

CONSTRUÇÃO DE UM CONTADOR DE PONTOS DE TRUCO DIGITAL UTILIZANDO DA LÓGICA SEQUENCIAL PROVENIENTE DE CONTADORES ASSÍNCRONOS: RELAÇÃO TEORIA E PRÁTICA

Luiz F. Ramos – lfernandordm@gmail.com

Paulo Eduardo Dalho – duh_dalho@hotmail.com

Prof. Mst. Régis Eugenio Santos – resantos_eng@hotmail.com

Universidade de Marília (UNIMAR)

Av. Hygino Muzy Filho, 1001, Câmpus Universitário

17525-902 – Marília – São Paulo

Resumo: *A elaboração de um trabalho teórico prático na disciplina de Sistemas Digitais do curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Marília (UNIMAR), consistiu em elaborar a lógica e a construção de um protótipo de contador de pontos de truco baseado no tópico estudado sobre CONTADORES utilizando-se da lógica sequencial. Com isso os jogadores ao acionar os botões contariam pontos até doze como é pré-estabelecido no jogo de truco, e ao atingi-los automaticamente iniciariam a contagem nos contadores de vitórias com limite de três, finalizando o jogo. As dificuldades encontradas na elaboração do projeto, como um problema específico que surgiu após sua implementação e a solução dada, explanaram de forma significativa a importância da relação teórico prático no desenvolvimento acadêmico do discente. Sendo assim, também é demonstrado a maneira com que a abordagem Aprendizado Baseado em Problema (ABP) está presente neste trabalho e sua importância.*

Palavras-chave: *Debounce switch, Contadores assíncronos, Acionamento de botões, Aprendizagem baseada em problema.*

1. INTRODUÇÃO

No sexto termo de Engenharia Elétrica da Universidade de Marília (UNIMAR), cursa-se a disciplina de Sistemas Digitais. Tal disciplina visa o estudo da eletrônica digital, iniciado em álgebra booleana até família de circuitos lógicos.

Dentro deste contexto, foi elaborado um trabalho a respeito do tópico CONTADORES, que consiste em desenvolver desde a parte teórica (lógica) até a implementação de um protótipo de contador de pontos de truco. Ao passo que o trabalho se desenvolvia foram encontradas diversas dificuldades e a necessidade de solução que culminava sempre em novos estudos.

Um problema encontrado após a implementação do trabalho e a solução alcançada, foi o que motivou a realização deste artigo, evidenciando o surgimento do interesse que instigou os estudos, de forma a demonstrar a importância da abordagem Aprendizado Baseado em Problema – ABP na fixação de conceitos e a maneira que ela se apresentou neste trabalho.

Este artigo está dividido da seguinte maneira: na seção 2 é explanado a proposta do trabalho; na seção 3 o estudo teórico e/ou lógico realizado; e na seção 4 como aconteceu a confecção do projeto. Já na seção 5 foi fundamentada e definida a problemática central, com a

consequente implementação da solução. Na seção 6, foi descrito os materiais utilizados em todo o trabalho. E, por fim, na seção 7 as considerações finais.

2. O TRABALHO PROPOSTO

O presente trabalho tem por objetivo a construção de protótipo de um contador de pontos de truco digital para o desenvolvimento da parte teórica e prática da disciplina de Sistemas Digitais, a qual é cursada no sexto termo da Engenharia Elétrica da UNIMAR (Universidade de Marília). No desenvolvimento do trabalho surgiram diversas dificuldades, dentre elas problemas recorrentes de acionamento de circuitos digitais (MACHADO, 2011). Tal fato, demonstra a importância da relação teórico-prática no processo de aprendizagem baseada em situação problema (ABP), como em (RIBEIRO, 2005).

A ideia do protótipo é baseada na lógica sequencial, partindo do conceito de contadores assíncronos e contadores de pulsos de zero a N. Como em uma partida de truco participam dois jogadores, os pontos vão de zero a doze e geralmente se jogam até três partidas, fez-se necessário dois contadores de zero a doze para a contagem dos pontos desses dois jogadores e dois contadores de zero à três para a contagem das vitórias de ambos, zerando todos os contadores ao atingir o número três.

A proposta é de que a contagem dos pontos seja feita através do acionamento dos botões pelos usuários para cada contador de pontos e, de forma automática, os mesmos ao atingir doze pontos acionam os contadores de vitórias e todas essas informações são visualizadas em um display.

