Power Line Communication - Uma Breve Apresentação



Ronie Weslei Muller[1];
[1] *FACEAR - Faculdade Educacional Araucária;*

RESUMO
Este estudo visa fazer uma breve apresentação da tecnologia de comunicação Power Line Communication através de uma revisão bibliográfica, bem como algumas de suas principais características e as normas que regem atualmente esta forma de comunicação. Também serão apresentados estudos sobre suas aplicações, características e problemas encontrados em sua utilização em diferentes atividades de nossa sociedade. Por fim são levantadas futuras aplicações para esta tecnologia de comunicação os perigos que ela envolve em não se utilizar ferramentas que garantem a integridade dos dados e a autenticação dos vários componentes que possam integrar uma rede.

Palavras chave: Comunicação através da rede elétrica, PLC (*Power Line Communications*), Comunicação de dados.

ABSTRACT
This study looks at the purpose of to make a brief presentation of the Power line communication technology through a bibliographic review, as well as some of its main features and the rules that currently governing this form of communication. Studies about their applications, features, and problems encountered in their utilization in different activities in our society, will also be presented. To finish it up, will be raised future applications for this communication technology, and the dangers that it involves in do not use tools that guarantee the integrity of the authentication data of the several components that can integrate a network.

Key Words: Communication through the power grid, PLC (Power Line Communications), data communication.

1. INTRODUÇÃO

Embora somente haja pouco tempo o conceito de transmissão de dados utilizando a rede de distribuição de energia elétrica tenha tomado espaço na mídia, Faccione et. al. (2008) relatam que os primeiro experimentos relatam de 1838, tendo sido registrada a primeira patente em 1897. Ainda Faccione et. al. (2008) trazem a informação que o uso comercial se iniciou em 1913 a qual era utilizada somente para a comunicação de dados até a taxa de 9,6kbps (kilo bits por segundo) e de voz entre as subestações de

transmissão de energia elétrica, 69kV à 500kV, sendo inicialmente designada por PLC (Power Line Carrier).

Durante muito tempo a sua utilização se deu de forma limitada, devido falta de ferramentas tecnológicas que possibilitassem contornar os efeitos da impedância, ruídos harmônicos e atenuação que existem da linha de transmissão de energia elétrica.

Como desenvolvimento dos primeiros microcontroladores e então do surgimento dos DSP (*Digital Signal processing*) as limitações puderam ser contornadas e na década de 1980 a tecnologia PLC (*Power Line Communication*) operando em até 144kbps (Faccioni et. al., 2008).

Com os avanços da década de 1990 e o início do século atual, o sistema expandiu sua capacidade ao ponto de que taxas da ordem de 200 Mbps (Mega bits por segundo) em BB (*Broadband*) sejam possíveis (Antoniali, 2013), permitindo que operadores do sistema elétrico possam utilizar a sua infraestrutura para que sistemas *SMART GRIDS* (Sistemas de distribuição de energia elétrica inteligentes) sejam implementados e que até a distribuição de internet para a população possam ser efetuados.

Como *SMART Grids* podemos considerar sistemas de telecontrole na distribuição energia elétrica, medição remota de diversos parâmetros da rede, de tarifação dos consumidores e sistemas de alerta de falhas, sendo estes sistemas próprios para distribuição de energia elétrica e a sua utilização para conduzir também informações, permite economia de recursos físicos (Yigit et. al., 2014), como cabos metálicos para transmissão de dados, cabos de fibra óptica e link de rádio.

2. DESENVOLVIMENTO

Inicialmente a PLC foi se desenvolvendo de maneira independente entre os diversos centros de pesquisa e desenvolvimento, sendo que a comunicação se dava originalmente da forma SISO (*Single-input single-output*) utilizando-se poucas portadoras e tendo uma taxa de transferência de dados de pequena ordem, situação que foi complementada pela tecnologia MIMO *(multiple-input multiple-output),* a tecnologia de múltiplas entradas e múltiplas saídas permite a formação de um sistema de comunicação com propriedades de rede de comunicação, o fato de que múltiplos equipamentos possam se utilizar dos recursos físicos de comunicação exigiu a organização de um protocolo de comunicação com endereçamento dos componentes da rede.

