



MONITORAMENTO EM TEMPO REAL DE UM SISTEMA DE AR CONDICIONADO UTILIZANDO CLP

Francisco Ernesto M. Garcia.

Laboratório de Energia e Sistemas Térmicos
Universidade Federal de Uberlândia. Faculdade de Engenharia Mecânica, Av. João Naves de Ávila, 2160 - Campus
Santa Mônica - Bloco 1M - Uberlândia/MG
femgarcia@mecanica.ufu.br

Enio P. Bandarra Filho

Laboratório de Energia e Sistemas Térmicos
Universidade Federal de Uberlândia. Faculdade de Engenharia Mecânica, Av. João Naves de Ávila, 2160 - Campus
Santa Mônica - Bloco 1M - Uberlândia/MG
bandarra@mecanica.ufu.br

Resumo. *Este artigo consiste na primeira etapa da instrumentação e monitoração de um sistema de ar condicionado do tipo Self – Contained. Este sistema é composto, basicamente, por quatro componentes: evaporador, condensador, compressor e dispositivo de expansão. Para a instrumentação e leitura dos parâmetros serão utilizados sensores de temperatura (PT100) e de pressão PA3023 (Piezo resistivos), sendo a aquisição de dados feita por um condicionador de sinal com saídas analógicas, projetada no Laboratório de Energia e Sistema Térmicos. Os sinais analógicos serão convertidos em digitais através de um Controlador Lógico Programável (CLP) e serão enviados ao computador através da porta serial. Este controlador terá, ainda, a função de atuar sobre o sistema. Os dados serão monitorados em tempo real através de um software implementado em LABVIEW.*

Palavras-chave: *Ar condicionado, CLP, Self contained, Rslinx, Labview*

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a instrumentação tem apresentado uma evolução de maneira significativa, o que tem permitido a obtenção de um registro de variáveis mais completo e eficiente baseado na utilização de processadores, cujo campo de aplicação em áreas como a refrigeração está crescendo.

Assim, a instrumentação é uma ferramenta para automatizar e otimizar sistemas de ar-condicionado e de refrigeração, permitindo que o usuário passe a ter condições de controlar a operação, a partir de uma central, utilizando-a para avaliar o funcionamento e as condições da instalação a partir de programas (softwares) apropriados. Uma das alternativas utilizadas é o emprego de sistemas que permite ligar, desligar ou alterar os “set points” de temperatura, determinação da capacidade de compressores e demais elementos, além da identificação de falhas e programas de manutenção preditiva e preventiva, entre outras muitas funcionalidades.

Sistemas como este, pode, inclusive, fazer parte de um sistema maior ou comunicar-se com ele, passando suas informações ou executando o controle de outras atividades.

2. CONCEITOS BÁSICOS

O ciclo de refrigeração por compressão pode ser estudado de acordo com as características termodinâmicas de seus equipamentos e, geralmente, é denominado ciclo saturado simples. Por intermédio dele, pode-se acompanhar o desempenho de um equipamento de refrigeração, levando-

se em consideração o desempenho do equipamento. O ciclo pode ser estudado de acordo com a Fig. 1, iniciando com o refrigerante que é comprimido no compressor no estado de vapor, tendo sua pressão e sua temperatura elevadas, seguindo, posteriormente, diretamente para o condensador. Neste, por sua vez, o calor ganho no processo de compressão é rejeitado para o meio exterior, ocasionando assim a mudança da fase vapor para líquida. Deixando o condensador, o fluido segue para o dispositivo de expansão (tubo capilar ou válvula de expansão). Esse dispositivo provoca uma queda de pressão, responsável também pela queda da temperatura, que será correspondente aos estados de entrada de evaporação do refrigerante no evaporador. Em seguida o refrigerante, entra no evaporador, no estado bifásico, onde recebe calor do meio circundante, mudando de fase até sua completa evaporação. Na sequência, o fluido, na fase vapor, segue para o compressor, iniciando novamente o ciclo.

