

Nos Lares e Empresas do Brasil: Tecnologia PLC

Resumo

Este artigo trata da tecnologia PLC (Power Line Communications) utilizada para transmissão de informação via rede elétrica. A tecnologia PLC vem como uma solução de acesso rápido à Internet e também para redes locais aproveitando a estrutura já existente de cabos elétricos. Serão apresentados conceitos básicos para que se possa entender o funcionamento do PLC, bem como detalhes técnicos que tornará mais clara a funcionalidade dessa tecnologia. Também será apresentada uma visão comercial do PLC, apresentando as suas vantagens, tanto para as operadoras, provedores de acesso e usuários finais e suas limitações. Finalizando, o estudo será abordada a realidade do PLC no Brasil e os testes realizados por algumas das principais concessionárias de energia do país em diversos períodos, avaliando-se a melhoria da qualidade no nível de serviço.

Palavras-Chave: PLC (Power Line Communications); Empresas: Tecnologia

1- Introdução

O uso das redes de distribuição de energia elétrica como meio de transmissão de sinais de comunicação é bastante difundido entre as Empresas de Energia Elétrica. Circuitos de baixa e de alta tensão vêm sendo utilizados desde a década de 60 para o transporte de informações operacionais de voz, comando e controle dessas empresas. São bastante conhecidos e utilizados pelas empresas os Sistemas *Power Line Carrier* (Onda Portadora em Linhas de Alta Tensão – OPLAT), de acoplamento capacitivo às Linhas de Alta Tensão. São, também, exemplos de aplicação dessa tecnologia sistemas de baixa velocidade para o controle/comando de reatores na rede de baixa tensão que, por exigirem baixas taxas de transmissão, permitem a utilização de canais de transmissão com portadoras de baixas frequências. A crescente demanda por serviços de telecomunicações e a falta de infraestrutura física de telecomunicações suficiente para levar esses sinais até o usuário final tem atraído o interesse dos fabricantes para a utilização das redes de distribuição de baixa e média tensão como suporte para esse tipo de aplicação, que exige largura de banda maior que os tradicionalmente utilizados. A utilização de redes de distribuição de baixa e média tensão para o transporte de sinais de banda larga conduziu ao aperfeiçoamento da tecnologia já existente, dando origem à tecnologia PLC Banda Larga, objeto de estudo deste projeto. O PLC a tecnologia que se utiliza à rede elétrica de distribuição como meio físico para o transporte de sinais de dados, vídeo e voz aproveitando a estrutura já previamente instalada. O sistema PCL é composto por um equipamento denominado MASTER instalado em um ponto próximo ao transformador de energia elétrica, a partir do qual o sinal é injetado nos cabos da instalação elétrica, assim o sinal PLC fica disponível em toda a estrutura elétrica ligada ao circuito desse transformador fazendo com que qualquer tomada de energia se transforme num

ponto da rede PLC. Na outra ponta do sistema, um modem PLC é conectado a uma tomada elétrica para receber o sinal transmitido pelo MASTER. É esse modem que faz a decodificação dos sinais elétricos em sinais de informação.

2-Objetivo

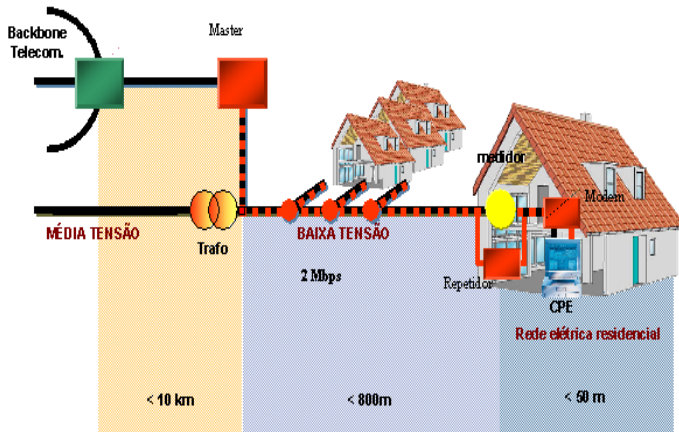
A proposta é explicar como a nova tecnologia pode propiciar aos mais de quatro milhões de habitantes da Zona Leste, ou seja, 40% da população da capital uma Internet banda larga de alta qualidade e de custo mínimo baseada na tecnologia PLC. Esse serviço a médio prazo seria custeado pelas emissoras de TV digital, pois é importante para estas a interatividade com o usuário. Para alcançar a meta de atender essa demanda estamos buscando uma parceria com a empresa de distribuição de energia elétrica da cidade de São Paulo e que detém o direito de concessão da tecnologia, (TANENBAUM, 2003 *Tanenbaum* ficou envolvido com as discussões do Usenet durante 1992 com Linus Torvalds, criador do Linux, sobre os méritos básicos de Torvalds usando núcleo monolítico em vez de micronúcleo que Tanenbaum achou que era o meio do futuro. Ele também implementou o Sistema operacional distribuído Amoeba.). [1]

