

ROBÔ MÓVEL SUSPENSO POR CABO

Rogério Sales Gonçalves

Laboratório de Automação e Robótica
Faculdade de Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Uberlândia
Campus Santa Mônica
CEP 38400-902 Uberlândia-MG-Brasil
rsgoncalves@mecanica.ufu.br

João Carlos Mendes Carvalho

jcmendes@mecanica.ufu.br

Resumo: *Vários estudos teóricos e experimentais têm sido realizados com o objetivo de desenvolver equipamentos autônomos para a inspeção e manutenção de linhas de transmissão, tanto elétricos como de telecomunicação, permitindo não só aumentar a eficiência do processo mas também reduzir o perigo de acidentes com os funcionários que executam a tarefa. Existem diversos dispositivos que podem ser utilizados na manutenção dos cabos. Entretanto, em geral, eles não dispõem de estabilidade e habilidade adequadas e não são autônomos. Dentre os dispositivos existentes, os robôs móveis dotados de pernas, quando se movimentam suspensos no cabo, são os mais adequados. Isto se justifica devido sua capacidade de transpor os obstáculos existentes, podem apresentar um controle mais simples que os demais sistemas e, sendo suspenso, seu próprio peso garante sua estabilidade. Apesar das aparentes vantagens, ainda são necessárias pesquisas que viabilizem sua aplicação prática. Neste sentido, neste trabalho é apresentado um robô móvel de quatro pernas de comprimento variável, que se movimenta suspenso no fio, que é capaz de superar obstáculos de quaisquer dimensões (limitado às suas dimensões estruturais) e dispostos aleatoriamente no fio. Para permitir a transposição dos obstáculos sobre o fio é proposta uma metodologia que viabiliza esta transposição. A metodologia se baseia na colisão ou não do pé com o obstáculo, permitindo determinar correções na trajetória do pé para seu reposicionamento sobre o fio. Foram realizadas simulações numéricas e gráficas que demonstraram a viabilidade do uso do robô móvel suspenso por cabo.*

Palavras-chave: *Robôs Móveis, Robôs com Pernas, Robôs de Inspeção, Linhas de Transmissão.*

1. INTRODUÇÃO

Com a evolução da sociedade moderna e o desenvolvimento dos grandes centros urbanos, a demanda por energia elétrica culminou com a necessidade de instalação de milhões de linhas de transmissão de energia, sendo que muitas destas linhas estão instaladas em alturas superiores a 150 metros. Estas linhas de transmissão devem possuir sinalização adequada, regulamentada por normas específicas para cada país. Estes sistemas de sinalização necessitam de manutenção, reparos, limpeza, trocas e instalação de novos dispositivos visando à segurança aérea perto de rodovias, aeroportos, rios, vales e de centros urbanos. A instalação de novos equipamentos de sinalização ou sua manutenção é realizada por um eletricista suspenso por um helicóptero que fica próximo à linha de alta tensão ou por um eletricista movendo-se por um carrinho ao longo do fio (Ruau, 1995), representando um alto risco de acidentes envolvendo vidas e a possibilidade de “black-outs”. Além disso, os custos envolvidos são altos. Por exemplo, para instalação de uma nova esfera de sinalização o custo fica em torno de U\$ 500,00 (Campos et al, 2003). Situações semelhantes ocorrem com as linhas de telecomunicações.

Vários estudos teóricos e experimentais têm sido realizados com o objetivo de desenvolver equipamentos autônomos para a inspeção e manutenção de linhas de transmissão, tanto elétricos

como de comunicação, permitindo não só aumentar a eficiência do processo, mas também reduzir o perigo de acidentes com os funcionários que executam a tarefa. Este tipo de atividade é perfeitamente adequado para os robôs móveis devido sua capacidade de se locomoverem evitando os obstáculos existentes nos cabos. Diversos dispositivos foram propostos para serem utilizados na manutenção e inspeção dos cabos. Entretanto, em geral, eles não dispõem de estabilidade e habilidade adequadas e não são autônomos.

Alguns estudos demonstram que os robôs que se movimentam sobre rodas não são adequados devido à dificuldade de transposição dos obstáculos existentes nos cabos (grampos, emendas, caixas de ligação para cabos telefônicos, etc.). O uso de lagartas atende aos requerimentos impostos às operações. Porém, seu controle e estabilidade não são simples de serem resolvidos (Aoshima et al, 1989). Outras formas foram estudadas e apresentam problemas de instabilidade tais como o tipo auto-guiado (Sawada et al, 1991); tipo auto-balanceado (Higuchi et al, 1989) e tipo sapata deslizante (Paula, 1989). Já os robôs que usam pernas podem se movimentar evitando os obstáculos e, no caso de ser suspenso, o seu próprio peso auxilia no seu equilíbrio.