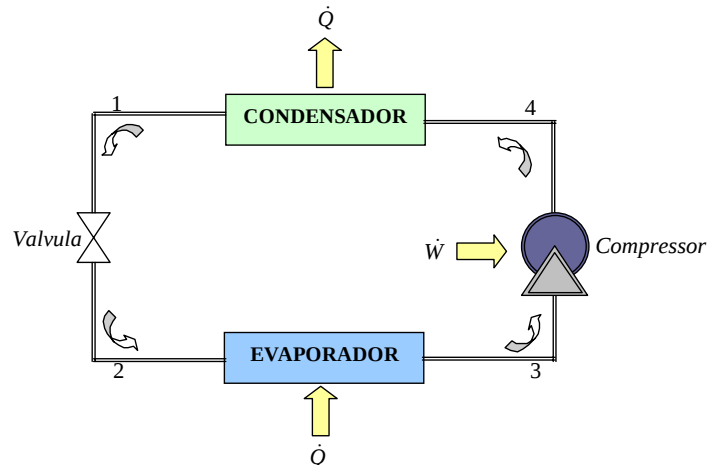


Figura 1. Ciclo de refrigeração por compressão.

3. PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO

Para implementar a instrumentação é necessária uma variedade de componentes que realizam as medições variáveis do ciclo de refrigeração. Em geral, são três os elementos principais, um dispositivo de entrada, um condicionador do sinal ou de processamento e um dispositivo de saída. O dispositivo de entrada recebe a grandeza física a medir e envia um sinal elétrico proporcional ao dispositivo de saída, o sinal é amplificado e filtrado ou modificado em um formato adequado. Este pode ser um medidor simples ou um processador digital para a manipulação dos dados. Desta forma, pode-se acompanhar o diagrama esquemático de instrumentação, como mostrado na figura 2.

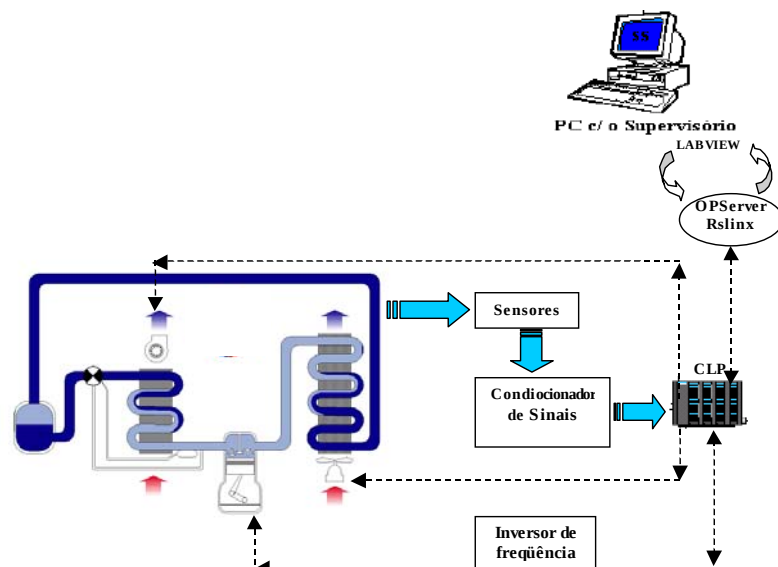


Figura 2. Diagrama de blocos do sistema em geral.

3.1. Sensores de Temperatura

Foram utilizados sensores de temperatura do tipo resistivos (PT100 ou RTD), que varia o valor da resistência com relação à temperatura, e apresenta um comportamento linear de $+10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ (faixa de temperatura de -150 a $150 \text{ }^\circ\text{C}$) e operam com alimentação que varia de 4 a 30 Volts, como mostrado na Fig. 3.