3 – PLC x Power Line Carrier

Sistemas de Power Line Carrier, chamados no Brasil de OPLAT (Ondas Portadoras em Linhas de Alta Tensão), têm sido utilizados pelas empresas de energia elétrica desde a década de 1920. Estes sistemas foram e ainda são utilizados para telemetria, controle remoto e comunicações de voz. Os equipamentos são muito robustos e, normalmente, tem uma vida útil superior a trinta anos. Somente recentemente, com o avanço de instalação de fibras ópticas e barateamento de sistemas de telecomunicações, diversas empresas de energia elétrica decidiram abandonar o velho e bom *Carrier*. Em efeito resposta, os fabricantes estão deixando de produzir estes equipamentos por falta de demanda. Algumas poucas aplicações de banda estreita em residências e sistemas de segurança e automação predial utilizam ainda sistemas de Power Line Carrier de banda estreita, baixa velocidade e com modulação analógica. Porém o Power Line Carrier não suporta transporte de um grande volume de informação, sendo necessário então o desenvolvimento de uma outra tecnologia. Como ainda não há padrão essas distâncias variam conforme o fabricante e as características da rede elétrica do local. Para a rede PLC comunicar com a Internet podemos utilizar qualquer dos tipos de Internet Banda Larga disponível no Mercado (xDSL, Frame Relay, Fibra Óptica, Cable, Rádio). No caso de uma pequena rede doméstica o equipamento usado é o PLC padrão HOMEPLUG que serve como adaptador entre os computadores e até mesmo entre impressoras de rede e a rede elétrica da edificação. Esses adaptadores geralmente disponibilizam taxas de transmissão de 45Mbps e um alcance de 300m, segundo a normatização do padrão HOMEPLUG, (CASTELLS, 1999)[2]

Figura 1: Esquema detalhado de uma Rede PLC;

CONFIGURAÇÃO TÍPICA - PLC



Fonte: site CEMIG. [3]

O “Modem” provê ao assinante um ponto de rede, ao qual podem ser conectados diversos serviços de telecomunicações, tais como, telefone, fax, microcomputador, internet, vídeo, medição de consumo de energia, automação residencial e outros. Todos os equipamentos que estão conectados via PLC, ou seja, para imprimir um documento do Computador Desktop, basta configurar a impressora e a impressão sairá em qualquer tomada, já que todos estão em rede local. Os telefones da casa podem funcionar como uma simples extensão ou como ramais definidos por uma central PABX também conectados a rede PLC. O mesmo pode acontecer em uma instalação comercial onde várias linhas são instaladas ou mesmo um prédio com vários apartamentos residenciais. Enfim, todas as tomadas elétricas fazem parte de uma Rede Local, bastando habilitá-las instalando nas mesmas um equipamento PLC, melhor dizendo a rede elétrica se tornou um grande barramento de comunicação de Dados, Voz e Vídeo. Os serviços de telecomunicações em uma rede PLC estão baseados no protocolo TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). A conexão entre o backbone e as portas do roteador pode ser realizada por enlaces seriais síncronos, utilizando protocolos HDLC (High-level Data Link Control) ou PPP (Point to Point Protocol) sobre transporte SDH (Synchronous Digital Hierarchy). Geralmente é utilizado o modelo de DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) como servidor e base de dados centralizada. O “DHCP Server” em conjunto com a base de dados irá prover autenticação aos assinantes e o endereçamento IP privado, dinamicamente designado aos assinantes. O DHCP também designa os parâmetros de Gateway de rede, DNS (Domain Name System) primário e DNS secundário. O endereço IP designado pelo “DHCP Server” aos assinantes será privado (não válido), ou seja, para trafegar na Internet será necessária uma tradução para um endereço público (válido), que é feita por um servidor NAT (Network Address Translation). Esta técnica visa diminuir a quantidade de endereços IP’s públicos fornecidos e proteger o assinante de ataques externos. Para proteger a rede de ataques e outros acessos indevidos será utilizado um sistema Firewall. O sistema Firewall verifica apenas o cabeçalho de cada pacote, definindo o que ocorrerá com tais pacotes, atuando como um filtro de pacotes. Basicamente, só entende endereço IP, máscara de sub-rede, portas e tipos de protocolos. Não analisa o conteúdo do pacote. Realmente é possível ter vários ramos de redes PLC, tantas quantas forem necessárias para atender a demanda dos milhares e por que não dizer milhões de clientes

