

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: VI Seminário de Inovação e Tecnologia

ADEQUAÇÕES NO CIRCUITO DE ACOPLAMENTO PLC PARA UTILIZAÇÃO EM SUBESTAÇÕES DE ENERGIA ELÉTRICA¹

Leonardo Sostmeyer Mai², Luís F. Sauthier³, Caroline D. Commandeur⁴, Maurício De Campos⁵, Paulo S. Sausen⁶.

¹ Projeto desenvolvido pelo Grupo de Automação Industrial e Controle do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias

² Bolsista PROBITI FAPERGS, acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da Unijuí

³ Bolsista PIBIC CNPQ, acadêmico do curso de Engenharia Elétrica na Unijuí

⁴ Bolsista PIBIC Unijuí, acadêmica do curso de Engenharia Elétrica da Unijuí

⁵ Professor do curso de Engenharia Elétrica, DCEEng Unijuí

⁶ Professor do Curso de Ciência da Computação, DCEEng Unijuí

1. INTRODUÇÃO

Devido as constantes evoluções tecnológicas e o conforto que elas proporcionam para nossas vidas, a energia elétrica é hoje tão necessária quanto à água. Porém, isso acarreta no exponencial aumento do consumo de energia. Para acompanhar esse crescente consumo, é necessário investir em novas fontes de energia além de aprimorar a qualidade energética entregue aos consumidores. O desenvolvimento de novas tecnologias de análise e controle é o caminho para obter-se a qualidade energética necessária para suprir a demanda atual. De tal forma que, a análise da qualidade de energia é uma ferramenta fundamental para a detecção e previsão de falhas.

Com o advento de tecnologias de automação e controle, um novo conceito é elaborado para este ramo, são as chamadas redes inteligentes (Smart Grids). Existem várias definições para o conceito de redes inteligentes, mas todas convergem para o uso de elementos digitais e de comunicações nas redes que transportam a energia. Esses elementos entre várias funções, possibilitam o envio de uma gama de dados e informação para os centros de controle, onde eles são tratados, auxiliando na operação e controle do sistema como um todo (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2010). Entre esses elementos, destaca-se a utilização da tecnologia PLC (Power Line Communications) para realizar o monitoramento, em tempo real, de subestações de energia elétrica subterrâneas. O emprego da tecnologia PLC neste cenário apresenta diversas vantagens, principalmente por conta do ambiente das subestações. Por estas serem subterrâneas, o ambiente em questão dificulta o uso de tecnologias wireless e estruturas cabeadas. Neste contexto a tecnologia PLC apresenta-se como solução, pois utiliza a estrutura de cabos elétricos já existentes para transferência de dados.

Este artigo aborda as alterações necessárias no circuito de acoplamento PLC padrão, proposto pelo fabricante, a fim de adequá-lo à operação no ambiente já citado. Isso se faz necessário, uma vez que, o circuito padrão foi desenvolvido voltado para utilização residencial e comercial. Portanto, situações às quais a impedância resultante da rede elétrica é alta (IEEE, 1980). Em contrapartida, a impedância registrada no secundário de uma subestação será muito menor, por conta de cada unidade consumidora atuar como uma carga em paralelo (AHOLA, 2003). Este estudo estende os resultados parciais obtidos com um projeto de pesquisa, cujo principal objetivo é o monitoramento

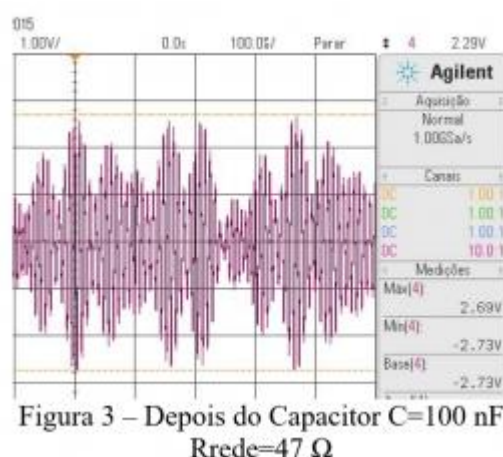
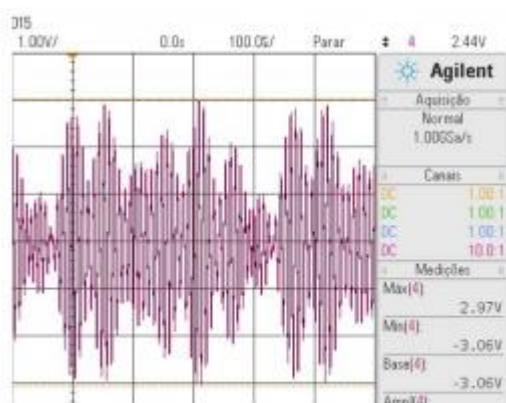
Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: VI Seminário de Inovação e Tecnologia

