



Controlador de Temperatura com LabVIEW

Marco Aurélio Pereira Buzinaro^{1,2}, Everaldo Siqueira dos Santos³, Elenilton Teodoro Domingues², Eli da Paz²

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais – Universidade Federal de Sergipe – São Cristóvão/SE - Brasil

²Coordenadoria de Eletrotécnica – Instituto Federal de Sergipe – Aracaju/SE - Brasil; e-mail: marco_buzinaro@hotmail.com

³Coordenadoria de Indústria – Instituto Federal de Sergipe – Lagarto/SE - Brasil. e-mail: querubim_ess@hotmail.com

Resumo: Existem grandes interesses, nas áreas industriais, comerciais e residenciais, onde a temperatura: de cubas eletrolíticas, da água em processos químicos e domésticos, de uma caldeira, de um forno industrial, no interior de uma sala, entre outras diversas aplicações, queira ser controlada. A técnica de controle utilizada para controlar está variável determina o tipo de controlador, juntamente com os sensores utilizados para fazer a leitura da temperatura local e os atuadores para modificarem a temperatura no ambiente, todos estes instrumentos determinam o custo do processo de controle. Este trabalho descreve um aperfeiçoamento nos sistemas de automação industriais tradicionais encontrados nas maiorias das empresas, sendo os mesmos simulados pelo software. Esta ferramenta de trabalho aumenta a capacidade de medições industriais com novas funcionalidades projetadas para análises e controles avançados, gerenciamento de sistemas distribuídos e novas interfaces homem-máquina (IHMs). O principal objetivo deste trabalho foi mostrar como o software LabVIEW pode trabalhar no controle de processo de um ambiente em que deseja ter a temperatura controlada.

Palavras-chave: automação, controlador de temperatura, instrumentação virtual, labview

1. INTRODUÇÃO

Temperatura, é uma das grandezas físicas mais medidas e controladas em todo o mundo, seja na climatização de ambientes (residências, shopping-centers, hospitais, etc) ou em ambiente industrial (fornos, estufas, reatores químicos, etc). Seu valor muitas vezes determina a qualidade de um produto, a eficiência de um processo ou o bem estar de um ambiente (FIALHO, 2002).

Em um mercado cada vez mais exigente, tendo à disposição um leque de ofertas muito diversificado, que busca por produtos de maior qualidade e confiabilidade, está claro que qualidade e preço final são os fatores de sucesso e de sobrevivência de uma empresa. Isto dá à engenharia de controle e à automação a obrigação de fornecer soluções teóricas e práticas para atender as exigências das demandas industriais competitivas (CAPELLI, 2008).

Desta forma, a área de automação residencial e industrial teve um notável aumento nas últimas décadas com o intuito de obter ambientes mais confortáveis, com menor consumo de energia, maior precisão de ajustes, produtos e serviços com menor tempo de produção, e com preço final mais acessível, logicamente graças à maior eficiência no desenvolvimento tecnológico e processos de produção industrial.

Um sistema automatizado, basicamente envolve alguns elementos e/ou equipamentos, como: sensores, atuadores e, controladores (FIALHO, 2002).

Os sensores são os elementos responsáveis pela leitura do estado em que o processo se encontra. São dispositivos que convertem uma grandeza física de qualquer espécie, como por exemplo: temperatura, fluxo, nível e pressão; ou grandezas mecânicas, como: posição, velocidade e aceleração em outro sinal que possa ser transmitido a um elemento indicador, para que este mostre o valor da grandeza que está sendo medida ou que seja inteligível para o elemento de comparação de um sistema de controle (FIALHO, 2002).

Os atuadores são os elementos ativos que atuam sobre uma grandeza física do processo com intuito de mudar seu estado para o desejado, atendendo a comandos que podem ser manuais ou automáticos (BEGA, 2011).

Os controladores são elementos que recebem o resultado da leitura (grandeza elétrica) dos elementos sensores e executa o controle para posteriormente liberar ações para os elementos



atuadores. Eles recebem as informações lidas dos sensores para saber o atual estado do processo, executa cálculos e lógicas pré-definidas e envia o resultado para os atuadores, de modo que a situação atual do processo seja modificada para que se atinja um ponto de operação igual ou próximo do desejado (CAPELLI, 2008).

