

DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ GANTRY ACIONADO POR MOTORES DE CORRENTE ALTERNADA

Angelo Fernando Fiori, an@unochapeco.edu.br¹

Leonardo Bortolon Maraschin, leonardo.maraschin@unijui.edu.br¹

Antonio Carlos Valdiero, valdiero@unijui.edu.br¹

Luiz Antonio Rasia, rasia@unijui.edu.br¹

¹Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), Rua Prefeito Rudi Franke – 540, 98280000, Panambi/RS, Brasil.

Resumo: Este trabalho apresenta o desenvolvimento do projeto de um robô Gantry com acionamento da transmissão mecânica por motorreductores elétricos de corrente alternada. O objetivo deste trabalho é descrever o projeto e o protótipo do robô construído e apresentar a modelagem cinemática da posição do efetuator final em função das variáveis de junta. Este tipo de manipulador robótico é muito empregado em diversas áreas da indústria, executando variadas tarefas, onde se destaca a função de manuseio de cargas. Os principais benefícios na utilização de manipuladores robóticos são a produtividade, qualidade, segurança e adaptabilidade. Este robô está sendo desenvolvido em uma bancada experimental na Unijuí Câmpus Panambi e serve como plataforma de testes e verificação de modelos matemáticos e de estratégias. Tal bancada é composta por uma estrutura fixa onde o robô desempenha sua trajetória acionada por um motor elétrico trifásico de ICV com transmissão de movimento por fuso de esferas. Os movimentos angulares da transmissão são medidos por encoders incrementais e os sinais são capturados por uma placa de aquisição e controle de sinais (dSPACE) montada em um microcomputador do Núcleo de Inovação em Máquinas Automáticas e Servo Sistemas (NIMASS). Utilizou-se a convenção de Denavit-Hartenberg para a determinação das relações cinemáticas do robô. A principal contribuição deste trabalho é o desenvolvimento de um robô de baixo custo para tarefas insalubres e perigosas, tal como o manuseio de cargas pesadas. Como perspectivas futuras, tem-se a validação do modelo matemático do robô e os testes experimentais de estratégias de controle.

Palavras-chave: Robô Gantry, Modelagem Matemática, Acionamento Elétrico

1. INTRODUÇÃO

Apresenta-se neste trabalho a descrição do projeto e do protótipo de um robô Gantry acionado por motorreductores elétricos de corrente alternada através de transmissão mecânica tipo fuso bem como a modelagem cinemática direta.

Historicamente os robôs surgem na perspectiva de auxiliar os seres humanos em atividades repetitivas, insalubres e de grande esforço físico. Segundo a ISO 10218 (1992) *apud* Romano (2002), um robô é uma máquina manipuladora de base fixa ou não, multifuncional de fácil programação e reprogramação, controlada automaticamente sendo amplamente utilizado na indústria pela boa relação entre produtividade e manutenção além de alta precisão, podendo segundo Gomes (2000), substituir a ação de colaboradores em locais e funções repetitivas e danosas à saúde. Para Romano (2002), os robôs industriais se caracterizam pela integração entre os mecanismos mecânicos, atuadores, sensores, unidade de controle e de potência e efetuator. Entretanto vários fatores dificultam o projeto dos algoritmos de controle de robôs bem como o seguimento da trajetória programada, os quais estão especialmente ligados a questões mecânicas (como transmissões) e físicas (como o atrito). Alguns destes fatores podem ser modelados matematicamente por funções não-lineares de forma a compreender e melhorar processos.

Com o advento da tecnologia, os projetos e a construção de robôs modernizaram-se a ponto de executar funções com maior precisão e segurança, alargando suas aplicações. O processo de desenvolvimento contínuo de sistemas robóticos melhorou a funcionalidade e adaptabilidade dos robôs de Gantry no exigente ambiente de automação industrial. Ao mesmo tempo, diversos sistemas robóticos deste tipo se tornaram mais complexos e mais caros (PO-NAGEN, 2009).

De modo mais específico, o robô Gantry é empregado em funções de guincho robô, máquinas de corte laser e usinagem CNC. Segundo Shang e Cong (2014) as principais vantagens são: produtividade, qualidade, segurança, adaptabilidade. Conforme Paatz (2008), os robôs do tipo Gantry são os mais robustos e possuem um desacoplamento

cinemático e dinâmico o que, segundo Zhang (2013), tem influência decisiva nos efeitos do acionamento, os quais são cruciais para a modelagem dinâmica por afetar as características dinâmicas do sistema de alimentação da máquina-ferramenta o que depois influenciará significativamente na qualidade final.