Estudos realizados por Tsujimura mostraram a viabilidade da utilização de um mecanismo biela manivela deslizante na construção de um robô móvel, com quatro pernas, suspenso por fio (Tsujimura e Yabuta, 1989), (Tsujimura et al, 1993, 1996, 1997). Nestes trabalhos foram obtidas as relações entre os segmentos do mecanismo biela-manivela deslizante para as quais o robô pode mover-se de forma estável. Esta estabilidade é definida pela trajetória do centro de massa do robô apresentar variações mínimas na direção vertical. Os parâmetros obtidos também permitem que o robô realize a sua movimentação com velocidade praticamente constante na horizontal. Entretanto, o uso do robô do Tsujimura é restrito para um tipo de obstáculo (grampos das linhas de telecomunicações que possuem pequenas dimensões), não possuindo suficiente mobilidade para transposição de outros obstáculos, como por exemplo caixas de terminais telefônicas.

Assim, com o objetivo de desenvolver um sistema para operações em linhas de telecomunicação ou/e de alta tensão, que seja estável, foi proposto um robô móvel suspenso por fio, com quatro pernas, cada perna constituída por um mecanismo biela-manivela e de comprimento variável, sendo as quatro pernas movidas por um único motor. A perna do robô foi fundamentada no estudo do robô do Tsujimura. Como o robô proposto por Tsujimura não possui mobilidade suficiente, foi idealizado um robô com a perna possuindo comprimento variável. Esta constituição permite que o robô seja capaz de transpor qualquer tipo de obstáculo existente no fio, desde que seja compatível com as dimensões do robô. Além disso, o obstáculo pode estar em qualquer posição no fio. Neste trabalho, além da análise cinemática do robô são apresentados a metodologia utilizada para identificação e transposição do obstáculo e resultados das simulações numéricas e gráficas realizadas.

2. ANÁLISE CINEMÁTICA

A estrutura do robô móvel foi definida considerando características como: estabilidade, simplicidade, mobilidade e controlabilidade. A partir destas características, definiu-se que a estrutura do robô móvel deve ser composta por quatro mecanismos do tipo “biela-manivela-deslizante” (slider-crank) com movimentação sincronizada. Desta forma, pode-se utilizar o mesmo motor para o acionamento das quatro pernas cuja movimentação é realizada através de correias sincronizadoras. Utilizando-se este tipo de perna pode-se utilizar parte dos resultados obtidos por Tsujimura (Tsujimura et al, 1996) no qual se refere à proporcionalidade dos segmentos do mecanismo biela-manivela para que o robô apresente um movimento estável.

Na Figura 1 é apresentado um esquema geral do robô móvel com os parâmetros utilizados na análise cinemática. Ele é composto por dois pares de pernas idênticas, dianteira e traseira, acionadas por um só motor, interligadas por uma correia sincronizadora. Cada par de pernas é composto por dois mecanismos biela-manivela-deslizante $OABC$ e $OA'BC'$, onde os segmentos BC e BC' tem comprimento variável. Os pés correspondem aos pontos C (pé direito) e C' (pé esquerdo). O ângulo

de entrada do movimento θ é definido como o ângulo entre a manivela de entrada, OA , e a linha horizontal. A fase entre o segmento OA e o segmento OA' é π radiano.

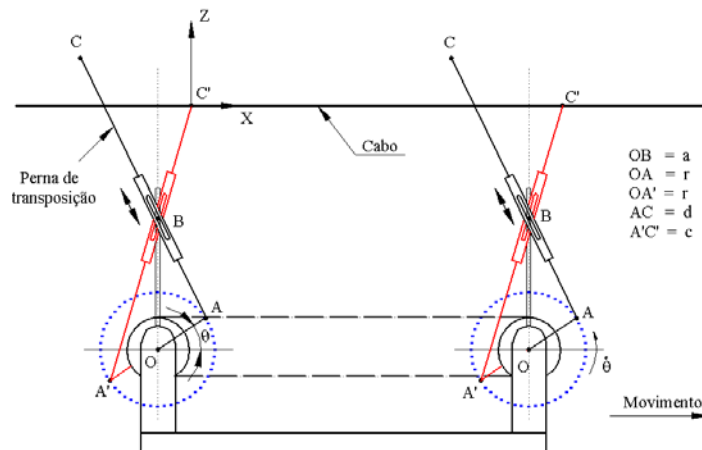


Figura 1. Esquema da vista lateral do robô móvel e seus parâmetros.

Assim, o robô tem duas pernas direitas e duas pernas esquerdas onde, cada perna do mesmo lado tem o mesmo movimento. A estabilidade é assegurada pelo contato com o fio, a cada instante, dos pés do mesmo lado. Na Figura 1, os pés esquerdos, C' , estão em contato com o fio. Os segmentos AC , $A'C'$, OA e OB são denotados por d , c , r e a , respectivamente.

No protótipo apresentado na Fig. 2, o acionamento das pernas é feito por um motor de corrente contínua e a variação das pernas é garantida por um fuso acionado por motor passo.

