

Plataforma de Comunicações Sem Fio para Proteção de Torres de Sistemas de Energia Elétrica

M. A. Grivet¹, M. H. Szwarcman¹, R. S. L de Souza¹, A. R. Rentería¹, L. B. Lóes²
(1) PUC-Rio (2) NTE

Resumo- É de amplo conhecimento que o roubo e vandalismo são causas importantes de constantes prejuízos sofridos por empresas do setor elétrico. Coibir este tipo de crime por meio de soluções eficientes e de baixo custo são hoje uma necessidade das empresas transmissoras e distribuidoras de energia elétrica. A construção de uma rede sem fio para a disseminação da informação coletada por sensores, fisicamente suportada por torres de transmissão usando tecnologias como radio-trunking, WiFi, cobertura celular, dentre outras, além do seu caráter inovador de aplicação, pode se configurar como uma solução promissora pra esta aplicação.

Palavras-chave— Rede de Comunicações, Rede Elétrica, GPRS, WiFi

I. INTRODUÇÃO

É de amplo conhecimento que o roubo e vandalismo são causas importantes de constantes prejuízos sofridos por empresas do setor elétrico. Roubo de cabos de energia elétrica, cortes de estais de sustentação de torres elétricas dentre outros, são formas concretas de dano ao patrimônio privado, capazes de impedir a operação satisfatória de trechos de redes elétricas. Isto por sua vez causa sérios prejuízos aos consumidores de energia da região afetada, principalmente os de natureza industrial. Coibir este tipo de crime por meio de soluções eficientes e de baixo custo são hoje uma necessidade das empresas transmissoras e distribuidoras de energia elétrica.

Por outro lado, os avanços técnicos nas áreas de sensores, microcontroladores e telecomunicações permitem que soluções originais e de baixo custo possam ser propostas e testadas de modo que, com investimentos bastante moderados, possa-se ter aviso prévio indicador de roubo ou vandalismo a assim agir proativamente na inibição destes eventos.

A construção de uma rede sem fio para a disseminação da informação coletada por sensores, fisicamente suportada por

torres de transmissão usando tecnologias como radio-trunking, WiFi, cobertura celular, dentre outras, além do seu caráter inovador de aplicação, é de custo moderado e de fácil substituição.

Assim projetos desta natureza, além de se revestir de originalidade quanto ao uso das tecnologias passíveis de serem empregadas, tem como característica principal o seu baixo custo em comparação aos custos associados aos danos que se tenta proativamente evitar.

II. OBJETIVOS

O objetivo do projeto aqui discutido consiste na especificação e no detalhamento técnico de um sistema de comunicações sem fio e distribuído ao longo da linha de transmissão desejada, capaz de monitorar pontos específicos desta linha e transmitir seus status para uma central de supervisão.

Sob o ponto de vista conceitual, este projeto é dividido em dois segmentos independentes porém complementares:

1) Sensoriamento e aquisição de dados, cujo objetivo amplo é o de especificar, desenvolver, construir e testar propostas de sistemas de sensoriamento dos pontos e grandezas físicas considerados importantes. Ênfase será dada no sensoriamento proativo, ou seja, aquele que permita ter algum nível de antecipação quanto a ocorrência do evento. A idéia subjacente é a de tentar evitar o evento e não simplesmente saber da ocorrência do evento em tempo real.

2) Telecomunicações, cujo objetivo é o de especificar, desenvolver, construir e testar propostas de sistemas de comunicação sem fio, que permitam escoar as informações coletadas pelo item anterior em direção a um centro de supervisão. Este sistema deverá apresentar requisitos de alta confiabilidade e redundância.

III. METODOLOGIA

Como já foi visto na seção II, este projeto pode ser dividido em duas grandes partes: sensoriamento e aquisição de dados; e telecomunicações.

A primeira consiste em instrumentar as torres de transmissão com sensores de diversas naturezas, capazes de coletar as informações desejadas. Estas podem variar desde sensores de vibração, capazes de detectar ações hostis praticadas em relação às torres de transmissão até o emprego de câmeras de vídeo capazes de transmitir imagens de isoladores, disjuntores, ou outro componente qualquer.

Este trabalho foi apoiado e totalmente financiado pela empresa NTE-NORDESTE TRANSMISSORA DE ENERGIA S/A.

