

DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DO MATLAB® PARA A SIMULAÇÃO DE MICROCONTROLADORES COM COMPROMISSO NA IDENTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DINAMICOS

Carlos Eduardo Ramos Batista – Carlos_eduardo_281087@hotmail.com

Nielson Soares - nlinkinp@gmail.com

Marlon José do Carmo - marloncarmo@ieee.org

Ângelo Rocha Oliveira - a.oliveira@ieee.org

Lindolpho Oliveira de Araújo Júnior - lindolph@gmail.com

Luis Cláudio Gamboa Lopes – gamboa@leopoldina.cefetmg.br

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus III

Rua José Peres, 558 – Centro.

36700-000 – Leopoldina – MG

***Resumo:** A proposta do projeto é de identificar sistemas dinâmicos através do processo de curva de reação, utilizando um ambiente de simulação do microcontrolador PIC implementado no MatLab®, ao invés do tradicional método. Tal alteração facilitara o processo de identificação auxiliando os alunos a absorverem melhor o conhecimento, melhorando o processo de ensino – aprendizagem de forma a contribuir até mesmo com outras instituições para o ensino de microcontroladores, controle digital. Por meio da simulação desenvolvida o aluno não estará mais limitado a desenvolver pesquisas, nas diversas áreas de aplicação da engenharia, somente nos laboratórios da instituição.*

***Palavras-chave:** Microcontroladores PIC, MatLab®, Sistemas dinâmicos.*

1 INTRODUÇÃO

O controlador PID (proporcional – Integral - derivativo), está presente na maioria dos processos de controle industriais, devido ao fato de ser um algoritmo robusto com uma ampla gama de operações, condicionando um grande poder para resolver um vasto número de aplicações. Porém estimativas mostram que apenas 20% das malhas de controle industriais estão respondendo como esperado (SUMAR, 2011). Essa situação é ocasionada pela deficiência de ferramentas que comprovam as observações de conceitos estudados. É através delas que é possível unir os conceitos teóricos com as aplicações praticas, para só assim ser possível formar profissionais no conceito de habilidades e competências (MCDERMOTT et al, 2007).

O processo de ensino aprendizagem nos curso superiores e técnicos não corresponde, em muitos dos casos, com sistemas reais e os métodos de sintonia que vêm sendo propostos nos últimos 40 anos não vêm dando a assistência necessária aos alunos, pois apresentam excessivas regras de ajustes, dinâmicas inadequadas em malhas fechadas, dificuldade de tratar processos não lineares e complexidades matemática no projeto (WOJSZNIS; BLEVINS, 2002).

Este trabalho tem como base a proposta de utilizar um microcontrolador PIC para efetuar a identificação de sistemas dinâmica a ser controlado, que são aplicados em diversos setores da engenharia.

A grande vantagem de se utilizar sistemas de controle baseado em microcontroladores está no fato da facilidade de se montar um sistema com um custo mais reduzido e com uma estrutura mais simplificada (WOJSZNIS; BLEVINS, 2002), porém mesmo com um custo menor, existem fatores econômicos como falta de equipamentos e instalação, que limitam os alunos a desenvolverem pesquisas nas instituições de ensino (DESHMUKH, 2010).

Para atender a essas instituições a nossa pesquisa desenvolveu um ambiente de simulação para os Kits de microcontroladores PIC16F628A, PIC16F877A e PIC18F452, no Simulink do MatLab® (“Figura 1”).