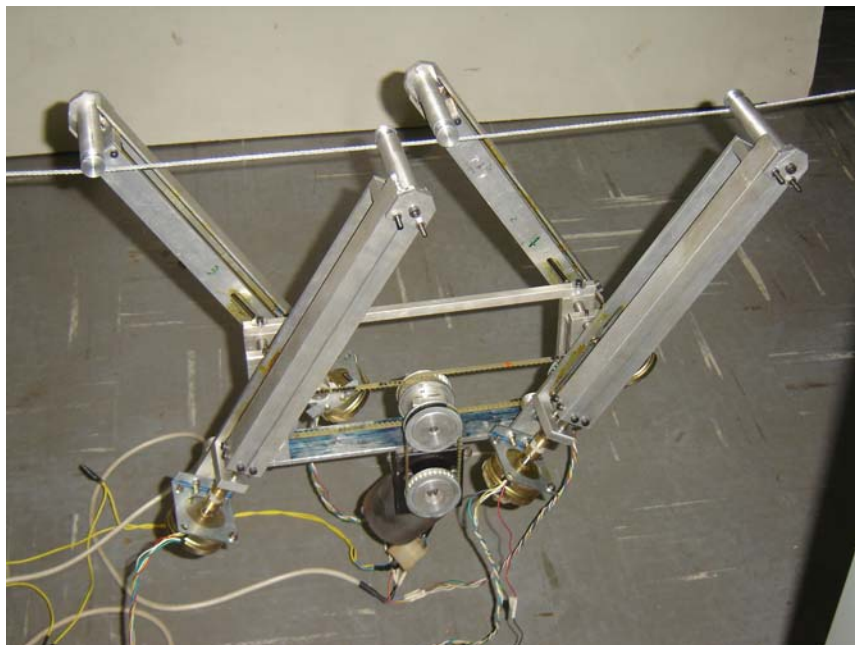


Figura 2. Configuração geral do robô suspenso por fio.

A partir da Fig. 1, podem-se determinar as equações que determinam as trajetórias dos pés do robô durante o movimento de transposição bem como a trajetória descrita pelo centro de massa do robô. Para isto, foi fixado um referencial no pé que está em contato com o fio. Neste trabalho, é apresentado o movimento de transposição em um passo. A trajetória do pé de transposição, C , pode ser escrita pelas seguintes equações (Gonçalves, Carvalho, 2005):

$$x_c = r \cos \theta \left(\frac{c}{\sqrt{a^2 + r^2 - 2arsin\theta}} + \frac{d}{\sqrt{a^2 + r^2 + 2arsin\theta}} - 2 \right) \quad (1)$$

$$z_c = \frac{d(a + r \sin \theta)}{\sqrt{a^2 + r^2 + 2arsin\theta}} - \frac{c(a - r \sin \theta)}{\sqrt{a^2 + r^2 - 2arsin\theta}} - 2r \sin \theta \quad (2)$$

Estas equações permitem analisar e definir o comportamento do comprimento da perna bem como a trajetória do pé no processo de transposição de obstáculos apresentado a seguir. A análise de transposição é feita considerando um obstáculo do tipo esfera de sinalização. Assim, em todos os casos, o obstáculo consiste em uma esfera de raio R . As equações para análise da trajetória do pé C' são semelhantes às Eqs. (1) e (2).

3. METODOLOGIA PARA TRANSPOSIÇÃO DE OBSTÁCULOS

A análise de transposição de obstáculos é realizada a partir da colisão do pé do robô com o obstáculo. O método consiste em fazer recuar o pé toda vez que ele encontra o obstáculo. Este recuo equivale a girar a manivela de entrada OA no sentido contrário de um ângulo $\Delta\theta$. Após o recuo, a perna é alongada de um comprimento Δc . Após a primeira colisão e o alongamento da perna de Δc , ela volta a se movimentar, permitindo ultrapassar o obstáculo. Caso ocorra uma segunda colisão, é possível calcular o raio do obstáculo, Eq. (3), (considerado como uma esfera) e a posição do seu centro, Eq. (4), a partir das coordenadas das duas colisões e dos parâmetros das pernas do robô, conforme esquema na Fig. 3. Com o valor do raio do obstáculo é possível obter o comprimento da perna para que o obstáculo seja transposto, Eq. (5).