3. ELABORAÇÃO DO PROJETO LÓGICO

Devido o projeto lógico ter por base o conhecimento teórico sobre o tópico de contadores assíncronos, são abordados vários livros, dentre eles o mais utilizado: (IDOETA & CAPUANO, 2011).

No livro supracitado encontramos a seguinte frase:

“Seus flip-flops funcionam de maneira assíncrona (sem sincronismo), não tendo entradas clock em comum. Neste tipo de circuito, a entrada clock se faz apenas no primeiro flip-flop, sendo as outras derivadas das saídas dos blocos anteriores” e acerca dos contadores de pulsos de zero a N que *“seu circuito básico apresenta um grupo de quatro flip-flops T ou JK Mestre-Escravo, os quais possuem a entrada T ou, no caso, J e K iguais a 1, originando a saída $Qf=Q'a$, a cada descida de clock”*.

É imprescindível saber especificamente para a leitura das informações em bits que nas saídas dos flip-flops formam um número binário, o qual é decodificado para o display de sete segmentos do tipo ânodo. Para a decodificação foi utilizado o decodificador da família 74, o 74LS47.

3.1. Contador de zero a doze

O contador de zero a doze inicia-se com o primeiro bloco de flip-flops, quatro destes ligados na configuração assíncrono, que fazem a contagem até dez em decimal ou 1010 em binário. No display de unidades superior, na fig.1, a contagem indicada é de zero até o número nove decimal.

Uma vez ultrapassado o valor nove, as saídas são resetadas devido a uma porta NE (Figura 1 - U4:B) que está ligada aos resets do flip-flops. Nessa porta NE quando as entradas são nível 1, a saída é nível 0. Assim, a porta é ligada de forma a “coletar” saídas de nível 1

quando o contador atingir o número binário 1010. As ligações são: saída $\bar{Q}$ do primeiro flip-flop (Figura 1 - U1:A), Q do segundo flip-flop (Figura 1 - U1:B), $\bar{Q}$ do terceiro (Figura 1 - U2:A) e Q do quarto (Figura 1 - U2:B). A mesma saída da porta NE que reseta o bloco da unidade envia um pulso para o segundo bloco que faz a contagem das dezenas no flip-flop (Figura 1 - U5:A).

Uma segunda porta NE (Figura 1 - U6:A) é utilizada para resetar o sistema quando o número doze for visualizado nos displays. Para fazer isso coleta-se os bits das saídas: Q do primeiro flip-flop (U1:A), Q do segundo flip-flop (U1:B) e a saída Q do terceiro do flip-flop (U5:A), acarretando o acionamento da porta quando a saída do conjunto for o número três na unidade e o número um na dezena.

As saídas das portas NE (U5:A) e NE (U6:A) são ligadas as entradas da porta E (Figura 1 - U9:A) que tem sua saída ligada ao reset do primeiro bloco de flip-flops, zerando o estado do mesmo.

