



XVII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 02 a 06/08/2010 - Viçosa – MG  
Paper CREEM2010-SM-01

## PATA PARA LOCOMOÇÃO DE SISTEMA ROBÓTICO EM LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

**Glicerinho Danter Lopes Soares Júnior**  
**João Carlos Mendes Carvalho**

UFU, Universidade Federal de Uberlândia, Curso de Engenharia Mecatrônica  
Campus Santa Mônica – Bairro Santa Mônica - CEP 38400-902 - Uberlândia – Minas Gerais  
E-mail para correspondência: gliglijr@hotmail.com

### Introdução

O monitoramento e manutenção dos sistemas de distribuição de energia elétrica é uma das tarefas mais significativas das concessionárias de energia elétrica do país, visto que o conhecimento da estimativa do tempo de vida útil dos cabos e componentes pode prevenir o comprometimento da receita das concessionárias da ordem de milhões de reais. Os esforços gastos no monitoramento do status do sistema de distribuição são justificados pela redução da ocorrência de falhas devido à interrupção do fornecimento de energia elétrica, danos a equipamentos e custos de reparação (Pinheiro *et al.* 2007).

Atualmente, a manutenção em Linhas de Transmissão Elétrica (LT) é realizada por operadores que fazem a inspeção dos condutores visualmente. Assim, além da motivação econômica, a redução nos riscos humanos associados com inspeção e operações de manutenção em fios de alta tensão (Soares *et al.*, 2009) torna necessário o desenvolvimento de novas tecnologias para manutenção/instalação de dispositivos nas LT.

Gonçalves *et al.* (2008) desenvolveram no Laboratório de Automação e Controle da Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, uma solução para prover a mobilidade necessária para que o robô de Tsujimura *et al.* (1988) possa transpor obstáculos existentes nas LT e torres nas quais os condutores sejam suspensos por cadeias de isoladores verticais.

Mais informações sobre este robô podem ser encontradas em Gonçalves *et al.* (2008).

### Objetivo

O objetivo deste trabalho foi realizar melhorias na pata do robô de Gonçalves *et al.* (2008) de modo a possibilitar que esta funcione como roda, provendo maior velocidade ao robô, e funcione como garra, prendendo o robô ao cabo quando este estiver em um trecho de maior inclinação, onde as patas, na função de rodas, iriam deslizar.

### Metodologia

A partir do levantamento de informações sobre os tipos de cabos empregados nas LT, realizado por Soares *et al.* (2009), foram tomadas as diretrizes para o projeto da pata:

- Funcionar como roda e, quando necessário, como garra, mantendo o robô fixo ao cabo;
- Acionamento da garra por ar comprimido;
- Ser projetada para uma única bitola de cabo, sendo que para outras bitolas utilizar dimensões proporcionais a esta.

### Resultados

O esquema geral da pata pode ser visto na Fig. 1a.

Para facilitar a compreensão, com auxílio da vista em corte, Fig. 1b, será explicada a finalidade de cada componente na montagem da pata.

O eixo vazado (item 1, Fig. 1b) liga a pata à perna do robô e está fixo a pata, através dos rolamentos axiais (itens 3, Fig. 1b) e do rolamento simples (item 2, Fig. 1b) liga os outros componentes da pata à perna sem restringir o movimento de rotação da pata.

O torque para o funcionamento como roda é transmitido pela engrenagem cilíndrica de dentes retos (item 5, Fig. 1b) à roda A (item 4, Fig. 1b).

A roda B (item 6, Fig. 1b) está livre para deslizar ao longo do eixo da roda A, mas tem sua rotação restringida pela mesma devido ao modo de acoplamento, Fig. 1c, logo, o movimento é transmitido às duas rodas.

O eixo (item 8, Fig. 1b) limita o deslocamento da roda B ao longo do eixo da roda A. Este eixo possui

um cilindro fixo em sua extremidade, o qual irá realizar o acionamento da garra. O rolamento axial (item 7, Fig. 1b) acopla o eixo a roda sem que haja transmissão de movimento rotativo entre os dois componentes.

A porca (item 9, Fig. 1b) é utilizada apenas para garantir que, durante o funcionamento como garra, o rolamento axial e a roda B sejam atuados junto com o cilindro.

As extremidades internas das rodas são arredondadas afim de, durante o funcionamento do robô, facilitar o encaixe do cabo na pata devido a ocorrência de desalinhamento entre estes causado por vibrações e/ou ondulações na linha ou pela ação do vento sobre o robô. A superfície da roda A que entra em contato com o cabo é semelhante a superfície de uma roldana para melhorar o contato entre o cabo e a pata.