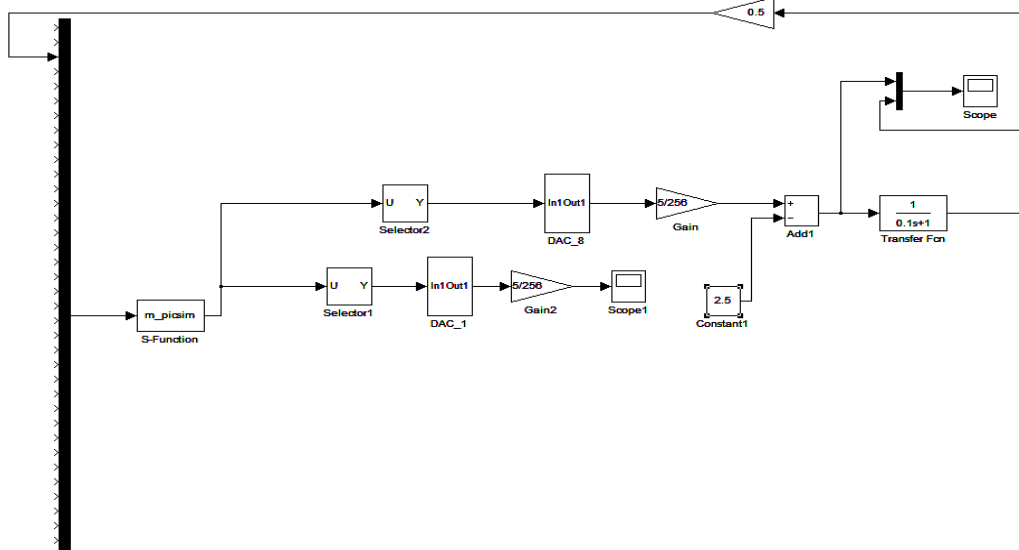


Figura 1: blocos da ferramenta simulink simulando um PIC.

A partir desse simulador foi traçado como objetivo a identificação de sistemas dinâmicos utilizando-se de técnicas por curva de reação que realizam este fim. Com a implementação do PIC espera-se obter como resultado final um método de identificação de sistemas dinâmicos de uma forma simples, didáticos servindo como auxílio nas grades curriculares dos cursos técnicos e superiores, e preparar melhor os alunos a aplicarem em um sistema real.

O trabalho foi estruturado em quatro etapas. A seção dois apresenta-se as técnicas para a identificação de sistemas dinâmicos por curva de reação. A seção três traz a modelagem do microcontrolador PIC, feita para seu uso no MatLab®. Na seção quatro apontam-se os resultados das simulações. Na seção cinco conclui-se este trabalho.

2 TÉCNICAS DE IDENTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DINÂMICOS POR CURVA DE REAÇÃO

Para obter o controle de um processo industrial é necessária uma correta sintonia do controlador. Para isso, primeiramente, deve-se identificar a dinâmica do processo a ser controlado e assim obter os parâmetros a ser usado na sintonia para o controle deste processo (ALFARO, 2002).

Por isso tornam-se necessários a utilização de métodos experimentais de identificação para obtermos essa dinâmica. Na pesquisa foi adotada as Técnicas de Identificação por Curva de Reação.

2.1 Métodos Baseados na Curva de Reação

Para a análise desses métodos utilizaremos a planta $G(s)$ que tem como função de transferência a equação (1). O modelo representa um processo referencial de Segunda Ordem sobreamortecida mais Tempo Morto.

$$G(s) = \frac{1e^{-2s}}{(2s+1)(2s+1)} \quad (1)$$

Foi selecionado dois diferentes métodos para a identificação de modelos de Segunda Ordem mais Tempo Morto, sendo eles: Método de dois pontos (VITECKOVÁ, 2000) e Método de três pontos (PEREIRA; HAFFNER, 2010).

A curva de reação do processo é obtida através do sinal de saída do sistema em malha aberta, quando o excitamos com uma entrada em degrau e analisamos essa saída desde o ponto onde entra o degrau ate seu ponto de estado estacionário.

Método dos dois pontos

O método dos dois pontos identifica os parâmetros do modelo através do estudo das constantes de tempo, o ganho e de tempo morto, para isso é possível estabelecer equações com duas incógnitas, utilizando pontos sobre a curva de reação, garantindo assim, uma resposta para o modelo teórico, aproximada com a resposta de um modelo real.

Sendo p_1 e p_2 os valores referentes a uma porcentagem do valor final da saída em resposta a um degrau, t_1 e t_2 são os tempos necessários para atingir esses valores (“Figura 2”).

