

## DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DIDÁTICOS MICROCONTROLADOS

**Stenio Rodrigues Vieira<sup>1</sup>**  
**Kennya Resende Mendonça<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>IFG/Jataí/Engenharia Elétrica - PIBITI, oinetsrv@gmail.com

<sup>2</sup>IFG/Jataí/Departamento de Áreas Acadêmicas, kennyaresende@gmail.com

### Resumo

Este trabalho teve como proposta o desenvolvimento de sistemas automáticos microcontrolados, utilizando a plataforma Arduino. Foram implementados sistemas didáticos que simulem processos residenciais e comerciais, tais como: sistema de controle de tráfego (semáforo), sistemas de segurança, sistema de senha, sistema de contagem, sistema de temperatura e de velocidade (motores), entre outros. A implementação destes sistemas, utilizando materiais que se encontravam em desuso nos laboratórios da Instituição, resultou em uma placa didática microcontrolada, que poderá ser utilizada como uma ferramenta didática a ser aplicada em aulas práticas. Essa plataforma tem como objetivo reunir vários conceitos trabalhados ao longo do curso de engenharia elétrica, apresentando uma proposta interdisciplinar, a ser aplicada no âmbito educacional. Uma vez que a placa desenvolvida possibilita a execução de várias aplicações diferentes e apresenta vários periféricos externos, o aluno não necessita montar a sua própria placa, apenas precisa realizar a programação do sistema e, se necessário, acrescentar alguns periféricos específicos. Sendo o microcontrolador um equipamento reprogramável, o aluno torna-se programador dos sistemas automáticos, fazendo com que os mesmos atuem da maneira desejada dentro de suas limitações físicas de construção.

**Palavras-chave:** Microcontrolador, Sistemas Automáticos, Arduino.

### 1. INTRODUÇÃO

A Automação de um sistema consiste em tornar automáticas atividades repetitivas com o uso de técnicas, *softwares* e equipamentos que efetuam coleta de dados e atuam nos processos, minimizando a necessidade da interferência humana e resultando em uma maior velocidade de operação, redução de erros e maior controle (NATALE, 2006).

Os sistemas automáticos caracterizam-se por substituírem o trabalho humano, em favor da segurança das pessoas, da qualidade dos produtos, rapidez da produção ou da redução de custos, assim aperfeiçoando os complexos objetivos das indústrias, dos serviços ou bem estar. Sistemas automatizados são, algumas vezes, extremamente complexos, porém, ao observar suas partes nota-se que seus subsistemas possuem características comuns e de simples entendimento. Assim, formalmente, um sistema automatizado possui os seguintes componentes básicos: dispositivos de sensoramento (sensores), dispositivo de comparação e controle (controlador) e dispositivos atuadores (MARTINS, 2011).

Um dos controladores que podem ser utilizados em um processo de automação são os microcontroladores. O microcontrolador é um circuito integrado que incorpora, em um único dispositivo, diversos circuitos necessários para a composição de um sistema digital. É um

dispositivo programável que pode, portanto, ser empregado nas mais diversas aplicações, dependendo da necessidade do sistema (MENDONÇA, 2015).

Os sistemas microcontrolados estão cada vez mais presentes nos equipamentos que usamos diariamente, sendo utilizados no controle lógico e na operação de diversos dispositivos. Este uso crescente dos sistemas microcontrolados se deve, principalmente, pelas características de baixo custo, versatilidade, redução do espaço físico, baixo consumo e alta eficiência que estes sistemas apresentam (MENDONÇA, 2015).

O microcontrolador é um dispositivo bastante versátil e viável em função de seu baixo custo e facilidade de uso, podendo através de sua programação ter diversas aplicações. Pode ser empregado tanto em aplicações industriais, como no controle de velocidade, posição e operação de alguns equipamentos, quanto em aplicações residenciais, como no controle de lâmpadas decorativas de árvore de Natal, em fornos microondas, televisores, impressoras, máquinas de lavar roupas, e outros. Basicamente, o modo de operação do microcontrolador irá variar de acordo com a necessidade de seu sistema (MENDONÇA, 2015).

