



Grupo de Estudo de Desempenho Ambiental de Sistemas Elétricos-GMA

Robô para Instalação de Sinalizadores Avifauna

**MAIQUEL REZENDE(1); BRUNO COSTA(2); RICARDO DE SOUZA MARCELO(3); WALDIR ALVES DINIZ(4);
CLECIO PAULA DA SILVA(5); RICARDO BARRETO DE ANDRADE(6); EDVALDO FRANCISCO COSTA(7)
ENGEPRO(1);ENGEPRO(2);ENGEPRO(3);ENGEPRO(4);SGBH(5);PTE(6);**

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de apresentar uma inovadora tecnologia e ferramenta disponível no mercado para instalação de sinalizadores avifauna sem necessidade de desligamento da linha de transmissão.

Após surgimento da demanda para instalação na primeira linha de feixe expandido do país, iniciou-se um desenvolvimento para uma ferramenta que realizasse o trabalho controlado à distância remotamente. Após um trabalho árduo de engenharia, fabricação de protótipos e vários testes em campo, chegou-se ao equipamento com todas as características necessárias para realização do trabalho exigido.

PALAVRAS-CHAVE

Avifauna, Sinalizador, Robô, Proteção, Fauna

1.0 - INTRODUÇÃO

Após estudos realizados e resultados mensurados, é fato que os sinalizadores anticolisão de aves (sinalizadores avifauna) tem um impacto muito positivo na preservação da fauna em regiões por onde passam as linhas de transmissão quando instalados nos cabos para raios. Os órgãos responsáveis tem exigido por parte das concessionárias de energia, a realização de um estudo para verificar o fluxo migratório de aves nas regiões onde possuem suas linhas. E com base neste estudo, definem os locais e solicitam à concessionária a instalação dos sinalizadores anticolisão de aves.

As concessionárias de energia por sua vez, tem a dificuldade de realizar esta instalação nas linhas já existentes, pois para tal, é necessário realizar o desligamento da mesma uma vez que não é permitido ao eletricitista sair no próprio cabo para raio para realização da tarefa, causando prejuízo à concessionária afetando seus indicadores junto a ANEEL e consequentemente o incômodo de seus usuários.

2.0 - ANÁLISES E DESENVOLVIMENTO

Através do surgimento da demanda para a primeira linha de feixe expandido do país, iniciou-se o estudo para desenvolvimento de um equipamento que realizasse a instalação dos sinalizadores com a linha energizada sem submeter a vida dos eletricitistas à qualquer risco, bem como a situações que agravam a descida do cabo para raio ao solo, como vales, travessias de rios e lagos. A partir daí surge o Robô para Instalação de Sinalizadores Avifauna.

2.1 Modelo dos Sinalizadores

Através de três modelos de sinalizadores espirais conforme Figura 1, existentes no mercado e que seriam utilizados na linha de feixe expandido, iniciou-se um grande trabalho de engenharia para determinar inicialmente as funções e características necessárias ao equipamento para que o mesmo pudesse realizar a atividade de instalação.

