

Desenvolvimento de Interfaces Industriais para Robô Manipulador

CAROLINA DE PONTE¹, FERNANDO HENRIQUE MORAIS DA ROCHA²

¹ Graduanda em Bacharelado em Engenharia Mecânica, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Araraquara, ponte.carolina@aluno.ifsp.edu.br.

² Docente - Industria, IFSP, Câmpus Araraquara, fernandorocho@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3 . 0 5 . 0 5 . 0 4 – 6

RESUMO: O campo da robótica industrial é uma das áreas mais importantes no desenvolvimento de engenheiros e técnicos em nível mecânico e mecatrônico. O objetivo deste trabalho é oferecer uma solução técnica que possa estar vinculada a um processo de aprendizado mais flexível e lúdico para essa classe específica de alunos. Tudo isso, através da elaboração e desenvolvimento de um sistema robótico manipulador didático, de maneira a potencializar esse processo e torná-lo mais eficiente na simulação do ambiente de trabalho futuro dos alunos. Além disso, no processo de construção do projeto, os alunos devem entrar em contato com a reconstrução do sistema robótico proposto com manipulação de software e hardware em escala de sistema industrial.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica; Automação industrial; PID; Manipulador robótico.

Development of Industrial Interfaces for Manipulator Robot

ABSTRACT: The field of industrial robotics is one of the most important area in engineers and technicians development at mechanical and mechatronic level. Therefore, the aim of this work is to offer a technical solution which may be linked to a more flexible and ludic learning process for this specific class of students. All that, by the elaboration and development of a didactic manipulator robotic system, in ways to potentialize this process and turn him more efficient at the simulation of students future work environment. Besides, in the project's construction process the students must be in contact by the reconstruction of the proposed robotic system with both, software and hardware manipulation at industrial system scale.

KEYWORDS: Robotic; Industrial Automation; PID; Robotic Manipulator.

INTRODUÇÃO

Analisando o atual modelo de aprendizagem sobre robótica industrial, pode-se perceber que os equipamentos disponíveis para estudos práticos nesse campo, ou apresentam limitações para preservação de propriedades intelectuais dos fabricantes, ou possuem interfaces muito simplificadas, o que distancia o aluno dos sistemas utilizados na indústria. Neste sentido, este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um controlador de arquitetura aberta que possua as capacidades de um sistema industrial, bem como a flexibilidade e ludicidade de um sistema robótico didático.

A proposta do projeto é tornar o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes de engenharia e técnicos mecânicos e mecatrônicos mais lúdico e flexível, ou seja, torná-lo mais objetivo e eficiente, levando em conta a proximidade do aluno com elementos que encontrará em seu futuro ambiente de trabalho, para isso, as plataformas de Arduino são uma ótima solução de simplificação e ludicidade, pois tratam-se de produtos de baixo custo e fácil aprendizagem para manipulação.

O projeto trata-se do desenvolvimento de interfaces industriais para robô Mentor, visto na Figura 1. Foi utilizada a teoria de controle Proporcional-Integral-Derivativo (PID) na programação do robô, atrelada com um sistema de controle dos motores através de um driver dedicado, controlado por um Arduino Mega, desta forma, foi possível observar resultados concisos ao robô ser utilizado. [3]

MATERIAL E MÉTODOS

LEVANTAMENTO DAS FUNCIONALIDADES E INTERFACES REQUERIDAS

Para o funcionamento do projeto da maneira esperada, foi constatado a necessidade de um sistema de controle dos motores de corrente contínua que possibilitasse a leitura e o controle dos sensores e motores do robô, notando-se a importância de um circuito composto por Ponte-H completa. Ainda, para o controle das posições a partir dos potenciômetros, contatou-se a conveniência da utilização de um software e um hardware que conseguisse interpretar os sinais emitidos pelos sensores do robô e que conseguisse se comunicar com o driver do controle dos motores elaborado, assim, empregando um kit de microcontroladores Arduino Mega.

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DO MANIPULADOR

O robô Mentor, da fabricante *Feedback Instruments Limited*, pode ser comparado a um braço humano, composto por cotovelo, ombro, punho, mão (garra) e cintura, sendo cada parte composta por um motor e um potenciômetro, com exceção do punho que por conter dois graus de liberdade, precisa de dois potenciômetros e dois motores para controlá-lo, compondo assim, os 5 graus de liberdade do robô que possuem juntas movimentadas por motores de corrente contínua com engrenagens para aumento de torque, associadas a potenciômetros para o controle de cada posição das juntas [3].