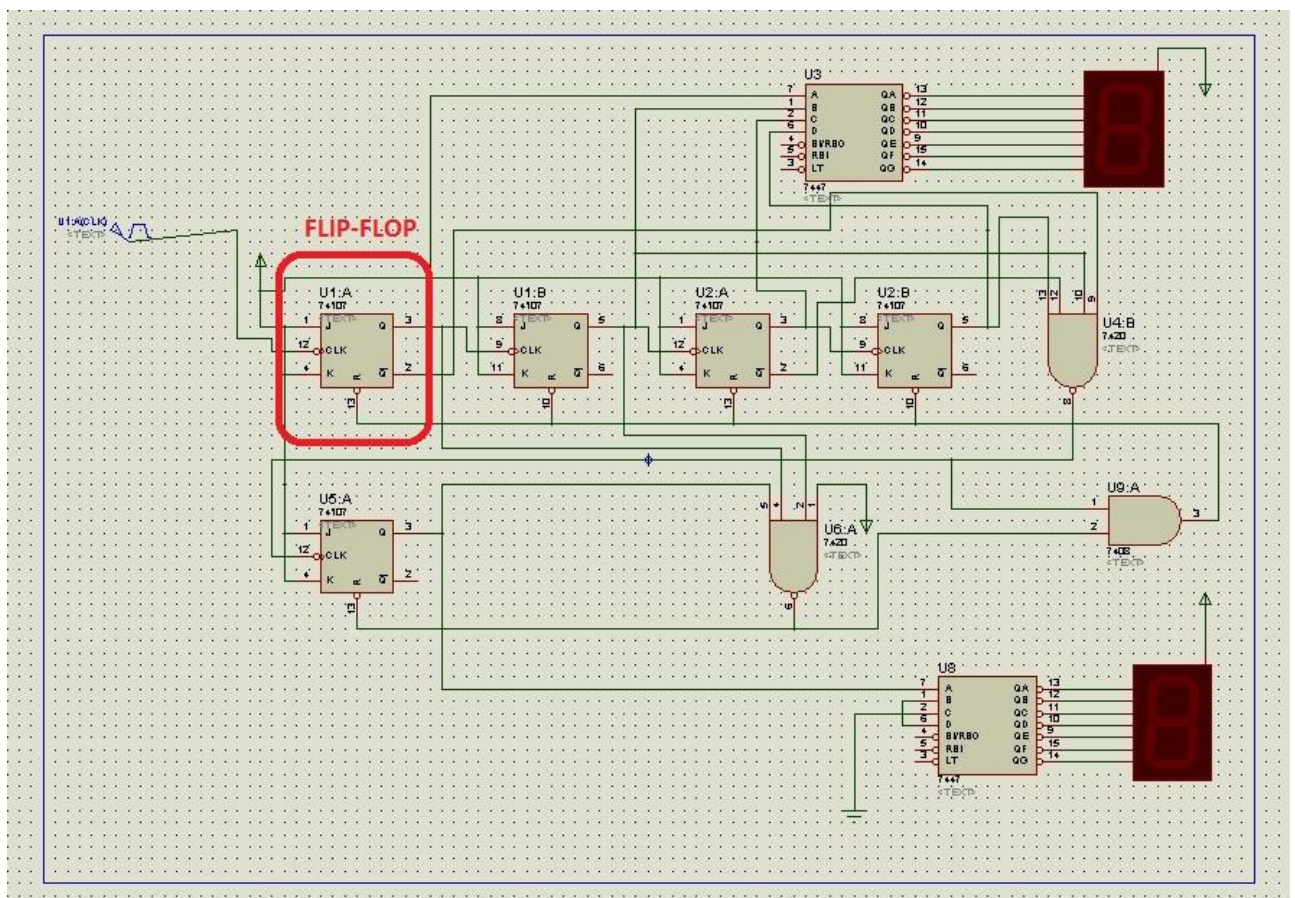


Figura 1 – Contador de zero a doze

3.2. Finalizando a Lógica

Para que se possa contar os pontos de dois jogadores, são necessários dois contadores de zero a doze. Portanto, foi duplicado o contador de zero a doze e interligado com o contador já existente por meio de uma porta E (Figura 2 - 1), posterior a porta NE (Figura 1 - U6:A), dos dois contadores. A saída dessa porta E (Figura 2 - 1) retorna para porta E (Figura 1 - U9:A) de cada contador, fazendo assim o sincronismo para que quando um dos dois contadores atingir treze decimal os dois contadores sejam reiniciados, sendo que somente aparecerá no display até o número doze decimal.