em potencial dos serviços de telecomunicação que se tornarão muito mais acessíveis com a utilização da maior rede onipresente que existe que é a rede de distribuição de energia elétrica, (SOARES et. alli, 1995). [4]

4- A arquitetura de método de esboço

O sistema PLC utiliza duas faixas de frequência. A primeira faixa está compreendida entre 1MHz e 12MHz e é utilizada para transmissão "Outdoor". É nesta faixa de frequência que haverá comunicação entre o "Master" e os "Modems" mais próximos dos transformadores e entre o "Master" e os "Repetidores". A outra faixa de frequência compreendida entre 18MHz e 26MHz é utilizada para transmissão "Indoor" entre "Repetidores" e "Modems". Há muitas escolhas possíveis de modulação para o sistema de comunicação do PLC, cada uma tem suas vantagens específicas e desvantagens. A sequência direta de espalhamento do espectro, DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum): A técnica da modulação do espectro de propagação é usada extensamente em aplicações militares. Fornece uma densidade espectral da potência muito baixa espalhando a potência do sinal sobre uma faixa de frequência muito larga. Este tipo de modulação requer, conseqüentemente, uma largura de faixa muito grande para transmitir diversos Mbits/s. Como a largura de faixa disponível é limitada, esta técnica é ideal para transmitir taxas de dados mais baixas nos cabos de energia elétrica. Multiplexação por divisão de frequência ortogonal, OFDMn (Orthogonal Frequency Division Multiplexing): A multiplexação por divisão de frequência ortogonal consiste em um grande número de portadoras estreitas distribuídas, lado a lado. Esta modulação adapta-se facilmente às características de variação do canal, sendo as portadoras interferidas eliminadas, obviamente havendo a correspondente diminuição na taxa de transmissão. A desvantagem do OFDM é a necessidade de um amplificador de potência altamente linear, para evitar as interferências nas faixas de frequências mais elevadas devido aos harmônicos das portadoras. Tais harmônicos são gerados na faixa não-linear do amplificador de potência e representam um fato importante nas técnicas de modulação. Modulações estreitas da faixa, GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying): A Modulação GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) é o mesmo método de modulação utilizado na modulação GSM (Global System for Mobile Communications). O GMSK é um tipo especial de modulação de faixa estreita que transmite os dados na fase da portadora, resultando um sinal de envelope constante. Isto permite o uso de amplificadores menos complexos, sem produzir distúrbios harmônicos. O sistema multi-portadoras GMSK pode ser considerado como um sistema OFDM banda larga. O GMSK tem um formato de espectro do tipo Gaussiano, daí a origem do seu nome. O sistema do PLC emprega a codificação para correção de erro. Isto permite a correção de erros de transmissão no lado da recepção. Um código de relação 1:2 é usado, implicando que os dados transmitidos estão duplicados, isto é, para cada bit de dados o sistema do PLC transmite dois bits no canal correspondente. A experiência tem mostrado que o canal do PLC é frequentemente de excelente qualidade para as estações próximas (aproximadamente 1Km dependendo da qualidade das instalações elétricas e do equipamento PLC empregado) do "Master", neste caso não há necessidade de usar o FEC – (Forward Error Correction), conseqüentemente a capacidade do canal é duplicada. Os equipamentos PLC também monitoram automaticamente a qualidade do canal, de modo que se ela for alta o suficiente o FEC é desativado e se a qualidade cair o FEC é ativado. O estágio atual da tecnologia PLC e as possibilidades de exploração de serviços que ela oferece merecem dupla atenção por parte dos dirigentes das Empresas de Energia Elétrica: a anunciada chegada da competição nos mercados de energia e a conseqüente pressão pelo

