



Desenvolvimento de uma esteira transportadora didática

Renato Alan Bezerra Rodrigues¹, Justino Medeiros², Andrea Bittencourt²

¹Graduando em Engenharia Mecânica - IFBA. e-mail: renato_abr@hotmail.com

²Docente de Automação – IFBA. e-mail: andreabittencourt@ifba.edu.br, justino@ifba.edu.br

Resumo: Os recursos naturais estão cada vez mais escassos, portanto o desenvolvimento de projetos sustentáveis deve ser fomentado no ambiente acadêmico com objetivo de formar profissionais com responsabilidade sócio-ambiental. Neste contexto, este trabalho apresenta o desenvolvimento e construção de uma esteira transportadora que utiliza materiais recicláveis de equipamentos desativados. A esteira é parte integrante de uma célula de manufatura didática que será utilizada no ensino dos cursos técnicos profissionalizantes e superiores do Instituto Federal da Bahia. Para a sua construção, desenvolveu-se inicialmente o modelamento do protótipo no Solidworks possibilitando o diagnóstico, a resolução de problemas mecânicos e a análise do seu dimensionamento. A esteira transportadora possui um sistema de sensoriamento e contagem de peças, características fundamentais para os processos industriais de manufatura. Os resultados obtidos com o protótipo apresentaram as características pré-estabelecidas necessárias para a sua integração na célula de manufatura didática.

Palavras-chave: Célula de manufatura didática, esteira transportadora, reciclável

1. INTRODUÇÃO

Tendo em vista a constante busca por melhorias na metodologia de ensino, é crescente a necessidade de aperfeiçoamento nas técnicas de educação, uma das maneiras mais eficientes é a união da teoria com a prática. De acordo com Rothe-Neves et al (2004), a utilização de protótipos didáticos no ensino e pesquisa é fundamental tanto para estimular alunos e professores como para não limitar a educação aos métodos comuns, como: quadro, projeto e simulações, que apenas com a teoria, podem dificultar o entendimento e ocultar problemas existentes nos sistemas reais.

Além disso, a escassez dos recursos naturais e o aumento da conscientização da sociedade acerca de um progresso tecnológico sustentável fazem com que surjam as necessidades de inovações para o avanço da ciência. Proporcionando, o desenvolvimento de projetos sustentáveis no ambiente acadêmico, qualificando os profissionais com ideias inovadoras e consciência socioambiental. Neste sentido, a esteira transportadora foi projetada para atender esse objetivo, utilizando em grande parte, na sua construção materiais recicláveis e de equipamento em desuso.

Este trabalho propõe a construção de uma esteira transportadora, parte integrante de uma célula de manufatura didática que contém dois robôs manipuladores e uma mesa de teste, célula semelhante a proposta por Curzel et al (2006), que será utilizada em treinamentos na área de robótica, mecatrônica, ensino da automação, modelagem, controle de sistemas e integração da produção, bem como, reforçará o conhecimento nas áreas correlatas, tais como eletrônica, mecânica e programação.

Uma esteira transportadora é uma máquina utilizada para o transporte de material. Para Canavezi et al (2008) a esteira é a melhor opção para se ter uma maior velocidade no transporte de materiais em uma célula de manufatura, agilizando a produção.

O desenvolvimento da esteira transportadora irá aperfeiçoar a formação dos seus usuários, trazendo uma abordagem mais ampla, além de assistir professores e alunos nas aulas de laboratório dos cursos técnicos profissionalizantes e superiores do Instituto Federal da Bahia - IFBA. O projeto refere-se a um modelo de custo bastante reduzido, primeiramente projetado e dimensionado em um ambiente virtual num software gráfico, onde identificou e solucionaram-se os problemas da parte mecânica. Após esta etapa foi construído com materiais reciclados e de equipamentos eletrônicos desativados.

Esse trabalho propõe além da construção da esteira transportadora, a implementação de um controle de velocidade e sentido de giro, um sistema de contagem de peças e a determinação das condições de funcionamento da esteira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho consiste em uma pesquisa experimental, com o desenvolvimento do projeto e construção de uma esteira transportadora. A etapa inicial para a execução deste projeto foi o estudo das características da célula de manufatura didática, da qual a esteira é parte integrante e obtenção dos pré-requisitos necessários para a construção da mesma.