A escolha da transmissão depende da potência e do tipo de movimento do robô, podendo variar das engrenagens até correias e cabos. O acionamento de tais transmissões se dá através de sistemas pneumáticos, hidráulicos e/ou elétricos. Na bancada de estrutura fixa onde o robô desempenha sua trajetória, foi utilizada neste protótipo a transmissão por fuso de esferas métrico, o qual exibe sua vantagem especialmente na precisão, e o acionamento por atuador elétrico de um motor de corrente alternada, devido aos custos mais baixos e eficiência. São posicionados em cada ponta do eixo-fuso sensores com os quais, segundo Douat (2014), é possível aumentar a precisão em robôs paralelos com dois graus de liberdade pela possibilidade de reprogramação e compensações.

A modelagem matemática, pela possibilidade da interdisciplinaridade, é uma ferramenta fundamental dentro das engenharias, em especial na engenharia mecânica. Nesse contexto, a utilização da modelagem matemática adquire privilegiada importância na otimização de resultados. Para Bassanezi (2006, p. 16), a modelagem matemática é a “arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”.

A modelagem cinemática direta em robôs é feita utilizando-se a convenção de Denavit-Hartenberg, descrevendo os elos e as relações entre eles (SCIAVICCO E SICILIANO, 1996). A notação D-H sistematiza a descrição da cinemática de posição dos sistemas mecânicos articulados com n graus de liberdade (ROMANO, 2002) através de uma notação sistemática a qual atribui a cada elo um sistema ortonormal (SCHILLING, 1990). A notação D-H baseia-se em apenas dois parâmetros, haja vista que para se determinar a posição relativa de duas retas no espaço são necessários tão somente dois parâmetros também. A partir dos parâmetros encontrados nas relações dos sistemas de coordenadas, se pode calcular as matrizes de transformação homogênea que relacionam o movimento de um elo em relação ao elo anterior bem como a matriz de transformação homogênea que relaciona o sistema de referência do efetuador final com o sistema de referência da base fixa (NOF, 1999).

Utilizando a estrutura do NIMASS no Campus Panambi da UNIJUÍ, o protótipo está sendo construído. Os movimentos angulares da transmissão são captados por encoders incrementais e os sinais são capturados por uma placa de aquisição e controle de sinais (dSPACE) montada em um microcomputador.

Para isso, este trabalho está organizado em seis seções. Na seção dois descreve-se o projeto e o protótipo do robô Gantry acionado por motores de corrente alternada, enquanto na seção três encontra-se a modelagem cinemática direta e na seção quatro encontra-se a modelagem dinâmica da junta prismática do robô. Ao final são apresentadas as conclusões e perspectivas futuras, bem como os agradecimentos.

2. DESCRIÇÃO DO PROJETO E DO PROTÓTIPO DE UM ROBÔ GANTRY COM MOTOR AC

O robô do tipo Gantry é caracterizado pela sua estrutura cinemática cartesiana, onde o primeiro elo é uma base fixa na forma de um pórtico, e os demais elos são unidos por juntas prismáticas, permitindo o posicionamento do efetuador final (garra ou ferramenta), conforme Fig. 1-(a). Está sendo construído um protótipo do robô (Fig. 1-(b)) com estas características técnicas, onde se pode observar a localização do motorredutor bem como a construção da estrutura que estará deslizando sob o fuso e constituirá o segundo grau de liberdade, além da instalação dos encoders incrementais e da placa eletrônica de controle do sistema.