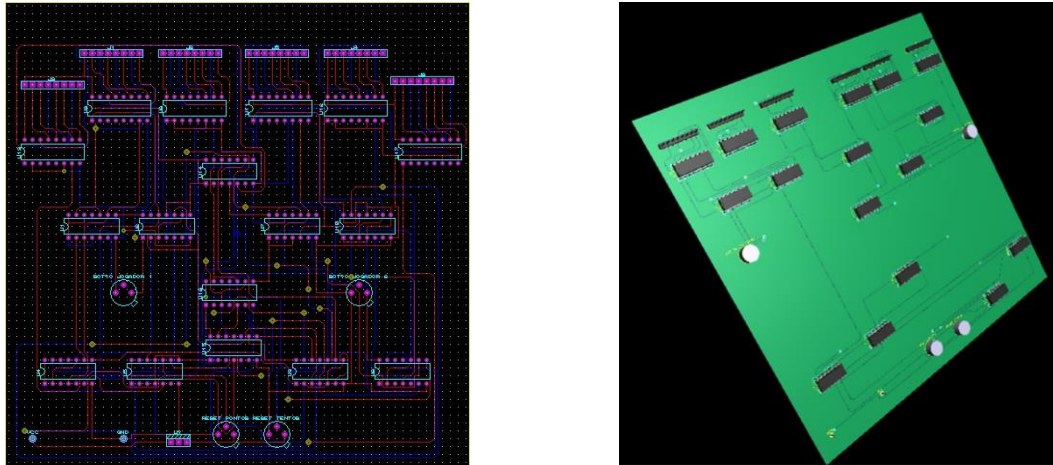


Figura 3 – Modelo da placa gerada

4.1. Funcionamento e Acionamento dos Botões

O circuito foi projetado para que o clock dos flip-flops do contador de zero a doze fosse determinado por tomada de decisão do usuário ao acionar o botão de pontos. Logo foi estabelecido o uso de botões de duas posições com duas entradas e uma saída, sendo normalmente aberto VCC/SAÍDA nível 1, e pressionado/fechado GND/SAÍDA nível 0. Ao chavear de um para o outro é feita a inversão do clock alterando o estado do sinal de entrada do flip-flop.

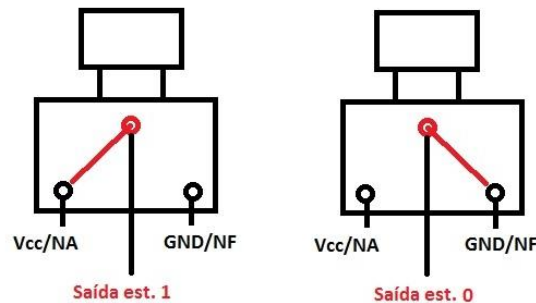


Figura 4 – Botões duas posições

Já para os botões de RESET (reinício) do circuito, foi usada uma metodologia simples, em estado aberto não manda nada e em estado fechado a saída do botão é ligada ao GND, direcionando o nível zero para a entrada CLEAR do flip-flop.

4.2. Desenvolvimento do Projeto

A elaboração do projeto foi realizada da seguinte maneira:

- Selecionado um pedaço de placa de circuito impresso virgem e em seguida efetuado um polimento na(s) face(s) cobreada;
- Colado a placa já polida em um Router CNC, onde foram feitos todos os furos e depois recortado a placa através de fresamento no formato especificado;

- Aplicado um filme fotossensível (Dry Film) na(s) face(s) cobreada, por meio de laminação a quente;
- Com a placa já sensibilizada, aplicado sobre o conjunto filme/placa um negativo do desenho a ser gravado na placa;
- O conjunto negativo/filme/placa então é exposto a luz ultra-violeta durante um tempo determinado;
- Em seguida retirado o negativo e revelado em uma solução de carbonato de sódio;
- Corroído a placa com ácido;
- Removido o filme que ficou na placa protegendo as partes que não deveriam ser corroídas;
- Aplicado verniz incolor soldável sobre as trilhas para evitar a oxidação do cobre;
- Com a placa já pronta, foram soldados todos os componentes com ferro de solda e estanho (flats, soquetes, displays, botões, transistor 7805 e suporte para bateria de 9 volts);

5. DIFICULDADES ENCONTRADAS

Depois do projeto implementado deu-se início aos testes onde uma problemática foi encontrada. Ao pressionar os botões de pontos os mesmos contavam mais do que um ponto por vez, sendo sempre valores aleatórios. Dessa forma, foram iniciados novos estudos para a solução do problema, ficando evidente como a abordagem ABP (Aprendizado Baseado em Problema) está presente neste trabalho, de acordo com (COUTINHO *et al*, sem data):

“A abordagem adotada é que o aluno construa o seu próprio conhecimento a partir do desenvolvimento de um problema proposto ou sugerido pelo mesmo. Este problema é estudado em uma forma de um projeto prático, no qual, é desenvolvido em função dos conteúdos da disciplina, buscando a interdisciplinaridade, e desta forma, fazendo com que o problema seja compreendido, fundamentado e analisado”.

