



GRUPO DE ESTUDO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO - GLT

VANTAGENS DA APLICAÇÃO DO REDUTOR PARA UTILIZAÇÃO EM MANOBRAS DE TRACIONAMENTO

**BRUNO MONTEIRO COSTA(1); WALDIR ALVES DINIZ(2); RICARDO DE SOUZA MARCELO(3); MÁIQUEL
BRUNO DE ANDRADE REZENDE(4)
ENGEPRO PROJETOS LTDA(1)**

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar os benefícios da utilização de redutores para a aplicação de manobras de tracionamento no âmbito da ergonomia e desgaste físico dos operadores, seja para linhas de suspensão ou ancoragem independente das cargas envolvidas. Estes ganhos qualitativos se deram através do desenvolvimento de um dispositivo de redução compacto que permite a utilização de parafusadeiras de mercado para aplicação junto ao redutor e consequentemente acionamento dos munhões para tracionamento dos bastões durante a manobra de substituição de isoladores em linha energizada eliminando posturas inadequadas e esforços físicos durante a operação, atuando diretamente no conforto dos eletricitistas.

PALAVRAS-CHAVE

Tracionamento, redutor, manutenção em linha viva, ergonomia

1.0 INTRODUÇÃO

Atualmente a manobra de tracionamento das cadeias de isoladores, seja na suspensão ou ancoragem se dá através da transferência de torque por meio da chave catraca ao munhão, que por sua vez aciona o parafuso tensor (parafuso de potência), realizando assim o deslocamento no sentido axial ao parafuso aliviando mecanicamente a cadeia de isoladores para que a manobra de substituição de seus elementos ou ferragens adjacentes passem por manutenção ou substituição. Diante dos desafios de linhas de transmissão cada vez mais carregadas mecanicamente, muitas cadeias possuem cargas na ordem de 140 kN, exigindo ainda mais esforço por parte dos operadores tanto na manobra quanto no transporte das ferramentas relacionadas. Seeley and Marklin (2003), citam os vários tipos de lesões causadas, devido a postura e excesso de esforço por parte dos eletricitistas a curto médio e longo prazo. Em função dos desafios expostos torna-se necessário então o desenvolvimento de soluções que facilitem o processo nas atividades de manutenção dos sistemas elétricos.

2.0 DESAFIOS

Devido aos vários modelos de mísulas e ferragens que se conectam entre a estrutura e os isoladores, diversas situações de aplicação das ferramentas de tração são necessárias bem como uma infinidade de modelos de jugo, o que altera e impacta diretamente na posição dos munhões em relação à altura tomando como referência a extremidade da mísula e consequentemente a posição do eletricitista. Variação esta que irá definir o tipo de postura a ser adotada, exemplo: inclinação do corpo, braço esticado, torção do tronco etc. Ver Figura 1.

Em relação às cargas mecânicas envolvidas, podemos citar linhas como as de 600 kV C.C., 800 kV C.C. e 500 kV com seis condutores que possuem cargas próximas a 140 kN podendo ultrapassar este valor em determinados vãos de peso, ou situações em que o vento e as dilatações térmicas possuem efeito na tendência de elevação do carregamento.

É comum encontrarmos situações que o eletricitista deve posicionar o tórax abaixo da mísula para que seja possível a utilização da chave catraca sobre os munhões, ver Figura 2. Podemos adicionar a esta análise os casos em que são necessários torques mais elevados em função da elevação das cargas que são compensados em parte por chaves, com catraca ou não, com cabos mais longos. No entanto, para acionamento dessa chave longa o deslocamento feito pelo operador também é maior, o que consequentemente exige um maior número de ciclos, assim como será maior o movimento para fora da mísula, como consequência maior energia por parte do eletricitista será despendida bem como pior será a situação ergonômica, ver Figura 3.



FIGURA 1: Posição do munhão sobre a extremidade da mísula (CTEEP, 2019).