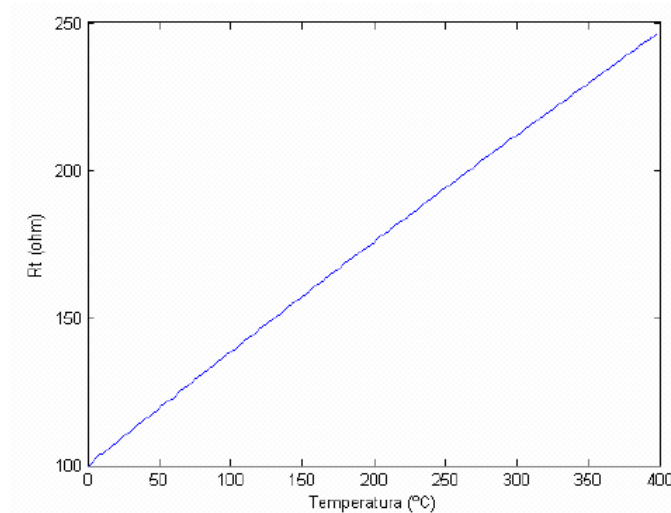


Figura 3. Resposta do sensor de temperatura PT100.

3.2 Sensores de Pressões

Foram utilizados transdutores de pressão do tipo piezo resistivos (PA3023), que possuem as seguintes características relevantes: Voltagem de operação 10 a 30 Vcc; proteção a polaridade inversa e sobrecarga; saída analógica de corrente 4-20 mA e máxima pressão de operação de 350 bar (35 MPa).

3.3 Condicionador de sinais

Uma vez definida os tipos de sensores, implementa-se os modulo de condicionadores de sinal com o objetivo de fornecer aos sinais um formato adequado Vcc para ser interpretado pelo CLP.

No caso do monitoramento das temperaturas, foi utilizado o circuito integrado INA125AP (doado pela Texas Instrument), caracterizando-se por ser um amplificador de instrumentação de alta qualidade, utilizando uma ponte de excitação wheastone e para entradas diferenciais de precisão, com a vantagem de ser configurado seu ganho desde 4 ate 10.000, a partir de um resistor exterior Rg. O INA125 tem baixo offset ($250\mu\text{V}$) e baixo offset drift ($2\mu\text{V}/^\circ\text{C}$). A voltagem de referência é ajustada externamente com 10 V, facilitando o acoplamento de grande variedade de transdutores.

A Fig. 4 ilustra de maneira esquemática o circuito de condicionamento para os sensores PT100.

