

# Periscópio Eletrônico para auxílio a inspeções de instalações elétricas subterrâneas e aéreas

Els, Rudi Henri van, e Vierra, Carlos Augusto Halila. FINATEC

**Resumo** - O periscópio eletrônico tem como função, permitir a verificação das instalações de cabos aéreos e subterrâneos de alta e média tensão, de forma remota e segura, aumentando assim a segurança física do operador e a produtividade da equipe de inspeção em campo da Companhia Energética de Brasília (CEB). Para tanto, deverá executar diversas tarefas, auxiliando e facilitando a vistoria pelos inspetores em locais de difícil acesso. Essa inspeção será realizada com uma câmera acoplada na extremidade de um bastão telescópico.

Em razão da particularidade da demanda, foram desenvolvidos dois modelos, um destinado ao auxílio às inspeções de redes aéreas e outro destinado ao auxílio às inspeções de linhas subterrâneas.

## *Palavras-chave*

**Desenvolvimento de produtos e processos; inspeção em linhas de distribuição; periscópio eletrônico.**

## I. INTRODUÇÃO

Objeto da pesquisa da pesquisa era o desenvolvimento de equipamento eletrônico portátil de visão remota denominado “Periscópio Eletrônico”, visando identificação de eletrodutos disponíveis para instalação de novos circuitos em redes subterrâneas de distribuição elétrica de BT (220/380) e MT (13.8 / 34.5 kV), para inspeção em campo de projetos elétricos e estruturas aéreas de distribuição (isoladores, chaves fusíveis, seccionadores, pára-raios, transformadores etc.), verificação das condições de funcionamento mecânico, conservação física dos equipamentos, dispositivos de segurança e acessórios, sendo os dados disponibilizados para atender o desenvolvimento de projetos, estudos e planejamento de manutenção em redes e linhas de distribuição de energia elétrica da Companhia Energética de Brasília.

O desenvolvimento do equipamento seguiu algumas premissas básicas, a saber: o produto deveria ser fabricado a partir de materiais e componentes existentes no mercado, ou seja, não haveria pesquisa e desenvolvimento de novos componentes. De modo a garantir a evolução, a flexibilidade de fabricação e a economicidade, os componentes deveriam ser, preferencialmente, comercializados por diversos fornecedores. Os componentes, matérias e processo fabril empregados, deveriam permitir baratear o produto na

produção em pequena e grande escala;

## II. PRODUTO DESENVOLVIDO

### A. Metodologia

Foram levantadas inicialmente as principais dificuldades e/ou implicações que deveriam ser avaliadas para o desenvolvimento do produto entre elas a qualidade das imagens, a funcionalidade, a manuseabilidade, a portabilidade, a segurança da operação, a imunidade às interferências do meio.

No estágio inicial da materialização de uma idéia, que ainda não se caracteriza como produto e sim pesquisa aplicada, o pesquisador está preocupado em cumprir as seguintes fases, nesta ordem: materializar a idéia, ou seja, construir um protótipo e submetê-lo a testes de campo para identificar as necessidades de alteração. Os testes devem ser repetidos até que se tenha um equipamento que satisfaça as condições de contorno.

O atendimento das condições de contorno se alcança testando cada um dos componentes do produto e, finalmente o arranjo global. A partir da consolidação do conceito, tem-se o produto no estágio inicial.

Em razão do exposto, foram seguidas as seguintes etapas de projeto:

- Definição dos requisitos de projeto;
- Definição do conceito;
- Levantamento das implicações;
- Construção do modelo inicial para testes;
- Testes de Campo;
- Avaliação de Resultados;
- Busca de economicidade nos componentes;
- Desenvolvimento do design do produto;
- Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Produto.

### B. Modelo inspeção aérea

O equipamento é composto por dois conjuntos; o de captura de imagem e o de visualização da imagem. O conjunto de captura da imagem é composto por toda a parte eletrônica e mecânica responsável pela captação e tratamento da imagem e sua transmissão. Ele é montado na extremidade de um bastão (haste) telescópico, construído com material isolante, com características com nível de isolamento tal que permita segurança de manuseio junto à redes de 13.8 kV, sendo comandado por um sistema de controle remoto.

O conjunto de visualização compreende a parte responsável para disponibilizar a imagem aos operadores, composta por monitor e interface para controlar a câmera.

A figura 1 mostra a conjunto de captura da imagem do modelo de inspeção aérea.



Figura 1. Captura imagem do modelo de inspeção aérea

O conjunto de visualização do modelo destinado ao auxílio a inspeções de linhas aéreas e do modelo destinado ao auxílio a inspeções de linhas subterrâneas é comum, e será apresentado adiante.

A definição das dimensões e do formato do equipamento desenvolvido considerou os procedimentos de operação dos técnicos, que prevê o uso de equipamentos de proteção individual e uso de escada nos. A figura 2 mostra o operador manuseando o periscópio em campo numa operação de inspeção típica num transformador.



Figura 2. Operação de inspeção com sistema aéreo.

### C. Modelo de inspeção subterrânea

No modelo de inspeção de instalações subterrâneas, as necessidades dos equipamentos são diferentes do modelo aéreo. Identifica-se a necessidade de empregar uma câmera com mais recursos e, principalmente, iluminação artificial auxiliar. Neste modelo o manuseio do operador é limitado tipicamente à entrada de poço subterrâneos, sendo necessário à câmera o recurso de zoom motorizado, e movimentação segundo dois graus de liberdade (pan-tilt) acionado por controle remoto. A figura 3 mostra o modelo destinado à inspeção subterrânea desenvolvido.