MONTAGEM DO HARDWARE PARA ACIONAMENTO DOS MOTORES

Para o acionamento dos motores das juntas, foi elaborado circuitos ponte-h para a possibilidade de controle tanto da direção de rotação, como a velocidade dos motores. Em primeira instância foi elaborado um protótipo do driver, composto por *Shields Arduino Ponte-H L298*, em seguida, foi elaborada uma placa dedicada ao robô que possibilita a integração dos cabos de comunicação do robô com o Arduino e com a alimentação utilizada, previamente dinamizada no Proteus. Desta maneira, foi escolhido utilizar um sistema de hardware com drivers de motores disponíveis no mercado, para a continuação do projeto e precisão das medições necessárias.

DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE DE CONTROLE DE BAIXO NÍVEL

Para o desenvolvimento do software de controle de baixo nível foi utilizado o kit de microcontroladores Arduino Mega. Para o controle dos potenciômetros foi utilizado o método PID (Proporcional, Integral e Derivativo), podendo assim controlar com precisão a posição, a velocidade e o sentido de rotação dos motores. Tal método é de grande utilização em indústrias para controle de robô em geral [9].

CONTROLE POTENCIAL-INTEGRAL-DERIVATIVO

O sistema PID é utilizado para controle de processos onde o ajuste manual não seria capaz de obter um desempenho satisfatório [5]. Na área da indústria é utilizado para controlar uma grande quantidade de processos, inclusive o ajuste das posições dos robôs, os quais, na maioria dos casos, não podem cometer grandes *Overshoots* nos seus espaços de trabalhos [11].

Ao unir as três técnicas, é possível estabelecer uma união entre o controle básico do Proporcional, com a eliminação do erro de regime-permanente pelo controle integral e, ainda, eliminando as oscilações pelo controle derivativo. Para que tal união tenha um desempenho adequado, é necessário executar alguns ajustes relacionados a intensidade da ação dos três controles, através dos ganhos K_p , K_i , e K_d , neste trabalho, respectivamente [10].

Para o ajuste destes controles foi utilizado o método manual, executado por tentativa e erro, sempre com a verificação do desempenho do processo, até que este apresentasse o desempenho desejado [1]. O algoritmo PID utilizado, é dado pela equação:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Onde:

$u(t)$: Sinal de saída

K_p : Ganho proporcional

K_i : Ganho integral

K_d : Ganho derivativo

e : Erro

t : Tempo

τ : Tempo de integração

Segundo Silva (2008, pg. 17) “Mais da metade dos controladores industriais em uso nos dias atuais utiliza estratégias de controle PID ou PID modificadas. A maioria dos controladores analógicos é hidráulica, pneumática, elétrica e eletrônica, ou resulta em uma combinação desses tipos.”. Por tal motivo, foi escolhido o método completo PID para o controle de estabilização do manipulador robótico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da finalização do projeto, já se tem a possibilidade de interação homem-máquina esperada, sendo esta de fácil entendimento e operação. Na figura a seguir é possível verificar o sistema de controle elaborado para o monitoramento e integração dos hardwares utilizados no projeto.

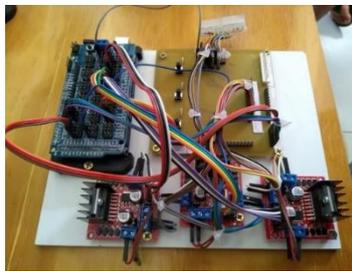


FIGURA 1 - Placa de controle e Arduino

Ainda, com o desenvolvimento e os ajustes finais do software de baixo nível foi possível fazer o monitoramento do desempenho da máquina com relação a posição e ao tempo de resposta do robô até a chegada do Setpoint. Ficou constatado que, mesmo os ajustes dos parâmetros de ganho do PID terem sido feitos manualmente, a resposta do algoritmo apresentou um bom desempenho, obtendo um curto tempo de chegada ao destino do robô, bem como uma excelente estabilização do sistema nos pontos em que o operador os destina, como é possível observar na Figura 2, a qual apresenta o robô com um ajuste de *Setpoint* para 90° e, após aproximadamente 6 segundos, todas as juntas estavam na posição requerida, com erro máximo de 1%.