Com o rápido desenvolvimento computacional nas últimas décadas, acarretou uma revolução na instrumentação de ensaios, medições e automação. Um importante desenvolvimento resultante do uso dos computadores foi o conceito de Instrumentação Virtual, o qual oferece vários benefícios a engenheiros e cientistas que precisam de maior produtividade, precisão e rendimento.

Este conceito, chamado de instrumentação virtual, foi introduzido em 1990 pela empresa National Instruments que desenvolvia programas para aquisição de dados, através de um ambiente de programação denominado LabVIEW. A proposta da instrumentação virtual é permitir a programação de aplicativos para instrumentação e controle com um mínimo de conhecimento de linguagens formais de programação, utilizando para tanto um conjunto de instruções totalmente baseado em sinais gráficos (ícones), de fácil familiarização.

A idéia por trás do instrumento virtual (VI) é bastante acessível, o programa é feito em duas janelas, onde uma representa o painel do instrumento e a outra representa os circuitos que o compõe, em nível de diagrama de blocos. Do ponto de vista da metodologia adotada esta abordagem é perfeita já que permite uma compreensão sobre funcionamento dos instrumentos e princípios de medição a partir de seus blocos construtivos e macro-funções.

A objetivo deste trabalho é apresentar um controle de temperatura a partir do software LabVIEW, podendo o resultado ser fornecido na monitor de um computador, tanto na escala Celsius como na Kelvin, permitindo posterior aplicação em experiências ligadas à área de automação e controle como ferramenta de apoio ao ensino e aprendizado do aluno.

O software LabVIEW permite realizar uma série de tratamentos em cima desta variável, como também a sua visualização e gravação destes em arquivos para posterior análise por meio da aquisição de um conjunto de grandezas elétricas, através de um conjunto de sensores, placa de aquisição de dados e um micro computador.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado para realização deste projeto foi um microcomputador da INTEL com processador Core 2 Duo, 2 GB de RAM e 160 GB de disco rígido, onde foi instalado o software LabVIEW – versão 8.6 – da National Instruments para estudos e simulações de um controlador de temperatura.

Primeiramente foi realizado estudos do software LabVIEW; dos processos de automação tradicionais nas empresas e comércio do estado de Sergipe. Posteriormente o instrumento virtual foi implementado de modo que a interface com o usuário ficasse a mais próxima possível do painel frontal com o instrumento real e que suas potencialidades fossem ainda superiores àquelas do instrumento real. Na sequência foi elaborado um algoritmo de controle que é desenvolvido em linguagem gráfica no LABVIEW.

Este programa inclui bloco de controle PID no qual se insere os valores dos parâmetros calculados do controlador, bem como outros blocos que se fazem necessário para a realização do controle de temperatura virtual.

3. SISTEMA PROPOSTO

FONTE DE TENSÃO CONTÍNUA ESTABILIZADA

A fonte de tensão contínua estabilizada funciona como com conversor CA-CC, consistindo de dois retificadores meia-onda associados em série que formam uma ponte (ponte de Graetz), sendo que uma leva corrente até a carga e a outra promove o retorno (MOHAN, 2003). A fonte trabalha com a tensão da rede elétrica de 127 VCA e retifica, por meio de um retificador de onda completa, em uma tensão estável de +15 VCC e -15 VCC, conforme mostrado na figura 1.

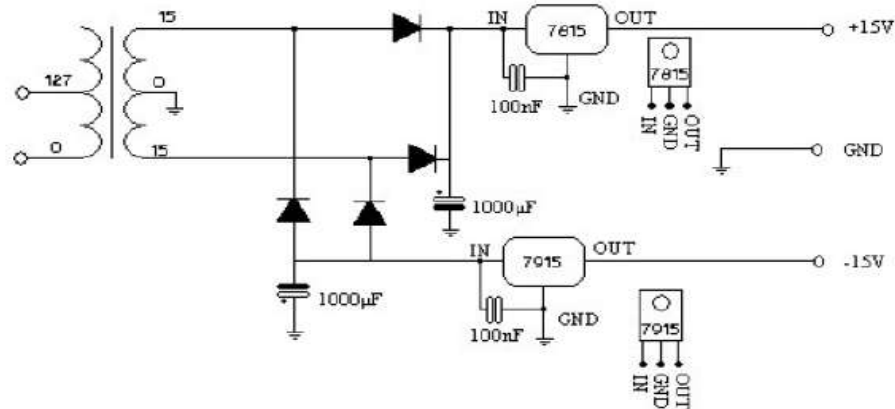


Figura 1: Circuito elétrico da fonte de tensão estabilizada.