O microcontrolador é um sistema computacional completo, no qual estão incluídos internamente uma CPU (*Central Processor Unit*), memórias RAM (dados), *flash* (programa) e *EEPROM*, pinos de I/O (*Input/Output*), além de outros periféricos internos, tais como, osciladores, canal USB, interface serial assíncrona *USART*, módulos de temporização e conversores A/D, entre outros, integrados em um mesmo componente (*chip*) (JUCA, s.d.). Dessa forma, o microcontrolador também é conhecido como microcomputador de um só *chip*, reunindo num único componente vários elementos de um sistema (MARINHO; MARINHO, 2001).

A grande vantagem dos microcontroladores, além da característica de baixo custo, é a possibilidade de reprogramação, permitindo transferir as modificações de *hardware* em modificações de *software*. Devido à essa característica, um mesmo microcontrolador pode ser utilizado no controle de diversos sistemas automáticos, modificando sua programação de um sistema para outro.

Atualmente, existem no mercado diversos tipos de microcontroladores e diferentes fabricantes. Os fatores que diferenciam os diversos tipos de microcontroladores são: a quantidade de memória interna para armazenar dados e as instruções de programas (memória de programa e memória de dados), a velocidade de processamento, a quantidade de pinos de I/O, a forma de alimentação, os tipos e as quantidades de periféricos, a arquitetura e o conjunto de instruções disponibilizado nos circuitos internos (MARTINS, 2005).

Os sistemas microcontrolados, geralmente, constituem placas microcontroladas, que englobam, de uma forma geral, a maioria dos periféricos externos mais utilizados com os microcontroladores, como *display's* (LCD e de 7 segmentos), botões, teclado alfanumérico, porta serial, led's, potenciômetros, motores de CC, sensores de temperatura, entre outros. Uma destas placas disponíveis no mercado é a plataforma Arduino, que será utilizada neste trabalho.

O Arduino é muito utilizado em *kit's* de desenvolvimento, por possibilitar a execução de várias aplicações diferentes. São ideais, portanto, para o desenvolvimento de diversos projetos e possibilitam também uma redução no custo destes, por apresentarem vários periféricos externos facilitando o trabalho do projetista que não necessita, desta forma, montar a sua própria placa. Se necessário, apenas acrescenta alguns periféricos específicos para a aplicação desejada (BARROS, 2010).

Acredita-se que, com uma metodologia de ensino adequada, a utilização da Plataforma Arduino pode tornar o ensino de programação mais prazeroso e atrativo. Desta forma, os estudantes poderão compreender os conteúdos abstratos das disciplinas de automação e programação por meio de projetos práticos e, quem sabe, conquistar, como consequência, melhorias em seu desempenho acadêmico (MACEDO; PRIETCH, 2013). O uso desta plataforma

como ferramenta didática tem por objetivo buscar novas alternativas de uso das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem, visando aumentar o interesse dos alunos e, possibilitando, assim, uma possível diminuição na evasão escolar.

Segundo Hansen (1990), citado por Cardoso e Menezes (2003), o estudante aprende 25% do que ouve, 45% do que ouve e vê e 70% se ele usa a metodologia do aprender fazendo. A escola passiva, onde o aluno fica sentado escutando o professor falar, perdeu seu lugar de ocupação das mentes de nossos estudantes. Não convence mais ficar resolvendo longas listas de exercício para “treinar” a resolver equações que, na maioria dos casos, as máquinas podem resolver. Existem coisas mais atraentes, onde podemos entrar em ação, mesmo que no virtual. Devemos buscar uma nova escola que integre esses ingredientes interessantes à aprendizagem das engenharias. É melhor abandonar o “treino” e construir o novo.

Prados (1998), diz que os novos paradigmas na educação em engenharia levam em consideração características como: a aprendizagem baseada em projetos; integração vertical e horizontal de conteúdos disciplinares; conceitos matemáticos e científicos no contexto da aplicação e ampla utilização das TIC (tecnologias da informação e comunicação).

Diante desta contextualização, o presente trabalho teve como proposta a elaboração de uma placa didática que simule sistemas automáticos microcontrolados, que tem por objetivo reunir conceitos trabalhados ao longo do curso de engenharia elétrica, constituindo, assim, uma proposta interdisciplinar, e aplicada ao âmbito educacional.

A implementação destes sistemas foi realizada utilizando-se materiais que se encontravam em desuso nos laboratórios da Instituição, e a placa didática desenvolvida poderá ser utilizada como uma ferramenta didática que poderá ser aplicada em aulas práticas de disciplinas da área de Automação e Controle.