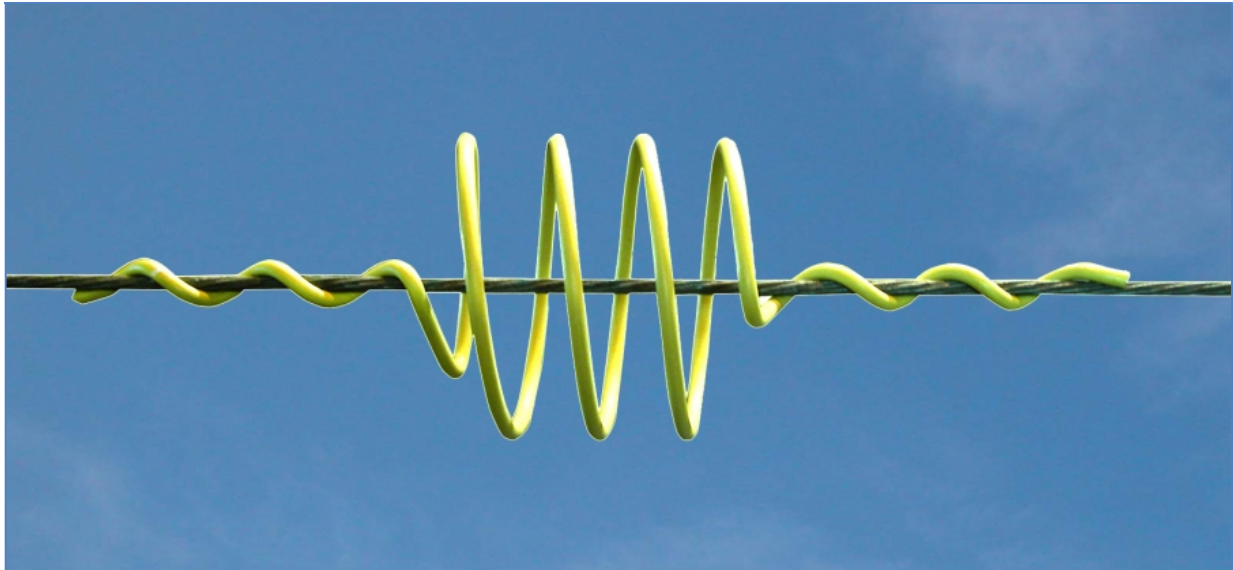


FIGURA 1 – Modelo de Sinalizador

As etapas e características previstas inicialmente foram:

- Controlado remotamente;
- Posicionamento do sinalizador no robô por um eletricista que estará na torre;
- Blindagem da bateria e sistema eletrônico utilizado para evitar qualquer possibilidade de influência do campo eletromagnético no sistema;
- Deslocamento até o ponto de instalação;
- Giro para enrolamento das pernas do sinalizador ao cabo para raio;
- Braço articulado para permitir o retorno até a torre;
- Retorno do equipamento até a torre para iniciar o novo processo de instalação do próximo sinalizador;
- O equipamento deverá conter um sistema para resgate em caso de pane eletroeletrônica;

2.2 Procedimento de Instalação

O equipamento deverá se deslocar através do acionamento remoto até o último ponto de instalação, e após concluir o processo, retornar à torre para coletar outro sinalizador a ser instalado à uma distância determinada da última instalação realizada. Será necessário pelo menos 1 eletricista junto à torre para realizar o posicionamento de cada sinalizador no Robô.

As etapas de subida e descida do equipamento deverão ser estudadas por cada equipe e de acordo com o modelo e tamanho de estrutura a ser realizada.

2.3 Projeto

Após levantamento dos dados e características necessárias ao equipamento levantadas anteriormente, iniciou-se o projeto do Robô para Instalação de Sinalizadores Avifauna.

Foram realizados diversos testes e criação de diversos protótipos até chegar à concepção de um equipamento que através da junção de um complexo sistema mecânico e eletrônico, seria capaz de realizar a instalação dos sinalizadores. Deu-se início à fabricação do produto final para testes.

2.4 Fabricação e Testes

Após a fabricação do primeiro equipamento, foram realizados os testes necessários para verificar a funcionalidade do mesmo. Através de testes realizados em um cabo esticado simulando uma situação de inclinação aproximada em um vão, vários pontos foram confirmados funcionando como esperado. Mas muitos ajustes tiveram de

acontecer para que o equipamento atendesse à demanda. Estes ajustes foram realizados e o equipamento disponibilizado para testes em campo.

Por um longo período, foram realizados testes em linhas desenergizadas e energizadas com a ajuda de diversas equipes de linha viva. Percebemos e realizamos neste período, diversas melhorias no equipamento a fim de aumentar seu rendimento, eficiência e segurança durante as atividades a serem desenvolvidas. Mas foi possível perceber que o conceito principal para realizar a instalação funcionou como esperado e que o campo eletromagnético não interferiu na comunicação e rendimento da bateria.

No primeiro teste realizado em campo como apresenta a Figura 2, percebemos o primeiro e importante ponto de melhoria. A velocidade de deslocamento estava muito baixa em torno de aproximadamente 10m/min. O motor utilizado não era o mais adequado para a utilização e deveria ser substituído.