CIRCUITO DE CONTROLE

O controle de variação de temperatura é feito utilizando o circuito integrado TCA785, o qual é um circuito integrado analógico de 16 pinos, desenvolvido para gerar pulsos e controlar o ângulo de disparo de tiristores, como o TRIAC, continuamente entre 0° e 180° em aplicações para controle de tensão de saída nos retificadores controlados e controladores de fase. Sua estrutura interna e a possibilidade externa de seleção do ponto de chaveamento permitem um grande número de opções de funcionamento, evitando um circuito externo volumoso (OLIVEIRA, 2012).

Este circuito integrado gera uma onda dente de serra que é sincronizada com a onda de tensão proveniente da rede, conforme mostrado na figura 2.

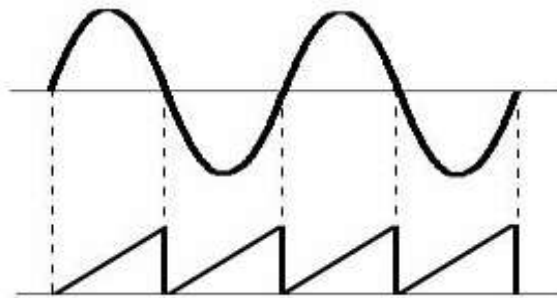


Figura 2: Onda dente de serra gerada, sincronizada com a rede, pelo TCA785.

O gerador da onda dente de serra consiste em uma fonte controlada de corrente constante que carrega linearmente um capacitor externo conectado ao pino 10. A corrente desta fonte é determinada por uma resistência externa ligada ao pino 9. O tempo de subida da onda é determinado pela combinação RC (CAPELLI, 2006).

Para a geração de pulsos há um comparador interno ao circuito integrado TCA785, que compara a onda dente de serra com a de controle, proveniente do conversor digital analógico, tensão esta aplicada ao pino 11. A saída desta comparação constitui-se de pulsos de disparos positivos com aproximadamente 30µs presentes nos pinos 14 (sincronizada com o semiciclo negativo) e 15(sincronizada com o semiciclo positivo). A duração destes pulsos pode ser alterada por meio de capacitores ligados ao pino 12 e caso este pino seja aterrado, a largura do pulso pode atingir 180°. A figura 3 mostra a geração de pulsos (ALMEIDA, 2007).

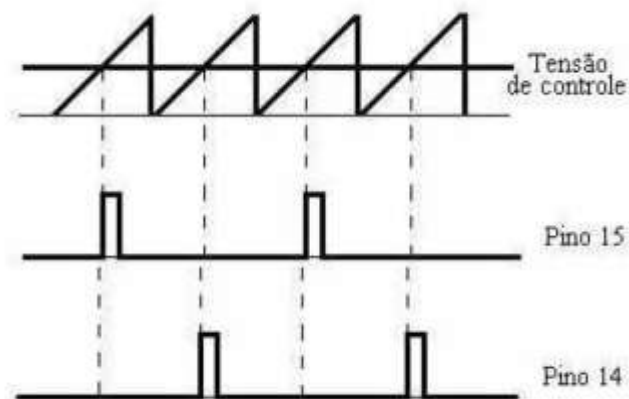


Figura 3: Geração de pulso nos pinos 15 e 14 do TCA 785.

Na figura 2 percebe-se que a posição inicial do pulso depende do ponto comum das formas de onda (dente de serra e tensão de controle). Como a potência aplicada ao sistema de controle de temperatura depende da posição inicial do pulso, esta é alterada quando há uma variação no valor da tensão de controle.

