

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/324877428>

Recuperação de Campos Eletromagnéticos Dispersos em Linhas de Transmissão Utilizando Bobina de Colheita de Energia

Conference Paper · October 2017

CITATIONS

0

READS

74

7 authors, including:



Tagleorge Silveira

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

13 PUBLICATIONS 1 CITATION

[SEE PROFILE](#)



Glauco Fontgalland

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

162 PUBLICATIONS 415 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Luis Alves

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

4 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Priscilla Melo

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

4 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Uma Nova Metodologia de Projeto de Amplificadores Baseada em Redes Multirressonantes [View project](#)



Magnetic Sensor Design Using Energy Harvesting Coil [View project](#)

Recuperação de Campos Eletromagnéticos Dispersos em Linhas de Transmissão Utilizando Bobina de Colheita de Energia

Tagleorge M. Silveira, Glauco Fontgalland, Luis A. Correia Filho, Priscilla K. P. de Melo, Raymundo de Amorim Junior, Raimundo C. S. Freire, Benedito A. Luciano
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, PB – Brasil
{tagleorge.silveira, luis.correia, priscilla.melo, raymundo.junior}@ee.ufcg.edu.br,
{fontgalland, freire, benedito}@dee.ufcg.edu.br

Resumo—Neste trabalho é apresentada uma nova abordagem sobre o modo de como realizar a colheita de energia em linhas de transmissão, utilizando uma bobina semitoroidal para alimentar uma carga de 500 Ω . Neste processo foram empregadas simulações envolvendo diferentes meios para a composição do núcleo da bobina, dentre os quais: o ar, a liga de Fe-3%Si_tipo0.35, a liga de Fe-3%Si_tipo0.27 e liga amorfa Fe₇₈Si₉B₁₃. Dentre os resultados obtidos, por comparação, a liga amorfa Fe₇₈Si₉B₁₃ foi a que apresentou melhor desempenho em termos do objetivo desejado, que é a sinalização de linhas de transmissão, que operam a uma frequência de 60 Hz e com corrente rms de 150 A.

Palavras-Chave—Campos Eletromagnéticos, Colheita de Energia, Linha de Transmissão.

I. INTRODUÇÃO

A crescente conscientização ambiental tem levado à procura do reaproveitamento de diversas formas de energia, dentre as quais estão os campos eletromagnéticos dispersos, presentes nos sistemas elétricos, em geral, provenientes de diferentes fontes e frequências [1].

No tocante às linhas de transmissão, de acordo com a Lei de Ampère, a passagem da corrente elétrica pelos condutores das fases resulta em um campo eletromagnético circundante pelo ar, variante no tempo. Neste contexto, a variação temporal da indução magnética pode ser aproveitada para se conseguir uma força eletromotriz induzida nos terminais de uma bobina que seja introduzida neste meio [2].

Desta forma, parte da energia eletromagnética que seria desperdiçada pode ser aproveitada como fonte de alimentação para esferas sinalizadoras instaladas nessas linhas de transmissão, conforme apresentado neste trabalho.

II. METODOLOGIA

Sistema de Colheita de Energia – SCE é uma forma de recuperar, armazenar e gerenciar a energia, convertendo-a de

Este trabalho foi desenvolvido com apoio do: LEMA – Laboratório de Eletromagnetismo e Micro-ondas Aplicados, LIMC – Laboratório de Instrumentação Metrologia Científica e Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFCG

modo a fornecê-la a uma carga [1]. Assim, neste trabalho, para esta finalidade, é proposto o emprego de uma bobina coletora composta de um núcleo semitoroidal, conforme ilustrada na Fig. 1.

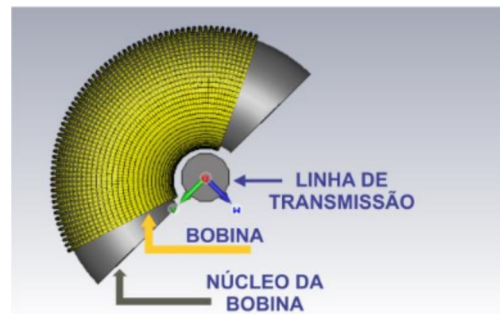


Fig. 1. Bobina de Colheita de Energia, em formato semitoroidal.

De acordo com a Lei circuital de Ampère, o campo magnético se comporta de forma circular em torno da linha de transmissão.

Logo, a geometria proposta é a mais indicada para a concentração do campo magnético quando a bobina é envolvida por um núcleo de material de alta permeabilidade magnética [02] – [03].

Assim, como mostrado na Fig. 2, quando uma corrente I percorre uma linha de transmissão, ocorre a formação da densidade de fluxo magnético B em torno do condutor, conforme a expressão (1):

$$B = \mu I / 2\pi r, \quad (1)$$

na qual μ é a permeabilidade magnética do núcleo e r é a distância entre o centro do condutor e o ponto P considerado [1].

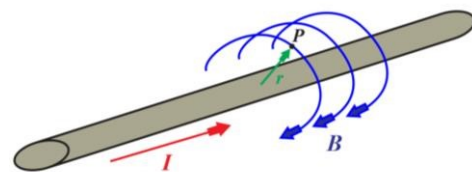


Fig. 2. Comportamento do campo eletromagnético disperso, onde (B) é Densidade de Fluxo Magnético, em uma linha de transmissão, excitada por uma corrente (I).

Considerando a bobina composta por N espiras, o fluxo concatenado λ , é dado por:

$$\lambda = N\phi = NBA \quad (2)$$

Na expressão (2), a área atravessada pelo fluxo é representada pela letra A .