5.1. Fundamentação da Problemática

Tendo conhecimento do problema foram realizados vários testes, um desses foi implementar um gerador de pulsos na entrada dos botões de pontos do circuito para testar o funcionamento dos contadores. Não constatado nenhuma anormalidade, permitiu observar que o problema consistia na forma em que se inseriam componentes mecânicos no circuito digital, no caso, os botões. Como citado por (SÁ, 2011), “Botões são inerentemente mecânicos, e, ao serem pressionados, demora uma fração de segundo até que o contato seja estabilizado. Isso ocorre devido às características elásticas dos materiais que os compõem. Nesse curto intervalo de tempo, o botão oscila rapidamente entre os estados de aberto e fechado”, podendo então ter a certeza que tratava-se de um fenômeno chamado BOUNCE (CHAPMAN, 2013) ou traduzindo, repique, oriundo de chaves mecânicas.

O bounce é um ruído ocasionado pelo botão mecânico devido aos fenômenos citados acima, que podem ser vistos na Figura 5. O clock que seria gerado pelo botão, para entrar no nosso contador, sofre interferência do bounce. Assim, a transição de nível entre zero e um ou vice e versa não tem uma faixa de valor estável e precisa, uma vez que os componentes digitais da família TTL utilizada não trabalham com zero e cinco volts de fato, mas com faixas de tensão que fazem com que um determinado nível lógico leve um determinado tempo para ser de fato reconhecido. Então, durante o período de transição de níveis do clock gerado pelo botão, o bounce deve ser eliminado:

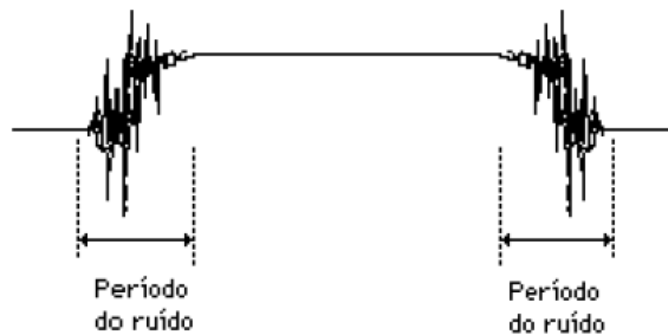


Figura 5 – BOUNCE (Ruído na transição de estado)

Fonte: http://www.vargasp.com/download/livros/Tecnicas_digitais.pdf

5.2. Solução

Conforme foi estudado em várias referências houve a necessidade de desenvolver um circuito DEBOUNCE (GANSSLE, 2008), como ilustra a figura abaixo:

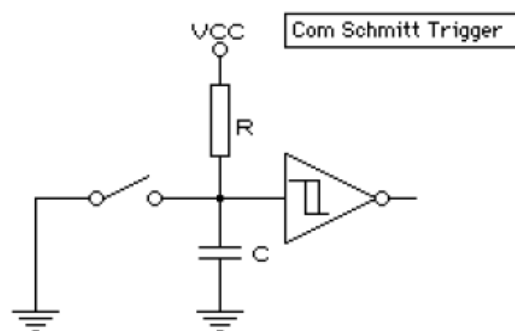


Figura 5 – Circuito Debounce Switch com Schmitt Trigger

Fonte: http://www.vargasp.com/download/livros/Tecnicas_digitais.pdf

Neste circuito, o capacitor funciona como um dispositivo para aliviar o sinal. Em um circuito que possui um resistor e um capacitor existe um tempo de atraso para o sinal que é necessário para carregar o capacitor. Desta forma, as alterações rápidas de nível do sinal devido ao botão, são filtradas eliminando o BOUNCE, pois o nível do sinal que será filtrado estará dentro da faixa de trabalho do componente digital TTL, pela fato da constante de tempo do filtro RC ser maior que o período de BOUNCE.

No caso deste circuito, existe ainda um Schmitt Trigger (IDOETA & CAPUANO, 2011):

“esse tipo de bloco, além de realizar sua função lógica (OU), quadra o sinal aplicado à entrada, desde que sejam respeitados os parâmetros mínimos e máximos de tensão especificados para o bloco” (faixa de trabalho TTL).

5.3. Implementação da Solução

Da mesma maneira que foi implementado o projeto em si, foi gerado e implementado o circuito de Debounce com uma placa a parte, a qual é interligada via flats com a placa principal.

A nova placa (Figura 7) possui dois circuitos de Debounce com apenas um Schmitt Trigger que fisicamente é o CI 7414 (Figura 6), pois o mesmo tem várias portas lógicas, já que necessitamos de dois botões sem os efeitos de BOUNCE.