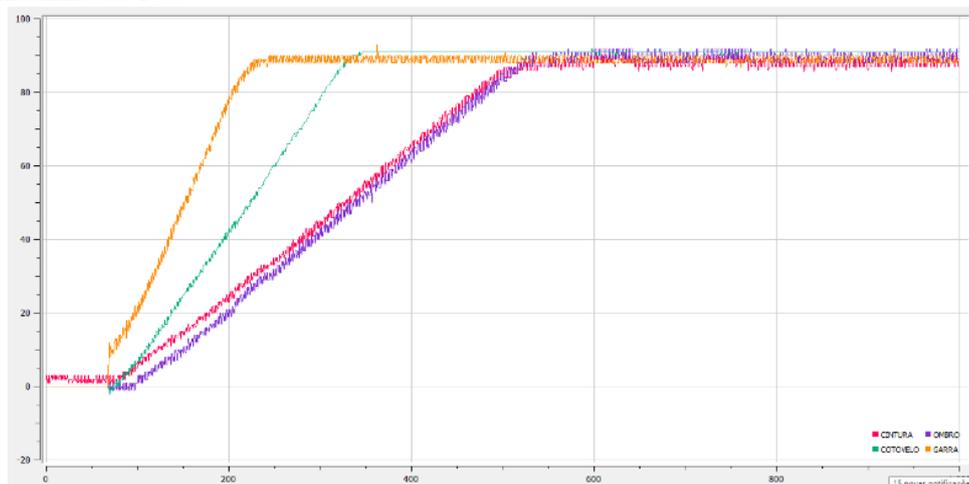


FIGURA 2 – Posição de inicialização do robô (POS90,90,90,90)

Dessa forma, é possível comparar os resultados obtidos na Figura 2 com a resposta inicial do manipulador sem a inserção do ajuste do PID nas Figura 3 e 4 para retorno à posição (POS00,00,00,00).

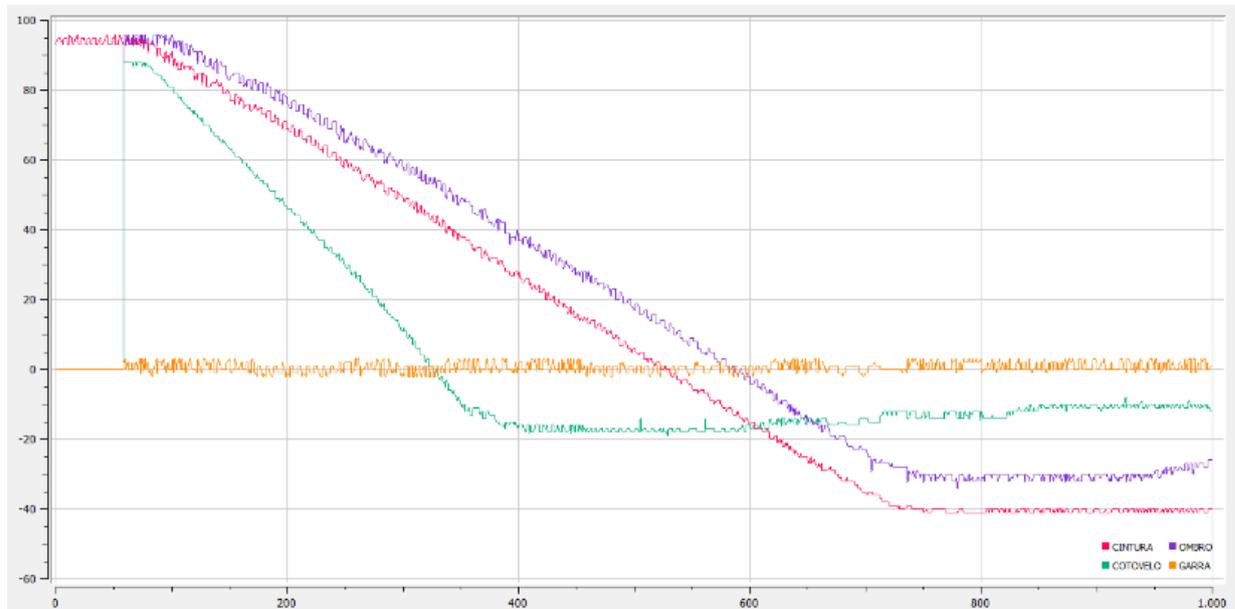


FIGURA 3 – Resposta do manipulador sem o ajuste PID – Início da movimentação (A)

No comando da Figura 3 se tem uma posição inicial de 90 graus na maioria dos eixos. Como é possível perceber, os valores das posições apresentam-se variantemente bagunçados e com muitos *overshoots*, chegando a uma posição não assertiva, diferente da solicitada em um tempo de aproximadamente 20 segundos, com erro máximo de 10%.