Impedâncias resultantes em redes elétricas residenciais variam entre 10 Ω ; e 60 Ω ; (IEEE,1980). Sendo 50 Ω ; um valor comumente utilizado para análise deste sistema de comunicação (TEXAS INSTRUMENTS, 2009). Inclusive, o fabricante do modem PLC recomenda sua utilização em redes elétricas com no mínimo 5 Ω ; para o seu correto funcionamento (ECHELON, 2008). Entretanto, linhas de distribuição de energia no secundário de uma subestação de energia apresentam valores de impedâncias resultantes muito abaixo desses valores, isso ocorre por conta de todas as unidades consumidores atuarem como cargas em paralelo, além disso, o cabo empregado na linha de distribuição apresenta seção transversal muito maior, portanto, menor resistência. Esse valor de impedância varia conforme a potência total do circuito e a carga instalada, sendo, portanto, um valor variável no tempo. Essa impedância assumirá então, valores usuais menores que 1 Ω ;, tendendo a 0 Ω ; conforme a carga instalada no circuito aumenta. (AHOLA, 2003).

Com base nestas informações, foram realizados testes em laboratório, nos quais, foram adicionadas impedâncias à saída do circuito de acoplamento do PLC. A fim de determinar a relação entre a escolha do capacitor C101 com o nível de atenuação do sinal, dependendo também, da impedância resultante na saída. A atenuação foi determinada através da medição da amplitude do sinal, antes e depois do capacitor de acoplamento.

3. RESULTADOS OBTIDOS

Primeiramente, o circuito foi testado utilizando os valores de referência, descritos pela Echelon no datasheet do produto. Portanto, como o modem irá operar na banda C (110 kHz a 170 kHz) C101 adotado foi de 100 nF. Foram realizados 2 ensaios, o primeiro com impedância de rede 47 Ω ;, valor usual para redes domésticas. Já o segundo, o valor da impedância foi alterado para 1,8 Ω ;, valor próximo do real para o ambiente de operação. As formas de ondas obtidas por osciloscópio, para o primeiro caso, são mostradas nas figuras 2 e 3 sendo respectivamente antes e depois do capacitor C101.



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: VI Seminário de Inovação e Tecnologia

Analisando as figuras 2 e 3 é possível perceber uma redução na tensão de 6,03 V para 5,43 V. Considerando que atenuação é $20\log(v_{out}/v_{in})$ [dB], para este caso será -0,9 dB. Da mesma forma, as figuras 4 e 5 representam a atenuação quando a impedância de rede é reduzida para 1,8 Ω . Para este caso, a atenuação foi de -19,88 dB.

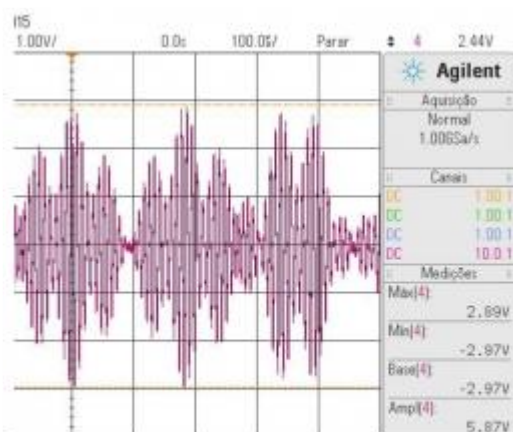


Figura 4 - Antes do Capacitor C=100 nF
Rrede=1,8 Ω

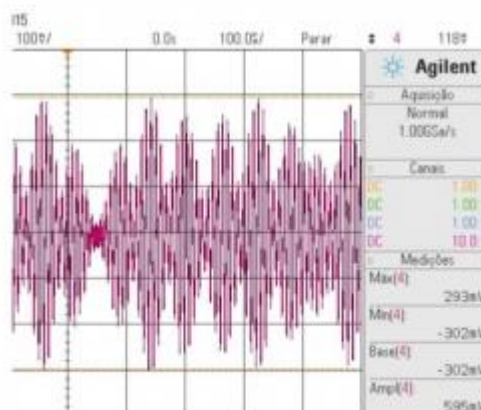


Figura 5 - Depois do Capacitor C=100 nF
Rrede=1,8 Ω

Por fim, foi alterado o valor de C101 para 1 μ F com a intenção de reduzir a atenuação, quando Rrede for 1,8 Ω , para um valor menor que 1 dB. Os resultados dessa alteração são mostrados nas figuras 6 e 7. Nesta situação, a atenuação foi de apenas -0,27 dB, comprovando que este valor de capacitor atende as necessidades do projeto.

