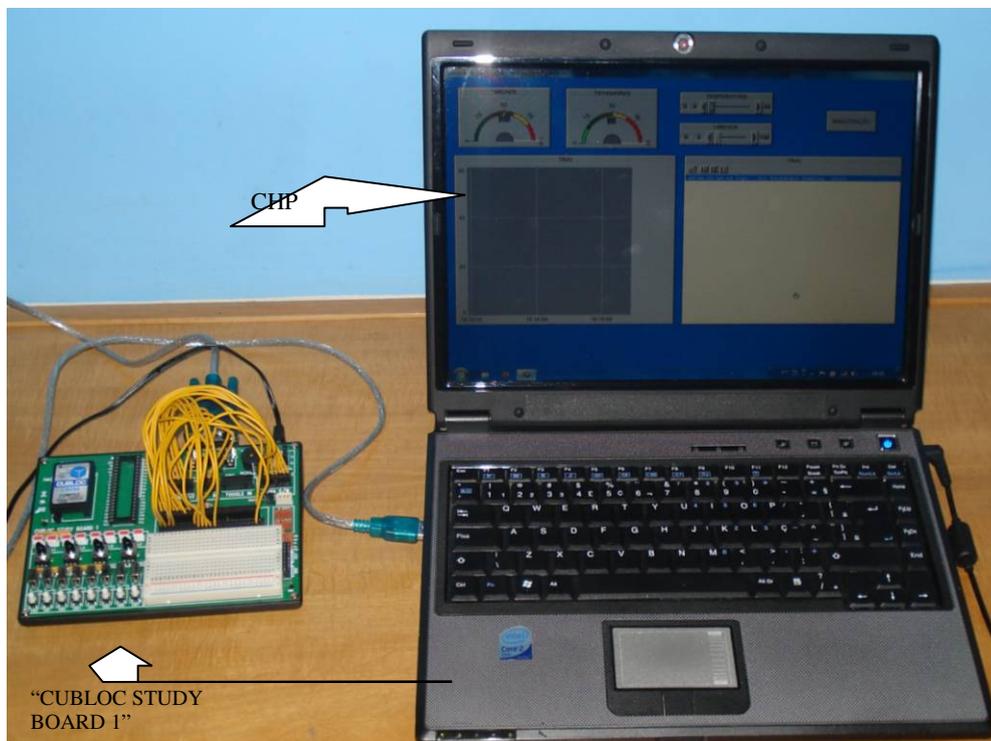


Figura 2 - Vista do protótipo.

No módulo denominado computador hospedeiro portátil (CHP) estão presentes: i) A interface homem máquina (IHM), ii) câmera de vídeo-vigilância (CV).

A interface homem-máquina (IHM) está alojada na camada do aplicativo do computador hospedeiro (C.H.) que foi utilizado nos testes práticos. Essa interface foi elaborada com recursos para permitir que o operador do sistema, efetue a configuração do sistema, assim como o ajuste na temperatura e umidade de controle, verifique e identifique possíveis alarmes do sistema, através da câmera de vídeo-vigilância visualize o interior do shelter, podendo ainda acionar remotamente qualquer saída digital do controlador para verificar o funcionamento e identificar possíveis falhas que possam ocorrer.

Na interface homem máquina (IHM) instalada no computador hospedeiro (C.H.) temos dois modos de operação, modo de monitoramento e modo de manutenção.

No modo monitoramento o operador pode: i) verificar o estado atual da temperatura e umidade interna do shelter, ii) visualizar os eventos de alarmes ocorridos, iii) visualizar o comportamento da temperatura e umidade interna do shelter ao longo do tempo, bem como, iv) alterar a parametrização do controle da temperatura e umidade interna do shelter.

No modo manutenção o operador pode: i) verificar o estado atual da temperatura e umidade interna do shelter, ii) visualizar através da câmera de vídeo vigilância o interior do shelter, iii) forçar o estado de saída do controlador ligando os ventiladores, compressores e resistência de aquecimento das máquina de ar condicionado 1 e 2, iv) visualizar quais alarmes estão ou não ativos.

4.1.ESQUEMA DE LIGAÇÕES

O esquema de ligações adotado no protótipo que foi elaborado para representar a arquitetura proposta para automatizar o sistema de controle e monitoramento para shelters de telecomunicação é apresentado na Figura 3.