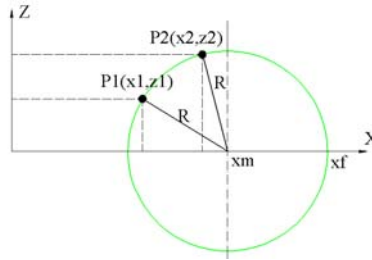


Figura 3. Procedimento para o cálculo do raio do obstáculo e do seu centro.

$$R = \sqrt{z_1^2 + \left(\frac{z_2^2 - z_1^2 + x_2^2 - x_1^2}{2(x_2 - x_1)} \right)^2} - 2x_1 \left(\frac{z_2^2 - z_1^2 + x_2^2 - x_1^2}{2(x_2 - x_1)} \right) + x_1^2 \quad (3)$$

$$x_m = \frac{z_2^2 - z_1^2 + x_2^2 - x_1^2}{2(x_2 - x_1)} \quad (4)$$

$$d_{fm} = \left(\frac{\sqrt{a^2 + r^2 - 2.a.r.\sin(\theta_m)}}{(a - r.\sin(\theta_m))} \right) \cdot \left((R + \Delta c) + \frac{c.(a + r.\sin(\theta_m))}{\sqrt{a^2 + r^2 + 2.a.r.\sin(\theta_m)}} - 2.r.\sin(\theta_m) \right) \quad (5)$$

Sendo θ_m correspondendo à posição do centro do obstáculo, definido por x_m .

É possível que, mesmo com o comprimento obtido a partir do raio do obstáculo, o pé venha a colidir novamente com ele. Este caso ocorre quando o obstáculo ocupa a posição de retorno do pé sobre o fio, condição que é analisada na sequência deste texto.

Após o alongamento da perna e se não houver mais colisões com o obstáculo, podem ocorrer duas situações. Na primeira, o obstáculo não obstrui a posição de apoio do pé sobre o fio, considerando o comprimento normal da perna. Neste caso, após o alongamento da perna, e se não ocorrer mais colisão, antes do pé tocar o fio, a perna é reduzida para seu comprimento normal.

A segunda situação corresponde ao caso em que o obstáculo ocupa a posição de retorno do pé sobre o fio, Figs. 4 e 7, sendo a posição do extremo do obstáculo sobre o fio dado por $x_f = x_m + R$. Neste caso, para que o robô não apresente um movimento instável, o comprimento da perna cujo pé está apoiado no fio também varia, de tal forma que, quando estiver os quatro pés sobre o fio, as quatro pernas tenham o mesmo comprimento. Para que isto ocorra, após o pé transpor o obstáculo e a perna estiver reduzindo seu comprimento para que o pé apóie no ponto definido por x_f , a perna de apoio é alongada até que, quando o pé de transposição apoiar sobre o fio, as quatro pernas estejam com o mesmo comprimento. Quando o pé tocar o fio, a perna terá um comprimento d_{xf} , dado pela Eq. (6). O retorno das pernas para o comprimento normal se dá no passo seguinte. Para isto, no início do novo passo, a perna, do pé que retornou ao fio, é reduzida até seu comprimento normal. Desta forma, a perna que irá para o espaço, mantendo seu comprimento, deixará o fio, reiniciando a operação de movimentação fora do fio, Fig. 5.

$$d_{xf} = x_f - \left| r \cdot \left(2 - \frac{c}{\sqrt{a^2 + r^2}} - \frac{d}{\sqrt{a^2 + r^2}} \right) \right| \quad (6)$$

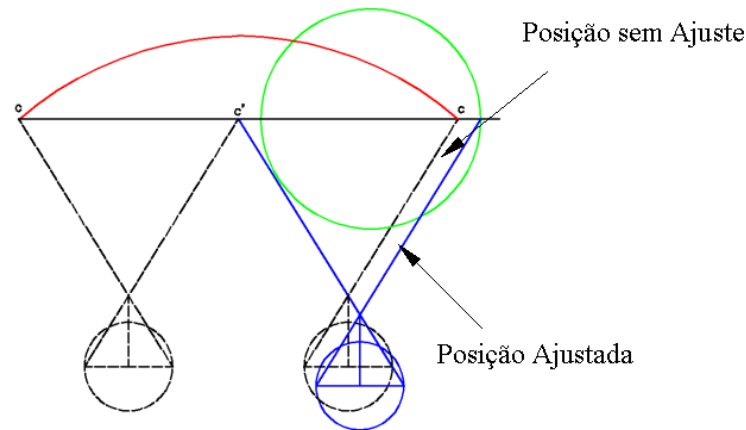


Figura 4. Procedimento para transposição quando o obstáculo ocupa a posição de retorno do pé.

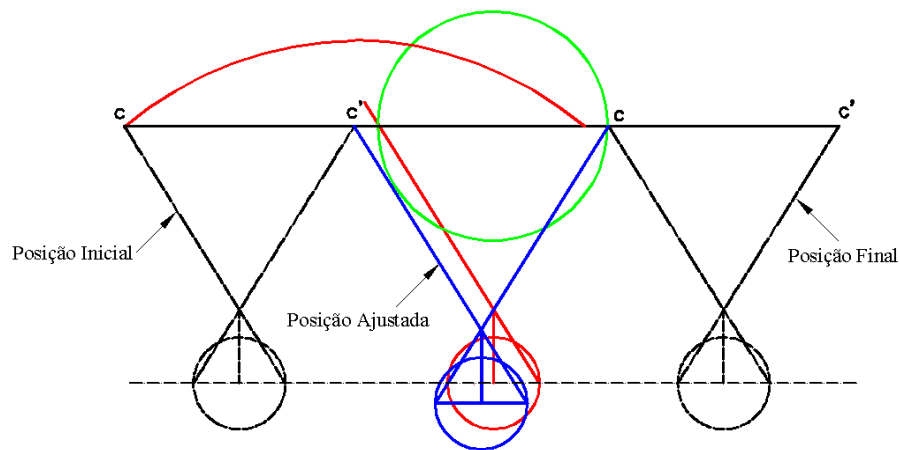


Figura 5. Procedimento para correção do comprimento da perna.

