

# Sensor para detecção componente DC em Transformadores de potência

A Sensor to Detect the DC Bias of Distribution Power Transformers

Felipe Bandeira  
Renan Teixeira

Universidade de Fortaleza-UNIFOR

27 de novembro de 2013

# O artigo original e um pouco da IEEE

Autores:

- ▶ Giampaolo Buticchu, Student Member, IEEE
- ▶ Emilio Lorenzani, Member, IEEE

Título original:

- ▶ A Sensor to Detect the DC Bias of Distribution Power Transformers

IEEE:

- ▶ Institute of Electrical and Electronics Engineers
- ▶ Fundação 1 de Janeiro de 1963
- ▶ Mais de  $429 \cdot 10^3$  membros

# O problema

O causador:

- ▶ Crescente utilização de cargas não lineares
- ▶ Desconhecimento técnico da melhor forma de correção

Consequências:

- ▶ Perdas na transformação de potência por parte do transformador
- ▶ Alto consumo de reativo
- ▶ Sobre aquecimento do núcleo do transformador
- ▶ Destruição do material isolante

# Antes um pouco de Fourier

A conhecida série:

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=0}^{\infty} a_n \cos \frac{n\pi t}{L} + b_n \sin \frac{n\pi t}{L} \quad (1)$$

Fundamental,  $n=0$ , resulta, naturalmente é 60 Hz

O termo especial  $\frac{a_0}{2}$

# As normas

- ▶ Depende da cada região, estado...
- ▶ Não é fator de geração de sucesso
- ▶ Não é completa
- ▶ O conhecimento técnico e experiência são os principais aliados

# A técnicas de detecção clássicas

- ▶ Baseada na função de transferência do sistema é injetado um sinal conhecido na rede e analisado a resposta em frequência
- ▶ Analisando a corrente de fuga gerada pelos enrolamentos

# A solução proposta pelo artigo

- ▶ Um sensor com um alto fator de linearidade
- ▶ Capaz de resposta a mais vasta gama de frequência
- ▶ Fácil instalação

# Nada de efeito Hall

Dificuldades na utilização do sensor de efeito Hall:

- ▶ Separação da componente DC das componentes harmônicas
- ▶ Resposta para altas frequências

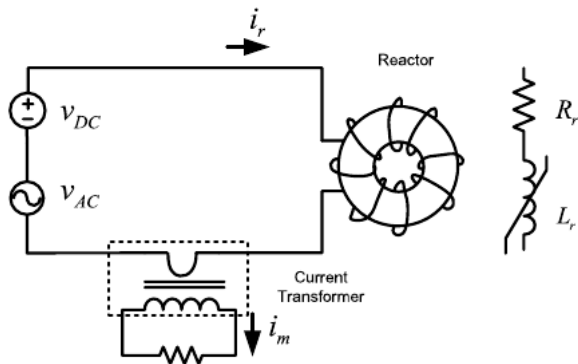


# Princípio de operação

- ▶ Utilizando a resistência parasita das bobinas
- ▶ Verificar a saturação do núcleo
- ▶ Extração de uma componente DC na ordem dos mV de uma tensão 600V