Além dos blocos mencionados na arquitetura proposta neste trabalho, podem ser observados nesta figura os seguintes elementos: conversor (RS232/485) e fonte CC.

O conversor (RS232/485) é utilizado para adequar o padrão de comunicação do nível físico do “CUBLOC” com aquele utilizado pelo computador hospedeiro.

A fonte CC e o fusível representam respectivamente a tensão, em corrente contínua, com os padrões de fornecimento estabelecidos pelas operadoras de telefonia e o dispositivo de proteção contra as sobrecorrentes para a linha de alimentação.

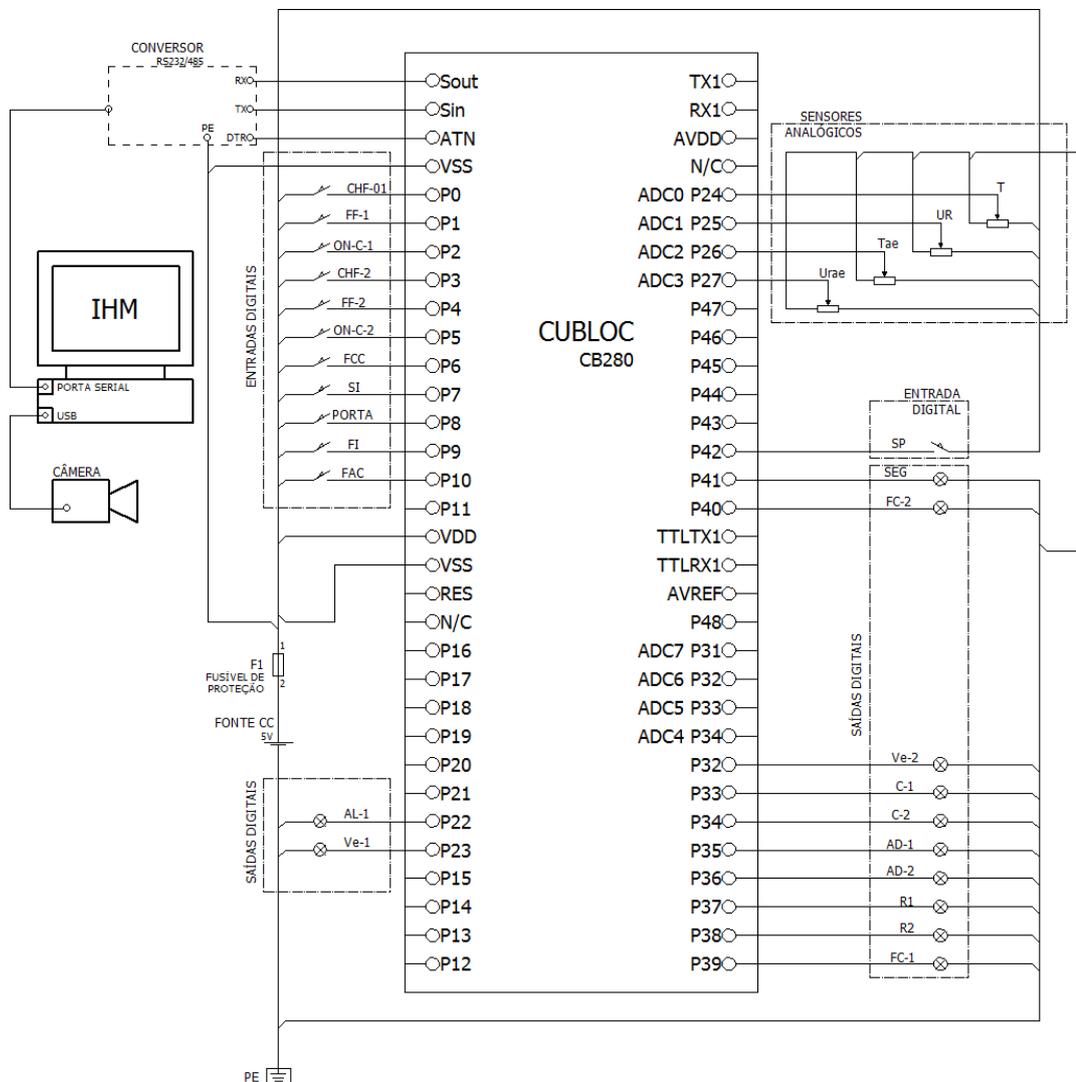


Figura 3 - Esquema de ligações do protótipo.