Em seguida, realizou-se uma pesquisa bibliográfica das esteiras transportadoras, analisando as diversas formas existentes, funcionalidades e características individuais de cada tipo. Conhecendo, desta forma, os procedimentos utilizados, a metodologia e, principalmente, as dificuldades encontradas ao longo da execução do projeto. Alguns trabalhos relevantes que foram utilizados como referência para o desenvolvimento desse trabalho foram os de GOMES, LI, REGINATO, STUMPF, JÚNIOR, TANURI (2006), HONDA (2006), MAZZAROPPI (2007) e CURZEL, SILVA, LEAL, AMARAL (2006).

Após esta etapa, utilizou-se o Solidworks, software de desenho gráfico como ferramenta de auxílio para o desenvolvimento do projeto da esteira transportadora, como na Figura 1. Dessa forma foi possível o detalhamento, dimensionamento, identificação de possíveis problemas que pudessem ocorrer ao longo da construção e a solução desses, facilitando consideravelmente o desenvolvimento do protótipo.

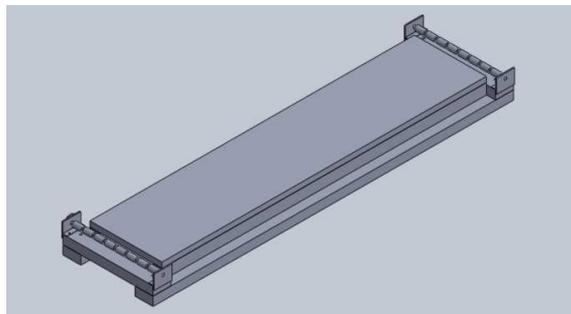


Figura 1. Projeto mecânico.

Com as dimensões e formas pré-estabelecidas, o material selecionado foi o de menor custo e que melhor se adequasse aos pré-requisitos do projeto. Para o corpo da esteira utilizou-se madeira reciclada de móveis em desuso. Com a aquisição da matéria prima, iniciou-se no laboratório do GSAM (Grupo de Pesquisa em Sistema de Automação e Mecatrônica), no Instituto Federal da Bahia, a construção do corpo da esteira e a seleção do sistema de acionamento e transmissão da mesma, todos reciclados de equipamentos eletrônicos desativados.

Assim como para o sistema mecânico, realizou-se também o projeto em ambiente computacional, utilizando o software Proteus para simular os circuitos e facilitar a sua construção. A figura 2 apresenta o diagrama de blocos do sistema de controle de sentido de giro e velocidade da esteira.

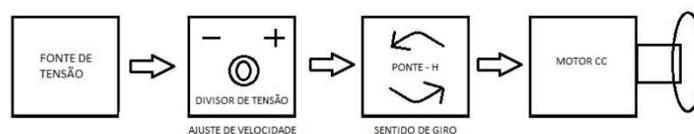


Figura 2. Diagrama de blocos do sistema de controle de sentido de giro e velocidade.

Para controlar o sentido de rotação do motor, é necessário a inversão dos polos elétricos nos seus terminais, assim foi construído o circuito Ponte-H, o controle é feito através de uma chave de três posições (giro no sentido horário, desligado, giro no sentido anti-horário). Já a velocidade de rotação do motor CC é proporcional à tensão aplicada, dessa forma foi feito um divisor de tensão, sendo essa divisão ajustada por um potenciômetro. Os dois circuitos foram unidos e estão representados na Figura 3.