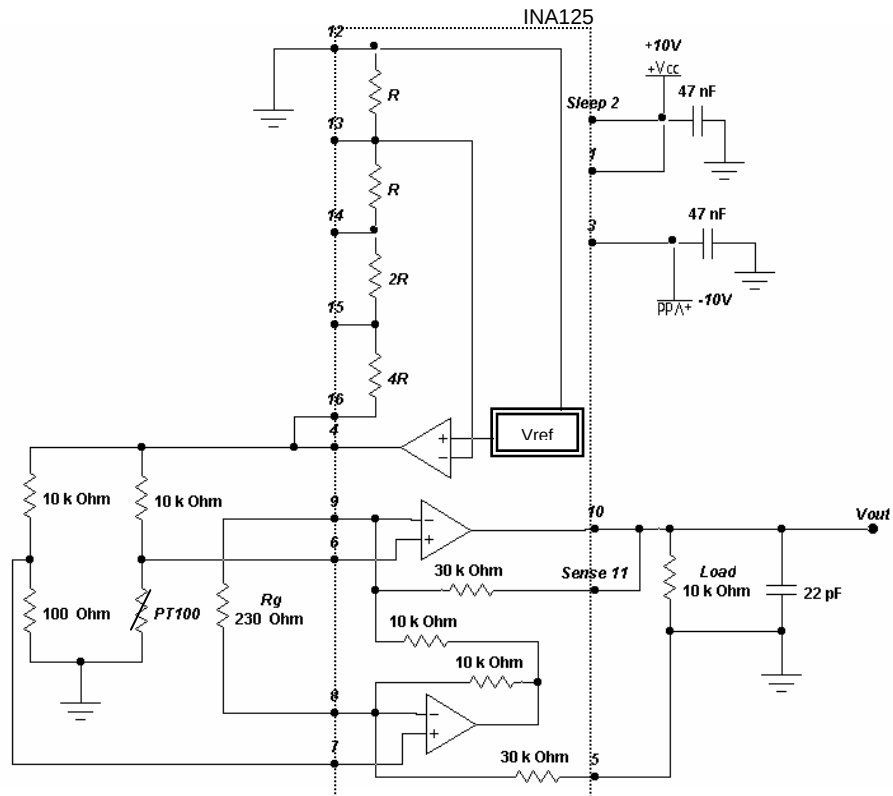


Figura 4. Circuito para condicionamento de sinais dos sensores de temperatura PT100.

No caso do monitoramento das pressões utilizou-se o circuito integrado INA111 (doado pela Texas Instrument), com amplificador de instrumentação de entrada tipo FET, de alto e excelente rendimento. O seu ganho pode ser configurado desde 1 até 1.000, a partir de um resistor exterior R_g . As entradas tipo FET reduz os ruídos dos sinais de voltagem.

A Fig. 5 mostra o esquema do condicionamento dos sinais de pressão.

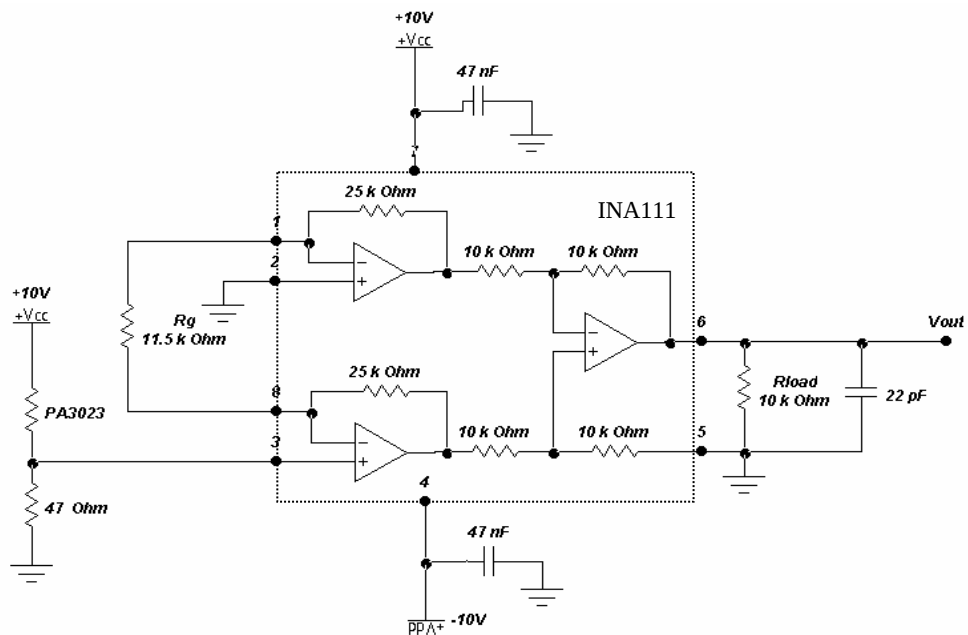


Figura 5. Circuito de condicionamento sensores de Pressão PA3023.

3.3 Nível de Supervisão

3.3.1 Aquisição de dados.

A etapa de aquisição de dados é realizada por intermédio do CLP modelo SLC5/30, com processador 1747-L531, módulo de saída discreto 1746-OW8, módulo de entrada discreto 1746-IA8 e módulo de entrada para voltagem 1746-NI16V de 16 bits de resolução com 16 canais de entrada analógicos, na qual as faixas de voltagem de entrada analógica são: 0 a 10 Volts, ± 10 Volts, 1 a 5 Volts. Neste caso, é programado o CLP para trabalhar com entradas analógicas em modo referenciado de ± 10 Volts para os sinais de temperatura e as de modo de 1 a 5 Volts para o sinal de pressão.