Na tabela abaixo estão descritos a aplicação de todas as entradas digitais, saídas digitais e entradas analógicas do controlador utilizadas.

Tabela 1: Portas de entradas e saída do controlador.

ITEM	DESCRIÇÃO	D/A	E/S	TAG	Porta do Cubloc
1	Chave de fluxo AC-1	D	E	CHF-1	P0
2	Falta de fase AC-1	D	E	FF-1	P01
3	Compressor AC-1	D	E	ON-C-1	P02
4	Chave de fluxo AC-2	D	E	CHF-2	P03
5	Falta de fase AC-2	D	E	FF-2	P04
6	Compressor AC-2	D	E	ON-C-2	P05
7	Falha na fonte de corrente continua	D	E	FCC	P06
8	SDAEI	D	E	SI	P07
9	Porta aberta	D	E	PORTA	P08
10	Falha inversor	D	E	FI	P09
11	Falha de alimentação no QDCA	D	E	FAC	P10
12	Falha de energização	D	S	AL-I	P22
13	Liga ventilador Ac-1	D	S	Ve-1	P23
14	Temperatura interna	A	E	T	P24
15	Umidade interna	A	E	UR	P25
16	Temperatura externa	A	E	Tae	P26
17	Umidade externa	A	E	Urae	P27
18	Liga ventilador Ac-2	D	S	Ve-2	P32
19	Liga compressor Ac-1	D	S	C-1	P33
20	Liga compressor Ac-2	D	S	C-2	P34
21	Abre válvulas reguladoras de entrada de ar Ac-1	D	S	AD-1	P35
22	Abre válvulas reguladoras de entrada de ar Ac-2	D	S	AD-2	P36
23	Liga aquecimento Ac-1	D	S	R-1	P37

24	Liga aquecimento Ac-2	D	S	R-2	P38
25	Falha Ac-1	D	S	FC-1	P39
26	Falha Ac-2	D	S	FC-2	P40
27	Segurança patrimonial	D	S	seg	P41
28	Sensor de presença	D	E	SP	P42

Na coluna D/A temos a letra D para designar digital e a letra A para analógico, já na coluna E/S a letra E significa entrada e a letra S saída.

AC-01 representa máquina de ar condicionado 01 e AC-02 representa máquina de ar condicionado 02.

4.2.. PROGRAMA DE CONTROLE

O programa de controle atende a arquitetura proposta neste trabalho e foi elaborado para automatizar o funcionamento das máquinas de ar condicionado de shelters de telecomunicação, agregando a este controlador outras funcionalidades além daquelas comumente utilizadas.

O funcionamento do programa de controle é autônomo podendo o operador intervir no funcionamento das máquinas de ar condicionado através da interface homem máquina (IHM) no modo manutenção.

Nos shelters de Telecomunicações temos na maioria das vezes duas máquinas de ar condicionado presentes, sendo uma reserva da outra, estas máquinas são redundantes e funcionam alternadamente, e nos casos em que a temperatura ultrapassar o valor limite estipulado as duas funcionarão juntas até a temperatura se normalizar no interior do shelter.

A potência frigorífica destas máquinas é projetada na ordem de 100% da carga térmica total mais uma. Como as máquinas de ar são redundantes, a alternância entre as máquinas é feita por um algoritmo de escolha entre máquina ativa e máquina reserva a cada setenta e duas horas havendo algum defeito detectado pelo controlador em uma das máquinas o programa altera o algoritmo de escolha da máquina de ar condicionado defeituosa de ativo para reserva, portanto nenhuma das máquinas de ar condicionado permanece por muito tempo parada ou funciona continuamente, aumentando assim a vida útil destas.