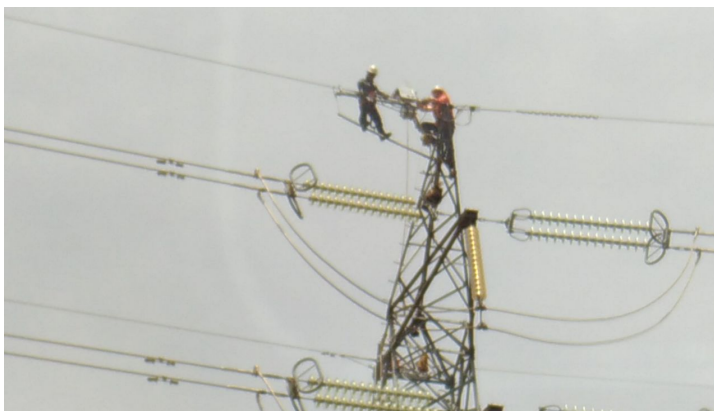
Outro ponto observado neste teste foi que a comunicação entre controle remoto e equipamento deveria ser melhorada e a necessidade de um sistema de resgate com a corda que destravasse o motor ao ser acionado.



FIGURA 2 – 1º teste realizado em linha desenergizada – Pires do Rio – GO (Centro de treinamento da State Grid)

Durante este período também foi implementado um sistema para apresentar ao operador do controle remoto, a distância percorrida pelo equipamento. Assim, é possível parar exatamente no ponto desejado de instalação dos sinalizadores avifauna.

Após alterações realizadas e melhorias implementadas, seguimos para o segundo teste em campo agora com linha energizada como mostram as Figuras 3, 4 e 5.



FIGURAS 3 E 4 – 1º teste realizado em linha energizada 230kv - Porto Primavera - State Grid



FIGURA 5 – 1º teste realizado em linha energizada 230kv - Porto Primavera - State Grid

Nestes testes, após as alterações dos motores de deslocamento, alcançamos uma velocidade 3x maior. A velocidade de deslocamento aumentou para 30m/min.

Também neste teste percebemos a necessidade de incrementar um sistema de freio para evitar o deslocamento involuntário do robô durante o processo de instalação do sinalizador em locais íngremes. Percebemos também neste teste a necessidade de acrescentar condições de contorno no sistema eletrônico para garantir maior segurança para utilização do equipamento. Outra melhoria percebida nesse teste, foi a necessidade de modificação do sistema de suporte da bateria (parte mais pesada do equipamento atualmente). Será necessário um sistema de engate rápido que possibilite a fácil instalação e remoção da bateria após o restante do robô já estar posicionado no cabo para raio, afim de facilitar seu posicionamento e permitir longos períodos de instalação com a troca das baterias.

Outro teste foi realizado na linha da XRTE desenergizada (Figura 6), permitindo identificar que a incidência de ventos com maior intensidade comprometia a estabilidade e alinhamento do equipamento. Exigindo a criação de uma regulagem que permitisse o deslocamento do centro de gravidade do conjunto. Com uma pequena alteração, foi possível sanar este problema.



FIGURA 6 – Segundo teste realizado em linha desenergizada (XRTE – 800kv)

Após todas as melhorias encontradas durante os testes realizados, fabricou-se um equipamento em definitivo e foi realizado o fornecimento para trabalho em 52 vãos da primeira linha de feixe expandido do país da Paranaíba Transmissora de Energia. A previsão para o início das instalações está prevista para o primeiro semestre de 2019.

Em paralelo, um trabalho de melhoria está sendo realizado no equipamento para redução do tempo de instalação, redução de massa, processo de instalação ao cabo, robustez elétrica e facilidade de transporte. Em testes práticos, a velocidade de deslocamento chega a 70m/min e a massa em dados computacionais foi reduzida em 15kg.

3.0 - INFORMAÇÕES TÉCNICAS

O robô é controlado por um operador do solo através de comandos enviados pelo controle remoto acondicionado em maleta plástica como pode ser visto na Figura 7. Possui alcance superior a 1km e protocolo de comunicação permitindo que mais de um equipamento possa operar simultaneamente. Um encoder (transdutor rotativo), garante ao operador do controle parar sempre na posição correta para realizar a instalação dos sinalizadores.