3.3.2 Programação

O Software de monitoração “on-line” foi implementado no LabVIEW, que realiza a comunicação com CLP SLC5/30 através do software Rslinx de Allan Bradley, utilizando o utilitário OPServer, que permite desenvolver uma comunicação dos dados dinâmicos entre softwares de uma mesma plataforma. A filosofia de programação por parte do CLP SLC5/30 é de Linguagem LADDER.

- **Programação do Dispositivo RSLinx OPServer**

O dispositivo Rslinx permite diferentes tipos de comunicação serial ou multiprotocolo com o CLP. A Fig. 6 ilustra a tela de visualização da comunicação programada entre o CLP e o computador.



Figura 6. Comunicação programada entre CLP e o computador.

A troca de informação entre o CLP e o PC, por intermédio do Driver OPServer Rslinx, está definida através de pacotes denominados de TAG (registros dinâmicos). Estes estão preestabelecidos como registros internos definidos pelo CLP em comum acordo a uma conexão Hierárquica, como pode ser visualizado na Fig. 7, como exemplo.

ItemID	Sub Value	Sub Quality
[CONEXION1]N7:50	16	Good
[CONEXION1]N7:58	16385	Good
[CONEXION1]N7:51	16	Good
[CONEXION1]N7:52	16	Good
[CONEXION1]N7:53	16	Good
[CONEXION1]N7:54	16	Good
[CONEXION1]N7:55	16	Good
[CONEXION1]N7:56	16	Good
[CONEXION1]N7:57	16	Good
[CONEXION1]N7:59	16385	Good
[CONEXION1]N7:60	16385	Good
[CONEXION1]N7:61	16385	Good
[CONEXION1]N7:62	16385	Good
[CONEXION1]N7:63	16385	Good
[CONEXION1]N7:64	16385	Good
[CONEXION1]N7:65	16385	Good

Figura 7. Grupos de TAG (Registros dinâmicos).

• Programação do CLP

A configuração de trabalho do CLP possui algumas características especiais, por exemplo, como é a programação do CLP para se estabelecer os canais de trabalho. Um exemplo da configuração de trabalho do CLP é mostrada na Fig. 8. A Fig. 9 ilustra um exemplo da sub-rotina RSLogix 500 para o envio dos valores para os registros dinâmicos.

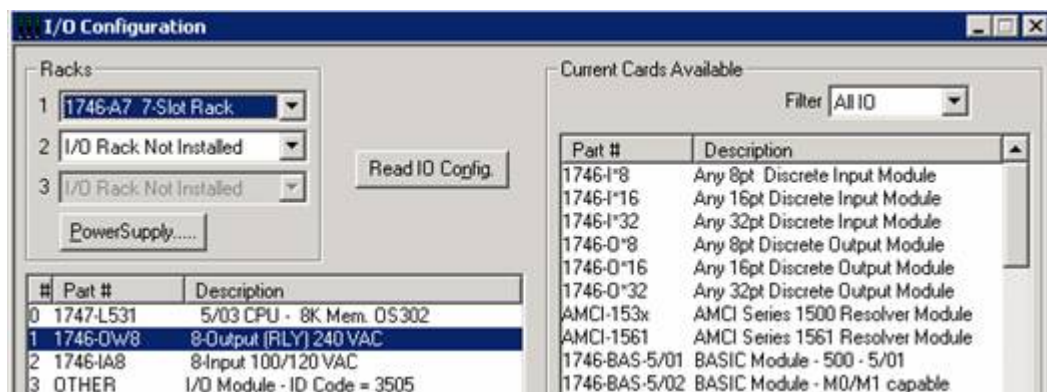


Figura 8. Configuração de trabalho do CLP.