O Programa de Controle monitora se há ou não defeito nas máquinas através das portas P0, P01 e P02, para a máquina de ar condicionado 01 e P03, P04 e P05 para a máquina de ar condicionado 02, detectadas a falha em um das máquinas o defeito é sinalizado na interface homem máquina (IHM) na área “ALARMES ATIVOS” no sinalizador “AC-01” que é ativado pela porta de saída do controlador P39 e “AC-02” pela porta P40. O Programa de Controle apresenta outros alarmes como: falha FCC (fonte de corrente contínua) monitorado pela porta P06, porta aberta (P08), falha inversor (P09), falha de alimentação no QDCA (quadro de distribuição AC) (P10), sensor de presença (P42), estas portas são utilizadas na detecção de defeito e, por conseguinte, sinaliza-los em forma de alarmes na interface homem máquina (IHM). A porta de saída do controlador P22 (falha de energização) é ativada pelas entradas P06, P08, P09 e P10 apresentando alarme na interface homem máquina como mostrado na Figura 6 - Tela de Manutenção, essa falha sinaliza a falta de energia nas fontes de alimentação dos equipamentos que são de vital importância para o funcionamento do sistema de telefonia.

A porta de entrada P07 é utilizada pelo sistema de detecção e combate a incêndio para desligar as máquinas de ar condicionado, parando a circulação interna do ar, e fechar as válvulas reguladoras de entrada de ar para que em seguida o sistema de incêndio libere o agente extintor no caso de detecção de incêndio. Este funcionamento do sistema de incêndio junto ao sistema de climatização tem por objetivo parar a circulação do ar afim de não atrapalhar a liberação do agente extintor de incêndio sem que a circulação de ar atrapalhe a ação do agente extintor ou troque o ar no interior do shelter.

Para funcionamento com temperatura normal o ventilador da máquina de ar condicionado ativa é ligado constantemente por cinco minutos a cada hora para homogeneizar o ar da sala. As medições das condições climáticas são feitas pelas portas de entradas P24 para temperatura interna (T), P25 para umidade interna (UR), P26 temperatura externa (Tae) e P27 umidade externa (Urae).

Foram definidas quatro faixas de temperatura de controle do ar interno do shelter em função das características de funcionamento dos equipamentos instalados dentro dos shelters.

A primeira faixa de temperatura é quando a temperatura interna do shelter (T) for menor que a temperatura mínima (Tmin), a segunda, considerada temperatura normal de funcionamento é quando a temperatura interna ficar entre a temperatura mínima (Tmin) e temperatura máxima (Tmax), a terceira quando a temperatura interna (T) ficar entre a temperatura máxima (Tmax) e a temperatura de limite (Tlim) (temperatura crítica) e a quarta quando a temperatura interna (T) for maior que a temperatura de limite. Podemos visualizar essas faixas na Figura 4 - Faixas de Temperatura.

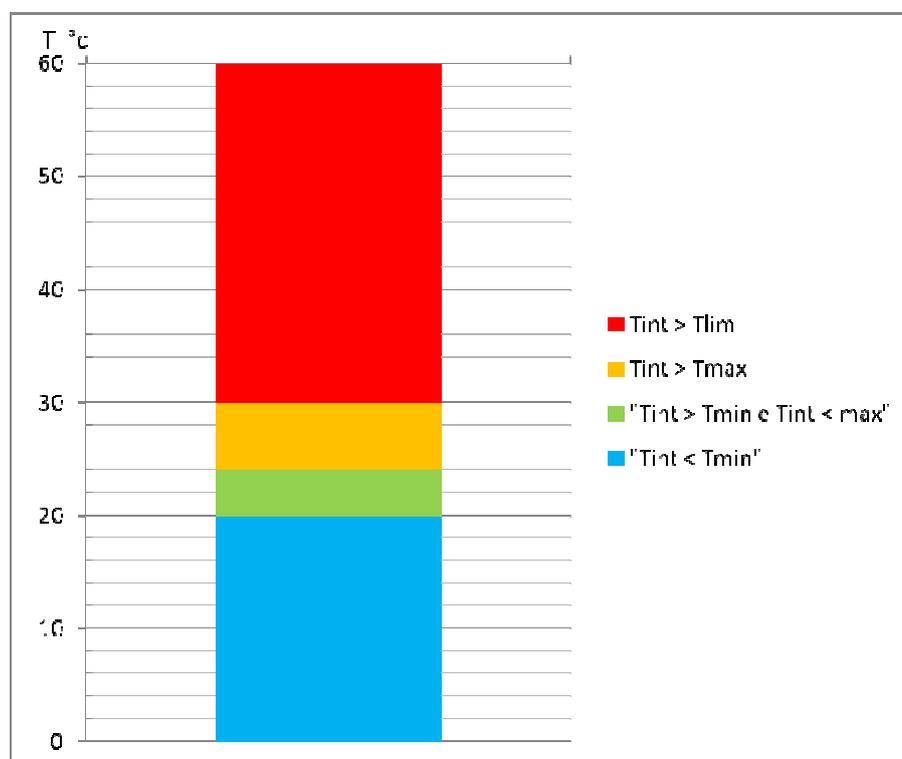


Figura 4 - Faixas de Temperatura

Para cada faixa de temperatura o funcionamento do programa de controle é executado de maneira diferente, como podemos ver a seguir:



4.3.INTERFACE GRÁFICA

A principal função da Interface Homem-Máquina (IHM) está concentrada em servir de meio para o operador comandar, programar e supervisionar as operações relacionadas com a arquitetura do processo proposto para o sistema de controle e monitoramento de shelters de telecomunicação. Essa interface foi elaborada com a utilização de um sistema de supervisão, controle e aquisição de dados (Supervisory Control And Data Acquisition - SCADA) disponível no mercado brasileiro, (ELIPSE WINDOWS, 2007). As janelas da interface homem máquina (IHM) de manutenção é mostrada na Figura 6 - Tela de Manutenção e de monitoramento é mostrada na Figura 7 - Tela de Monitoramento.

Na janela de Manutenção pode ser observada a existência de sete itens como botões, sinalizações e tela de visualização, necessários para o operador identificar possíveis ocorrências de anomalias.



Figura 6 - Tela de Manutenção

Os itens da Tela de Manutenção têm suas funcionalidades descritas abaixo:

Item 1: quando o sensor de presença (SP) for acionado este botão aparecerá com o seguinte dizer: “ATIVO”, indicando a possível presença de invasor;

Item 2: indica a temperatura interna (T) atual;

Item 3: indica a umidade interna (UR) atual;

Item 4: através deste conjunto de botões pode-se forçar a saída digitais do controlador para verificar o funcionamento de ventiladores, compressores e resistência de aquecimento assim como se segue; VE-01, VE-02, C-01, C-02, R-01 e R-02.

Item 5: através deste segundo conjunto de botões são sinalizados os “alarmes ativos”: sistema de detecção e extinção de alarme (SDAEI), falha nos sistemas de alimentação (ENERGIA), falha na máquina de ar condicionado 01 (AC-01), falha na máquina de ar condicionado 02 (AC-02), Temperatura interna (T) anormal e umidade interna (UR) anormal;

Item 6: este campo é visualizado o vídeo transmitido pela câmera de vídeo;

Item 7: neste campos podemos alternar da tela de Manutenção para tela de Monitoramento.

Na janela de Monitoramento pode ser observada a existência de sete itens como botões, sinalizações, gráficos e registro de eventos necessários para o operador monitorar o funcionamento do sistema de climatização.