Portanto o controle automático de temperatura é feito quando ocorre a variação do valor da tensão de controle. O circuito montado para este módulo está mostrado na figura 4.

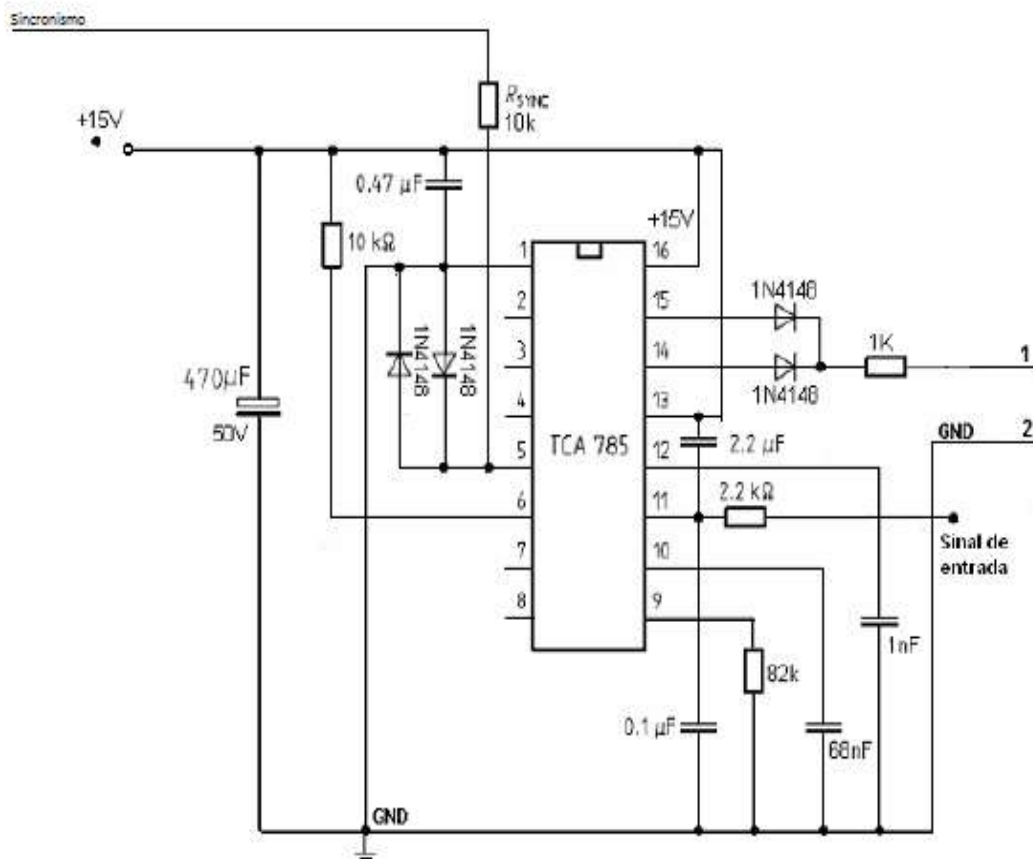


Figura 4: Circuito de controle.

ACOPLAMENTO ÓPTICO E O ACIONAMENTO DA CARGA

O acoplador óptico foi utilizado com a finalidade de acoplar e isolar circuitos que operam com diferentes níveis de potência. Consistem de uma fonte de radiação (luz), o foto-emissor, e de um elemento foto-sensor (foto-receptor), com alta sensibilidade na faixa de frequência da radiação emitida. A luz é acoplada ao sensor através de um material isolante transparente através do ar (OLIVEIRA, 2012).

Um circuito gerador de pulsos é ligado no foto-emissor do opto-acoplador, geralmente um LED, que disparará o foto-receptor, que pode ser um foto-transistor, um foto-diodo, um foto-SCR, um foto-DIAC, etc. A figura 5 apresenta um circuito para o acoplamento em conjunto com o acionamento da carga.