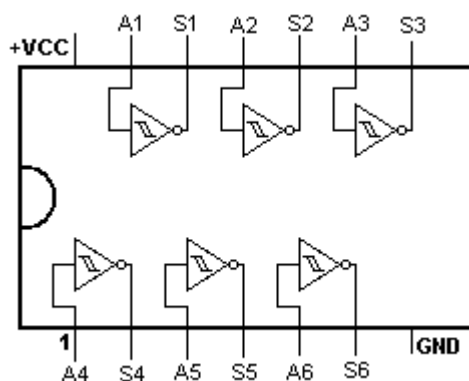


Figura 6 – CI 7414

Fonte: <http://www.projetostecnologicos.com/Componentes/CIsDigitais/TTL/7414/7414.html>

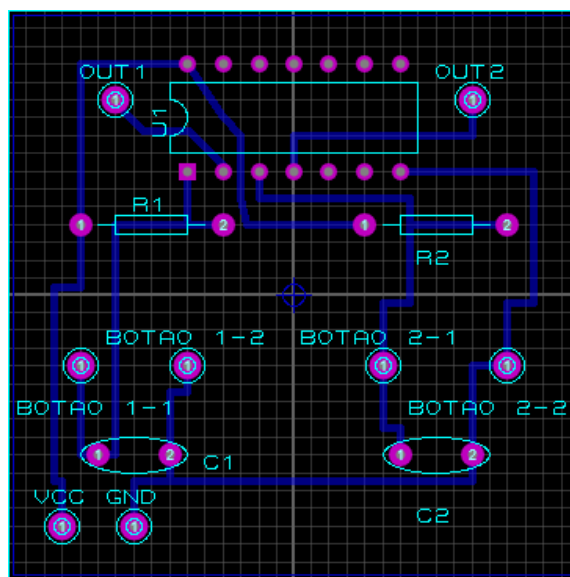


Figura 7 – Modelo da placa do circuito de Debounce

LEGENDA:

- OUT 1 e OUT 2 – Saídas para a entrada no circuito do contador;
- R1 e R2 – Resistores 8K Ω ;
- U1 – CI 7414;
- BOTAO (1-1,1-2,2-1 e 2-2) – Conexão dos botões de pontos;
- C1 e C2 – Capacitores 10n F;
- VCC e GND – Respectivamente entradas de tensão 5 volts e terra (0 volts);

6. MATERIAIS UTILIZADOS

Lista de materiais utilizados no projeto após a solução da problemática:

QTD	DESCRIÇÃO	VALOR
2	RESISTOR	8K
1	BATERIA	9 VOLTS
1	TRANSISTOR	7805
2	CAPACITOR ELETROLÍTICO	10nF
7	CIRCUITO INTEGRADO	74107
6	CIRCUITO INTEGRADO	7447
3	CIRCUITO INTEGRADO	7420
1	CIRCUITO INTEGRADO	7408
1	CIRCUITO INTEGRADO	7414
6	DISPLAY 7 SEGMENTOS	ANODO COMUM
1	PLACA DE FENOLITE	4 cm X 4 cm
1	PLACA DE FIBRA DE VIDRO	15 cm X 15 cm
4	BOTÕES	ABERTO/FECHADO
1MT	FLAT	8 VIAS

Tabela 1 – Materiais Utilizados

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto apresentado em seu contexto geral foi de grande importância para a experiência acadêmica, dando uma visão ampla de como na prática surgirão problemas que ultrapassam a teoria. Isto posto, manifesta é a necessidade de observar de forma mais palpável por meio da resolução de um caso prático, para fixação e esclarecimento do conceito, conforme discutido neste artigo.

Vale salientar que o protótipo de um contador de pontos de truco pode ser desenvolvido com sistemas digitais mais completos, que tornariam mais simples sua confecção, pois exigem um nível de conhecimento mais aprofundado diante da eletrônica digital. A exemplo do microcontrolador, que dentre muitas finalidades, também facilitaria o DEBOUNCE e a construção da lógica, podendo ambos serem feitos via software como visto em algumas referências.

Por derradeiro, fica aqui o ensejo e interesse para o desenvolvimento de novos trabalhos que abordam os temas tratados.

8. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Rodrigo. **Citação de referências e documentos eletrônicos**. Disponível em: <<http://www.embarcados.com.br/leitura-de-chaves-mecanicas-e-o-processo-de-debounce>> Acesso em: 25 maio. 2014.