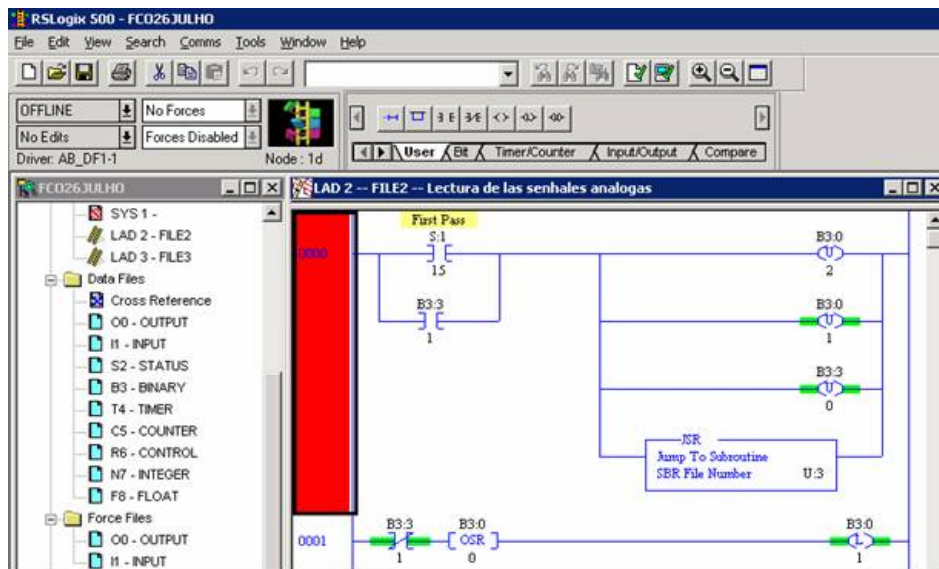


Figura 9. Sub-rotina RSLogix 500 para o envio de valores para registros dinâmicos.

- **Interface gráfica LABVIEW**

Foi implementada uma interface amigável facilitando o usuário na observação da evolução do comportamento das temperaturas e pressões. Consiste num painel frontal de supervisão de diferentes variáveis, existindo, ainda, dentro da janela, a facilidade de ativar e desativar as 8 saídas do modulo de saída discreto 1746-OW8 desde o computador e monitorar as 8 entradas do modulo de entrada discreto 1746-IA8 que fazem parte do CLP. A Fig. 10 apresenta a janela de supervisão do sistema.