Atualmente o equipamento realiza a instalação de 1 sinalizador por vez sendo necessário retornar até a torre para buscar um novo sinalizador que é posicionado no equipamento pelo eletricista. O equipamento possui uma velocidade média de 30m/min. e o tempo do ciclo de instalação leva aproximadamente 4 minutos. A velocidade de conclusão das atividades no vão irá depender da quantidade de sinalizadores a serem instalados em cada para raio e do grau de inclinação e tamanho do próprio vão.

O equipamento trabalha com bateria de 12v. O sistema de resgate é composto por 50 roldanas e 440m de corda. O equipamento é acondicionado em um caixote resistente de alumínio para transporte em campo com travas internas para evitar grandes impactos.

Na Tabela 1 abaixo é possível identificar algumas características principais do equipamento:

TABELA 1 - Características Principais do Equipamento

Distância de comunicação via controle remoto	(1100 ± 50) m
Distância de monitoramento por vídeo via controle remoto	(450 ± 50) m
Inclinação máxima	(40 ± 5) °
Velocidade em inclinação de 0°	(30 ± 5) m/min
Ciclo completo de instalação	(4 ± 1) min
Autonomia do robô	(5000 ± 500) m
Autonomia do controle remoto vídeo ativado	(7 ± 1) hr
Autonomia do controle remoto vídeo desativado	(20 ± 1) hr
Ciclo de carga e descarga da bateria	(3000 ± 500) ciclos
Ciclo de carga e descarga da bateria do controle remoto	(2000 ± 300) ciclos
Tempo de carregamento da bateria	6 hr a 8 hr
Tempo de carregamento do controle remoto	6 hr a 8 hr
Tempo máximo de resposta	<2s
Protocolo de comunicação	Sim
Sistema de segurança contra interferência	Sim
Indicação sonora de erros	Sim
Indicação visual de erros	Sim
Rotina de segurança para resgate	Sim
Medição da distância percorrida	Sim
Massa com bateria	(60 ± 3) kg
Massa sem bateria	(45 ± 3) kg
Massa da bateria removível	(15 ± 1) kg

Massa do equipamento e embalagem	(80 ± 5) kg
Dimensões da embalagem	2000 x 500 x 550 mm
Dimensões do equipamento	1970 x 440 x 700 mm