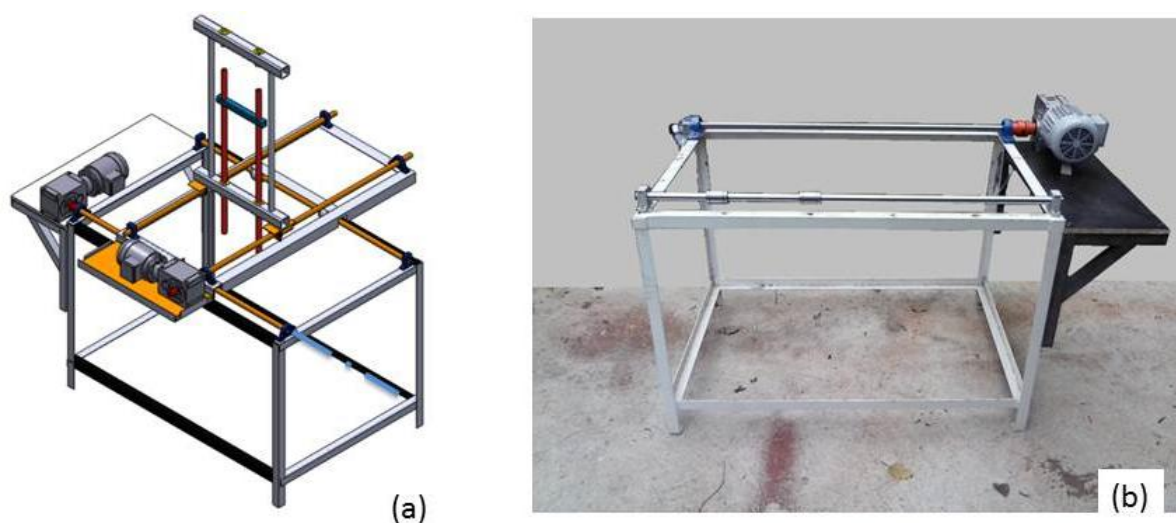


Figura 1 - Robô tipo Gantry com transmissão por fuso de esferas e acionamento elétrico: (a) desenho tridimensional; (b) fotografia do protótipo em desenvolvimento.

Os movimentos de translação são descritos em planos cartesianos de três dimensões que dão o espaço de trabalho do robô (região na qual o robô pode efetivamente desempenhar a função para a qual está programado). Em um manipulador robótico deste tipo e com as características adotadas, o motor elétrico de corrente alternada é montado em uma das extremidades do fuso, aplicando neste um torque que resulta em um deslocamento angular no fuso o que por sua vez provoca um deslocamento linear na carga. O deslocamento da massa se dá através de um fuso de esferas o qual, segundo Valdiero (2005), possui alta eficiência, baixo atrito, média rigidez e alta precisão ao mesmo tempo que possui alto atrito estático o que pode resultar na variação cíclica do torque.

A ligação entre a barra guia e o motorreductor se dá através de acoplamento elástico que permite desalinhamentos. O controle dos movimentos será executado através de uma placa eletrônica ligada a um inversor de frequência. Em cada ponta do fuso são instalados encoders incrementais.

Os movimentos de torque são aplicados no eixo-fuso por motorredutores de corrente alternada a partir de sinais do tipo modulação por largura de pulso (*Pulse-Width Modulation - PWM*). Estes sinais são gerados a partir da placa de aquisição e controle dSPACE DS 1102 por comando do Simulink/MatLab®. Esta mesma placa recebe os dados de encoders incrementais acoplados nas extremidades de cada fuso. Na Fig. 2 estão indicados os elementos constitutivos do robô.