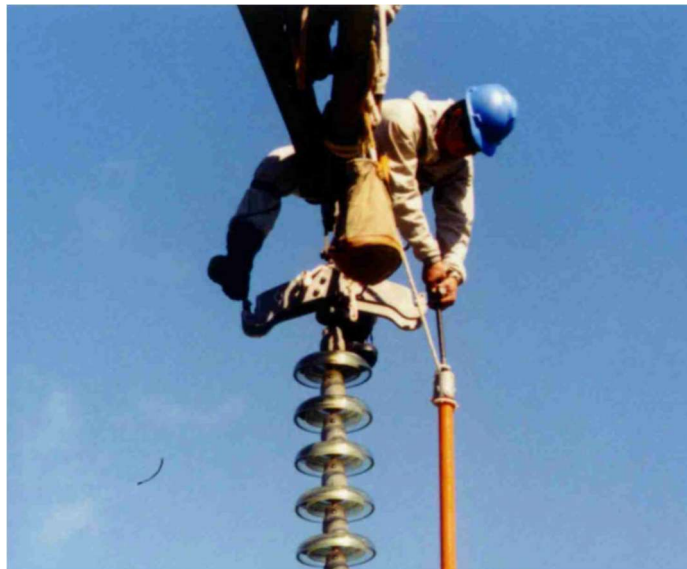


FIGURA 2: Posição do munhão abaixo da extremidade da mísula (Furnas, 2008).

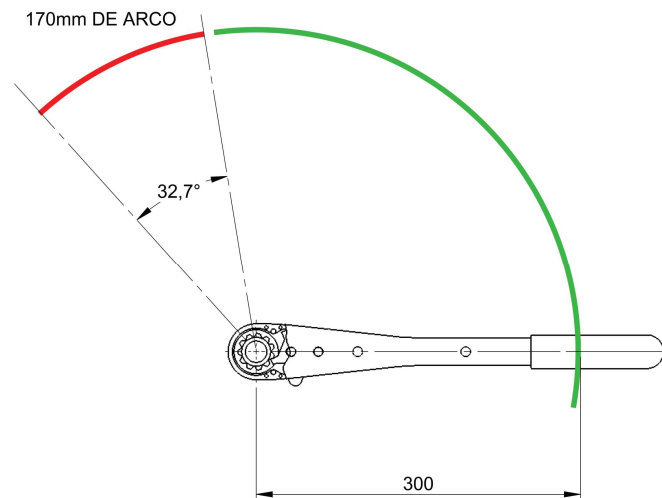


FIGURA 3: Deslocamento para retorno em cada dente da catraca com tamanho padrão de mercado (ENGEPRO 2021).

3.0 DESENVOLVIMENTO

Diante desta realidade surgiu-se a necessidade de desenvolvimento de uma ferramenta que possibilitasse uma fácil transferência de torque independente da altura ao qual o munhão estivesse instalado, permitindo uma postura mais adequada ergonomicamente por parte do eletricitista, com redução do esforço físico em função do tempo, apesar da adversidade de cargas mecânicas cada vez maiores, tendo como preposto um dispositivo leve, apesar da elevada solicitação.

Para tais dados de entrada foi desenvolvido um redutor compacto que permite a utilização de parafusadeiras elétricas de mercado como fonte motriz para realização da tarefa. Esta parafusadeira, para ser de fácil intercambialidade, deveria possuir um torque (τ) $\tau \geq 15 \text{ N} \cdot \text{m}$ a uma rotação (n) $n \cong 400 \text{ rpm}$ para possibilitar um extenso leque de opções. A utilização de parafusadeiras permite que o eletricitista se incline ligeiramente em direção ao redutor, para melhor posição da aplicação da ferramenta e realização da manobra de tracionamento do conjunto sobre a mísula, porém sem que haja uma solicitação física significativa.