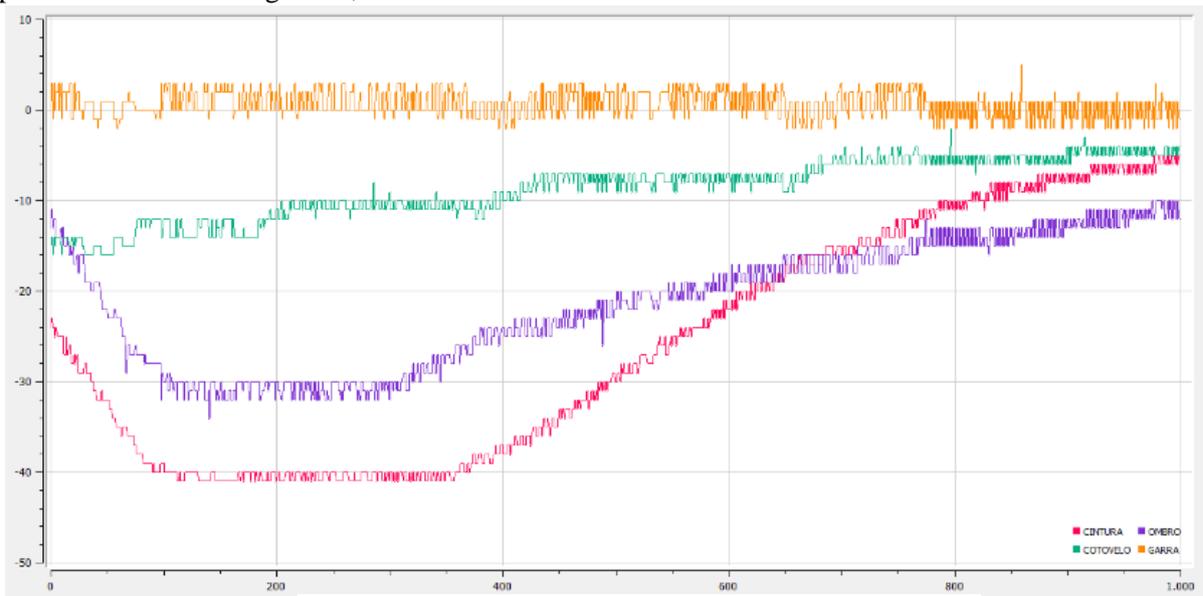


FIGURA 4 – Resposta do manipulador sem o ajuste PID – Final da movimentação (B)

Deste modo, pode-se então verificar que as respostas obtidas com o ajuste implantado na programação estão de acordo com o esperado e com rápida conclusão em comparação à situação onde o ajuste PID não é utilizado.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento do controlador embarcado para gerenciamento da interface robótica, conseguiu obter bons resultados, como por exemplo, o tempo de deslocamento do equipamento, gerando uma prontidão de resposta.

Conquanto, conseguiu-se com êxito chegar ao objetivo do projeto: tornar o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes de engenharia e técnicos mecânicos e mecatrônicos mais lúdico e flexível, colocando o aluno mais próximo dos elementos que encontrará no seu futuro ambiente de trabalho, através de um sistema simples e intuitivo.

Portanto, podemos concluir que o projeto foi realizado com êxito, ficando com o sistema enxuto devido a aplicação de um microcontrolador de um Arduino Mega permitindo uma comunicação mais ampla e com potencialidades a serem preenchidas e exploradas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao IFSP pelo financiamento do projeto de pesquisa e fornecimento de todos os equipamentos necessários para a confecção e estudo do projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] ALVES, José Luiz Loureiro. **Instrumentação, Controle e Automação de Processos**. 2. ed. Rio de Janeiro, LTC ,2010.
- [2] CANCELA, Rui. **Extensão e flexibilização da interface de controle de um manipulador robótico FANUC**. 2007. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2007.
- [3] FEEDBACK INSTRUMENTS. **Mentor Desktop Robot 35-001**. England: Feedback, 2006.
- [4] INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS (Alemanha). **WR 2018 Industrial Robots Executive Summary**. Frankfurt: Ifr, 2018.
- [5] **Introdução ao controle PID**. Novus Produtos Eletrônicos Ltda., 2008.
- [6] KILIAN, Christopher. **Modern Control Technology**. 3. ed. St. Paul,Mn, Usa: Cengage Learning, 2005.
- [7] MUNOZ, Francisco Mota. Developmentof a Multi-DOFRoboticController for AcademicPurposes. **Journal Of Mechanics Engineering And Automation**, [s.l.], v. 5, n. 5, p.269-277, 28 maio2015. David Publishing Company. <http://dx.doi.org/10.17265/2159-5275/2015.05.001>.
- [8] ROS. **Robot Operating System**. Disponível em: <<http://www.ros.org/>>. Acesso em: 22 out. 2018.
- [9] SILVA, Flávio Couto da. **Planta didática – Controle PID digital para motor DC**. 2008. 53 páginas. Monografia (Trabalho de conclusão de curso à Engenharia da Computação) – Universidade positivo/NCET, Curitiba, 2008.
- [10] SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **O controle PID de forma simples e descomplicada**. Citisystems. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/controle-pid/>>. Acesso em: 28 de out. de 2019.
- [11] WESCOTT, Tim. **PID without a PhD**. Wescott Design Services. 2018.