aumento de resultados vêm forçando essas empresas a buscar fontes alternativas de receita; outra razão é que o emprego da tecnologia proporciona a redução de custos operacionais, outra imposição do mercado competitivo. A aplicação da tecnologia contribui para a realização desses dois objetivos, viabilizando a exploração dos seguintes serviços: Acesso em Banda Larga à Internet; Vídeo sob demanda Telefonia IP; Serviços de Monitoração e Vigilância; Serviços de Monitoramento de Trânsito (Câmeras e Comandos); Automação Residencial; Monitoramento de processos produtivos on-line; Os organismos reguladores internacionais estão trabalhando ativamente neste tema; tanto ETSI PLT e CENELEC SC205A-WG10 compartilham a ideia de dividir o espectro de frequências em duas partes: uma faixa para acesso e outra para *in-home*. Infelizmente cada organismo propõe divisões de frequências diferentes; para solucionar o problema criou-se um Grupo de Trabalho conjunto das duas entidades com o objetivo de criar uma divisão comum do espectro. Sob o ponto de vista do acesso não é necessária a convivência de duas tecnologias já que, normalmente, a implementação é realizada com apenas uma tecnologia, sobre a rede elétrica de uma única empresa. Já no segmento *In-Home*, diferentes tecnologias podem competir na mesma rede elétrica. Para evitar problemas de coexistência estão sendo desenvolvidos padrões pela ETSI PLT e no PLC FORUM. Atualmente não existe padrão reconhecido mundialmente; os produtos oferecidos pelos diversos fabricantes não são compatíveis entre si e, conseqüentemente, a presença de diferentes tecnologias na mesma rede elétrica afeta o funcionamento e desempenho dos equipamentos instalados. O sinal transmitido por um equipamento de uma tecnologia é interpretado como ruído por equipamento de outra tecnologia, degradando a relação sinal/ruído do enlace e inviabilizando a operação. A atual regulamentação em estudo pela ETSI/CENELEC indica as seguintes faixas de frequências: De um MHz a 10/13 MHz para o segmento de Acesso; De 10/13 MHz a 30 MHz para o segmento *in-home*, (O' BRIEN, 2001). [5]

5-Arquitetura para a Prestação dos Serviços

Dois tipos de equipamentos PLC foram desenvolvidos. Inicialmente, se empregava unicamente a rede de Baixa Tensão e a injeção de sinais era realizada no secundário de transformador. As distâncias percorridas pelo sinal do PLC eram curtas e o resultado comercial dependente do número de residências servidas pelo transformador. O desenvolvimento de equipamentos para Média Voltagem ampliou o leque de opções de uso de PLC e estimulou a entrada de novas empresas elétricas no segmento. Atualmente não existem padrões internacionais regulamentando a tecnologia, o que implica dizer que só existe interoperabilidade entre equipamentos do mesmo fabricante ou com mesma implementação tecnológica (mesmo *chipset*). Grandes esforços vêm sendo realizados pelos diversos organismos de regulamentação mundial com o objetivo de se obter padronização que garanta a interoperabilidade. Na Europa, estão envolvidos diversos organismos regionais e continentais, tais como, CENELEC, ETSI, etc. A inclusão do serviço de voz na oferta de conectividade via PLC é um grande atrativo para a implantação do PLC na rede, devido à inclusão do serviço a um baixo custo, principalmente na expansão da rede. Entretanto o serviço de voz em redes de dados (não determinísticas) sofre com a qualidade ofertada pela rede e por equipamentos que a constituem. A voz no sistema PLC será transmitida sobre um protocolo de rede, no caso o IP, portanto é recomendável a comprovação da qualidade de voz que tanto os equipamentos quanto à solução proporcionam ao referido serviço. Isto para assegurar a oferta de uma qualidade mínima ao serviço de voz. Além da qualidade, é necessário também realizar testes de protocolos para a verificação da implementação e suas