Quando funcionando como roda, a pata se manterá “aberta”, Fig. 1a, onde o cilindro não estará acionado, e a distância entre as superfícies internas das rodas será pouco maior que a bitola do cabo. Quando funcionando como garra, o cilindro será acionado e a roda B irá pressionar o cabo contra a roda A, mantendo o robô fixo ao cabo. Na medida em que o robô caminha, o cilindro deixa de atuar para que a pata possa avançar e atua para manter o robô fixo enquanto outra pata avança.

Para o acionamento da pata será utilizado um cilindro simples de avanço por mola, com comprimento de curso de 10mm.

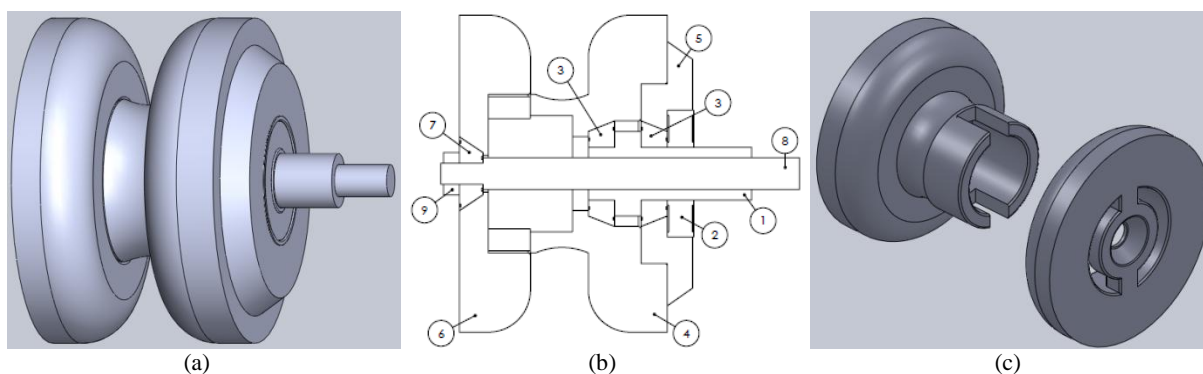


Figura 1 – Esquema geral e vista em corte da pata, e acoplamento entre as Rodas A e B. a) Esquema geral, b) Vista em corte e c) Acoplamento entre as Rodas A e B.

## Conclusões

A pata proposta permite ao robô, na função de roda, se deslocar com maior velocidade e estabilidade sob os condutores e, na função de pata, se deslocar na parte ascendente da catenária e caminhar para transpor obstáculos. Além de diminuir o risco do robô se desprender dos cabos devido à movimentos bruscos causados por vibrações e/ou ondulações da linha, ou por fortes rajadas de vento sobre o corpo do robô.

Estão em andamento melhorias na perna do robô de Gonçalves *et. al.* (2008) para permitir a transposição dos componentes das LT e o desenvolvimento do sistema de acionamento das quatro patas.

## Referências Bibliográficas

- Alubar Cabos, Catálogo técnico – Condutores Elétricos de Alumínio, 2009.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. Cabos de Alumínio com Alma de Aço, NBR 7270. São Paulo, 1988. 21 páginas.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. Cabos de Alumínio para Linhas Aéreas, NBR 7271. São Paulo, 1988. 17 páginas.
- CPFL, Padrão Técnico – Cabo de Alumínio Nú CA, 2007.
- FICAP, Catálogo técnico - Fios e Cabos Nus de Alumínio para Linhas Aéreas, 2009.
- NSK, Catálogo técnico – Rolamentos, 2009
- Pinheiro, M. J. C., Lins, E. A., “Sistema Robotizado para Detecção de Falhas em Cabos de Linhas de Transmissão através de Radiografia Digital com Instalação Energizada”, 19th Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, 8p, Rio de Janeiro – RJ, 2007.
- Soares Jr., G. D. L., Carvalho, J. C. M., “Sistemas utilizados para manutenção/instalação de dispositivos em redes de transmissão elétrica”, Anais do XVI CREEM - Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica (em CD-ROM), pp CREEM2009-MR07952205617, Florianópolis, SC, 2009
- Gonçalves, R. S., Carvalho, J. C. M., “A Legged Robot Suspende don Wire for Transposition of Insulators and Signaling Spheres”, International Symposium on Multibody Systems and Mechatronics, 15p, San Juan, Argentina, 2008.
- Tsujimura, T., Yabuta, T., “Control Method of Mobile Legs to Avoid Aerial Path Obstacles”, IEEE International Workshop on Intelligent Robots, 6p, Ibaraki-Ken, Japão, 1988.