Com o desenvolvimento destes sistemas, espera-se incentivar uma relação mais interativa entre professor e aluno, com a aplicação de tecnologias da informação e comunicação (TIC), dentro do contexto acadêmico, para a prática de ensino de conceitos básicos e específicos, pois possibilitará que o aluno “entre em ação” nestas práticas disciplinares. Sendo o microcontrolador um equipamento reprogramável, o aluno torna-se programador dos sistemas automáticos, fazendo com que os mesmos atuem da maneira desejada dentro de suas limitações físicas de construção.

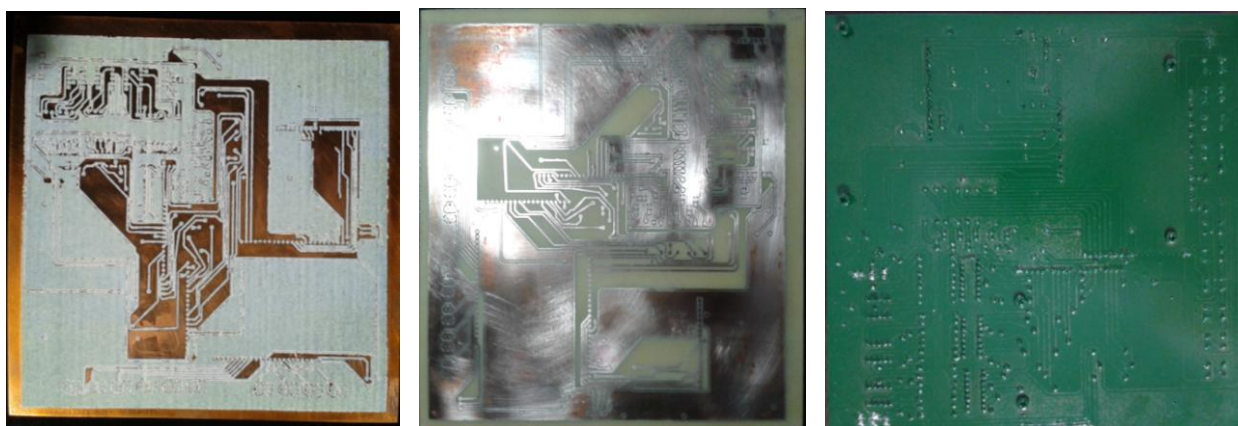
## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do projeto teve início com um levantamento bibliográfico sobre sistemas automáticos controlados por microcontrolador e um levantamento dos dispositivos que se encontravam em desuso nos laboratórios da instituição, o que permitiu a escolha dos sistemas a serem implementados, que foram:

- sistema de controle de leds (iluminação);
- sistema de controle de tráfego (semáforo);
- sistema de segurança;
- sistema de senha;
- sistema de contagem (de produtos e de tempo);
- sistema de controle e indicação de nível;
- sistema de controle e indicação de temperatura;
- sistema de controle e indicação de velocidade (motor); e
- sistema de *setpoint* diversos.

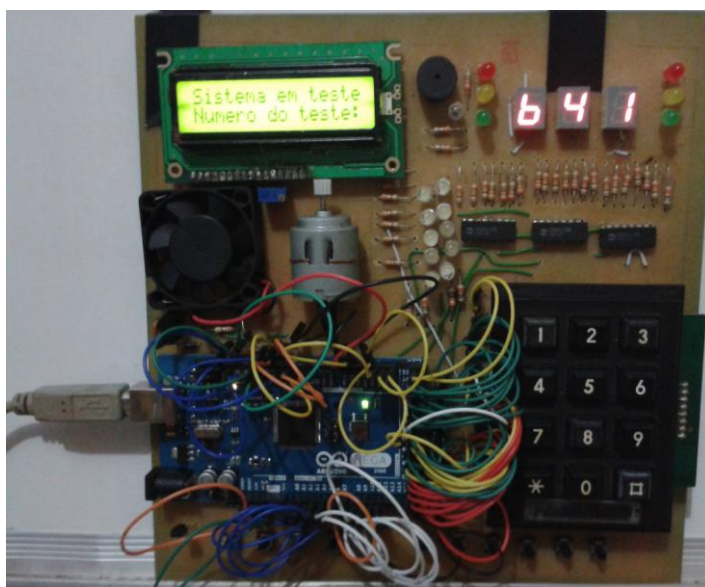
O microcontrolador utilizado foi o Arduino Mega, por possuir uma maior quantidade de pinos de entrada e saída, permitindo assim, o controle simultâneo de vários periféricos. Para a montagem dos sistemas, foram utilizados vários dispositivos (sensores e atuadores), como led's, botões, display's de 7 segmentos, display LCD, teclado, sensor de temperatura, mini ventilador, mini motor, entre outros. A maioria destes dispositivos estavam em desuso nos laboratórios da instituição, e foram reaproveitados para a montagem dos sistemas que integram a placa didática.