M. A. Grivet e R. S. L. de Souza trabalham no Centro de Estudos em Telecomunicações da PUC-Rio (e-mails: mgrivet@cetuc.puc-rio.br, rodolfo@cetuc.puc-rio.br).

M. H. Szwarcman e A. R. Renteria trabalham no Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio (e-mails: moises@ele.puc-rio.br, sacha@ele.puc-rio.br).

L.B. Lóes trabalha na empresa NTE-NORDESTE TRANSMISSORA DE ENERGIA S/A. (e-mail: Leonel@abengoa-cymi.com)

A segunda consiste em fazer essa informação chegar a um ou vários centros de operações onde ações podem ser tomadas em função dos dados coletados.

A figura 1 abaixo ilustra essa situação:

A solução aqui proposta pode ser formalmente classificada como "uma prova de conceitos", onde o objetivo é o de garantir que as tecnologias e processos escolhidos funcionam adequadamente para a obtenção dos resultados esperados

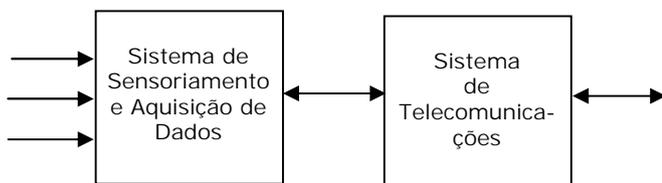


Figura 1. Diagrama de Blocos do Sistema Proposto

O viés que se pretende dar a proposta de solução técnica aqui apresentada é a de que o sistema deve possuir as seguintes características:

- baixo custo de instalação,
- fácil operação,
- baixo custo de operação,
- capacidade de expansão.

Embora o baixo custo seja uma característica de interesse, deve-se entender que o número de torres que compõem a linha de transmissão é em geral elevado. Assim, se equipamentos forem instalados em cada uma delas, o custo total pode não ser pequeno.

IV. SUBSISTEMA DE SENSORIAMENTO E AQUISIÇÃO DE DADOS

Este sistema será capaz de adquirir sinais analógicos e digitais e atuar em dispositivos do tipo "on-off". Esta unidade será projetada visando baixo consumo de energia elétrica, baixo custo de desenvolvimento e de manutenção. A solução encontrada utilizará um microcontrolador comercial capaz de se comunicar com o subsistema de telecomunicações segundo o padrão Ethernet [4],[5] e [6].

Os sinais analógicos adquiridos podem representar diferentes grandezas físicas tais como: temperatura, pressão atmosférica, umidade etc.

As entradas digitais permitirão que o sistema detecte a ruptura do estai de sustentação da torre de transmissão. O sistema deverá ser capaz de acionar um alarme e/ou uma unidade de iluminação.

A figura 2 ilustra uma opção para o propósito aqui discutido, que pode ser encontrado no mercado internacional.

V. SUBSISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES

O conceito central de interconexão entre os subsistemas de sensoriamento e de telecomunicações do sistema aqui proposto é o protocolo IP sobre Ethernet [3], onde cada unidade de sensoriamento é caracterizada por um identificador único. Estas unidades se conectam a outras,

doravante chamadas de unidades transceptoras, cuja finalidade é a de promover uma rede de comunicações sem fio ao longo de toda a linha de transmissão.



Figura 2 – Placa de aquisição de dados com interface Ethernet .

Este subsistema encontra-se ilustrado na Figura 3. Nesta figura podemos observar:

- Uma linha de transmissão representada por meio de suas torres constituintes que compõem a estrutura física na qual a rede de comunicações será sobreposta.
- Unidades transceptoras, localizadas em cada uma das torres que compõem a linha de transmissão, permitem a comunicação rádio entre torres geograficamente próximas. Estas conexões permitem a construção de uma rede de comunicações por onde trafegarão as informações oriundas de cada unidade de sensoriamento. Esta rede é bidirecional permitindo que mensagens sejam enviadas a qualquer unidade de sensoriamento.
- Modems celulares existentes apenas em torres localizadas em áreas onde existe cobertura celular por alguma operadora. Estas unidades funcionam como o ponto de interface entre a rede de comunicações acima descrita e o mundo externo na forma de uma operadora de telefonia celular. Esta comunicação será feita por meio de SMS (do inglês Short Message Service), serviço que é largamente oferecido pelas operadoras a um custo bastante baixo pois é função do volume de dados trafegados. Em redes onde a cobertura GPRS [1] for possível, esta forma de comunicação será empregada devido ao seu baixo custo e maior capacidade de transmissão.
- O prédio central desta operadora para o qual convergem todas as "short messages" geradas pelas unidades de sensoriamento. A operadora então redireciona estas mensagens pela rede Internet para um ou vários

endereços pré-especificados, que são as localidades dos centros de operações. Nestes centros, as informações geradas pelas unidades de sensoriamento são processadas e as ações pertinentes são então executadas.