Assim, podem-se obter os parâmetros para um modelo de primeira ordem mais tempo morto:

$$\tau = at_1 + bt_2 \quad (2)$$

$$t_m = ct_1 + dt_2 \quad (3)$$

$$k_p = \Delta y / \Delta u \quad (4)$$

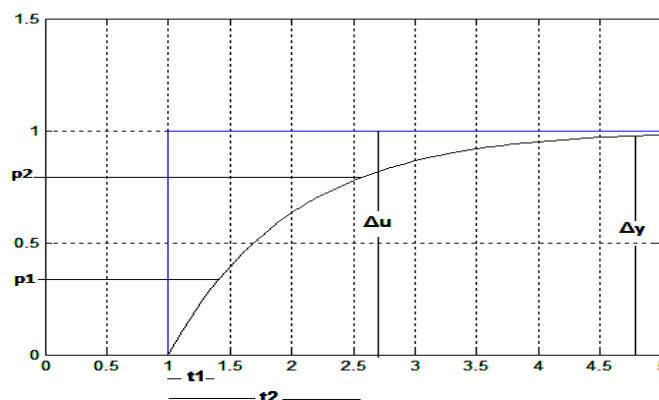


Figura 2: Variáveis relacionadas no gráfico.

Os valores das porcentagens p_1 e p_2 e os das constantes a , b , c , e d . Esses valores são relacionados de acordo com o método escolhido, sendo encontrados na “Tabela 1”. Para um

modelo de segunda ordem mais tempo morto de pólo duplo, esses valores são obtidos na “Tabela 2”.

Tabela 1: valores são relacionados para modelos de primeira ordem

Método	%p1(t1)	%p2(t2)	a	b	c	d
Alfaro	25,0	75,0	-0,91	0,91	1.262	0,262
Broida	28,0	40,0	-5,50	5,50	2.800	-1,800
Chen y Yang	33,0	67,0	-1,40	1,40	1.540	-0,540
Ho et al.	35,0	85,0	-0,67	0,67	1.300	-0,290
Smith	28,3	63,2	-1,50	1,50	1.500	-0,500
Vitecková et al.	33,0	70,0	-1,24	1,24	1.498	-0,498

Tabela 2: valores são relacionados para modelos de segunda ordem

Método	%p1(t1)	%p2(t2)	a	b	c	d
Ho et al.	35,0	85,0	-0,43	0,43	1.574	-0,574
Vitecková et al.	33,0	70,0	-0,749	0,749	1.937	-0,937

Método dos três pontos

Um modelo de segunda ordem mais tempo morto tem três parâmetros mais o ganho a ser encontrado, logo se necessitam de três pontos sobre a curva de reação para ser identificado.

O método usado neste trabalho foi o de Jahanmiri e Fallahi, que é baseado no tempo necessário para alcançar os valores de 2%, 5%, 70% e 90% do valor final da saída. As equações são:

$$t_m = t_2 \text{ ou } t_5 \quad (5)$$

$$\eta = \frac{t_{90} - t_{70}}{t_{90} - t_m} \quad (6)$$

Para $\eta \leq 0,4771$:

$$\zeta = \sqrt{\frac{0,4844651 - 0,75323499\eta}{1 - 2,0946444\eta}} \quad (7)$$

Para $\eta \geq 0,4771$:

$$\zeta = 13,9352 \quad (8)$$

$$\tau = \frac{t_{90} - t_m}{0,424301 + 4,62533\zeta - 2,65412e^{-\zeta}} \quad (9)$$

O ganho (K) é dado pela equação (4).

3 SIMULAÇÃO DO MICROCONTROLADOR PIC NO MATLAB®

O microcontrolador PIC trabalha com uma tensão de 0V a 5V analógica, tornando necessária, a conversão desse sinal para digital, indo de 0 a 255 bits, sendo 0 e 255 bits os valores de 0V e 5V, respectivamente. Para tal ação o sinal de entrada é conectado ao conversor A/D do PIC.

Utiliza-se um seletor do MatLab® para agrupar os pinos das portas usadas para a saída do microcontrolador. A porta D é usada como sinal de entrada o sistema. A porta B é usada para saber-se o valor final da saída do sistema e assim auxiliar nos cálculos dos parâmetros para a identificação dos modelos.

Para obter-se a saída do PIC utilizou o aplicativo livre Furmterm, através dele foi possível simular um periférico de saída.