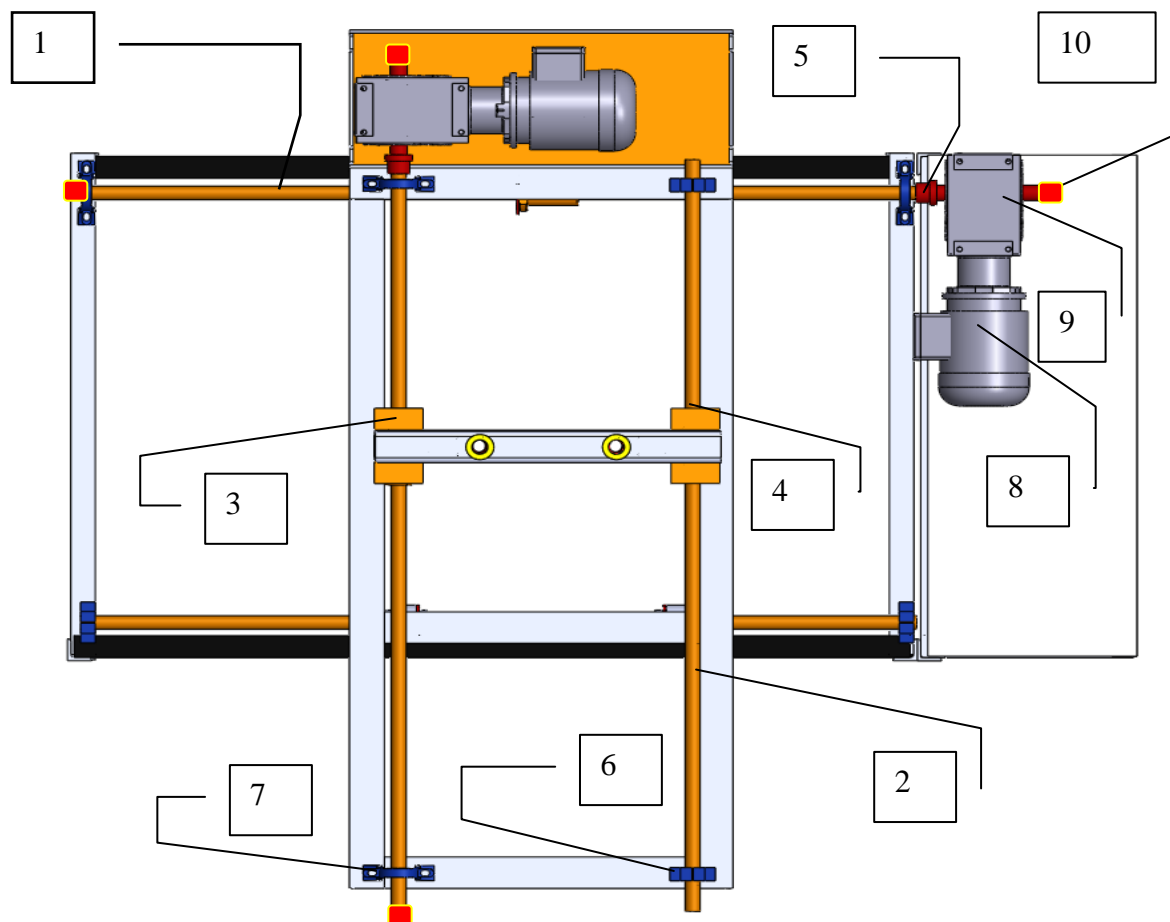


Figura 2 – Componentes do protótipo do robô Gantry com acionamento elétrico

Haverá ainda um sistema eletrônico que acoplará o robô a placa dSPACE. O sistema eletrônico compreenderá um inversor de frequência o qual permitirá inversão de movimento. Os componentes descritos na Fig. 2 estão descritos na Tab. 1 com seus fabricantes e principais características técnicas.

Tabela 1 – Especificações técnicas dos componentes do protótipo

Esquema	Item	Fabricante	Características Importantes
1	Guia linear tipo fuso	Kalatec	Diâmetro: 25 mm; Comprimento 1265mm; Capacidade carga dinâmica: 100 kg; Capacidade de carga estática 159kg;
2	Guia linear tipo lisa	Kalatec	Diâmetro: 25 mm; Comprimento 1200mm; Capacidade carga dinâmica: 100 kg; Capacidade de carga estática 159kg;
3	Fuso de esferas métrico	Kalatec	Diâmetro 25mm; Passo: 10mm; Folga axial: 0,025mm; Capacidade carga dinâmica: 2954kg; Capacidade carga estática 7295kg; Desvio do passo: 0,05mm; Classe de precisão: 300mm;
4	Anel de retenção de eixo	Reno	Diâmetro: 25mm; Capacidade: 3340 Kg/mm;
5	Acoplamento elástico	Acriflex	Desalinhamento angular de 0,0175 rad e radial de 2mm;
6	Mancal liso	Kalatec	Diâmetro: 25 mm; Capacidade carga dinâmica: 100 kg; Capacidade de carga estática 159kg;
7	Mancal com rolamento	Kalatec	Diâmetro: 25 mm; Capacidade carga dinâmica: 100 kg; Capacidade de carga estática 159kg;
8	Motor trifásico	Nova	Potência: 750W/220V; 1730 rpm, Torque: 12,7486Nm;
9	Motorreductor	ATI Brasil	Potência: 750W; 85 rpm de rotação de saída;
10	Encoder	Hohner	Passo: 5mm; 1000 pulsos por rotação;

Nas mais diversas aplicações do manipulador robótico do tipo Gantry, bem como em todos os robôs, é sempre muito importante saber a posição do efetuador final, bem como de suas juntas, especialmente pelo cálculo do centro de gravidade e da atividade do efetuador final dentro de um espaço de trabalho. Assim surge a necessidade de modelar matematicamente o robô para o controle de posição.