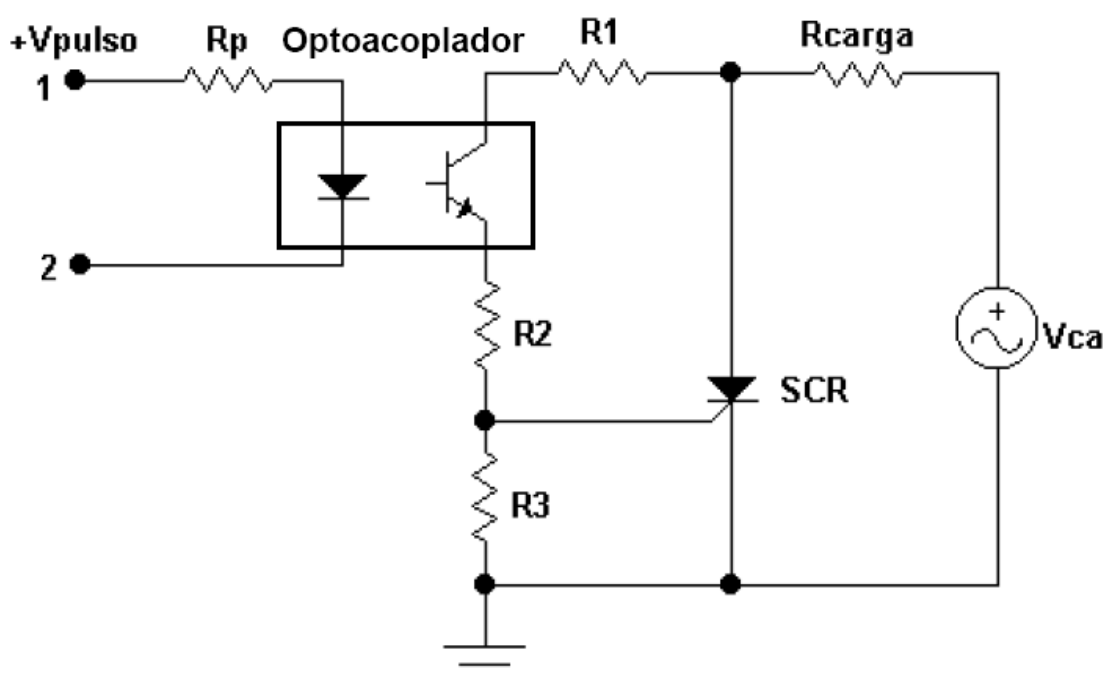


Figura 5: Circuito de acionamento da carga.

Ao observar o circuito acima percebe-se que o acionamento da carga é feito por um Triode for Alternating Current (TRIAC), o qual é um componente eletrônico equivalente a dois retificadores controlados de silício (SCR/tiristores) ligados em antiparalelo com o terminal de disparo (gate) em comum. Este tipo de ligação resulta em uma chave eletrônica bidirecional que pode conduzir corrente elétrica nos dois sentidos, sendo assim, este pode ser disparado por uma tensão, tanto positiva quanto negativa, aplicada no eletrodo de disparo (gate). Uma vez disparado, o dispositivo continua a conduzir até que a corrente elétrica de carga caia abaixo do valor de corte, o que torna o TRIAC um conveniente dispositivo de controle para circuitos de corrente alternada, permitindo acionar grandes potências por meio de circuitos de controle com valores de corrente da ordem de miliampères. O TRIAC de baixa potência também pode ser utilizado em outras aplicações, como controles de potência para lâmpadas, dimmers, controles de velocidade para ventiladores, entre outros (OLIVEIRA, 2012).

PLACA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

O dispositivo de hardware utilizado neste trabalho para efetuar a aquisição dos valores de temperatura é uma placa de aquisição de dados modelo NI USB-6008, da National Instruments (NI USB-6008/6009).

Esta placa de aquisição possui conexões para oito canais de entradas analógicas (AI), dois canais de saídas analógicas (AO), 12 canais de entradas/saídas digitais (DIO) e um contador de 32 bits



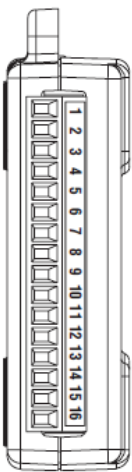
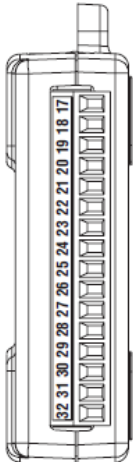
com interface USB full-speed assim como mostrado na figura 6. Além disso, a taxa de amostragem é de 10 kS/s.