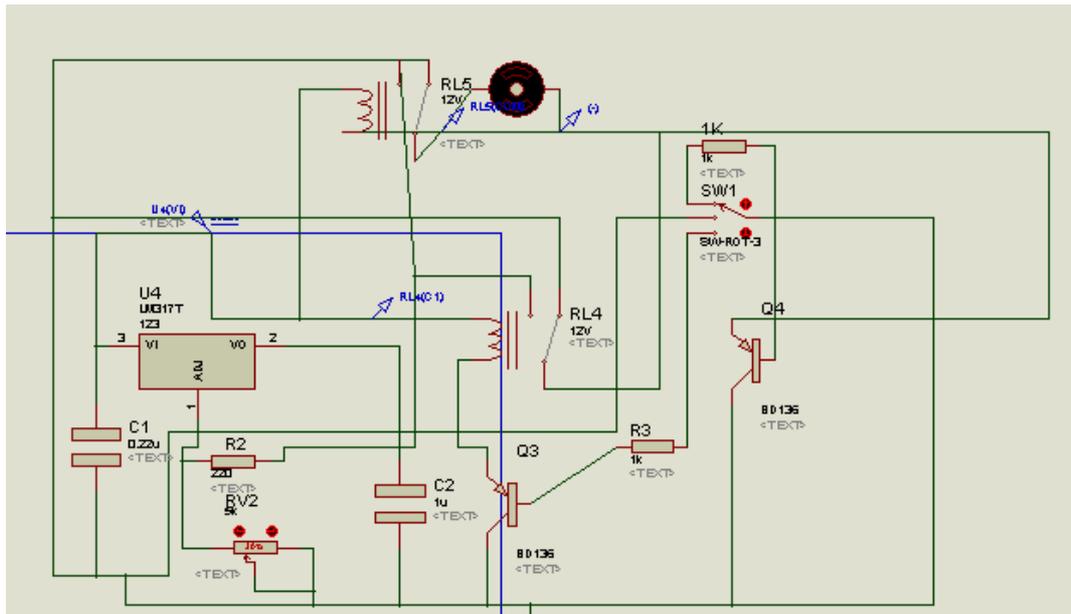


Figura 3 - Circuito de controle de sentido de giro e velocidade da esteira.

A figura 4 apresenta o diagrama de blocos do sistema de contagem de peças, constituído de uma lanterna de forte intensidade, funcionando como o emissor do sensor, e um LRD (resistência variável à luz) como receptor.

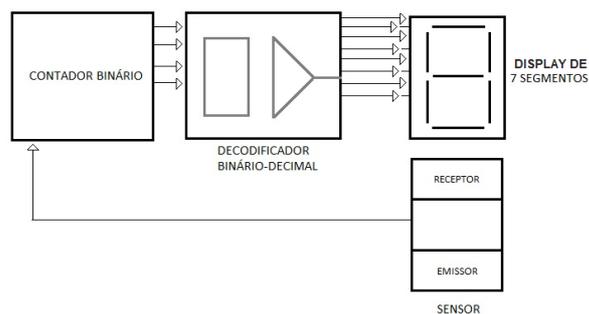


Figura 4 - Diagrama de blocos do sistema de contagem de peças

Quando o feixe de luz entre emissor e receptor é interrompido, gera uma variação na corrente do circuito que leva os transistores à fase de corte, enviando um pulso para o contador. A figura 5 apresenta o circuito elaborado no Proteus baseado em Batista (2012).

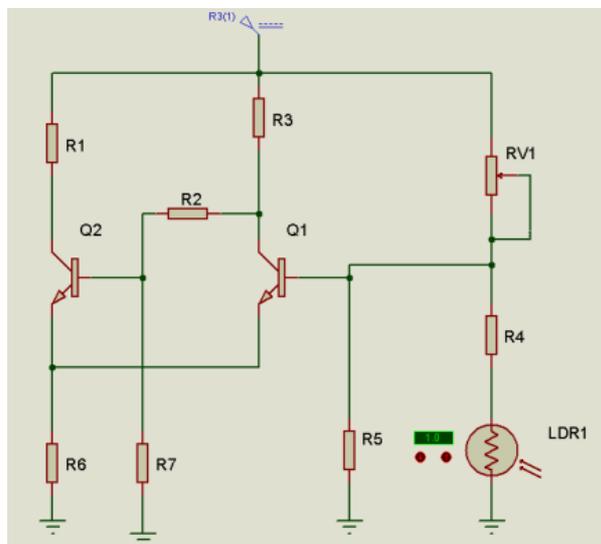


Figura 5 - Circuito do sistema de contagem.

Com a finalização dos sistemas mecânicos, eletrônicos e de sensoriamento da esteira, foram realizados testes para a análise do sistema desenvolvido. O primeiro tem o objetivo de medir a velocidade da esteira, linear (metros/segundo) e angular (voltas/segundo), em função da tensão aplicada. Esse teste foi realizado sem cargas na esteira para determinar a relação entre a velocidade e tensão de alimentação. O segundo teste tem o objetivo de definir a relação entre a massa transportada e a corrente no circuito, permitindo obter a carga máxima que pode ser transportada. Os testes do sistema de contagem de peças avaliarão a resposta do sensor à variação da luz e o tempo de contagem das peças para diferentes velocidades

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para verificar as características e particularidades da esteira transportadora, foram realizados diversos testes com o sistema de acionamento e de sensoriamento.