Originalmente a modulação da PLC era em FSK, esta modulação permite somente a transferências de taxas pequenas de dados, dada a quantidade de símbolos

diferentes que podem ser produzidos em seus sistemas de modulação, a cada transição de ‘zero’ para ‘um’ ou o contrário, há a mudança em 180º da fase do sinal (Young, 2006) da portadora.

No momento atual tem-se a divisão do PLC (Berger et. al., 2014) em:

1. *Ultra narrowband* (UNB), que opera a uma taxa de transferência muito baixa com a utilização de frequências ULF (*Ultra-low-frequency band*, 0,3-3kHz) e SLF (*super-low-frequency band*, 30-300Hz), utilizado especialmente em AMR *(Automated meter reading*).
2. *Narrowband* (NB) operando em VLF (*Very-low-frequency*), LF (*low-frequency*) e parte da MF (*Medium-frequency*) o range de frequência varia de um imite inferior de 3 kHz até um limite superior de 500kHz, dependendo do país, tendo ainda como subdivisão.
    a. *Low Data Rate* (LDR) constituído por uma portadora única e baixa taxa de transferência de dados.
    b. *High data rate* (HDR) com taxa de transferência ficando entre 10kbps e 500kbps, já utilizando o OFDM *(orthogonal frequency division multiplexing*).
3. Broadband (BB) operando em MF (*medium-fequency*), HF (*High-frequency*) e VHF (*Very-high_frequency*) abrangendo o range de 1,8MHz até 250MHz.

Quanto a padronizações e especificações internacionais Berger et. al. (2014) dividem a Power Line Communications em:

1. ULN em RCS (*ripple carrier signalling*), TWACS (*two-way automatic communications system*), *turtle system.*
2. Narrowband
    - LDR , ISO/IEC 14908-3, ISO/IEC 14543-3-5, CEA-600.31, IEC 61334-3-1, IEC 61334-5-2, IEC 61334-5-1, Insteon, X10, HomePlug C&C, SItred, Ariane controls, BacNet.
    - HDR, ITUT-TG.9902, ITUT-TG.9903, ITUT-TG.9904, IEEE1901.2, PRIME E G3-PLC.
3. Broadband, TIA-1113/HomePlug1.0, ITUT-TG.hn, IEEE 1901/HD-PLC, IEEE 1901/HomePlugAV, ISO/IEC 12139-1, HomePlug AV2, HomePlug GP, UPA Powermax, Gigle MediaXtreme.

Em seu artigo, Tonello et. al. (2014) e Zattar et. al. (2012) relatam que a camada física do Power Line Communication pode ter sua velocidade de comunicação estendido

até 1Gbps e trabalhando com uma frequência que até 300Mhz e 1266 canal, ainda relata que nos testes feitos há uma redução na velocidade de transmissão na ordem de 70,153 kbps/m.

A grande atenuação justifica a utilização do sistema PLC de alta taxa de transmissão em sistemas maduros designados "*indoor*" onde as distancias envolvidas não são muito grandes, sendo também uma boa opção para a milha final do sistema de distribuição de internet, devido a já existência do sistema elétrico que será o meio físico de trânsito (Melit et. al., 2012) para o sinal este acaba sendo uma alternativa econômica para o serviço ADSL, cabo ou sistema wireless. A utilização do sistema PLC na milha final é a solução ideal pois devido a características construtivas dos transformadores e sua baixíssima resposta a sinais de grande frequência.