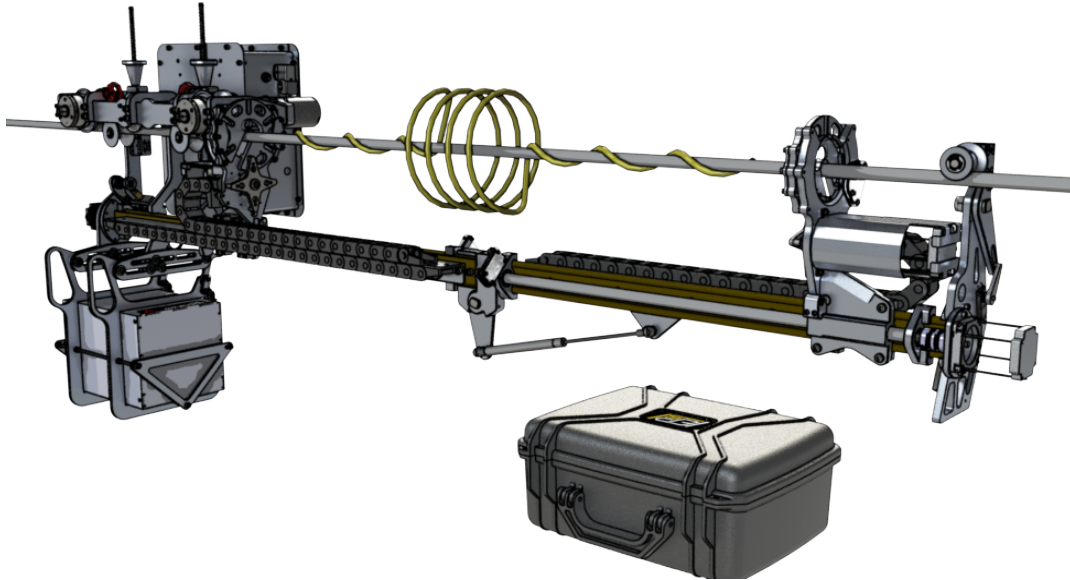


FIGURA 7 - Robô para Instalação de Sinalizadores Avifauna

4.0 - CONCLUSÃO

Através do desenvolvimento do equipamento, será possível realizar o trabalho de instalação de Sinalizadores Avifauna no cabo para raio à distância por um Robô controlado remotamente do solo. Após diversos testes realizados foi possível verificar sua eficiência e levantar dados para projetar um tempo de trabalho de acordo com a quantidade de sinalizadores a serem instalados e a distância entre estes.

Percebeu-se que esta é uma necessidade de diversas concessionárias de energia e a mesma demanda surgiu para diversas linhas do país. Então, outro equipamento foi fabricado e está disponível no mercado para locação do serviço.

Este é um desenvolvimento importante para auxiliar as concessionárias de energia atendendo solicitações de órgãos para preservação da fauna com qualidade, segurança e baixo custo, permitindo fornecimento de eletricidade ininterrupto durante a atividade de instalação de sinalizadores avifauna.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) SUTHERLAND, Peter E.. PRINCIPLES OF ELECTRICAL SAFETY. New Jersey: Ieee, 2015. 407 p.
- (2) NORTON, Robert L.. PROJETO DE MAQUINAS UMA ABORDAGEM INTEGRADA. 4. ed. Massachusetts: Pearson Education, 2013.

6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

	<p>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, que posteriormente veio a se tornar Terex Ritz, 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</p>
	<p>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.</p>
	<p>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 no período de 2010 a 2017. Atua desde 2017 como engenheiro e sócio da ENGEPRO PROJETOS que fornece projetos e produtos para o setor de energia.</p>
	<p>Waldir Aves Diniz - Nascido em Betim/MG em 1969, graduou-se em Engenharia Mecânica em 2013 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, que posteriormente veio a se tornar Terex Ritz, no período de 1986 a 2017. Atua desde 2017 como engenheiro e sócio da ENGEPRO PROJETOS que fornece projetos e produtos para o setor de energia.</p>
	<p>Clécio Paula da Silva – Nascido em Ituiutaba-MG em 1976, graduou-se em Engenharia Elétrica pela UEMG – Universidade do Estado de Minas Gerais em 2000, Pós-graduação em Meio Ambiente pela Universidade do Estado de Goiás em 2007. Atuou como Engenheiro de Manutenção LTs na TRANSER (2002 a 2007) como Supervisor de Manutenção em Linhas de Transmissão 500 kV; Atuou como Engenheiro de Manutenção LTs na PLENA (2007 a 2010) como Supervisor de Manutenção em Linhas de Transmissão 345 kV e 500 kV; Atuou como Engenheiro de Manutenção LTs na STATE GRID (2010 a 2016) como Supervisor de Manutenção em Linhas de Transmissão 345 kV e 500 kV; Atuou como Engenheiro Residente na STATE GRID/XRTE (2016 a 2019) como Engenheiro responsável pela fiscalização da construção da LT 800kV do trecho 6 (260 km de linha de Paranã-TO à Flores de Goiás-GO).</p>
	<p>Ricardo Andrade - Nascido em São José dos Campos - SP, graduou-se em Gestão de Obras Cíveis pela FIC - Faculdade Integradas do Ceará em 2005. Graduou-se em Engenharia Civil pela UNITAU - Universidade de Taubaté em 2010. Pós graduado em Estruturas de Concreto Armado e Fundações pela Universidade Paulista - UNIP em 2019. Atuou como Engenheiro Residente em construção de linhas de transmissão em 230kv e 500kv. Desde 2013 atua na Concessionária Paranaíba Transmissora de Energia, passando pela implantação do empreendimento e atualmente na operação e manutenção das LT's 500kv com feixes expandidos de 6 cabos/fase, projeto pioneiro no setor elétrico mundial.</p>