No primeiro teste realizado com o motor, com o objetivo de determinar a variação da velocidade em função da tensão aplicada, mediu-se o tempo necessário para que a correia efetuasse uma volta. Coletando sete tempos para cada valor de tensão e utilizando a média aritmética dos mesmos e o valor do comprimento equivalente a uma volta da esteira para determinar a sua velocidade linear. Os tempos medidos para cada valor de tensão, bem como a média e o desvio padrão são apresentados na Tabela 1, tensão de alimentação variou de 03 à 11 volts.

Tabela 1 - Resultados obtidos experimentalmente do tempo de giro variando em função da tensão aplicada

Tensão (V)	Tempo 1(s)	Tempo 2(s)	Tempo 3 (s)	Tempo 4 (s)	Tempo 5 (s)	Tempo 6 (s)	Tempo 7 (s)	Tempo Médio (s)	Desvio. Pad. (s)
11	4,1	4,0	4,0	4,1	4,1	4,0	4,2	4,07	0,076
10	4,5	4,6	4,8	4,7	4,6	4,8	4,7	4,67	0,111
9	5,2	5,3	5,2	5,4	5,3	5,2	5,4	5,29	0,090
8	5,9	6,0	5,9	6,1	5,8	6,0	6,1	5,97	0,111
7	7,0	7,0	7,1	7,0	7,2	7,1	7,0	7,06	0,079
6	8,3	8,2	8,3	8,3	8,4	8,3	8,2	8,29	0,069

5	11,2	11,2	11,3	11,3	11,4	11,3	11,2	11,27	0,076
4	16,1	16,1	16,4	16,2	16,3	16,1	16,2	16,20	0,115
3	24,5	24,7	24,5	24,3	24,6	24,4	24,7	24,53	0,150

Os dados coletados apresentam pequenas variações para cada tensão de alimentação aplicada, obtendo o desvio padrão satisfatório. Essa variação do tempo medido e os valores fora da curva devem-se, principalmente, a falta de precisão na leitura.

A Figura 6 apresenta a variação da velocidade linear em função da tensão aplicada. Para calcular a velocidade linear da esteira, mediu-se o comprimento de uma volta, 132 cm, e a distância de transporte do objeto sobre a esteira, 60 cm. Por meio da Equação 1, calculou-se a velocidade linear para cada tensão. Para analisar os resultados obtidos, utilizou-se uma ferramenta estatística, o r-quadrado, esta é uma forma de medir o quão próximo estão os valores observados.

$$dv = \frac{ds}{dt} \quad (1)$$

Sendo v a velocidade, s o espaço e t o tempo.

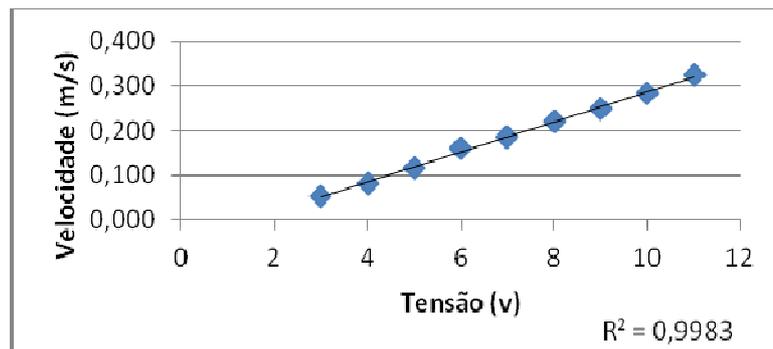


Figura 6 - Gráfico da velocidade variando em função da tensão aplicada

Após a análise da figura 6 é possível verificar a linearidade da velocidade em função da tensão de alimentação, o que pode ser validado pelo valor do r-quadrado encontrado próximo de 1.

A Figura 7 apresenta o tempo necessário para o transporte de uma peça do início ao fim do percurso, permitindo determinar uma faixa de tensão que pode ser utilizada para a movimentação das peças, de acordo com as necessidades e características que são requeridas pelo sistema, dessa forma, definiu-se a faixa de 5 à 7 volts.