A implementação dos sistemas foi feita em uma placa de cobre, na qual todos os componentes foram dispostos de forma organizada permitindo o bom funcionamento e interação dos sistemas entre si. A placa passou por um processo de corrosão e os componentes foram soldados na mesma. Na Figura 1 a seguir são apresentadas algumas das etapas de implementação da placa didática.



**Figura 1 – Processo de implementação da placa didática. Etapas de corrosão, perfuração e soldagem de componentes.**

Após a montagem da placa didática microcontrolada, foram realizados testes de funcionamento e correção de erros, com simulações dos sistemas propostos e testes da programação de cada sistema, conforme ilustrado na Figura 2.



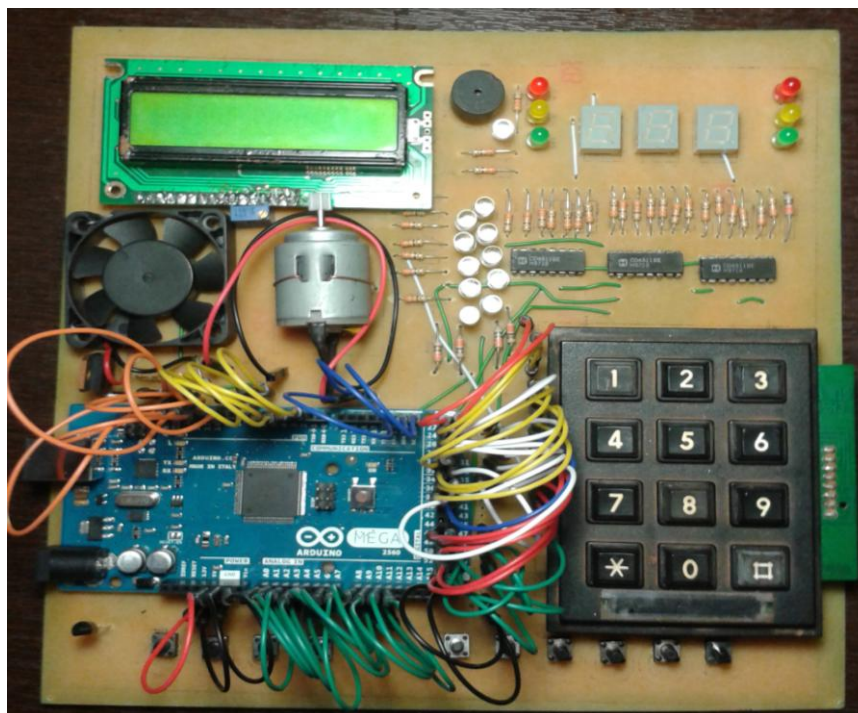
**Figura 2 – Processo de testes de funcionamento e simulação dos sistemas.**



Para concluir o desenvolvimento do projeto de pesquisa, foi elaborado um manual e um roteiro de utilização da placa didática, com o intuito de auxiliar os usuários nas aulas práticas e manter o bom funcionamento de todos os equipamentos. Foram utilizados os *softwares* Arduino *Software* (IDE), para programação do Arduino, e Proteus®, para confecção dos diagramas e simulação virtual dos sistemas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A placa didática desenvolvida (Figura 3) integra todos os componentes dos sistemas selecionados, permitindo a interação dos componentes entre si. Além dos sistemas propostos, a placa desenvolvida também permite a simulação de outros processos automáticos, ficando a critério do usuário a escolha do processo a ser simulado, observando apenas as características físicas de construção. Dessa forma, fica a critério do aluno, do professor e de suas necessidades criar outros sistemas automáticos para enriquecer o conhecimento prático dos alunos.