limitações, como, por exemplo, a disponibilidade de serviços suplementares (chamada em espera, transferência). Os parâmetros mínimos recomendados a serem verificados são: avaliação do protocolo de VOIP e levantamento de limitações da implementação; testes de verificação do protocolo utilizado; tamanho de pacotes das amostras de voz; medida objetiva da qualidade de voz; medida objetiva da qualidade de voz por sentido da chamada; levantamento dos benefícios e insumos da utilização ou não de VAD (supressão de silêncio); indicação e verificação do CODEC a ser utilizado; avaliação do eco proporcionado pelo sistema à chamada de voz; atraso da voz na rede; verificação da transmissão de fax, *modem* e dígitos DTMF pela rede; levantamento dos parâmetros de configuração de voz e análise crítica. A partir de configurações definidas pela rede elétrica, deve ser realizada uma análise de desempenho contemplando a variação de pelo menos os seguintes parâmetros: quantidade de usuários conectados simultâneos; tipos de aplicação; protocolo de transporte; tamanho do pacote IP; direção do tráfego (“upload” e “download”). Os parâmetros de desempenho analisados, levando em consideração os parâmetros de configuração acima mencionados, deverão ser baseados em normas que visam a garantir a qualidade dos serviços prestados. Os parâmetros mínimos recomendáveis são: vazão; taxa de perdas de pacotes; teste de latência (pertinente para aplicações “real time”); jitter (variação do atraso); verificação da priorização do tráfego de serviços “real time”; análise de priorização de tráfego. Com a comunicação através do sistema elétrico (topologia barramento), deve-se realizar uma análise da segurança da rede devido ao alto risco inerente à solução. O risco é devido não somente a confidencialidade dos dados dos clientes, mas também às tentativas de fraudes e acessos indevidos a serviços não autorizados. Portanto a segurança da rede deve ser verificada para evitar acessos não autorizados, garantir confidencialidade, integridade e disponibilidade.

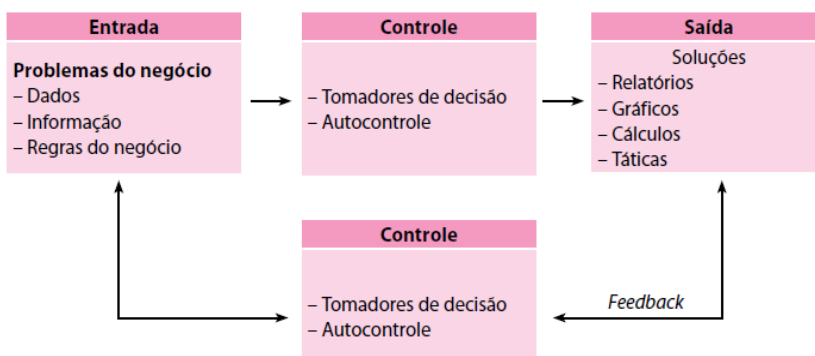
Alguns itens que devem ser verificados são: vulnerabilidade; controle de acesso; proteção contra *softwares* maliciosos; controle de acesso à rede; controle de acesso ao sistema operacional; controles de criptografia; Os sistemas PLC atuais têm criptografia DES 56 bits para uma proteção das informações transmitidas. Mas além da criptografia outros sistemas de segurança poderão ser implementados dentre eles destaca-se um sistema de detecção de intrusão para que nenhum acesso seja feito sem o conhecimento da administração do sistema. A nova tecnologia vem atender a essa necessidade e ao mesmo tempo garantir uma melhor qualidade dos serviços prestados aos usuários de internet dessa região. À parte das aplicações de elevadas taxas de dados dos sistemas PLC facilitam as aplicações tradicionais de companhias geradoras de energia, tais como a gerência de carga e a engenharia de tele-controle. Os cabos de média tensão fornecem as rotas de transmissão. O acoplamento aos cabos de força ou aos cabos de controle é realizado em casas comutadoras nas subestações. Para o sistema elétrico como um todo essa tecnologia será responsável por um grande salto de qualidade no monitoramento principalmente da transmissão e da distribuição de energia o que tornará também mais ágeis as ações de manutenção e as ações burocráticas com relação a clientes inadimplentes e até mesmo os fraudadores que ficarão inibidos da prática fraudulenta por saber que o serviço está sendo monitorado em tempo real. A aplicação da tecnologia PLC no ambiente das E.E.E. pode trazer benefícios significativos a estas, já que a racionalização de suas atividades operacionais proporcionadas pela aplicação da tecnologia contribui para a redução de seus custos. Um sistema de supervisão baseado na tecnologia PLC pode, por exemplo, auxiliar na isolação de falhas ao nível de consumidor, agilizando a manutenção e minimizando os tempos de indisponibilidade. Aplicações típicas de Gerenciamento da Rede de Distribuição tais como leitura automática de medidores (AMR), gerenciamento de carga, monitoração da qualidade da energia fornecida, gerenciamento de falhas (Automação da Rede) são apenas alguns exemplos de atividades operacionais tornadas mais eficientes e menos custosas pelo emprego da tecnologia PLC.