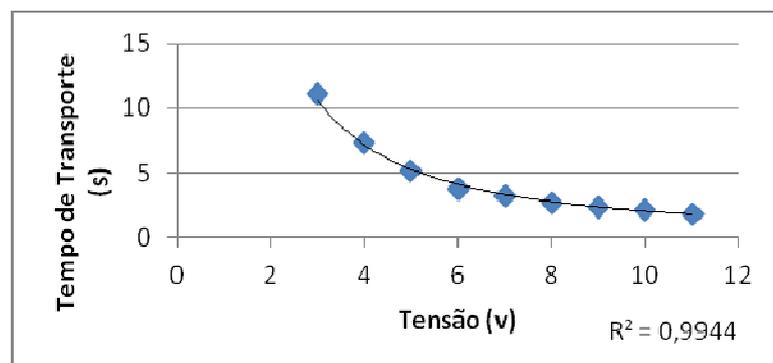


Figura 7 - Gráfico do tempo variando em função da tensão aplicada.

Estabelecida a faixa de tensão e de velocidade da esteira, iniciou-se o segundo teste, que tem como objetivo medir a variação da corrente no motor de acordo com a massa transportada pela esteira, podendo-se calcular a potência consumida pelo motor, a partir da Equação 2 e determinar a capacidade máxima de transporte. Para realizar os testes foram utilizadas faixa de valores de tensão entre 5 e 7 volts, e a massa de 0 e 500 gramas. Utilizou-se um amperímetro para medir a variação da corrente no motor de acordo com que a massa transportada. A Figura 10 apresenta a variação da corrente em função do peso nos três valores de tensão.

$$P(t) = v i(t) \quad (2)$$

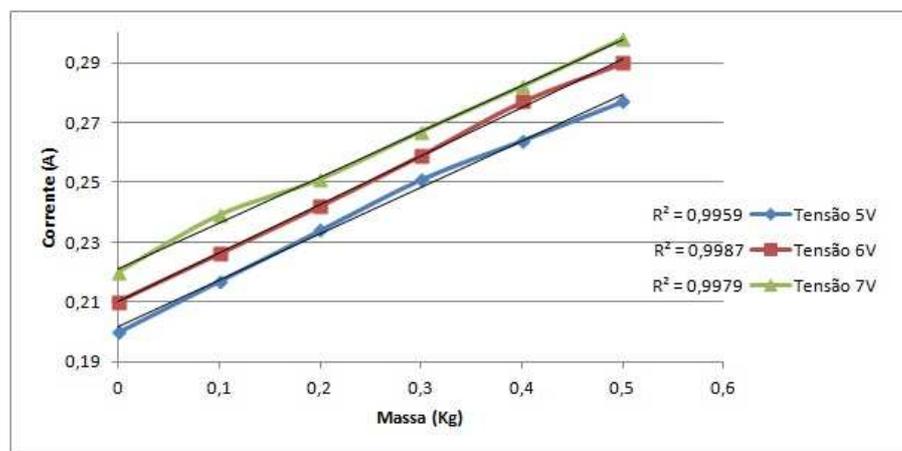


Figura 8 - Gráfico da corrente variando em função da massa transportada

A partir da Figura 8, é possível observar que independente da tensão aplicada, com o aumento da massa transportada, o valor da corrente cresce linearmente, pode-se fazer essa consideração devido ao valor satisfatório de r-quadrado, implicando um aumento da potência e do torque exercido pelo motor. Deve-se estabelecer um limite da massa transportada para o funcionamento da esteira juntamente com a velocidade, criando a situação ideal necessária para o funcionamento da célula de manufatura como um todo. Como o motor suporta até uma corrente de 500mA, ao fazer uma extensão dos dados até a corrente máxima do motor, tem-se que a esteira pode transportar sem maiores problemas até 1,8 Kg dentro da faixa de velocidade pré-estabelecida.

Para análise do sistema de contagem de peças, inicialmente verificou-se a sensibilidade à luz do sensor, posicionando-se uma lanterna em frente ao LDR, e afastando-se até que o circuito identificasse a falta de luz. Depois aproximou novamente o emissor do receptor até que o circuito identificasse novamente a presença. Essa distância, de vinte centímetros, foi estabelecida como de iminência à mudança de estado do circuito e definida como a distância a ser instalado na estrutura mecânica.