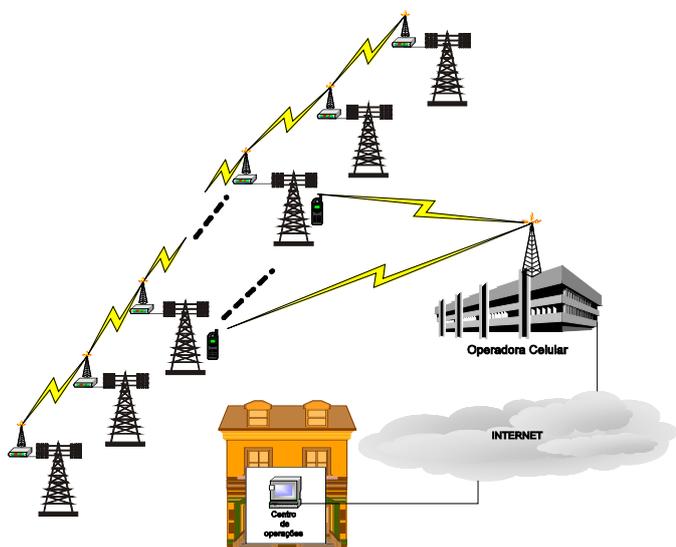


Figura 3 - Visualização do Subsistema de Telecomunicações

Embora existam diversas opções de equipamentos “off-the-shelf” que podem compor o sistema acima descrito, uma opção que parece apresentar uma muito baixa relação custo-benefício, no que se refere a unidade transceptora, é formada pelo terminal de ponto de acesso e roteador modelo WRT54G da empresa LinkSys (vide www.linksys.com) e ilustrado na figura 4 abaixo.



Figura 4 - Unidade Wireless de Ponto de Acesso

Este equipamento que funciona segundo tecnologia IEEE802.11g é capaz de atingir taxas de transmissão da ordem de 50 Mbps, o que atende as necessidades deste projeto e de algumas extensões futuras que serão discutidas neste artigo. Sua interface rádio é capaz de alcançar distâncias que cobrem o espaço entre uma a duas torres de transmissão, permitindo que uma rede com redundância possa ser construída, conforme ilustrado na Figura 5.

A grande vantagem desta unidade é que ela está extremamente disseminada fazendo com que seu custo no Brasil seja da ordem de USD 150,00 a unidade, um valor extremamente competitivo.

Já em relação ao modem celular, existem também diversas opções. Diferentemente do caso anterior, essas soluções são importadas porém seu preço é ainda bastante competitivo, principalmente quando se leva em conta de que este equipamento não será utilizado em toda torre de transmissão, mas sim apenas naquelas em que se observar cobertura celular e que seja de interesse do projeto. A figura a seguir ilustra de forma típica um desses equipamentos.

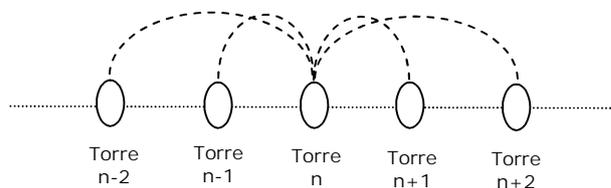


Figura 5 – Redundância de Comunicação. Cada torre não se comunica apenas com suas duas vizinhas, mas eventualmente com outras para garantir redundância.



Figura 6- Modem GSM/GPRS

VI. PROJETO PILOTO

Como prova de conceito, pretende-se construir uma planta piloto contendo três unidades transceptoras, um modem celular e duas unidades de sensoriamento, dentro do campus da PUC-Rio, cobrindo os edifícios principais onde se encontram o CETUC e o Departamento de Engenharia Elétrica, com distâncias típicas de 300 metros. Se for verificada a necessidade de um teste envolvendo distâncias maiores, serão usados outros prédios que se encontram a cerca de 800 metros da PUC. Esta planta piloto é apresentada na Figura 7.