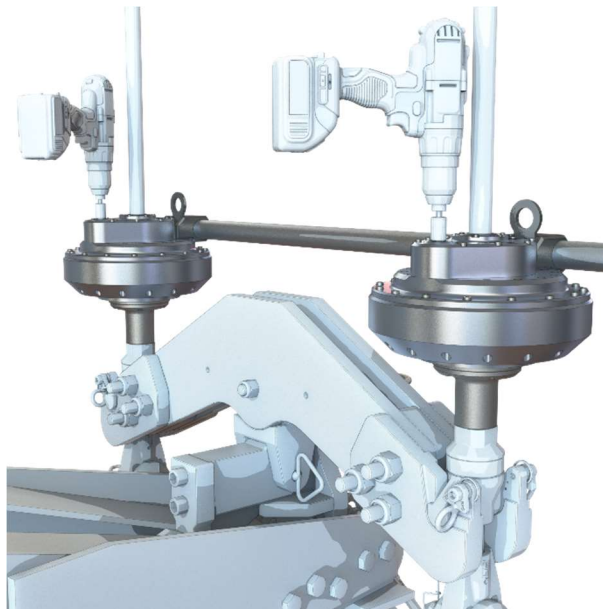


FIGURA 4: Montagem do redutor e parafusadeira sobre a extremidade da mísula (ENGEPRO 2020).

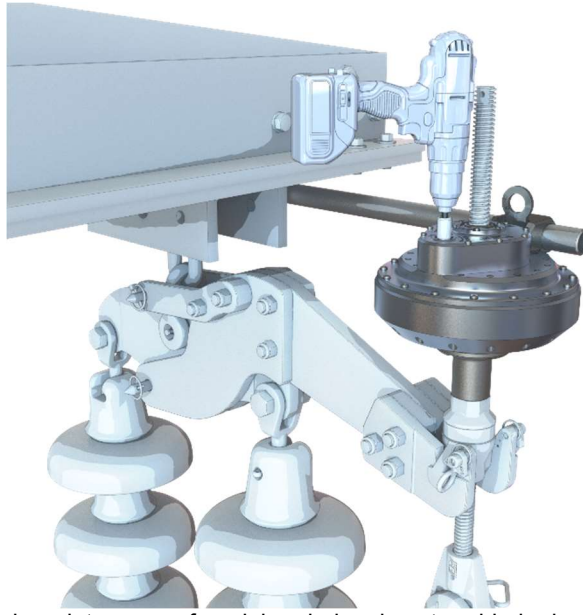


FIGURA 5: Montagem do redutor e parafusadeira abaixo da extremidade da mísula (ENGEPRO 2020).



FIGURA 6: Içamento de componente com aproximadamente 70 kN (ENGEPRO 2020).



FIGURA 7: Ensaio com carga estática 140 kN (ENGEPRO 2020).

O redutor foi projetado para que seu eixo de entrada esteja sempre voltado para o sentido da mísula e que não intercepte as ferragens ao redor, ver Figura 1 e Figura 2. Através deste torque de entrada são possíveis carregamentos axiais a cadeias de até 90 kN para cada redutor, permitindo sua aplicação em qualquer parafuso tensor de mercado, sendo que o soquete (componente que faz interface entre o redutor e munhão, ou qualquer modelo de porca) pode ser customizável para qualquer dimensão. Foi desenvolvido para ter um deslocamento de 10mm/min para aplicações próximas do seu limite de carga, sendo que este valor pode oscilar caso a velocidade de entrada seja diferente. Vale ressaltar que o seu funcionamento opera tanto em sentido horário quanto anti-horário, e pode ser aplicado em outras funções que exijam grande esforço de torque e aplicações similares como parafusos de potência, remoção de porcas deformadas e aplicação de torque por deslocamento angular. Sua barra estabilizadora é simples de ser instalada e permite total customização caso seja necessário seu apoio direto na estrutura ou mesmo o travamento entre dois redutores.