Outro problema (Zattar et. al., 2012) que o sistema PLC possui é o compartilhamento do sistema de distribuição de energia elétrica com o transporte das portadoras, este compartilhamento permite que as portadoras que estão a transmitir o sinal sofram influencia de ruídos oriundo de outro equipamentos que esteja ligados a rede elétrica (Milioudis et. al., 2013), equipamentos como fontes chaveadas, reatores de lâmpadas fluorescentes, motores de barbeadores, batedeiras e liquidificadores possuem comutadores e escovas que ao interagirem em alta velocidade induzem harmônicos na rede elétrica que se propagará por todo circuito interligado e quanto maior for o caminho a ser percorrido pelo sinal, maiores serão os problemas de erro e solicitação de retransmissão de pacotes.

Outro problema de interferência enfrentado (Zattar et. al., 2012) é a indução eletromagnética oriundas de outras fontes de emissão como descargas atmosféricas, indução eletromagnéticas oriundas de outros meios de comunicação como rádios comunicadores, VHF, HF e UHF, podendo ser ele com finalidade comercial, segurança serviços de emergência ou amadora.

Consideradas as limitações que o sistema possui Zattar et. al. (2012) relatam a avaliação por eles feitas, em um conjunto de casas populares, onde o parâmetro avaliado foi a eficiência com que o sistema se comportou quando diversos tipos de cargas foram inseridos no ambiente onde a análise era efetivada e a eficiência de 30% até 78%.

Smart Grids é o processo de automatização das redes de distribuição de energia elétrica e esta automatização consiste em ligar e desligar cargas, fazer leitura de parâmetros sejam ele para fim de tarifação e/ou de monitoração de condições de linha de transmissão, Milioudis et. al. (2015) descrevem que a análise da propagação do sinal PLC pode ser importante ferramenta para se diagnosticar a impedância da rede e com

isso reconhecer situações de comportamento anormal da mesma, embora o reconhecimento do padrão ideal do funcionamento normal da rede não seja uma tarefa tão simples, pois a todo instante se está inserindo e retirando carga da mesma, mas uma analise a longo prazo permite o reconhecimento de padrões “normais” de funcionamento.

Konaté et. al. (2010) relatam que a utilização de PLC na comunicação entre um motor e um inversor de frequência possui viabilidade de ser utilizado em aplicações onde o tempo de resposta não seja critico, pois o seu estudo revelou que podem ocorrer atrasos da ordem de 8ms.

A aplicação em PLC tem sido levada para outros ambientes, Degardin et. al. (2013) estudaram a viabilidade da aplicação de PLC no controle das luzes da cabine de aeronaves, eles estudam o controle das luzes, pois não é uma aplicação critica, onde atrasos de propagação ou funcionamento anormal não irá interferir de maneira significativa no controle da aeronave.

Outro ambiente onde o PLC pode ser utilizado é o Hospitalar, este ambiente possui questões criticas quanto a utilização de radiocomunicações pois estas podem interferir em equipamentos de diagnostico e monitoramento de pacientes, desta forma a utilização de *Bluethoot* e wifi devem ser utilizados com cautela, propondo uma alternativa a transferência de informação sem fio neste ambiente Ding et. al. (2015) estudaram a utilização de um sistema hibrido entre a tecnologia PLC e a tecnologia *Visible Light communication* (VLC, comunicação por luz visível), este sistema funcionaria com o PLC enviando a comunicação até o led onde este modularia sua iluminação levando os dados até o dispositivo fim, como em um ambiente possuem varias lâmpadas um dispositivo fim pode receber iluminação de varias fontes minimizando assim o efeito sombra, o link de subida da informação se daria através de leds infravermelhos embarcados no dispositivo fim e photo-diodos por efeito avalanche próximos aos leds, receberiam os dados e os entregariam a rede através do modem PLC.

3. CONCLUSÃO

Embora a tecnologia PLC seja datada do inicio do século passado somente recentemente a sua aplicação de forma mais efetiva se deu em nossa sociedade, a sua aplicação só se tornou possível depois de avanços na tecnologia de modulação e processamento de dados.