**Figura 3 – Placa didática microcontrolada desenvolvida.**

Para auxiliar na utilização da placa didática e para que o usuário possa fazer a programação do controlador (Arduino) para simular determinado sistema, é necessário que o usuário saiba como os componentes estão interligados fisicamente, uma vez que a programação depende desta informação. Dessa forma, foi desenvolvido um diagrama de ligação da placa didática (Figura 4), informando ao usuário como os componentes encontram-se interligados. Este diagrama compõe o Manual do Usuário, que foi elaborado para auxiliar na utilização da placa didática.



#### Conexões Elétricas

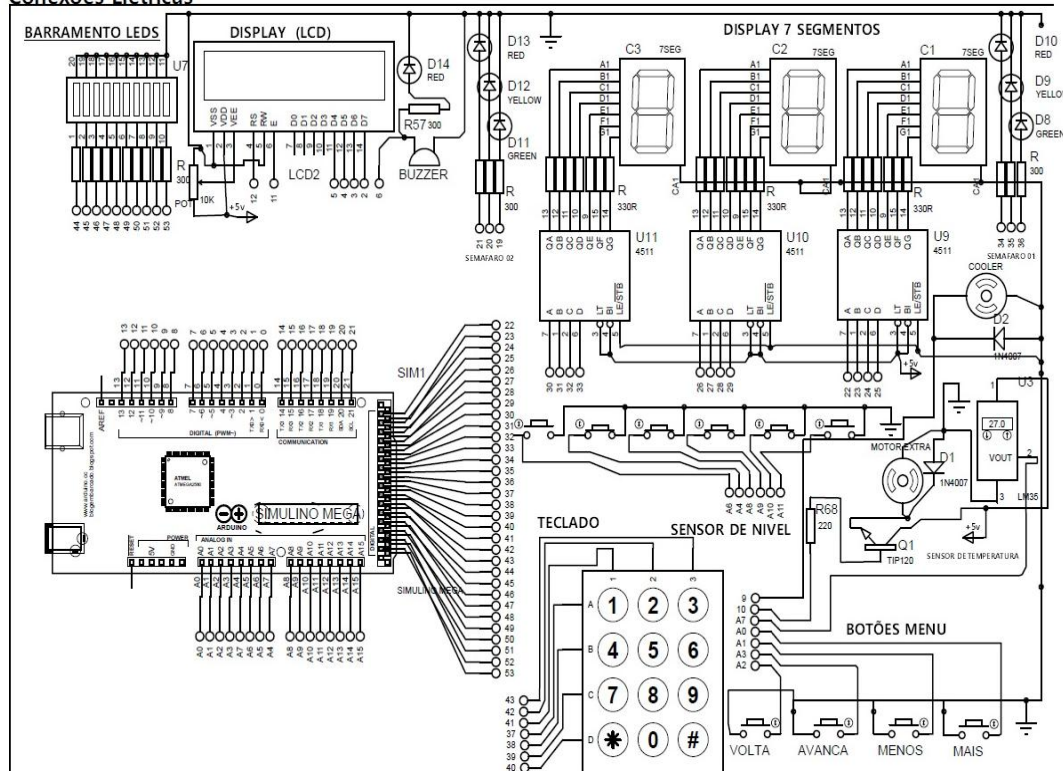


Figura 4 – Diagrama de conexão da placa didática.

Um dos sistemas que pode ser desenvolvido é o sistema de controle de leds, que é composto por 10 leds de cor branca. Neste sistema, o usuário pode desenvolver várias rotinas de liga/desliga, alterando apenas a programação. Podem ser simulados sistemas de iluminação decorativa, iluminação sequencial, entre várias outras possibilidades. No diagrama da Figura 4, esse sistema é composto pelo barramento de leds.

O sistema de controle de tráfego (semáforo), por sua vez, permite que o usuário implemente, através da programação, a rotina de um semáforo de dois tempos. O usuário tem a opção de fazer o controle dos leds associado à indicação do tempo de espera nos displays de sete segmentos.