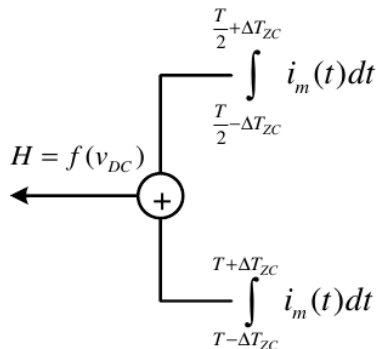
# Princípio de operação

O primário do sensor





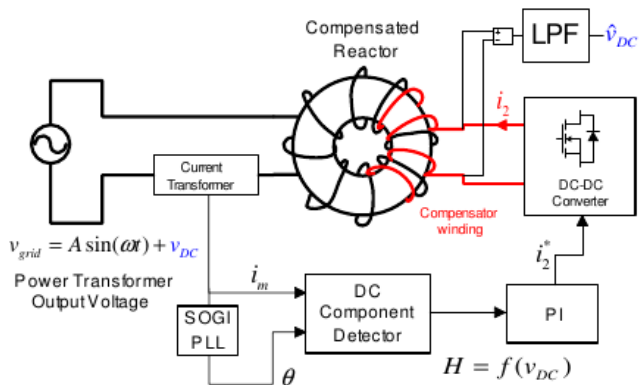
# Detectando a componente DC



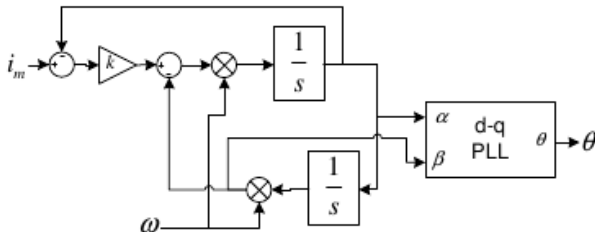
Onde:

- ▶  $f(V_{DC})$  informa a amplitude e sinal da componente DC

# O esquema completo



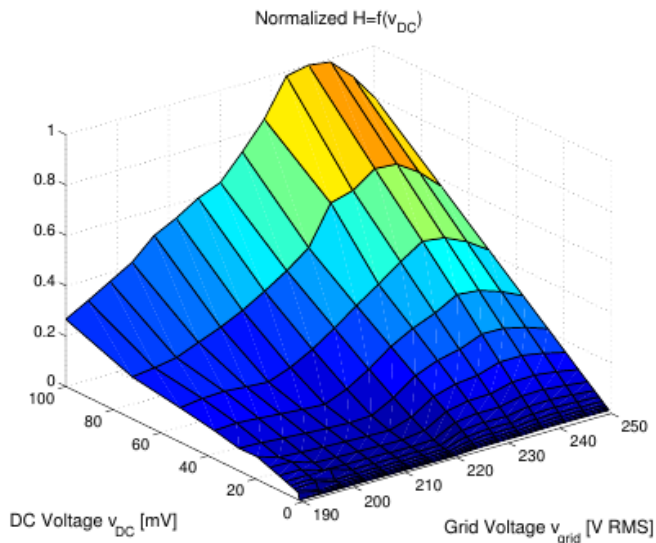
## Decompondo as componentes da senoide



Sistema PLL-SOGI, tecnica usada para retirada de informações como tensão, corrente, frequência... rejeitando as harmônicas menos significativas e aumentando a linearidade.