Figura 6: Placa de Aquisição de Dados NI USB-6009.

A placa de aquisição possui um bloco de conectores destacáveis para as entradas analógicas e outro bloco de conectores, também destacáveis, para as entradas digitais, conforme mostrado na tabela 1.

Tabela 1 - Terminais de entradas analógicas e digitais da placa de aquisição de dados NI USB-6009.

Module	Terminal	Signal, Single-Ended Mode	Signal, Differential Mode
	1	GND	GND
	2	AI 0	AI 0+
	3	AI 4	AI 0-
	4	GND	GND
	5	AI 1	AI 1+
	6	AI 5	AI 1-
	7	GND	GND
	8	AI 2	AI 2+
	9	AI 6	AI 2-
	10	GND	GND
	11	AI 3	AI 3+
	12	AI 7	AI 3-
	13	GND	GND
	14	AO 0	AO 0
	15	AO 1	AO 1
	16	GND	GND
Module	Terminal	Signal	
	17	P0.0	
	18	P0.1	
	19	P0.2	
	20	P0.3	
	21	P0.4	
	22	P0.5	
	23	P0.6	
	24	P0.7	
	25	P1.0	
	26	P1.1	
	27	P1.2	
	28	P1.3	
	29	PFI 0	
	30	+2.5 V	
	31	+5 V	
	32	GND	

Fonte: NI USB-6008/6009

INSTRUMENTAÇÃO VIRTUAL

O controle da temperatura é realizado por meio de uma plataforma de instrumentação virtual. A plataforma é composta por um circuito de medição de temperatura, o software LABVIEW, o circuito controle e um circuito de potência responsável por atuar diretamente na resistência elétrica. Ainda há



uma placa de aquisição de dados que faz a interface entre os três componentes da plataforma. Na figura 7 exibe-se um diagrama de blocos detalhado do sistema de controle mencionado.

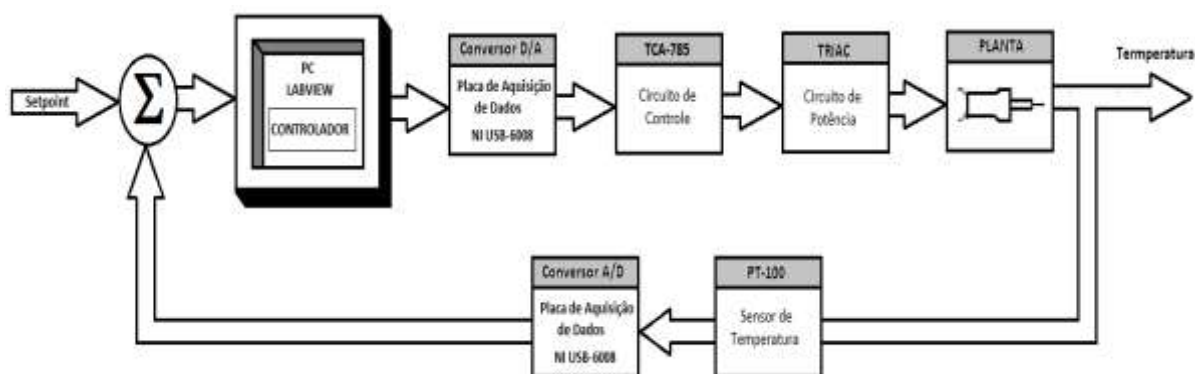


Figura 7: Diagrama de blocos do sistema de controle de Temperatura

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi apresentado em detalhes neste trabalho o conjunto de módulos, os quais compõem um sistema para o controle de temperatura via porta USB com microcomputador. Após o estudo de todas as partes do circuito é importante relacionar as saídas e as entradas dos circuitos adjacentes, com finalidade de entender todo o comportamento do projeto. O sistema permite a aplicação de todos os recursos disponíveis em um computador na função de controle de potência de uma carga elétrica através da variação da tensão eficaz aplicada.