Outro sistema que poderá ser implementado é o sistema de contagem, de tempo e de produtos. O sistema de contagem de tempo é composto por botões e pelos displays de 7 segmentos. De acordo com o botão pressionado, a contagem (de 0 a 999) pode ser iniciada e mostrada nos displays de 7 segmentos, pode ser pausada ou zerada. Fica a critério do usuário definir essas rotinas durante a programação. O sistema de contagem de produtos engloba o sinal de entrada de um sensor (que deve ser conectado externamente à placa didática) e os displays de 7 segmentos. O sistema receberá o sinal do sensor e mostrará no display a quantidade de produtos que o sensor captar. Quando completar a quantidade de produtos estabelecida na programação, por exemplo, poderá ser acionado um led e/ou um alarme sonoro (buzzer).

O usuário pode, também, criar um sistema de Menu, integrando o display LCD e o teclado alfanumérico, em que o usuário escolhe a opção (que está descrita no display) no teclado e determinada ação acontece. Neste sistema de Menu, é possível integrar vários sistemas em uma única aplicação. Dessa forma, por exemplo, a opção 1 do Menu pode ser o sistema de controle de temperatura. Quando o usuário escolher a opção 1 no teclado alfanumérico, o sistema receberá o

signal do sensor de temperatura e, de acordo com a temperatura medida, o mini-ventilador poderá ou não ser acionado.

Vários outros sistemas podem ser implementados e simulados utilizando-se a placa didática desenvolvida. O usuário fica livre para associar os vários componentes que integram a placa e criar seus próprios processos automáticos, bastando, para isso, realizar a programação de forma correta e, se necessário, inserir componentes externos específicos de cada aplicação.

Foram realizados vários testes de diversos sistemas para garantir o bom funcionamento da placa, atestando a eficácia da mesma. O manual e roteiro de utilização que foi desenvolvido irá auxiliar a execução de todos os sistemas propostos, contendo exemplos em diferentes níveis de dificuldade para proporcionar ao aluno uma evolução no aprendizado.

Os resultados do projeto desenvolvido serão apresentados à comunidade acadêmica através da participação de uma semana científica, na qual será ofertado um minicurso acerca da utilização da placa desenvolvida.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta desse trabalho foi de desenvolver uma placa didática microcontrolada que atendessem os sistemas automáticos descritos nesse artigo. Com bom desempenho na interação entre sistemas a placa permite a simulação dos sistemas automáticos conforme o planejado. A mesma foi submetida a teste de fadiga e sempre atuando da forma esperada.

Esperamos que a placa didática microcontrolada seja incorporada nas aulas práticas e que possa, de fato, contribuir com a melhoria no processo ensino-aprendizagem, visando aumentar o interesse dos alunos e, possibilitando, assim, uma possível diminuição na evasão escolar.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, T. **Iniciando com Arduino**. In: Technè - Tecnologia & Experiência do Usuário no C.E.S.A.R, 2010.

CARDOSO, E. P.; MENEZES, C. S. **Um Projeto Pedagógico para o Curso de Engenharia Elétrica**: Uma abordagem considerando a metodologia de projetos e os recursos das novas TIC. In: COBENGE - CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2003, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

JUCA, S. **Apostila de Microcontroladores PIC e Periféricos**. Instituto Federal (IF), s.d.

MACEDO, R. S.; PRIETCH, S. S. **Utilizando a Placa Arduino como Ferramenta de Apoio ao Ensino de Programação**. Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT/Rondonópolis. In: GULO, C. A. S. J., et al. CADERNO DE ARTIGOS COMPLETOS. Anais da IV Escola Regional de Informática da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) – Regional de Mato Grosso. UNEMAT, AltoAraguaia-MT, 2013.

MARINHO, E. S.; MARINHO, J. E. S. **Minicurso de Microcontrolador**. Saber Eletrônica Especial, nº 2, jan. 2001.



MARTINS, N. A. **Sistemas Microcontrolados: Uma abordagem com o Microcontrolador PIC 16F84**. São Paulo: Novatec, 2005.

MARTINS, G. M. **Princípios de Automação Industrial**. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Departamento de Eletromecânica e Sistemas de Potência. Santa Maria, 2011.

MENDONÇA, K. R. **MICROCONTROLADORES: Teoria e Prática**. Apostila de Microcontroladores. IFG Campus Jataí, Curso Superior de Engenharia Elétrica, Jataí, 2015.

NATALE, F. **Automação Industrial**. 8ª Edição. São Paulo: Editora Érica, 2006.

PRADOS, J. W. **Engineering Education in the United States: Past, Present, and Future**. In: International Conference on Engineering Education, 8, 1998, Rio de Janeiro, Brazil.