(PRAHALAD, et. al., 1995).[6]

6. Economia de tempo, dinheiro, esforço e melhoria em nível de serviço.

Comparações de custos mostram que uma comunicação pela rede elétrica com os sistemas de comunicação PLC é muito eficiente economicamente. Há um retorno rápido no investimento ao comparar a colocação de cabos de telecomunicações ou ao contrato de linhas permanentes de dois Mbits/s. Assim que a distância exceder aproximadamente 75 metros, é mais econômico usar cabos da rede elétrica existente que colocar cabos novos de telecomunicações. Além dos benefícios de custo óbvios, sistemas PLC oferecem também benefícios de tempo: instalar as unidades de acoplamento aos blocos de transmissão é um problema de apenas algumas horas. Os sistemas podem facilmente ser configurados usando os softwares de gerência incluídos nos pacotes dos fabricantes. A exemplo de vários países no mundo algumas empresas energéticas brasileiras estão testando a tecnologia PLC, inclusive em algumas delas há uma previsão de lançamento no mercado neste ano de 2008. Porém, como em toda tecnologia lançada no Brasil, o fator econômico sempre é uma barreira grande a ser transposta e como os equipamentos PLC são importados, na sua maioria, o uso comercial dessa tecnologia tem demorado um pouco a sair. Entretanto, com a viabilidade técnica comprovada por companhias energéticas de renome no cenário brasileiro e com a possibilidade de produção dos modems e outros equipamentos PLC no Brasil o uso comercial do PLC parece ser hoje apenas uma questão de tempo. A possibilidade de se transmitir dados, voz e vídeo por um mesmo meio físico sendo esse presente em mais de 98% das residências brasileiras, foi o principal fator pelo qual as companhias energéticas apostaram suas fichas nessa nova tecnologia que promete revolucionar o tráfego de informação. Para entendermos melhor a importância que o PLC pode ter no Brasil vamos partir para um exemplo mais genérico do que seria uma infraestrutura de comunicação. Durante muito tempo o Brasil vem investindo tanto pelas empresas privadas como pelo Governo em uma infraestrutura de comunicação capaz de suportar o tráfego de informações da Internet por meio de grandes vias de dados, os chamados “*Backbones*”. Uma vez montada essa estrutura é preciso que as empresas e o Governo façam chegar às residências e empresas esse link com a Internet e é aí que mora o principal problema. No Brasil há uma escassez de tecnologias que percorrem esse último obstáculo que os profissionais da área chamam de “*The Last Mile*” ou a última milha. Hoje utilizamos as estruturas de TV a cabo, telefone ou até mesmo satélite para vencermos a última milha, porém sabemos que essas estruturas são centralizadas e que em muitos lugares do Brasil não há possibilidade e/ou viabilidade econômica de se implementar quaisquer dessas estruturas.

Agora os testes feitos pelas companhias de energia elétrica no Brasil, provando que a tecnologia PLC é viável segundo o aspecto técnico.