Dois dos princípios de desenvolvimento deste robô são a simplicidade e a controlabilidade. Neste sentido, foram utilizadas funções lineares, dependentes do ângulo de entrada θ , para a variação dos comprimentos das pernas direita, d , e da esquerda, c .

4. SIMULAÇÕES NUMERICAS E GRÁFICAS

Para as simulações e construção do protótipo foram utilizados os seguintes parâmetros: $a = 0,08\text{m}$, $r = 0,05\text{m}$, $c=d=0,33\text{m}$ (comprimento normal das pernas) e $\Delta\theta = 5^\circ$, estes parâmetros foram definidos com o objetivo de obter um robô compacto que tivesse menos de 10 quilos.

A Figura 6 representa o caso em que ocorrem duas colisões. Após a primeira colisão, P_1 , a perna retorna de $\Delta\theta$ e alonga de Δc . A partir do ponto correspondente à primeira colisão, a perna começa a encolher colidindo novamente com o obstáculo no ponto P_2 . Após o cálculo do raio do obstáculo, Eq. (3), é possível calcular o comprimento da perna, Eq. (5), necessário para ultrapassar o obstáculo sem novas colisões. Assim, a perna de transposição, após a segunda colisão, retorna de $\Delta\theta$ e alonga até a posição correspondente ao centro do obstáculo, x_m , e, a partir deste ponto, a perna começa a encolher até atingir o seu comprimento normal. A variação do comprimento da perna é feita utilizando-se de uma função linear.

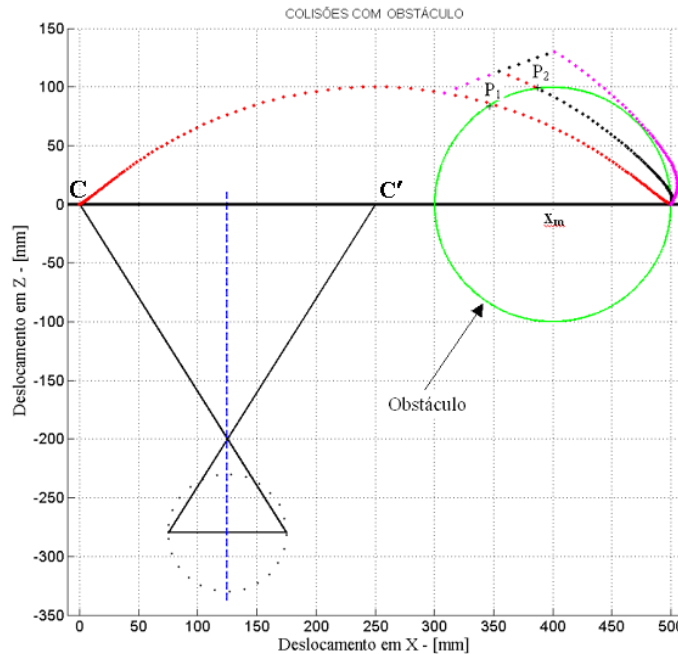


Figura 6. Simulação de transposição com duas colisões com o obstáculo e este não ocupando a posição de retorno do pé, $\Delta c = 0,03\text{m}$.

A situação em que o obstáculo ocupa a posição de retorno do pé é representado na Fig. 7, com a ocorrência de duas colisões. Neste caso, após a primeira colisão, ponto P_1 , a perna retorna de $\Delta\theta$ e alonga de Δc . Quando atingir o ponto correspondente à primeira colisão, a perna começa a encolher e colide novamente com o obstáculo, ponto P_2 . Após a segunda colisão calcula-se o raio do obstáculo, a posição do seu centro e a posição de retorno do pé sobre o fio, x_f (extremo do obstáculo). Após a segunda colisão, a perna retorna de $\Delta\theta$ e alonga até o comprimento d_{fm} , Eq. (5). A partir do ponto correspondente ao centro do obstáculo, a perna começa a encolher até a posição correspondente a x_f e, simultaneamente, a perna que está sobre o fio tem seu comprimento aumentado.