Será também desenvolvida uma plataforma computacional onde por meio de páginas Web ter-se-á acesso ao status em tempo real das variáveis monitoradas pelas unidades de sensoriamento.

VII. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Este artigo pretendeu mostrar as atividades de projeto de uma rede de comunicações sem fio sobreposta a rede de transmissão de energia elétrica, que tem por finalidade inicial a instrumentação e a detecção pró-ativa de atos de vandalismo.

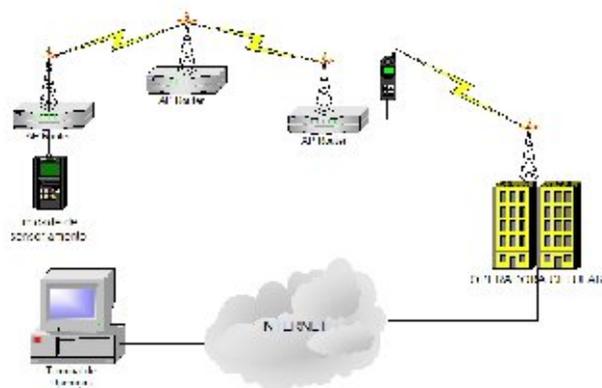


Figura 7 – Planta Piloto

Entretanto uma vez implantada a infra-estrutura para esta rede de comunicações, metas mais ambiciosas podem ser alcançadas com custo extremamente reduzido. Uma delas é transformar a área de localização de uma torre em um “hot-spot” de comunicação entre equipes de manutenção e a administração central, conforme ilustrado na Figura 8. Um operador de manutenção, de posse de um laptop com dispositivo WiFi, terá comunicação instantânea com a central. Por meio desta conexão, ele poderá solicitar peças de reposição, consultar estoques, abrir e fechar ordens de serviço on-line, e até mesmo fazer comunicação por voz utilizando tecnologia VoIP. O leque de opções que uma infra-estrutura de comunicações como a aqui discutida é bastante grande para propiciar a agilização de diversos serviços de interesse da operadora.

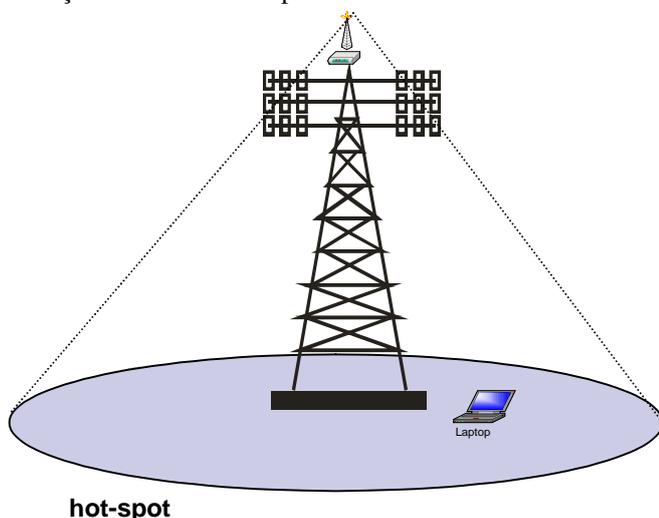


Figura 8 – Torre de Energia com Hot-Spot

VIII. BIBLIOGRAFIA

- [1] G.Heine , *GPRS for Mobile Internet - vols 1 e 2*. Artech House 2002
- [2] R.Bekkers, *Mobile Telecommunication Standards: GSM, UMTS, TETRA and ERMES*. Artech House, 2001
- [3] D.E.Comer , *Internetworking with TCP/IP - vols.1 to 3* ,1998
- [4] Edgar H., Jr. Callaway, Edgar H. Callaway , *Wireless Sensor Networks: Architectures and Protocols*,849318238 - CRC Press 2003
- [5] John G. Webster , *The Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook* , CRC Press 1998
- [6] Handbook of Modern Sensors - Jacob Fraden - ISBN: 0387007504 - Springer Verlag 200