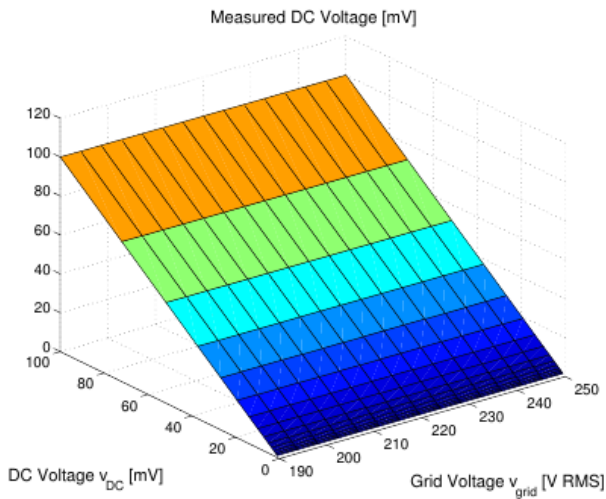
# Resultados

Sistema em malha aberta, retirada de  $i_m$



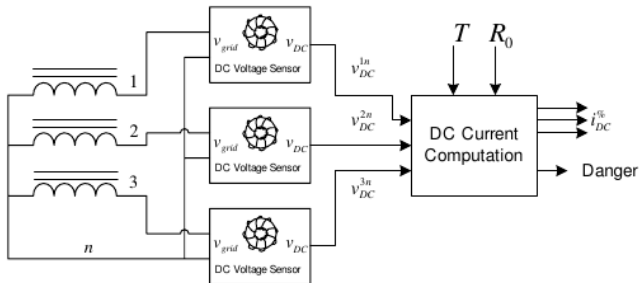
# Resultados

Sistema em malha fechada,



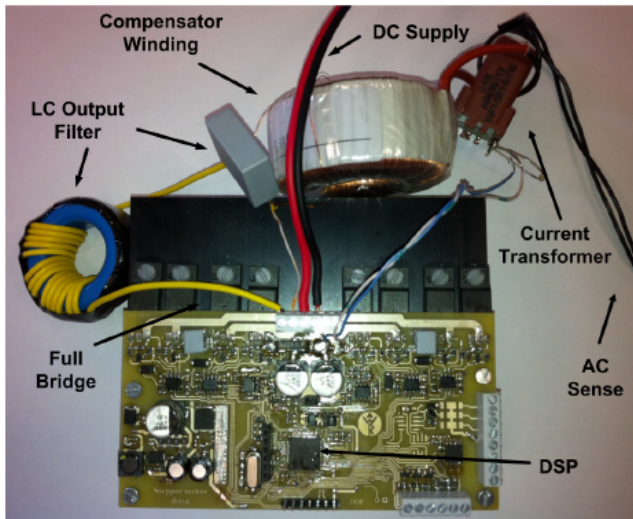


# Sistemas trifásicos



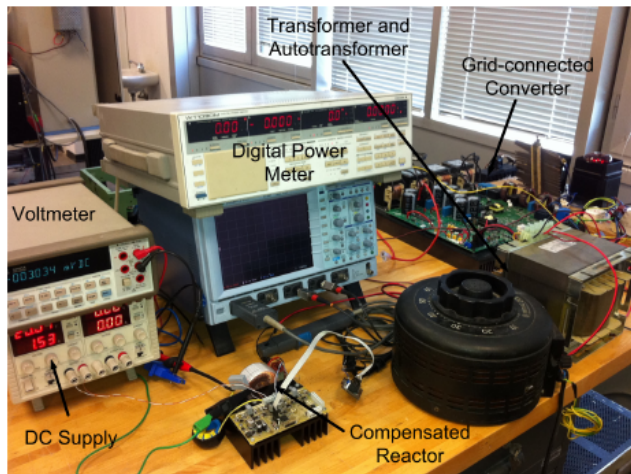
# Resultados práticos

Prototipo do reator,



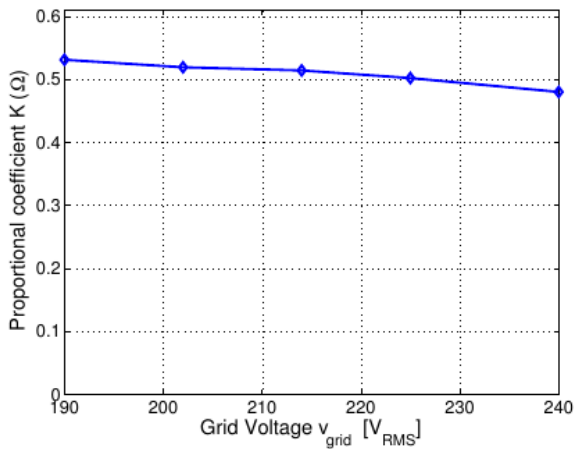
# Resultados práticos

Montagem completa,



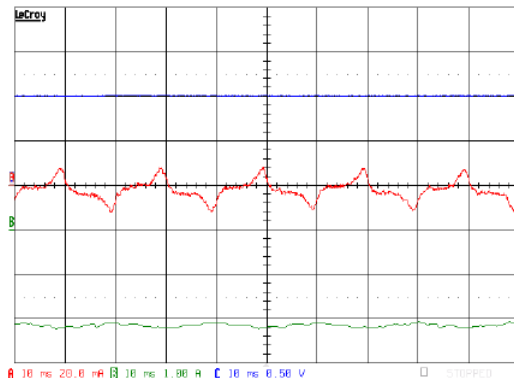
# Resultados práticos

## Linearidade do sensor



# Resultados práticos

Valor de H, corrente e compensação



- ▶ onda azul, valor da componente DC
- ▶ onda vermelha, corrente de saturação
- ▶ onda verde, corrente de compensação  $i_m$