(TURBAN, Efraim; McLEAN, Ephraim; WETHERBE, James) [7]

Começaremos pela CEMIG – onde o projeto piloto foi concluído. Veremos a seguir o resultado do projeto avaliado pelos usuários: Alguns comentários dos usuários PLC do projeto piloto da CEMIG: “Depois de algumas falhas, na semana passada, o resultado tem sido muito bom, em alguns momentos excelentes. Não consegui medir o tempo dos downloads, entretanto a rapidez é incrível”. “O acesso era muito bom antes do mês de Março, depois ficou inconstante”. “Dia 7/01/2002 problemas c/e-mail”. “Dia 8/01/2002 hoje esta sendo uma beleza”. “O Sistema cai às vezes, mas retorna após o reset”. “A velocidade é altíssima”. “A conexão oscila variando muito a taxa de transferência, no geral está bom”. “A qualidade do acesso é ótima em qualquer hora do dia e nunca perdi a conexão”. “Na parte da manha o acesso tem sido péssimo, a tarde regular e a noite apos as 23:00 h o acesso melhora”. “O horário da tarde costuma ser melhor do que o horário da manhã, sendo que durante um certo tempo, chega a ser excelente”. “O sistema é muito rápido e confiável, a CEMIG está de parabéns pelo projeto”. Na época foram detectadas algumas dificuldades perante o aumento das cargas no sistema elétrico embora pela avaliação dos usuários, percebemos que o sistema funcionou na maioria do tempo, em outras palavras a CEMIG ofereceu um acesso a Internet de boa qualidade usando a tecnologia PLC. Enfim no geral o projeto piloto da CEMIG obteve sucesso, já que observou e analisou as falhas e conseguiu servir com qualidade os clientes o que confirmou a viabilidade do uso da nova tecnologia. Depois de três anos realizando piloto em laboratórios para conhecer a tecnologia PLC (comunicação por linha de energia) a Eletropaulo Telecom, do grupo AES, deve iniciar brevemente testes em bairros da capital de São Paulo. A tecnologia será aproveitada para fazer a gestão da rede elétrica, enviando informações sobre o consumo e evitando desperdícios, além de se tornar um canal de acesso de internet banda larga. Apesar da tecnologia já existir a 15 anos, somente agora começa a se tornar viável por uma série de fatores, explica o diretor comercial, Gilberto Cardoso. As empresas de energia passaram a precisar gerenciar a sua rede à medida que o consumo sobre a geração não pode acompanhar no mesmo ritmo. Houve também evoluções técnicas, com aumento do potencial de velocidade de transmissão em três anos, que passou de 45 para 200 megabits por segundo. Essa capacidade supera em muito as provedoras de acesso por equipamentos de telefonia, já que a tecnologia ADSL enfrenta limitação de velocidade. “Isso cria dificuldades de transmitir TV digital, o que fez as teles comprarem as de tv a cabo”, comenta. A rede PLC terá uma rival, a tecnologia sem fio WIMAX. “Há espaço para todos, pois o WIMAX tem problemas para cobrir o espaço indoor, em cidades cheias de prédios”. Mistura de redes - A internet via PLC tem uma topologia interessante. Para que funcione, novos aparelhos seriam instalados junto aos transformadores dos postes. Eles receberiam uma ponta dos cabos de fibra óptica que atravessam a cidade. Os dados então chegariam pela rede elétrica até a casa do usuário, onde um modem especial filtraria o sinal da eletricidade e entregaria o sinal de dados ao PC. (PORTER, et. al. 1999)[8]

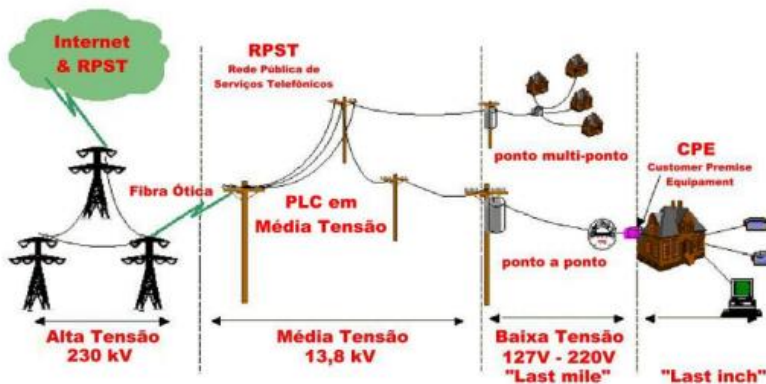
7 - Conclusão

Transmitir dados, vídeo e voz por um meio físico que atenda a mais de 98% das residências no Brasil é o principal trunfo do PLC. Baseado nisto as companhias energéticas estão testando a tecnologia, a fim de solucionar os problemas existentes, para que possamos em breve ter Internet nas tomadas de nossa casa. Ainda há o que melhorar, porém a evolução está cada vez mais acelerada e provavelmente em breve o PLC será realidade. A barreira técnica encontra-se praticamente vencida agora e o que falta é realmente ultrapassar o obstáculo econômico, que hoje