Foi implementado um protótipo, incluindo software e hardware para a validação do sistema, assim como mostrado na figura 8.

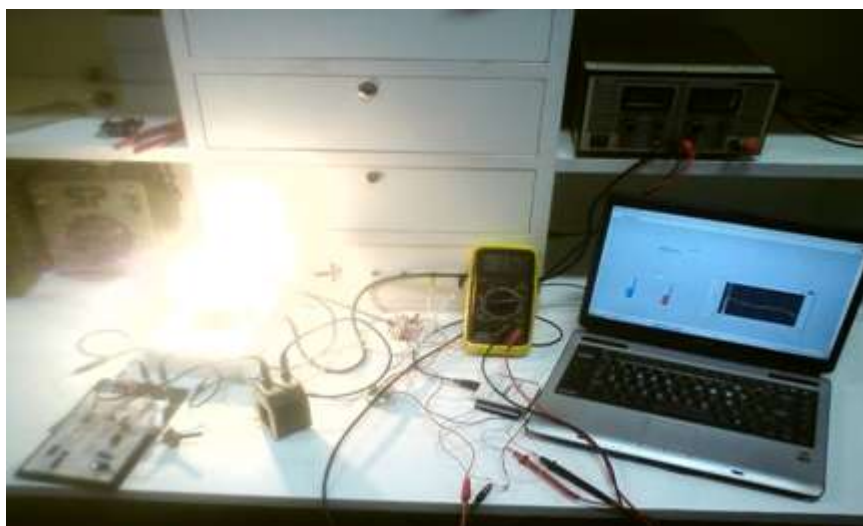


Figura 8 – Sistema de controle implementado.

5. CONCLUSÕES

A implantação de um Sistema de Automação baseado no LabVIEW introduzirá uma tecnologia que simplificará o desenvolvimento do hardware de controle personalizado e novos IHMs (Interfaces Homem-Máquina). Com o LabVIEW, engenheiros e fabricantes de máquinas poderão utilizar uma ferramenta de software para desenvolver e projetar sistemas industriais e implementar sistemas industriais de alto desempenho em medições, controle e análise avançada.



AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Sergipe (IFS) pelo fornecimento das estruturas dos laboratórios e financiamento do projeto. Agradecem também a Universidade Federal de Sergipe (UFS) pelo fornecimento das estruturas dos laboratórios.

REFERÊNCIAS

AHMED, A.; **Eletrônica de potência**. São Paulo; Pearson Prentice Hall, 2000, 479p.

ALMEIDA, J.L.A. **Dispositivos semicondutores: tiristores: controle de potência em CC e CA**. 11. ed. São Paulo; Coleção Estude e Use, Série Eletrônica Analógica, Editora Érica, 2007, 150p.

ANDRADE, E.A. **Eletrônica industrial: análise de dispositivos e suas aplicações**. 1º ed. Salvador; Editora CEFET/BA, 1996, 245p.

BARBI, I. **Eletrônica de potência**. 6.ed. Florianópolis: Editora do autor, 2005, 328p.

BEGA, E. A., et al. **Instrumentação industrial**. 3º ed. Rio de Janeiro; Ed. Interciência, IBP. 2011, 583p.

CAPELLI, A. **Automação industrial: controle do movimento e processos contínuos**. 2º ed. São Paulo; Ed. Érica. 2008, 236p.

CAPELLI, A. **Eletrônica de potência**. Rio de Janeiro; Ed. Antenna Edições Técnicas Ltda, 2006, 86p.

FIALHO, A. B. **Instrumentação industrial: conceitos, aplicações e análises**. 1º ed. São Paulo; Ed. Érica, 2002, 276p.

OGATA, K. **Engenharia de controle moderno**. Tradução Bernardo Severo. 3. ed. São Paulo; LTC, 1998.

OLIVEIRA, R.A. **Utilizando eletrônica com AO, SCR, TRIAC, UJT, PUT, CI 555, LDR, LED, IGBT, e FET de potência**. 2. ed. São Paulo; Érica, 2012, 204p.