3. MODELAGEM MATEMÁTICA DA CINEMÁTICA DIRETA DO ROBÔ

A modelagem matemática, dentro do contexto da robótica industrial, pode auxiliar os engenheiros pesquisadores na tomada de decisões do projeto mecatrônico e do controle, buscando a otimização do desempenho do sistema, através do estudo e da validação de modelos que descrevem as características geométricas, cinemáticas e dinâmicas (lineares e não-lineares). Para este trabalho, buscou-se fazer uso da convenção de Denavit-Hartenberg na modelagem da cinemática direta do robô. Este sistema é descrito em uma matriz de transformação de coordenadas homogêneas da qual resulta a posição e orientação do efetuador final conforme a equação (1) abaixo.

$${}^{i-1}_i = \begin{bmatrix} \cos\theta_i & -\sin\theta_i \cos\alpha_i & \sin\theta_i \sin\alpha_i & a_i \cos\theta_i \\ \sin\theta_i & \cos\theta_i \cos\alpha_i & -\cos\theta_i \sin\alpha_i & a_i \sin\theta_i \\ 0 & \sin\alpha_i & \cos\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

A cinemática direta de robôs busca, dados os valores das variáveis de juntas do robô (a_i distância entre os eixos Z_{i-1} e Z_i , θ_i é o ângulo formado entre os eixos X_{i-1} e X_i em torno do eixo Z_{i-1} , d_i é a ordenada medida ao longo de Z_{i-1} que localiza o eixo X_i em relação ao eixo X_{i-1} e α_i é o ângulo formado entre os eixos Z_{i-1} e Z_i medido em torno de X_i), calcular a posição e a orientação do efetuador final.

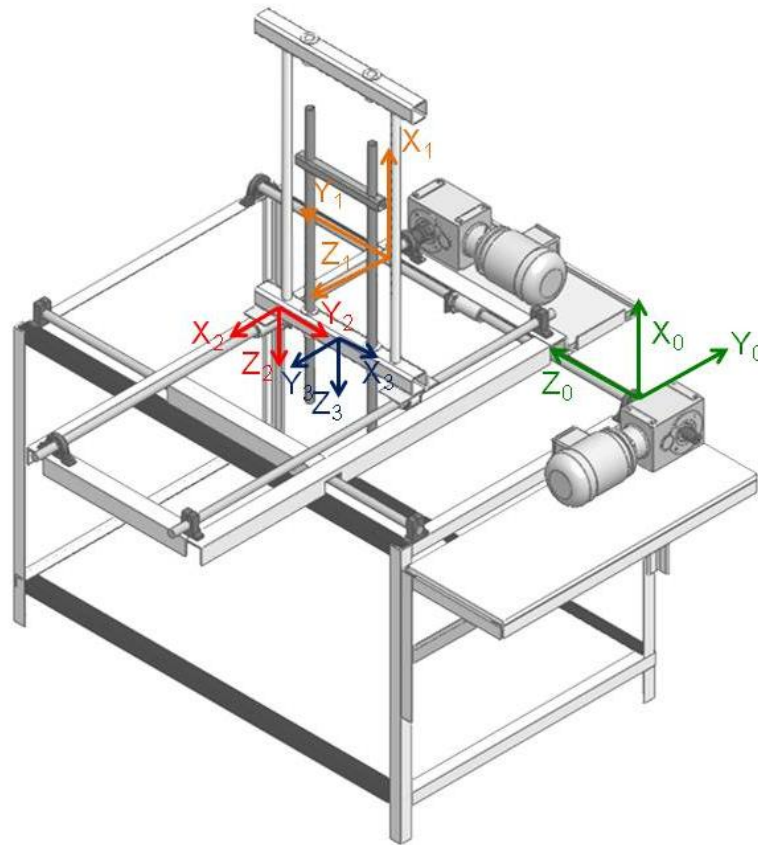


Figura 3 – Eixos coordenados sob cada elo segundo a convenção D-H

Conforme a determinação dos sistemas coordenados de referência em cada elo a partir da convenção D-H (Fig. 3), os parâmetros estão inseridos na Tab. 2 abaixo. Os parâmetros constantes serão indicados com suas respectivas referências.

Tabela 2 - Parâmetros de Denavit-Hartenberg

elo_i	a_i (m)	θ_i (rad)	α_i (rad)	d_i (m)
elo_1	a_1	0	$\pi/2$	d_1
elo_2	a_2	$-\pi/2$	$\pi/2$	d_2
elo_3	0	0	0	d_3

Os parâmetros $a_3 = \theta_1 = \theta_3 = \alpha_3 = 0$, pois os eixos estão sobrepostos e o parâmetro d_i é variável. Os parâmetros a_1 e a_2 dependem da forma como será construído o robô. Como ainda não se tem o outro grau de liberdade ainda não se pôde fixá-los.