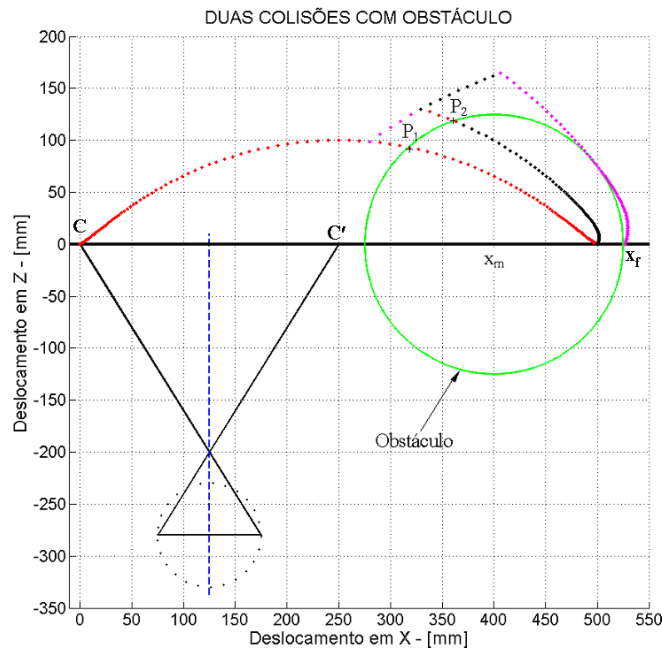


Figura 7. Representação da trajetória do pé direito quando ocorrem duas colisões e o obstáculo ocupa a posição de retorno do pé ($a = 0,08\text{m}$; $r = 0,05\text{m}$; $\Delta\theta = 5^\circ$; $\Delta c = 0,04\text{m}$).

A Figura 8 apresenta um ciclo completo no caso de duas colisões e o obstáculo ocupando a posição de retorno do pé sobre o fio. Nesta figura, está representada a trajetória do segundo passo (perna esquerda) sem a aplicação da metodologia proposta. Pode-se observar que ocorreria colisão tanto do pé direito C como do pé esquerdo C'. A aplicação da metodologia proposta permite que o pé esquerdo não colida com o obstáculo, como pode ser observado na Fig. 8, com a linha na cor azul e, quando o pé C' retornar ao cabo as quatro pernas terão o mesmo comprimento normal, permitindo a continuação do movimento do robô de forma estável.

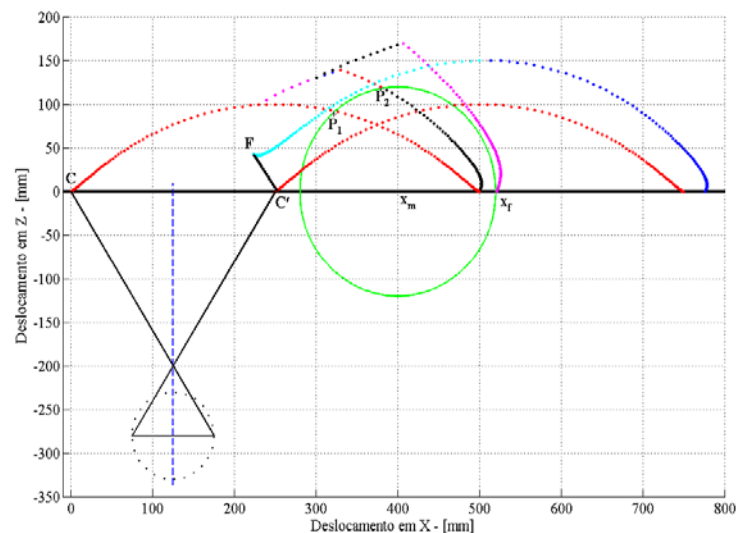


Figura 8. Exemplo completo das trajetória dos pés para a transposição de um obstáculo.

Foi desenvolvido um modelo gráfico 3D, com as medidas do projeto, utilizando-se de um programa de simulações, que permite visualizar o comportamento do robô quando da transposição de obstáculos, aplicando a metodologia para transposição de obstáculos. A sequência apresentada na Figura 9, representa a transposição de um obstáculo, quando este não ocupa a posição de retorno do pé sobre o fio, ocorrendo apenas uma colisão. O obstáculo possui um diâmetro de 180mm. Este