ainda é o principal fator que impede a implantação do sistema PLC no Brasil e no Mundo. São poucas empresas no Mundo que fabricam equipamentos PLC, por isso eles ainda são caros e conseqüentemente fogem da realidade brasileira. Mas no Brasil este problema pode ser resolvido com a venda do produto para as emissoras de televisão, grandes interessadas em interatividade com os usuários. Para as TVs quanto maior for o número de usuários de internet banda larga melhor. O advento da TV digital pode ser a solução para o obstáculo econômico já que as empresas de televisão têm grande interesse em poder contar com uma internet com maior velocidade para interagir com o usuário em tempo real. O PLC nasceu na era da Internet e utiliza o protocolo IP na integração de rede e de serviço. Através de um único modem o usuário poderá acessar a internet, telefonia VOIP, TV Interativa e segurança com a redução dos custos com equipamentos desnecessários para o acesso ao serviço. A Zona Leste da capital compreende mais de quatro milhões de habitantes (40% da cidade) e uma imensa maioria não dispõe de internet banda larga na sua residência por falta de condições ou de tecnologia disponível. As atuais fornecedoras desse tipo de serviço não conseguem atender a demanda surgindo então uma grande oportunidade para que a tecnologia PLC ocupe esse espaço e passe a oferecer este serviço com mais qualidade e alcançando um número muito maior de usuários.

Basicamente, pode-se classificar os segmentos de redes de comunicação usando PLC em 3 áreas:

- Segmento de média tensão: Trecho entre a subestação da companhia de energia elétrica e o transformador de baixa tensão da rede que atende os consumidores finais. ; “last mile”: Trecho de rede elétrica compreendida entre o transformador de baixa tensão e a residência do consumidor. Isto pode ocorrer na Zona Leste de São Paulo como já ocorre em outras cidades brasileiras; “ last inch”: Trecho de rede elétrica de baixa tensão localizado nas dependências do consumidor.



(Rede de Comunicação PLC)

Considerando todos os resultados obtidos pode-se concluir que a tecnologia de comunicação PLC utilizando a modulação FSK pode ser utilizada para aplicações de Telemedição e Telecomando, além de aplicações que utilizem baixas velocidades de transmissão. Seu funcionamento em ambientes com ruídos na rede elétrica se mostrou satisfatório, mesmo com as atenuações de sinais para distâncias relativamente pequenas (100m). Trabalhos futuros podem ser realizados

ainda utilizando esta tecnologia em ambientes industriais com maior nível de ruído elétrico e maiores distâncias de transmissão. (André Umberto Faccioni)

8. Referências Bibliográficas

2.Objetivo

[1] TANENBAUM, A. S. (2003) Redes de Computadores. Rio de Janeiro:

Campus.

3.PLC X Power Line Carrier

[2]CEMIG – COMPANHIA ENERGÉTICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS (

2007) Site da companhia Disponível em: < <http://www.cemig.com.br/plc/>>.

[3]CEMIG.

[4] CASTELLS, M. (1999). A Sociedade em Rede. São Paulo: Paz e Terra.

[5] SOARES, F. G. ; LEMOS, G. & COLCHER, S. (1995). Redes de Computadores : das LANs, MANs e WANs às redes ATM. Rio de Janeiro : Elsevier.

4. A arquitetura de método de esboço

[6] O'BRIEN, James A. Sistemas de informação e as decisões gerenciais na era da internet. 2 ed. São Paulo Saraiva, 2004

Economia de tempo, dinheiro, esforço e melhoria em nível de serviço

[7] PORTER, M. E & MILLAR, V. E. (1999). Como a informação lhe proporciona vantagem competitiva. Rio de Janeiro: Campus.

[8] TURBAN, Efraim; McLEAN, Ephraim; WETHERBE, James. Tecnologia da informação para gestão. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004