As matrizes de transformação homogênea que relacionam o movimento de um elo em relação ao elo anterior estão descritas a seguir. Substituindo os valores da Tab. 2 nas matrizes (1) para cada elo, tem-se:

$${}^0_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a_1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$${}^1_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & -a_2 \\ 0 & 1 & 0 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$${}^2_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

As matrizes acima fornecem a possibilidade de cálculo ponto a ponto da posição, sendo indispensáveis para o planejamento das atividades do manipulador robótico. O produto à esquerda entre as matrizes (2), (3) e (4) resulta na matriz de transformação que relaciona o último sistema de referência ao sistema da base conforme a matriz (5).

$$T_3^0 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & -d_3 + a_1 \\ 0 & -1 & 0 & -d_2 \\ -1 & 0 & 0 & a_2 + d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Seguem abaixo as relações de posição e orientação final do robô. Os vetores (6), (7) e (8) indicam a orientação do efetador final em relação à base fixa (elo 0), enquanto o vetor (9) indica a orientação da garra ou ferramenta em relação a base fixa.

$$X_3^0 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$Y_3^0 = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$Z_3^0 = \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$P_3^0 = \begin{bmatrix} P_x \\ P_y \\ P_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -d_3 + a_1 \\ -d_2 \\ a_2 + d_1 \end{bmatrix} \quad (9)$$

Pode-se, através da variação das variáveis, recalculas as matrizes e se obter novas posições e orientações.

4. MODELAGEM MATEMÁTICA DA DINÂMICA DA JUNTA PRISMÁTICA DO ROBÔ

Os modelos que descrevem as dinâmicas da junta prismática, para o atrito e a folga podem ser lineares, não-lineares, dinâmicos e determinísticos, e suas combinações para os quais serão adotadas como hipóteses simplificadoras as seguintes condições:

- A folga (*backlash*) é constante em toda a extensão do fuso, não sendo considerada a folga devido ao uso do sistema;
- O atrito é viscoso e ocorre durante os deslocamentos angulares do eixo e também dos movimentos lineares da massa deslocada;
- Não será considerado o atrito dinâmico;
- Os elementos da transmissão são corpos rígidos (se despreza a elasticidade).

A junta prismática do tipo fuso transforma rotações em translações. O modelo para tal junta em um robô Gantry pode ser obtido através do método de Newton-Euler (onde cada corpo rígido é considerado separadamente, a representação cinemática é dada por matrizes de rotação e vetores de posição e as equações de movimento são recursivas) a partir do equilíbrio dinâmico no diagramas de corpo livre do eixo-fuso e da massa deslocada conforme a Fig. 4 a seguir.

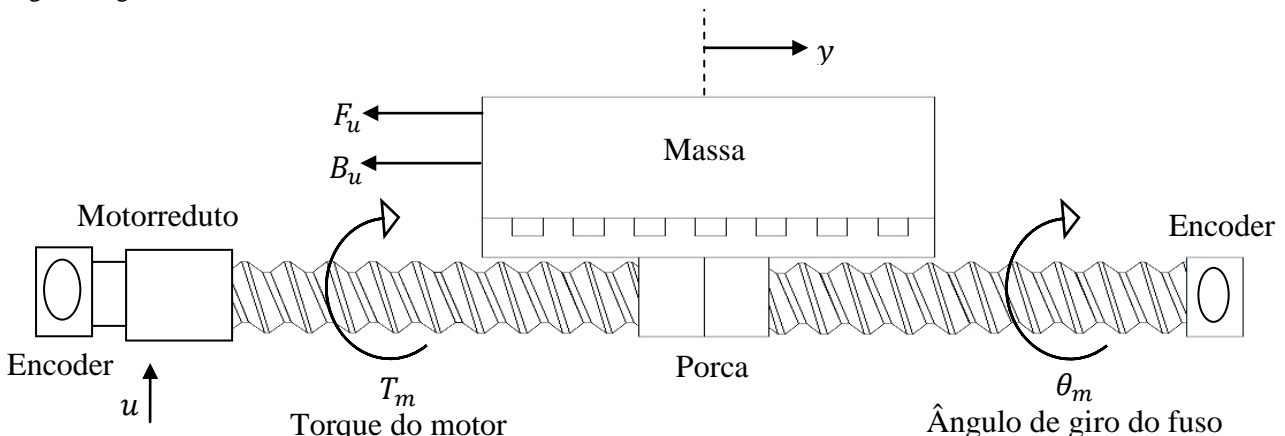


Figura 4 - Forças atuantes na dinâmica da porca

Pela lei do equilíbrio dinâmico, tem-se:

$$\sum T = J\ddot{\theta}_m \quad (10)$$

De acordo com a Fig. 4, tem-se que um torque do motor (T_m) aplicado no fuso e dois torques de resistência contrários ao T_m (torque de atrito e o torque devido a força de reação da massa deslocada sobre o fuso) produzem um deslocamento angular θ_m resultante (ângulo de giro do fuso). Logo,

$$T_m - B_\theta \dot{\theta}_m + \frac{F_u p}{2\pi} = J\ddot{\theta}_m \quad (11)$$

Reescrevendo (4), obtem-se:

$$J\ddot{\theta}_m + B_\theta \dot{\theta}_m = T_m - \frac{F_u p}{2\pi} \quad (12)$$

Onde cada variável e parâmetro está descrito com sua unidade de medida (no SI) conforme a Tab. 3.

Tabela 3 - Descrição dos parâmetros e variáveis do modelo do eixo-fuso

Parâmetro/Variável	Descrição	Unidade
J	Momento de inércia do eixo motor	kgm ²
θ_m	Ângulo de giro do fuso	Rad
B_θ	Coefficiente de atrito viscoso do eixo do motor	Nms
T_m	Torque do motor	Nm
F_u	Força da reação da massa mola deslocada	Nm
p	Passo do fuso	m/rad

De modo semelhante, aplicando-se a lei de equilíbrio dinâmico a partir do diagrama de corpo livre da Fig. 4, pode-se deduzir as equações do movimento linear da massa. Assim, considerando o somatório das forças atuantes na massa, tem-se:

$$\sum F = M\ddot{y} \quad (13)$$

$$F_u - B_y \dot{y} = M\ddot{y} \quad (14)$$

$$M\ddot{y} + B_y \dot{y} = F_u \quad (15)$$

Os parâmetros e variáveis da equação (8) estão descritos conforme a Tab. 4, com suas respectivas unidades.

Tabela 4 - Descrição dos parâmetros e das variáveis do modelo porca-massa

Parâmetro/Variável	Descrição	Unidade
M	Massa deslocada sobre o eixo-fuso	Kg
y	Deslocamento linear da junta prismática	M
F_u	Força de reação da massa mola deslocada	Nm
B_y	Coefficiente de atrito viscoso da massa	Nm

Se não houvesse a não-linearidade da folga no sistema dinâmico, a relação entre o deslocamento linear e o giro do fuso seria descrita através da equação (9).

$$y = \frac{p}{2\pi} \theta_m \quad (16)$$

Para a existência da folga, se pode fazer um acoplamento cinemático das equações (12) e (15) através da equação (17).

$$y = \begin{cases} m(\theta_m(t) - c_l) & \text{se } \theta_m(t) \leq v_l \\ m(\theta_m(t) - c_r) & \text{se } \theta_m(t) \geq v_r \\ y(t-1) & \text{se } v_l < \theta_m(t) < v_r \end{cases} \quad (17)$$

onde m , $c_l (< 0)$ e c_r são os parâmetros constantes da não-linearidade de folga no fuso, e as expressões de v_l e v_r são dados pelas equações (18) e (19).

$$v_l = \frac{y(t-1)}{m} + c_l \quad (18)$$

$$v_r = \frac{y(t-1)}{m} + c_r \quad (19)$$

Este modelo será generalizado para os dois graus de liberdade de modo a se chegar a uma equação matricial. Caso o atrito seja expressivo este também será modelado utilizando um sistema de quinta ordem desenvolvido por Ritter (2010).

5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Este trabalho apresentou as etapas de desenvolvimento de um robô acionado por motorreductores que está sendo construído em uma bancada experimental na Unijuí Campus Panambi. Utilizou-se a convenção de Denavit-Hartenberg para a determinação das relações cinemáticas do movimento do efetuador do robô a partir das posições de junta. Pretende-se contribuir para a robotização de baixo custo em tarefas insalubres e perigosas, tal como o manuseio de cargas pesadas. Como perspectivas futuras tem-se a validação do modelo matemático do robô e dos testes experimentais de estratégias de controle. O robô será utilizado em testes experimentais para identificação de não-linearidades presentes na dinâmica, tais como a folga na transmissão mecânica e o atrito.

6. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil. Os autores também são agradecidos a CAPES pelas bolsas de mestrado, à Fundação de Amparo a Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo auxílio financeiro na pesquisa e à UNIJUÍ pela infraestrutura do Núcleo de Inovação em Máquinas Automáticas e Servo Sistemas (NIMASS) instalado no Câmpus Panambi.

7. REFERÊNCIAS

- Bassanezi, R. C., 2006. “Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia”. 3. ed. São Paulo: Contexto.
- Douat, L. R.; Queinnec, I.; Garcia, G.; Michelin, M.; Pierrot, F.; Tabouriech, S., 2014. “Identification and Vibration Attenuation for the Parallel Robot Par2”. IEEE Transactions On Control Systems Technology, Vol. 22, No. 1.
- Gomes, L., 2000. “Programador de Robô Scorbot – Er III”. CEETEPS.
- Nof, S. Y. 1999. “Handbook of Industrial Robotics”. 2 ed. Wiley-Interscience: New York.
- Paatz, S., 2008. “Anatomy of a Robot”. Engineering & Technology. p.42-44.
- Po-Nagen, W. 2009. “Real-time Inter-processing for PC Based Robot Controllers in Tele-robotic and Gantry Robotic Controller System. International Conference on Robotics and Biomimetics”. Bangkok, Thailand.
- Ritter, C. S. “Modelagem Matemática das Características Não Lineares de Atuadores Pneumáticos”. Dissertação de Mestrado (Modelagem Matemática – Unijuí). 2010.
- Romano, V. F. 2002. “Robótica Industrial: aplicações na indústria de manufatura e processos”. São Paulo: Edgar Blücher.
- Sciavicco, L.; Siciliano, B. 1996. “Modeling and Control of Robot Manipulators”. McGraw-Hill: Singapore.
- Schilling, R. J. 1990. “Fundamentals of Robots Analysis and Control”. Englewood.
- Shang, W.; Cong, S., 2014. “Motion Control of Parallel Manipulators Using Acceleration Feedback”. IEEE Transaction on control, systems technology, vol. 22, n. 1. p. 314-321.
- Valdiero, A. C., 2005. “Projeto Mecânico de Robôs Industriais”. Ijuí: Unijuí.
- Zhang, H.; Zhao, W.; Zhang, J.; Liu, H. 2013. “Research on the Modeling of Dynamics for Vertical Axis Ball Screw Feed System”.

8. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

DEVELOPMENT OF AN AC ELECTRICAL DRIVEN GANTRY ROBOT

Angelo Fernando Fiori, na@unochapeco.edu.br¹

Leonardo Bortolon Maraschin, leonardo.maraschin@unijui.edu.br¹

Antonio Carlos Valdiero, valdiero@unijui.edu.br¹

Luiz Antonio Rasia, rasia@unijui.edu.br¹

¹Regional Northwest University of Rio Grande do Sul (UNIJUI), Rua Prefeito Rudi Franke – 540, 98280000, Panambi/RS

Abstract. *This paper presents the development of the project in a Gantry robot with mechanical drive transmission for AC electrical gear motors. The objective of this paper is to describe the design and prototype robots built and present the kinematic modeling of the position of the end effector on the basis of joint variables. This type of robot manipulator is very used in various areas of the industry, performing various tasks, which highlights the role of cargo handling. The main benefits of using robotic manipulators are productivity, quality, safety and adaptability. This robot is being developed on a trial bench in Unijuí Panambi Campus and serves as a test and verification of mathematical models and strategies platform. This bench is composed of a fixed structure where the robot performs its trajectory driven by a three phase electric motor with transmission ICV motion by ball screw. The angular movements of the transmission are measured by incremental encoders and signals are captured by an acquisition board and control signals (dSPACE) mounted on a microcomputer of the Center for Innovation in Machinery and Automatic Servo Systems (NIMASS). Was used the Denavit-Hartenberg convention for determining kinematic relations of the robot. The main contribution of this work is the development of a low cost robot to unhealthy and dangerous tasks, such as handling heavy loads. As future prospects, we have to validate the mathematical model of the robot and the experimental testing of control strategies.*

Keywords: *Gantry robot, Mathematical Modeling, Electric Drive*