programa, MSC VisualNastran 4D[®], permite que seja feita a simulação cinemática e implementado um sistema de controle virtual, baseado na metodologia proposta. Assim o robô começa sua movimentação com as pernas possuindo tamanhos iguais ao normal, $c = d = 330\text{mm}$, Fig. 9 (a), o robô começa sua movimentação com os pés direitos afastando-se do fio e os pés esquerdos permanecem sobre o fio garantido a movimentação do robô da esquerda para a direita de forma estável, Fig. 9 (b). O pé direito começa a retornar ao fio, ocorrendo uma colisão com o obstáculo, Fig. 9 (c). Após a colisão, a manivela de entrada retorna de um valor $\Delta\theta = 5^\circ$ com a perna ainda possuindo o comprimento normal, Fig. 9 (d). Após o retorno, a perna tem seu comprimento variado de $\Delta c = 30\text{mm}$, simultaneamente com a movimentação da manivela de entrada, até a posição correspondente à colisão. Assim, quando a perna atingir a posição correspondente à colisão, esta terá o comprimento de 360mm ($c + \Delta c$), Fig. 9 (e), a variação do comprimento da perna sendo realizada através de uma função linear. Atingida a posição relativa ao ponto da colisão, a perna começa a retornar ao fio e a encolher simultaneamente, Fig. 9 (f) de tal forma que quando terminar a movimentação, a perna voltará ao seu comprimento normal, Fig. 9 (g). Novamente, o encolhimento da perna é realizado através de uma função linear, em que a perna começa seu encolhimento a partir da posição correspondente à colisão. Nesta posição a perna possui o comprimento $c + \Delta c$, e na posição final, correspondente à posição de alinhamento das manivelas de entrada na horizontal, as pernas possuem o comprimento normal, garantindo, desta forma, no próximo passo o movimento estável do robô.

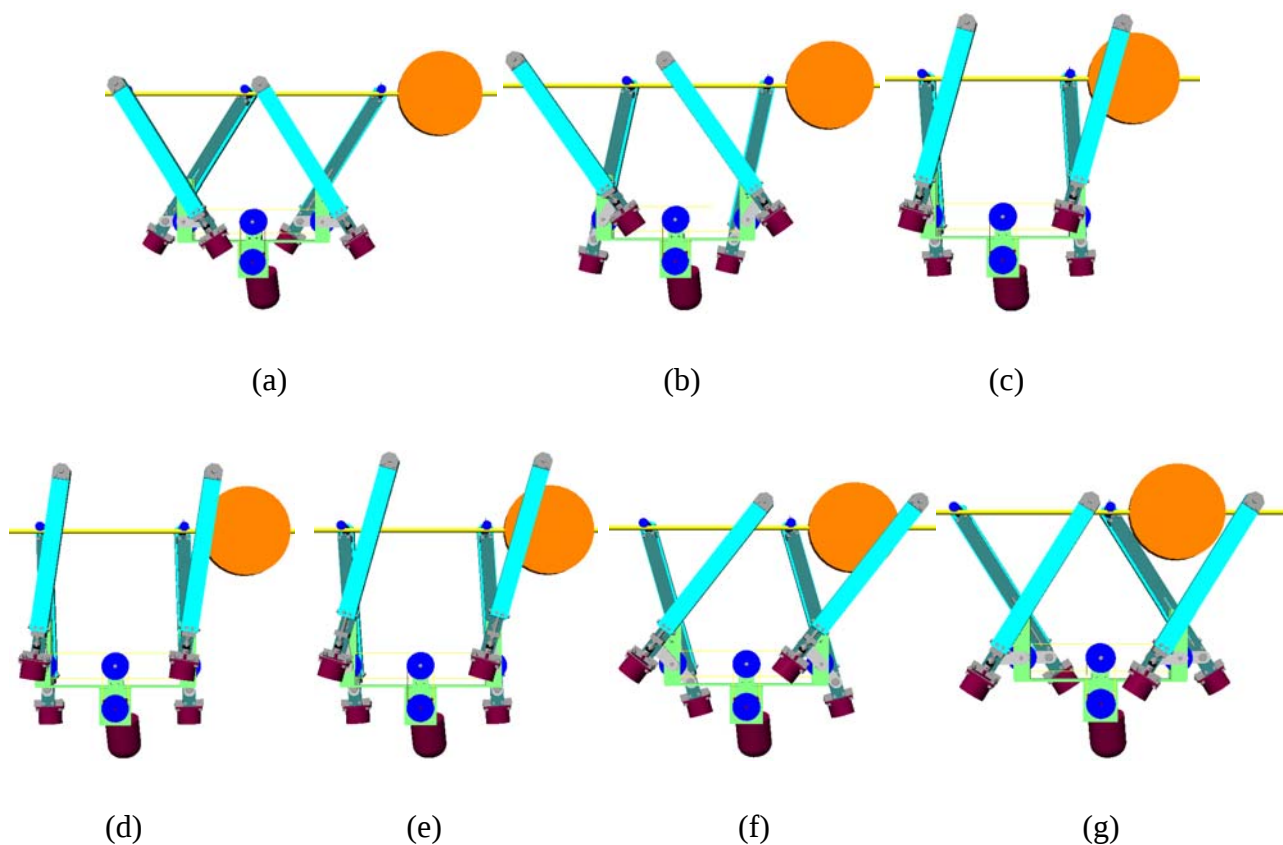


Figura 9. Transposição de obstáculo. a) posição inicial com os quatro pés sobre o fio; b) início do movimento, pés direitos iniciam a trajetória fora do fio; c) pés direitos começam a retornar ao fio, ocorre a colisão; d) a manivela de entrada retorna de $\Delta\theta$; e) a perna do robô tem seu comprimento variado para transpor o obstáculo; f) os pés direitos retornam ao fio, simultaneamente com o encolhimento das pernas direitas; g) os quatro pés estão em contato com o fio com o comprimento normal ($a = 80\text{mm}$, $r = 50\text{mm}$, $c = 330\text{mm}$ $\Delta c = 30\text{mm}$, $\Delta\theta = 5^\circ$).