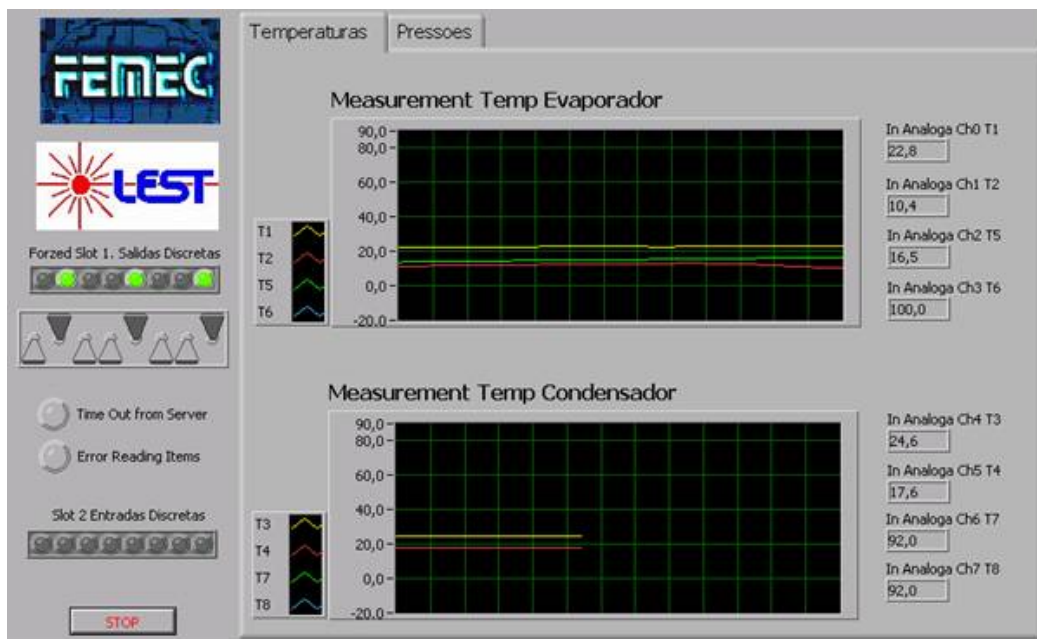


Figura 10. Janela frontal de supervisão.

4. CONCLUSÕES

O software implementado apresenta uma interface amigável (Homem/Maquina) que permite ao usuário monitorar “on-line” o sistema de ar-condicionado, que pode ser acessado de maneira confiável em uma rede local ou industrial, levando em consideração os protocolos de comunicação (Rslinx, OPServer), que facilitam a comunicação com o CLP.

No projeto e montagem dos condicionadores de sinal, foi levado em consideração a escolha apropriada dos amplificadores operacionais de instrumentação (INA125 e INA111), que apresenta um comportamento linear com a grandeza física medida, e que garanta uma proteção aos sensores regulando a corrente de alimentação a partir de uma voltagem fixa proporcionado pelo integrado e também permita a eliminação de ruídos que afetam a aquisição de dados.

5. REFERENCIAS

- Allan Bradley, 1994, "Instruction Set Reference PLC-5 Programming Software", Allan Bradley Company Inc, Cat. 6200-6.4.11
Allan Bradley, 1994, "Manual de Instalação e Operação", Allan Bradley Company Inc, Cat. 1747-6.2PT
Roberto M. Silva, 2004 "Revista da Associação Brasileira de Refrigeração e Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento, ABRAVA", No. revista 213, pág 26.
Van Wylen, Sonntag, Borgnakke, "Fundamentos da Termodinâmica", Edgard Blucher
Burn-Brown, 2005, "Instrumentation Amplifier Precision INA125", Texas Instruments Incorporated
Burn-Brown, 2005, "High Speed FET-Input Instrumentation Amplifier Precision INA111", Texas Instruments Incorporated
National Instrument, 2005, "The National Instruments Industrial Automation Servers NI Developer Zone", National Instrument Incorporated.

6. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

MONITORATIONS IN REAL TIME OF AIR CONDITIONING SYSTEM USING CLP

Francisco M. Garcia.

Thermal System and Energy Laboratory
School of Mechanical Engineering, Federal University of Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2160 - Campus Santa Mônica - Bloco 1M - Uberlândia/MG
femgarcia@mecanica.ufu.br

Enio P. Bandarra Filho

Thermal System and Energy Laboratory
School of Mechanical Engineering, Federal University of Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2160 - Campus Santa Mônica - Bloco 1M - Uberlândia/MG
bandarra@mecanica.ufu.br

Abstract: *This paper consists of the first stage for the instrumentation of air conditioning system (Self-Contained). This system is composed, basically, by four components: evaporator, condenser, compressor and expansion valve. For the instrumentation and reading of the parameters will be used sensors of temperature (PT100) and pressure PA3023. For experimental data acquisition a conditioner of signal with analogical exits projected in the Laboratory of Thermal Energy and System was mounted. The analogical signals will be converted into digital through Programmable Logic Controller (PLC) and will be sent to the computer through the serial port. This controller will have, still, the function to act on the system. The data will be monitored in real time through software implemented in LABVIEW.*

Keywords: *Conditional air, PLC, Self contained, Rslinx, Labview*