Aplicando a Lei de Faraday, a força eletromotriz induzida é determinada pela expressão (3):

$$\varepsilon = -\partial\lambda / \partial t \quad (3)$$

Tomando como base a Lei de Faraday e a Lei de Ampère [1], elaborou-se uma rotina computacional para realizar os cálculos referentes aos valores da força eletromotriz induzida na bobina, como forma de obter a energia elétrica recuperada.

III. RESULTADOS

As simulações computacionais foram realizadas utilizando valores de permeabilidade magnética relativa (μ_r) de meios diferentes, conforme apresentados na Tabela I.

TABELA I
PERMEABILIDADE MAGNÉTICA RELATIVA [4]

Material	μ_r
Ar	1
Liga de Fe-3%Si_tipo0.35	4600
Liga de Fe-3%Si_tipo0.27	6100
Liga Amorfa Fe ₇₈ Si ₉ B ₁₃	10600

A escolha dos meios apresentados na Tabela I se deve à ampla utilização dos mesmos nos sistemas elétricos e em dispositivos eletroeletrônicos [5].

Para melhor compreensão da energia recuperada pela bobina coletora, é apresentada uma comparação entre as diferentes permeabilidades no gráfico da Fig. 3.

Para efeito de cálculo da corrente induzida, foi utilizado um circuito elétrico equivalente alimentando uma carga de 500 ohms, com o auxílio do *software* MATLAB®.

Na Tabela II são apresentadas as características elétricas da bobina semitoroidal apresentada na Fig. 1.

TABELA II
CARACTERÍSTICA DA BOBINA SEMITOROIDAL

Componente	Valor-Unidade
Raio da bobina	2,5 cm
Número de espiras	400 voltas
Fio esmaltado	nº 23 [6]
Diâmetro do fio	0,569 mm ²
Frequência da linha	60 Hz

Dentre os meios magnéticos simulados, os valores de corrente obtidos foram os seguintes: Ar - 0,452mA, liga de Fe-3%Si_tipo0.35 - 2,081A, liga de Fe-3%Si_tipo0.27 - 2,76A e por fim para a liga amorfa Fe₇₈Si₉B₁₃ - 4,795A, que apresentou o melhor desempenho na colheita de energia, e consequentemente uma maior corrente no circuito equivalente.

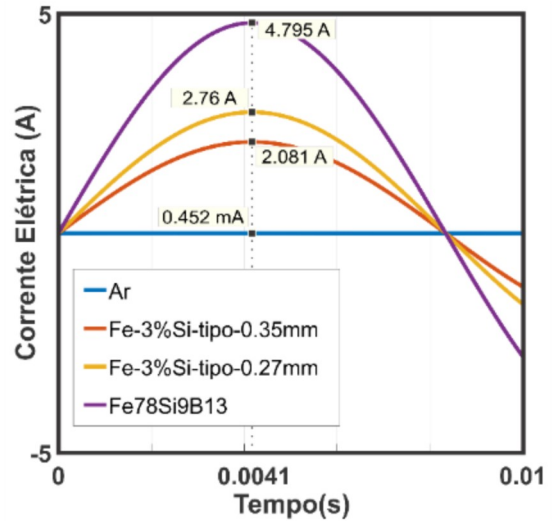


Fig. 3. Gráfico de Comparação das Correntes induzidas, através da recuperação de energia feita pela bobina, para uma carga de 500 ohms.

IV. CONCLUSÕES

Com a utilização de bobinas no formato semitoroidal, com análise de materiais com diferentes valores de permeabilidade para fins de recuperação de energia, o objetivo principal do modelo proposto foi alcançado, através da obtenção de uma tensão induzida, a qual está servirá de fonte de alimentação para um sistema de iluminação de esferas de sinalização, cuja concepção está registrada no Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, sob nº BR202017007597-0 [7].

REFERÊNCIAS

- [1] T. L. V. de N. da Silva, "Transformador de Corrente com Núcleo Toroidal para Recuperação de Energia Eletromagnética," Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, UFCG, Outubro de 2016.
- [2] W. Wang, X. Huang, L. Tan, J. Guo, and H. Liu, "Optimization Design of an Inductive Energy Harvesting Device for Wireless Power Supply System Overhead High-Voltage Power Lines," *Energies*, vol. 9, no. 4, p. 242, 2016.
- [3] F. das C. F. Guerra and W. S. Mota, "Modelo de Transformador de Corrente com Entreferro," *Induscon*, pp. 1–6, 2008.
- [4] Akihiro Makino, Takeshi Kubota, Kunio Yubuta, Akihisa Inoue, Akiri Urata, Hiroyuki Matsumoto and Shigeyoshi Yoshida, "Low core losses and magnetic properties of Fe₈₅₋₈₆Si₁₋₂B₈P₄Cu₁ nanocrystalline alloys with high B for power applications (invited)," *Journal of Applied Physics* 109, 07a302, 2011, doi: 10.1063/1.3535169.
- [5] B. A. Luciano, W. B. de Castro, "Ligas Nanocrystalinas: Histórico, Desenvolvimento e Aplicações Eletroeletrônicas," *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, vol. 7.1, pp. 43-47, 2012.
- [6] Tabela de Fios Magnéticos Esmaltados, disponível em < <http://www.edufer.com.br/tabela-fios-magneticos/>>, acessado em julho 2017.
- [7] T. M. Silveira, P. K. P. de Melo, L. A. Correia Filho, G. Fontgalland, R. C. S. Freire. Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, sob nº BR202017007597-0, Patente de Modelo de Utilidade, Abril de 2017.