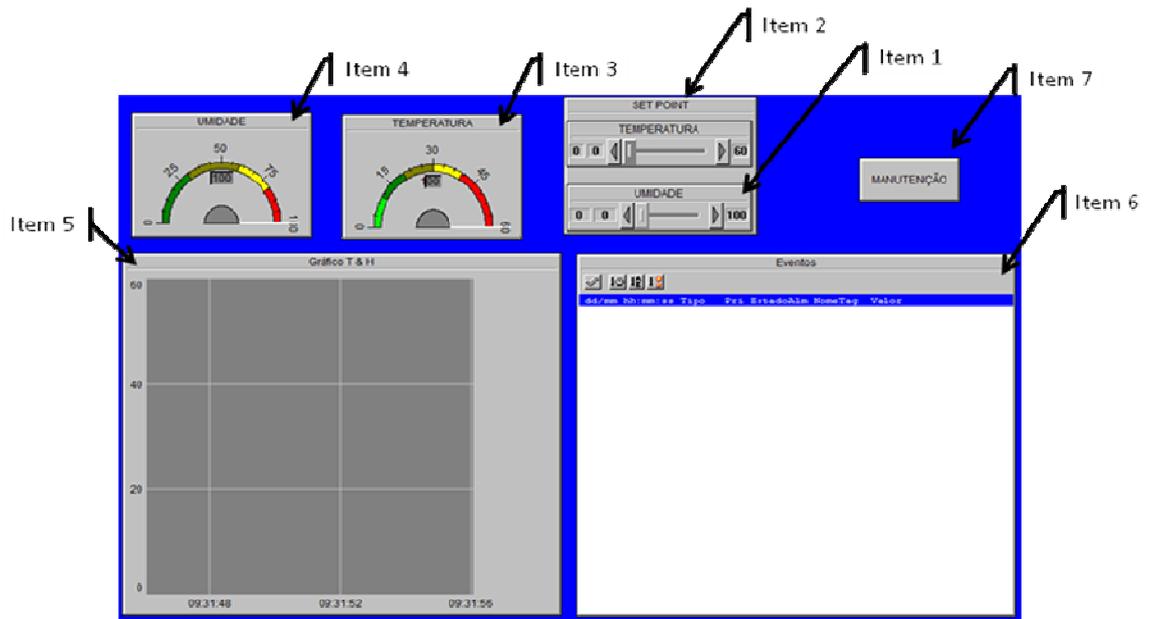


Figura 7 - Tela de Monitoramento

Item 1: campo para ajuste do range de umidade interna (UR) normal de trabalho do controlador;

Item 2: campo para ajuste do range de temperatura interna (T) normal de trabalho do controlador;

Item 3: indica a temperatura interna (T) atual;

Item 4: indica a umidade interna (UR) atual;

Item 5: gráfico de visualização da temperatura interna (T) e umidade interna (UR) em função do tempo;

Item 6: mostra o registro de eventos relacionados ao alarmes ocorridos.

Item 7: neste campos podemos alternar da tela de Monitoramento para tela de Manutenção.

4.4. TESTES PRÁTICOS

Na realização dos testes práticos, necessários para validar a arquitetura proposta neste trabalho, foi implantado o esquema de ligações apresentado na Figura 3 - Esquema de ligações

do protótipo. e elaborado um programa para o módulo controlador, em linguagem ladder, capaz de atender as ações contidas no fluxograma analítico mostrado na Figura 5.

A execução dos testes foi dividida em duas etapas, sendo que na primeira foram avaliadas diretamente as funcionalidades do sistema supervisorio da interface homem máquina (IHM) com as Telas de Monitoramento e Manutenção. Na segunda etapa foram efetuadas preliminarmente as parametrizações de tempos e faixas de temperaturas exigidas pelo Modo Automático de operação para, em seguida, efetuar simulação de controle das faixas de temperaturas, mostradas na Figura 4 - Faixas de Temperatura, alterando os valores das entradas analógicas de temperatura e umidade.

5. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os resultados satisfatórios observados nos ensaios práticos, realizados com a primeira versão de protótipo representativo da aludida arquitetura, mostram que a proposta apresentada neste trabalho é viável e pode ser diligenciado para a aplicação a qual se destina.

Os objetivos previstos para esta fase do trabalho foram alcançados, principalmente no que diz respeito ao controle automático da temperatura e umidade do shelter.

Na montagem do protótipo foi utilizado, exclusivamente, sistema de supervisão e o módulo de controle “CUBLOC STUDY BOARD 1” com o processador CB280, tal, qual minimizou os custos de simulação, além de prover fácil alteração e aprimoramento para a arquitetura proposta.

6. REFERÊNCIAS

ELIPSE WINDOWS. Sistema de Supervisão e Controle - Elipse Software Manual do Usuário, 2007.

MIYAGI, P. E. Controle Programável – Fundamentos do Controle de Sistemas a Eventos Discretos. Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, Brasil, 1996.

ROSÁRIO, J. M. Princípios de Mecatrônica. Editora Person Prentice Hall, São Paulo, Brasil, 2005.

SILVEIRA, P. R. Automação e Controle Discreto. 4a Edição - Érica, São Paulo, Brasil, 2002.

SILVA, J, C, S e SILVA, A, C, G, C. Refrigeração e Climatização para Técnicos e Engenheiros. 1ª Edição, Editora Moderna, São Paulo, 2008.

<http://www.teleco.com.br/cobertura.asp>

<http://sistemas.anatel.gov.br/stel/Consultas/SMP/ERBCobertura/tela.asp>

<http://www.emersonnetworkpower.com/en-US/Products/OutsidePlant/Pages/ContainerizedInfrastructureSolutions.aspx>