4. RESULTADOS E ANALISE OBTIDOS ATRAVES DE SIMULAÇÕES

Conhecendo os parâmetros da equação de segunda ordem mais tempo morto (10), simulamos a função de transferência 1. Através do aplicativo obtém o valor final, a partir dele alcançaram-se os valores de 2%, 35%, 75%, 85% e 90% e os respectivos tempos para conseguir esses valores.

$$G(s) = \frac{Ke^{-tms}}{(\tau s + 1)(\tau s + 1)} \quad (10)$$

Utilizando esses tempos e os métodos de identificação foram possíveis calcular os valores da constante de tempo (τ), e da constante de tempo morto (tm). Em seguida comparou-se esses valores com os valores da função de transferência usada para teste.

4.1 Análise e resultados para o Método de dois pontos

Os resultados obtidos podem ser visto nas “Figuras 3 e 4”. Excitando o sistema com um degrau de 5 V, conseguimos através do PIC obter um valor de estado estacionário de 4,826 V, e os tempos de 4,480 segundos e 8,712 segundos para os respectivos valores de 35% e 85% do valor final. Obtendo assim o valor de 1,959 para τ , o valor de 2,05 para tm. e o valor de 0,9652 para ganho (k). Comparando com a função testada os valores deram bem próximos comprovando e identificando-o como um sistema dinâmico.

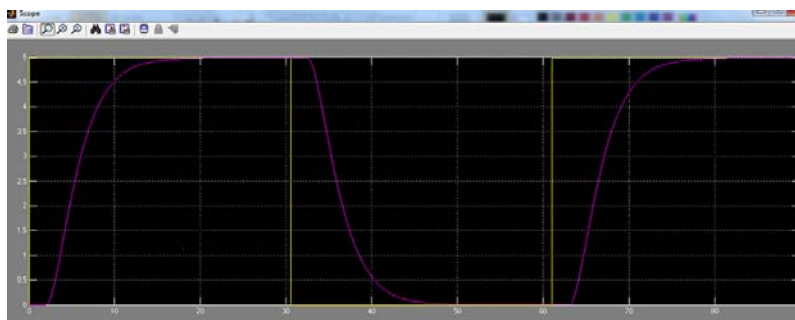


Figura 3: Resposta a função de transferência

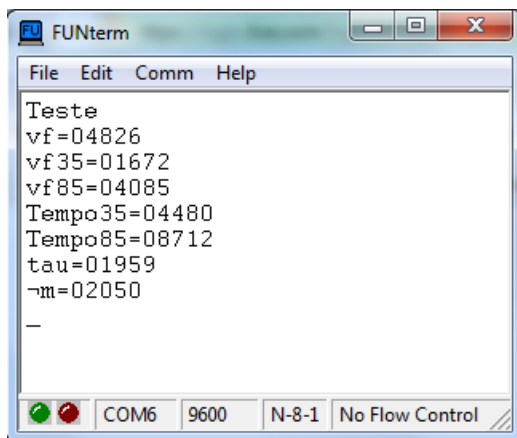


Figura 4: Valores de tempos obtidos com o PIC

4.2 Análise e resultados para o Método de três pontos

Os resultados obtidos podem ser visto nas “Figuras 5 e 6”. Obtemos no periférico do PIC os valores de tempo de 2,223 segundos, 6,232 segundos e 8,816 segundos para os respectivos valores 2%, 75% e 90% do valor final, devido o fato de conter uma precisão maior foi necessário o auxílio do MatLab® para efetuar os cálculos encontrando $\tau = 1.5565$, $t_m = 2.223$ e $\text{ganho} = 0,964$. Podemos notar que para esse método os valores não foram aproximados, logo esse método não é o mais indicado para identificar um sistema dinâmico, sendo assim o método de dois pontos o mais apropriado.