5. CONCLUSÕES

O robô proposto suspenso por fio, dotado de quatro pernas de comprimento variável, possui suficiente mobilidade para transposição de diversos tamanhos de obstáculos, independentemente de sua posição sobre o fio.

Diversas simulações numéricas e gráficas foram realizadas, para diversas posições e dimensões do obstáculo, comprovando a validade da metodologia proposta.

As utilizações de funções lineares para controlar a variação do comprimento das pernas simplificam tanto o modelo matemático como o controle dos movimentos.

Estão sendo realizados testes experimentais com o protótipo construído para comprovação dos resultados numéricos.

6. REFERÊNCIAS

- Aoshima, S.-I, Tsujimura, T. and Yabuta, T., 1989, "A Wire Mobile Robot with Multi-unit Structure", IEEE/RSJ International Workshop on Intelligent Robots Systems, pp: 414-421.
- Campos, M.F.M; Pereira, G.A.S.; Vale, S.R.C.; Bracarense, A.Q.; Pinheiro, G. A.; Oliveira, M.P. "A Robot for Installation and Removal of Aircraft Warning Spheres on Aerial Power Transmission Lines". IEEE Transactions on power delivery, vol. 18, n. 4, p. 1581-1582, out. 2003.
- Gonçalves, R. S., Carvalho, J.C.M, 2005, "Kinematics Analysis of a Four Legged Robot Suspended by Wire", in 18th International Congress of Mechanical Engineering, Ouro Preto, MG.
- Higuchi, M., Maeda, Y., Tsutani, S., Hagihara, S., 1989, "Development of a Mobile Inspection Robot for Power Transmission Lines", in Proc. of Int. Conf. on Advanced Mechatronics, pp: 665-669.
- Paula, G., 1989, "Robotics Repair and Examine Lives in Severe Conditions", Eletrictrical World, no. 71.
- Ruaux, P., 1995, "Mechanisation of the Installation of Aircraft Warning Spheres on Overhead Lines". IEEE, pp. 125-131.
- Sawada, J., Kusumoto, K., Maikawa, Y., Munakata, T. and Ishikawa, Y., 1991, "A Mobile Robot for Inspection of Power Transmission Lines", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 6, No. 1, pp: 309-316.
- Tsujimura T. and Morimitsu, T., 1997, "Dynamics of Mobile legs suspended from wire", Robotics and Autonomous Systems, vol. 20, pp. 85-98.
- Tsujimura T., Yabuta, T. and Morimitsu, T., 1996, "Design of a wire-suspended mobile robot capable of avoiding path obstacles", IEE Proc.-Control Theory Appl., Vol. 143, No. 4, pp: 349-357.
- Tsujimura, T. and Yabuta, T., 1989, "Mobile Robot System Capable of Avoiding Aerial Path Obstacles", Int. Conf. on Advanced Mechatronics, pp.671-676.
- Tsujimura, T., Yabuta, T. and Manabe T., 1993, "Dynamics and Control of Aerial Mobile Legs", Proc.

MOBILE ROBOT SUSPENDED BY CABLE

Rogério Sales Gonçalves

Laboratório de Automação e Robótica
Faculdade de Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Uberlândia
Campus Santa Mônica
CEP 38400-902 Uberlândia-MG-Brasil
rsgoncalves@mecanica.ufu.br

João Carlos Mendes Carvalho

jcmendes@mecanica.ufu.br

Abstract. *Theoretical and experimental studies have been developed to obtain independent equipment for inspection and maintenance of electric and communication lines, allowing to increase the efficiency of the process and to reduce the risk of accidents with the employees who execute the task. Diverse devices exist to be used on maintenance of cables. However, in general, they do not have adequate stability and ability and are not autonomous. Amongst the existing devices, the mobile robots endowed with legs, when suspended in the wire, are the most adequate. This is due to its capacity to transpose the existing obstacles, it can present a simpler control than other systems and, being suspended, its own weight guarantees its stability. In spite of the apparent advantages, researches are necessary for practical applications. In this work a mobile robot with four legged, where each leg has a variable length, and that moves by the wire, is presented. This robot can avoid obstacles of any dimensions (limited to its structural dimensions) and in any position on the wire. To transpose a obstacles on the wire a transposition methodology is proposed. The proposed methodology is based on the collision of the foot with the obstacle, allowing to determine corrections in the trajectory of the foot for its repositioning on the wire. Results of numerical simulations and graphical show the viability of the used of robot.*

Keywords. *Mobile Robots, Robots with legs, Inspections Robots, Transmission Lines.*