Figura 3. Modelo de inspeção subterrânea .

Foi identificada a necessidade de um design especial para proteger a câmera, contra choques mecânicos, umidade e ação de intempéries próprias do ambiente, além de incorporação de um sistema de iluminação com alta luminância e de muito baixo consumo, para evitar o emprego de fontes de alimentação (baterias) pesadas. Este ultimo foi obtido por

meio de uma lâmpada a base de LEDs especialmente desenvolvida especialmente para este projeto.

#### D. Monitor receptor e Colete de fixação

Relativamente à manuseabilidade foram identificados alguns aspectos que deveriam ser corrigidos pela equipe de designers do projeto para tornar a operação de medição segura e confortável ao técnico. Em razão das dimensões do bastão, mesmo com pequeno peso, o dispositivo de captura de imagens em sua extremidade e o fato de ser manobrado na vertical, com operador apoiado em uma escada, ficou evidente a necessidade de apoio para o bastão. Outro aspecto observado é a flexibilidade que pode ser alcançada com a inclusão de um monitor auxiliar disponível ao operador do sistema de captura de imagens, que permitisse um posicionamento mais rápido da câmera. Finalmente a inclusão de um suporte para a bateria, proporcionou mais autonomia ao processo.

De forma contornar os problemas ergonômicos e de segurança do manuseio do equipamento, foi projetado pela equipe de designers do projeto um acessório, nos moldes de um colete, a ser utilizado pelo operador. Esse acessório permite incorporar um monitor auxiliar e uma bateria, proporcionando ainda o apoio para o bastão.



Figura 4. Colete de fixação e monitor.

Observa-se que o monitor será alojado sobre o tórax do operador e, no momento da aproximação do sistema de captura de imagens é liberado para aposição de leitura, mediante uma simples ação do operador. A bateria é alojada em um cinto do operador e garante a autonomia e a melhor forma de conexão às cargas. Junto às pernas do operador são disponibilizados pontos de apoio para o manuseio do bastão durante a subida, manobras e descida da escada.

O acessório tem ajustes em velcro que permitem sua adaptação às dimensões físicas dos operadores e às diversas situações de operação rotineiras e esporádicas, que só o seu emprego continuado possibilitará conhecer e implementar mudanças.

#### E. Estudo de viabilidade Técnica Econômica

O estudo de viabilidade técnica econômica foi realizado para avaliar a produção do periscópio, identificando oportunidade de produção, custos, tecnologia de fabricação.

Considerando o estágio de desenvolvimento do produto e o mercado fornecedor de matérias-primas, componentes e serviços, caberia ao integrador apenas desenvolver fornecedores e, conforme a demanda, definir processos de compra, produção, divulgação, comercialização e suporte ao cliente. Em razão da rapidez do processo de aquisição de materiais e componentes, não haveria a necessidade de estoques de materiais e produtos acabados, uma vez que se trabalharia sob demanda. Em Brasília há diversas empresas que podem produzir os equipamentos em escala comercial.

Foi realizado um levantamento do custo dos componentes relativo às seis unidades, incluindo o custo do desenvolvimento dos acessórios de R\$ 2.630,00 e de R\$ 5.120,00 para os modelos destinados ao auxílio a inspeções em redes aéreas e subterrâneas, respectivamente. Porém, estima-se que, em escala comercial, o produto deve ter uma redução de custo da ordem de 30%.

#### F. Conclusões

Os testes de laboratório e de campo realizados com os diversos componentes e com os arranjos finais apontaram para resultados satisfatórios relativamente aos requisitos que nortearam o projeto. Embora tenha havido grande envolvimento da equipe da CEB nas diversas etapas do projeto, que garantiram a materialização da idéia original, espera-se que com a utilização continuada dos produtos, a equipe de operação possa sugerir alterações que possam ser incorporadas de forma definitiva ao produto conferindo-lhe recursos que atendam às diversas demandas.

Desta forma, inicia-se agora o processo de divulgação e utilização dos produtos. Paralelamente, deve-se acompanhar a evolução tecnológica dos diversos componentes e o desenvolvimento de fornecedores e integradores, que conferirão ao produto um preço acessível.

### III. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

#### Relatórios Técnicos:

- [1] Els, R.H van. Vieira, C.,A.,H, Detalhamento técnico do PERISCÓPIO ELETRÔNICO, Relatório Técnico. FINATEC – CEB, 2003
- [2] Vieira, C.,A.,H, Relatório técnico do sistema de captura e transmissão de imagens, Relatório Técnico. FINATEC – CEB, 2003
- [3] Els, R.H van. Vieira, C.,A.,H, Sistema de inspeção aérea – design do equipamento, Relatório Técnico. FINATEC – CEB, 2004
- [4] Els, R.H van. Vieira, C.,A.,H, Relatório Final Periscópio Eletrônico, Relatório Técnico. FINATEC – CEB, 2003
- [5] Els, R.H van. Vieira, C.,A.,H, Estudo de viabilidade de técnico e econômico, Relatório Técnico. FINATEC – CEB, 2004

#### Patentes:

- [6] Demetrio