Quando a tecnologia tornou mais eficaz, a PLC encontrou espaço em nossa vida cotidiana, podemos aplicar PLC de forma *indoor* da distribuição de internet em um ambiente residencial, num futuro próximo esta tecnologia estará sendo utilizada para

controlar diversos dispositivos em uma residência e teremos a sua aplicação em um novo ramo de automação a domótica, controle de iluminação, acesso, simulação de presença, controle de alarmes, consumo de energia em diferentes cômodos e cargas poderão ser apuradas com a utilização de PLC.

Na indústria veremos que sinais não tão críticos estão sendo trafegados por PLC, minimizando assim o cabeamento necessário ao controle e monitoramento de máquinas e equipamentos.

Na distribuição de energia elétrica os sistemas serão a cada dia mais controlados e monitorados a distância é claro que para isso, sistemas de controle e de autenticação de usuários e pesadas criptografias devem ser considerados, pois como os sistemas de energia elétrica são interligados, a queda de uma linha de transmissão pode desencadear um *blackout,* a criação de um sistema com grande imunidade a ataques cibernéticos tanto de indivíduos quanto de governos devem ser rigidamente considerados na sua implantação e a sua interligação a redes mais extensas onde um simples equipamento com um firmware alterado pode comprometer toda a distribuição de energia elétrica de um país.

4. REFERÊNCIAS

ANTONIALI, Massimo; TONELLO, Andrea M.; VERSOLATTO, Fabio*; **A Study on the Optimal Receiver Impedance for SNR Maximization in Broadband PLC***. Journal of Electrical and Computer Engineering. Hindawi Publishing Corporation, 2013.

BERGER, Lars T. et al. *MIMO Power Line Communications: Narrow and Broadband Standards, EMC, and Advanced Processing*. Boca Raton: CRC Press, 2014.

DEGARDIN, V. et al. ***Theoretical Approach to the Feasibility of Power-Line Communication in Aircrafts***. IEEE Transactions on vehicular Technology, v.62, n.3, mar. 2013.

DING, Wenbo, et al. ***A hybrid Power line and visible light communications system for indoor hospital applications***. Computer in Industry, n. 68, p. 170-178, fev. 2015.

FACCIONI, André U.; TRICHEZ, Lucas M.; MACEDO, Ronaldo L**. Analise Sobre a Tecnologia PLC**. http://revista.ctai.senai.br/index.php/edicao01/article/view/48. Acessado em 17 de Jan. de 2016.

KONATÉ, Christophe, et al. ***Power Line Communication in Motor Cable of Inverter-Fed Electric Drives***. IEEE Transactions on Power Delivery, v. 25, n. 1, jan 2010.

MELIT, M. et al. ***Modeling of the transmissions of Power line communication signal through the Power electric transformer****.* Ann. Telecommun. Springer-Verlag, v. 67, p. 447-454, 2012.

MILIOUDIS, Apostolos N. et al. ***Detection and Location of High Impedance Faults in Multiconductor Overhead Distribution Lines Using Power Line Communication Devices***. IEEE Transactions on Smart Grid, v.6, n.2, mar. 2015.

MILIOUDIS, Apostolos N. et al. ***Modeling of Medium-Voltage Power-line Communication Systems Noise Levels***. IEEE Transactions on Power Delivery, v. 28, n. 4, oct. 2013.

TONELLO, Andrea M; VERSOLATTO, Fabio; PITTOLO, Alberto. ***In-Home Power Line Communication Channel: Statistical Characterization***. IEEE TRansactions on Communications, Vol. 62. N. 6, p. 2096-2106, Jun 2014.

YIGIT, Melike et al. ***Power line communication technologies for smart grid applications: A review of advantages and challenges***. Computer Networks, n. 70, p. 366-383, jun. 2014.

YOUNG, Paul H. **Técnicas de comunicação eletrônica**. Tradução de José Roberto Amazonas. 5. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

ZATTAR, H.; CORRÊA, P.; CARRIJO, G.; ***Analysis, Measurement and Evaluation of Power Line Communication Network Applied for Popular House***. IEEE Latin America Transactions, v. 10, n. 1, p. 1283-1288, jan 2012.