

## Análise de Métodos Destinados à Estimação de Responsabilidades do Consumidor e da Concessionária Frente às Distorções Harmônicas em Pontos de Acoplamento Comum.

João V. P. Aravechia<sup>1</sup>, Ricardo A. S. Fernandes<sup>2</sup>.

1. Bolsista de IC - Universidade Federal de São Carlos - UFSCar; \*aravechia.93@gmail.com

2. Orientador - Professor Adjunto - Universidade Federal de São Carlos - UFSCar.

Palavras Chave: *distorção harmônica, contribuição harmônica, qualidade da energia elétrica.*

### Introdução

A grande proliferação de cargas não lineares tem contribuído para o aumento significativo das distorções harmônicas em redes primárias de distribuição de energia elétrica. Entretanto, níveis muito elevados de distorção harmônica podem prejudicar tanto os consumidores como a própria concessionária.

Desta forma, este projeto possui como objetivo principal a identificação das responsabilidades tanto do consumidor como da concessionária de distribuição de energia elétrica em relação à distorção harmônica medida em um Ponto de Acoplamento Comum (PAC).

### Resultados e Discussão

Com base em pesquisas existentes para identificar as parcelas responsáveis pela distorção harmônica no PAC, foram simuladas e implementadas algumas metodologias para efetuar esta tarefa. As metodologias alvo de análise foram escolhidas em função de sua repercussão na comunidade científica, onde considerou-se três métodos idealizados por grupos de pesquisa internacionais e nacionais que têm se destacado na área de determinação de responsabilidades relativas às distorções harmônicas. A metodologia utilizada por Fernandez e Nair consiste na análise de dados baseados em sinais de tensão e corrente adquiridos por um medidor. Os dados de tensão e corrente no PAC são normalizados e, em seguida, é aplicada a Transformada Rápida de Fourier. Assim, foram simulados 6 diferentes cenários, onde foi possível obter os resultados apresentados por meio da Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultados obtidos para o método de Fernandez e Nair.

Caso	$\hat{v}_n$	$\hat{i}_n$	$\hat{i}_{cn}$
1	0,09∠118,9°	0,09∠118,9°	0
2	0,03∠84°	0,14∠178,5°	0,1455∠-169,66°
3	0,08∠177,9°	0,05∠127,8°	0,0614∠36,59°
4	0,16∠149,4°	0,28∠112,1°	0,1809∠79,68°
5	0,21∠54,5°	0,21∠185,6°	0,3823∠-149,9°
6	0,09∠160,6°	0,22∠188,6°	0,1467∠-154,66°

Seguindo a Tabela 1,  $\hat{i}_{cn}$  representa a diferença entre a corrente e tensão medidas no PAC, as quais são respectivamente denominadas por  $\hat{i}_n$  e  $\hat{v}_n$ .

No método proposto por Santos, Oliveira e Macedo Junior, os autores empregaram uma modificação do Teorema da Superposição, onde é obtido o equivalente de Norton para o sistema elétrico sob análise e, na sequência, um filtro shunt sintonizável é instalado no PAC. Por meio dos dados de corrente que circulam pelo filtro, pelo consumidor e pela concessionária, torna-se possível identificar as parcelas de

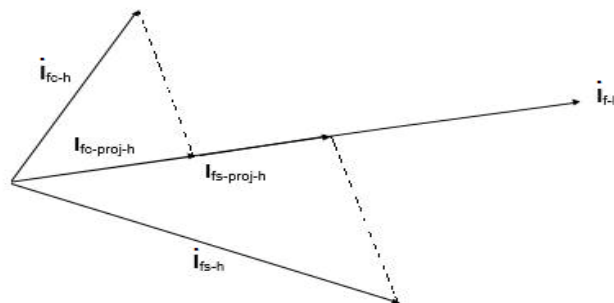
responsabilidades. A partir da simulação e implementação do método, os resultados da Tabela 2.

**Tabela 2.** Resultados obtidos para o método de Santos, Oliveira e Macedo Junior.

Corrente	Valor
$\hat{i}_{pac-in-5h}$	26,66∠27,8°
$\hat{i}_{pac-out-5h}$	21,57∠-70,42°
$\hat{i}_{f-5h}$	36,62∠63,47°

Por meio da Tabela 2,  $\hat{i}_{pac-in-5h}$  corresponde à corrente do 5º harmônico no lado da concessionária; a corrente  $\hat{i}_{pac-out-5h}$  corresponde ao 5º harmônico no lado da concessionária e  $\hat{i}_{f-5h}$  representa a corrente do 5º harmônico no ramo do filtro.

Vale ressaltar que, tanto nos dados da Tabela 1 quanto nos dados da Tabela 2 foi utilizada a projeção fasorial para identificar os responsáveis pelas distorções harmônicas. A Figura 1 ilustra o diagrama fasorial utilizado no método da superposição modificada.



**Figura 1.** Diagrama fasorial das correntes do sistema elétrico.

### Conclusões

No total, foram simulados seis diferentes estudos de casos para verificar a metodologia proposta por Fernandez e Nair, onde verificou-se que os resultados são condizentes com os apresentados no trabalho dos autores. Ressalta-se que a metodologia utilizada nesta literatura parte do pressuposto que a impedância da rede é indutiva. Os resultados obtidos por meio da implementação do método proposto em Santos, Oliveira e Macedo Junior foram também bastante satisfatórios, pois, o método de superposição modificado foi capaz de indicar corretamente as parcelas de contribuições de cada lado do circuito.

### Agradecimentos

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.