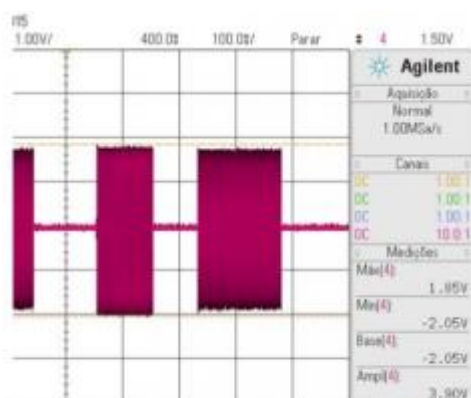


Figura 6 - Antes do Capacitor C=1 μ F
Rrede=1,8 Ω

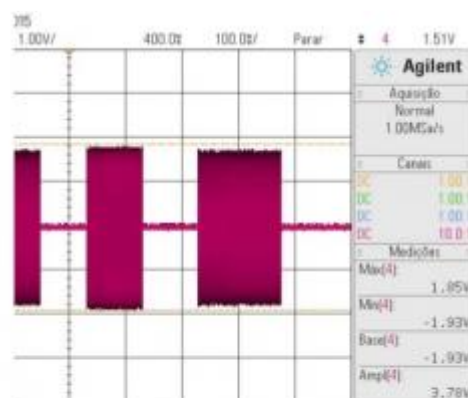


Figura 7 - Depois do Capacitor C=1 μ F
Rrede=1,8 Ω

4. Considerações Finais:

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: VI Seminário de Inovação e Tecnologia

Neste artigo foram apresentados os resultados práticos de testes realizados em laboratório, que sustentam a necessidade de adequação do circuito de acoplamento do sinal PLC à rede elétrica, quando o mesmo for utilizado em subestações de energia. Enquanto que o circuito de referência apresentado pelo fabricante do equipamento foi projetado para operar com impedâncias de rede entre 10 Ω ; e 60 Ω ;. Os valores resultantes em uma subestação de energia são muito mais baixos, iniciando em 1 Ω ; e tendendo a 0 Ω ; conforme a carga instalada é aumentada. Como visto, essa baixa impedância gera uma alta atenuação no sinal causada pela divisão de tensão entre tal impedância e o capacitor de acoplamento. Atenuação, que chegou a 19,88 dB, fator esse que impossibilitava o correto funcionamento do sistema.

Tal situação foi resolvida com a alteração do capacitor C101 de 100 nF para 1 μ F, o que reduziu a atenuação do sinal para menos de -1 dB. Este estudo demonstra que é prudente, quando da utilização de sistemas PLC, por acoplamento capacitivo, realizar um estudo da rede de transmissão onde o sistema será instalado. A fim de adequar o circuito de acoplamento com a impedância de rede equivalente.

Palavras-chave:

Acoplamento PLC, Impedância de rede, Atenuação.

Agradecimentos:

Os autores agradecem o apoio da Companhia Estadual de Energia Elétrica - CEEE, da Fapergs pela bolsa de iniciação tecnológica e da UNIJUÍ.

Referências Bibliográficas:

AHOLA J. Applicability of power-line communications to Data transfer of on-line condition monitoring Of electrical drives. 2003. 141 p. Tese de Doutorado. Lappeenranta University of Technology. Lappeenranta, Finlândia. 2003.

BRASIL. Ministério de minas e energia. Grupo de trabalho de redes elétricas inteligentes. Smart Grid. 2010. Disponível em:

http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/acoes/Energia/Relatorio_GT_Smart_Grid_Portaria_440-2010.pdf Acesso em: 24 de jun. de 2016.

ECHELON. PL 3120 /PL 3150/PL 3170 Power Line Smart Transceiver Data Book. 2008. Disponível em:

http://www.echelon.com/support/documentation/manuals/transceivers/005-0193-01B_PL_Data_Book.pdf Acesso em: 20 de jun. de 2016.

IEEE. An American National Standard: IEEE Guide for Power-Line Carrier Applications, 1980. 84 p.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: VI Seminário de Inovação e Tecnologia

TEXAS INSTRUMENTS. A Powerline Communication Line Driver Requirement. 2009.
Disponível em: <http://www.ti.com/lit/an/sboa120/sboa120.pdf> Acesso em: 28 de jun. de 2016.