Como demonstrado por Seeley and Marklin (2003), além das vantagens diretas relacionadas a saúde e bem estar do eletricitista há também as vantagens monetárias diretas e indiretas relacionadas aos gastos com saúde em função do impacto dos fatores de risco de distúrbios musculoesqueléticos, fatores que corroboram na implementação da prática de obtenção e desenvolvimento contínuo de ferramentas e recursos com a mesma finalidade.

4.0 CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento deste redutor, as companhias possuem uma opção para que os eletricitistas não sejam expostos ao desgaste físico e não seja um pré-requisito para realização desta atividade que o mesmo possua um vigor físico superior aos demais, dando mais opções para que a manobra seja realizada, juntamente com uma diminuição considerável dos riscos físicos levando em conta a postura e posicionamento do corpo para às manobras exigidas no tracionamento.

Este redutor traz grande agilidade as manobras e principalmente aos desafios impostos pela crescente elevação das cargas mecânicas durante as operações de manutenção, trazendo maior conforto aos eletricitistas e as empresas no que tange aos respectivos assuntos de saúde no ambiente de trabalho.

REFERÊNCIAS

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS. Manual técnico de campo. Rio de Janeiro, 2008.

GEMMA, Sandra; PRIMO, Renan; BRITTES, José; MISUTA, Milton; JUNIOR, Eduardo. Ergonomic and Psychosocial Aspects of Electrical Energy Maintenance Activities on Transmission Lines. School of Applied Sciences, University of Campinas, Limeira, São Paulo, Brazil, 2019.

SEELEY, Patricia; MARKLIN, Richard W. (2003) Business case for implementing two ergonomic interventions at an electric power utility. *Applied Ergonomics* Vol. 34:429–439, 2003.

DADOS BIOGRÁFICOS



Bruno Monteiro Costa - Nascido em Contagem/MG em 1988, graduou-se em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais em 2014. Atuou como projetista de ferramentas de linha viva na RITZ (2008 a 2012) e TEREX/RITZ (2012 a 2017). Atua desde 2018 como engenheiro e sócio da ENGEPRO PROJETOS que fornece projetos e produtos para o setor de energia.

(2) WALDIR ALVES DINIZ
Waldir Alves Diniz - Nascido em Betim/MG em 1969, graduado em Engenharia Mecânica pela Faculdade Pitágoras de Betim em Minas Gerais. Atuou como projetista e participou de diversos desenvolvimentos de ferramentas para linha viva no período de 1988 a 2017 na área de engenharia da empresa Ritz do Brasil, que posteriormente veio a se tornar Terex Ritz, . Atua desde 2017 como engenheiro e sócio da ENGEPRO PROJETOS que fornece projetos e produtos para o setor de energia elétrica.

(3) RICARDO DE SOUZA MARCELO
Ricardo de Souza Marcelo – Nascido em São José do Goiabal/MG em 1981, Técnico em Mecânica Industrial em 2000 pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Atuou na engenharia de projetos da empresa Ritz do Brasil S.A. do período de 2004 a 2008, atuou na Lyon Engenharia como projetista no período de 2008 a 2009, atuou na EPC engenharia como projetista no período de 2009 a 2010, atuou como projetista na Tetra Tech de 2010 a 2017. Atua desde 2017 como engenheiro e sócio da ENGEPRO PROJETOS que fornece projetos e produtos p/ o setor de energia

(4) MÁIQUEL BRUNO DE ANDRADE REZENDE
MáiqueL Bruno de Andrade Rezende – Nascido em Belo Horizonte/MG em 1987, Técnico Mecânico pelo Senai graduou-se em Engenharia Mecânica em 2012 pela Faculdade Pitágoras de Betim em Minas Gerais. Atuou como projetista e participou de diversos desenvolvimentos de ferramentas para linha viva na engenharia da Ritz do Brasil no período de 2007 a 2015. Atua desde 2015 como engenheiro e sócio da ENGEPRO PROJETOS que fornece projetos e produtos para o setor de energia.