Com o objetivo de verificar o funcionamento do circuito do sistema de contagem, posicionou-se os sensores no lugar e distância ideais, depois passaram objetos na frente do sensor e verificou-se a contagem. No primeiro momento houve um erro, pois era contado mais de um a cada objeto que passava, o que é inaceitável para um circuito desse tipo. Este erro acontecia, pois inicialmente o pulso era enviado pela comutação de relés, porém apresentava ruídos e vibração por ser uma chave mecânica, o que refletia no envio de mais de um pulso. Dessa forma, efetuou-se a troca da forma de envio do sinal, substituindo os relés por transistores, o que provocou mudanças em todo o circuito inicial. Com isso uma nova distância entre o emissor e receptor do sensor teve que ser estabelecida, porém não houve uma mudança muito grande. Novamente objetos passaram em frente ao sensor para a sua contagem, que efetuou com perfeição, contando de zero a nove e reiniciando após isso.

Finalizado os testes, foi estabelecida a faixa de velocidade para o trabalho da esteira, a massa que poderá ser transportado, distância para ser instalado o sensor e adquirido confiabilidade na contagem das peças.



4. CONCLUSÕES

O investimento nos meios de produção é crescente na indústria. Nesse contexto, a sociedade busca meios de desenvolvimento sustentável e em conjunto com as instituições de ensino como forma de aprimorar os meios de produção, tornando possível a união do desenvolvimento sustentável e o tecnológico.

Neste artigo é apresentado o desenvolvimento do projeto e construção de uma esteira transportadora, que possui na sua construção, maioria de elementos reciclados. Este trabalho faz parte de um projeto mais amplo denominado célula de manufatura didática, atualmente em andamento.

Os testes realizados para o conhecimento das características e capacidades da esteira obtiveram resultados satisfatórios, com os quais foi possível se estabelecer a melhor faixa de trabalho para esteira, velocidade e limite da massa transportada.

Ao final do projeto, aprimoraram-se os conhecimentos nas áreas de projetos, eletrônica e mecânica, além de possibilitar o melhor aproveitamento de materiais em desuso e beneficiar a instituição com uma ferramenta didática eficaz e de baixo custo para diversas disciplinas dos cursos de tecnologia.

Como continuidade deste trabalho e parte integrante da célula de manufatura, será construído um sistema de separação de peças de acordo com a composição de seu material e implementado um sistema de intertravamento para garantir a segurança de operação. Dessa forma, com a inclusão de novas rotinas e dispositivos se aprimorará a capacidade da célula de manufatura didática, aumentando a sua utilização e disponibilidade como ferramenta didática.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPQ pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desse projeto, aos orientadores e aos colegas do grupo de pesquisa pelo apoio técnico e sugestões ao trabalho e aos meus pais, pelo carinho, estímulo, paciência, compreensão, amizade, críticas e sugestões.

REFERÊNCIAS

BARROSO, C., ARAUJO, E., SÁ, M., TREVISAN, P., 2008, “Sensores”, Universidade Metodista de Piracicaba, São Paulo.

BATISTA, E. O., “Contador Óptico” Disponível em:
<[http://www.eletronicafacil.hdfree.com.br/Circuitos/Contador Optico/contadoroptico.htm](http://www.eletronicafacil.hdfree.com.br/Circuitos/Contador%20Optico/contadoroptico.htm)>. Acesso em: 10 fev. 2012.

CURZEL, J. L., SILVA, F. T., LEAL, A. B., AMARAL, S., 2006, “Concepção de uma Célula Flexível de Manufatura Didática para o Ensino de Engenharia”, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville.

GOMES, D. F., LI, F., REGINATO, I., STUMPF, J. M., JÚNIOR, O. M, TANURI, R, 2006. “Esteira Transportadora Automatizada”, Faculdade de Tecnologia de São Paulo, São Paulo.

HONDA, F., 2006, Motores de Corrente Contínua, Ed. 01.2006, Siemens.

MÁXIMO, P. H. M., PINTO, V. P., 2011, “Desenvolvimento de um Kit Didático para Utilização em Aulas de Laboratório de Controle e Automação”, Universidade Federal do Ceará, Sobral.

MAZZAROPPI, M., 2007, “Sensores de Movimento e Presença”, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.



MORO, Mirella M.. A Arte de Escrever Artigos Científicos. Disponível em:
<<http://homepages.dcc.ufmg.br/~mirella/doku.php?id=escrita>>. Acesso em: 03 fev. 2012.

ROTHER-NEVES, M., Silva, O.F., Barreiros, J.A.L. (2004). Metodologia para a construção de protótipos didáticos para os cursos de controle e automação de sistemas, Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, CONBEGE.