BIGNEL, J. W. e DONOVAN, R. L. *Eletrônica Digital – Lógica Sequencial*, volume II. ed. São Paulo: Makron Books, 1993.

CHAPMAN, Michael. MURDOCH UNIVERSITY, School of Engineering and Information Technology. Development of a Low Voltage Three Phase Power Supply for Educational Use, 2013. 118p, il. Monografia (Bacharelado).

COUTINHO, Rafael *et al.* O uso pedagógico de um manipulador robótico, utilizando o reconhecimento de cores para separação de elementos em uma esteira. Anais: III – Workshop de Robótica Educacional, evento integrante do Simpósio Brasileiro de Robótica. Natal: UFRN, 2012.

DE ARAÚJO, Ícaro Bezerra Queiroz *et al.* Desenvolvimento de um protótipo de automação predial/residencial utilizando a plataforma de prototipagem eletrônica arduino. Anais: XL – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Belém: UFPA, 2012.

DE SÁ, Denilson Figueiredo. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, Instituto de Matemática, Departamento de Ciência da Computação. Dispositivo apontador com interface USB usando magnetômetro, 2011. 196p. Monografia (Bacharelado).

FREGNI, Edson e SARAIVA, Antonio M. Engenharia do Projeto Lógico Digital: Conceitos e Prática. ed. Edgard Blücher Ltda, 1995.

GABI, Caio Fernandes *et al.* Construção de um protótipo de regulação de temperatura de baixo custo, como instrumento pedagógico de ensino de engenharia. Anais: XL – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Belém: UFPA, 2012.

GANSSE, Jack G. Guide to Debounce. The Gansse Group, 3ª revisão, Baltimore, 2008.

GOMES, F.J.; SILVEIRA, M.A. Experiências Pedagógicas. In: Enciclopédia de Automática, volume 1. São Paulo: Blucher, 2007.

HILL, Frederick J. e PETERSON, Gerald R. Introduction To Switching Theory & Logical Design, second edition. ed. Wiley International Edition, 1974.

IDOETA, Ivan Valeije e CAPUANO, Francisco Gabriel. Elementos de Eletrônica Digital, 40ª edição. ed. São Paulo: Editora Érica Ltda, 2011.

LANCASTER, Don. TTL Cookbook. ISBN 0672210355. ed. Carmel: Howard W. Sans and Company, 1992.

MACHADO, Paulo Silveira. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, Faculdade de Engenharia Mecânica. Desenvolvimento de um câmbio automático para bicicletas, 2011. 41p, il. Monografia (Bacharelado).

PINTO, Luiz A. V. P. **Citação de referências e documentos eletrônicos.** Disponível em: <http://www.vargasp.com/download/livros/Tecnicas_digitais.pdf> Acesso em: 25 maio 2014.

RIBEIRO, L. R. C. (2005). UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. A aprendizagem baseada em problemas (PBL) – Uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores, 2005. 205p, I1. Tese (Doutorado).

TOCCI, Ronald J. Sistemas Digitais: Princípios e Aplicações, quinta edição. ed. Rio de Janeiro: Editora Prentice Hall do Brasil Ltda, 1994.

WAKERLY, John F. Digital Design: Principles & Practices, fourth edition. ed. Nova Jersey: Prentice Hall, 2000.

CONSTRUCTION OF A COUNTER POINT “TRUCO” USING DIGITAL LOGIC SEQUENCE FROM ASYNCHRONOUS COUNTERS: RELATION BETWEEN THEORY AND PRACTICE

Abstract: *The development of a theoretical and practical work in the discipline of Digital Systems Course of Electrical Engineering, University of Marilia (UNIMAR), consisted in elaborating the logic and construction of a prototype counter “truco” points based on ACCOUNTANTS topic studied using the sequential logic. Therewith, the players when set the buttons the points would count up to twelve, such as the rules of the game Truco, and once hit, them automatically would start counting in the win counters with limit of three wins, ending the game . The difficulties faced in the preparation of the project, as an specific problem that arose after its implementation and the solution given, demonstrated significantly the practical importance of the theoretical relationship in the academic development of the student. Thus, it is also shown the way the Problem Based Learning (BPA) approach is present in this work and its importance.*

Keywords: *Switch Debounce , Asynchronous Counters , Trigger buttons, Problem Based Learning .*