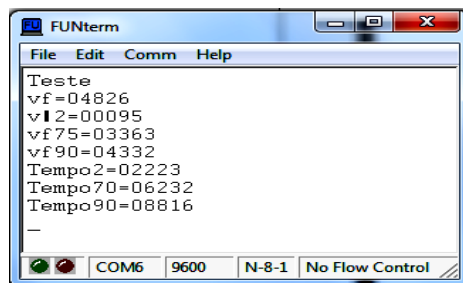


Figura 5: Valores de tempos obtidos com o PIC

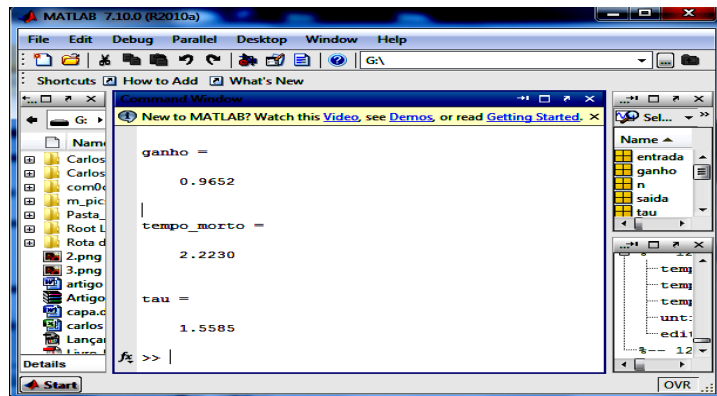


Figura 6: Valores de ganho, tempo morto e τ obtidos pelo MatLab®

5 CONCLUSÃO

Conclui-se, que não só é possível identificar os sistemas dinâmicos através do microcontrolador PIC, como também é mais didático e prático esta utilizando – o para a identificação. O método tradicional de identificação requer um maior esforço do engenheiro para encontrar os tempos que o sistema consome para alcançar as determinadas porcentagens de valor final. Esses valores são calculados automaticamente no nosso projeto através do PIC, tendo como grande vantagem, uma resposta mais precisa. Analisando tais vantagens consegue-se perceber que as propostas de criar um método que servisse de apoio na formação dos engenheiros e nas grades curriculares dos cursos técnicos e superiores, foram alcançadas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao MEC/SESu, FNDE, CAPES, FAPEMIG, Fundação CEFETMINAS e CEFET-MG pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFARO M. V., Identificación de procesos sobreamortiguados utilizando técnicas de lazo abierto, 2002.

DESHMUKH, V.,A . Microcontrollers: theory and applications, 2010.

MCDERMOTT, K. J., NEDIC Z., NAFALSKI A., MACHOTKA J. Experiential learning for first year engineering students, **In:** 10th UICEE, Annual Conference on Engineering Education Bangkok, Thailand, 2007

PEREIRA, L. F. A.; HAFFNER, J. F. Sistemas Dinâmicos com Atraso de Transporte: Projeto de Sistemas de Controle, 2010.

SUMAR, R. R. ,Coelho A.A.R., Projeto e sintonia de um controlador com estrutura PID baseado no modelo universal da planta. “**not-published**”. Disponível em: www.das.ufsc.br/~aarc/publicacoes/Art_eventos/like_PID.doc. Acessado em 08/07/2011.

VITECKOVÁ, M.; VIECEK, A.; SMITNY L. “Simple PI and PID Controllers tuning for monotone self regulation plant”, **In:** IFAC Workshop on Digital Control: Past, Present and Future of PID Control, Terrasa, Espanha, 2000.

WOJSZNIS, W. K.; BLEVINS, T. L. Evaluating PID adaptive techniques for industrial implementation, **In:** American Control Conference, Anchorage, AK, pp. 1151–1155, 2002.

ZHANG, S. et al. NETLAB–An Internet Based Laboratory for Electrical Engineering Education. **Journal of Zhejiang University SCIENCE**, 2004.

DEVELOPMENT OF A MODEL FOR SIMULATION MATLAB ® MICROCONTROLLERS WITH COMMITMENT FOR THE IDENTIFICATION OF DYNAMIC SYSTEMS

Abstract: *The proposed work is to identify dynamic systems through the process reaction curve, a simulation environment using the PIC microcontroller implemented in MatLab ®, rather than the traditional method. This would facilitate the identification process by helping students better absorb knowledge, improving the teaching process - learning to contribute even with other institutions for the teaching of microcontrollers, digital control. Developed by simulating the student is no longer limited to conducting research in various application areas of engineering, only in the laboratories of the institution.*

Key-words: *Microcontroladores PIC, MatLab ®, Dynamic Systems*