

# PEA5918 – Redes Elétricas Inteligentes e Microrredes (*Smart Grids* e *Microgrids*) Sistemas Integrados de Comunicação

Giovanni Manassero Junior

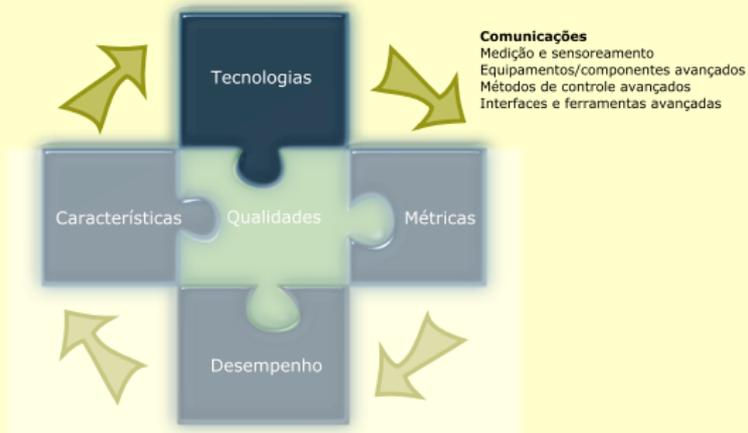
Depto. de Engenharia de Energia e Automação Elétricas  
Escola Politécnica da USP

Agosto/2011

# Tecnologias

## Viabilização das características

- As tecnologias chave, capazes de implementar as características básicas das redes elétricas inteligentes estão ilustradas a seguir.



# Comunicação

## Sistemas integrados de comunicação

- Sistemas de automação, proteção e controle são dependentes das informações coletadas nas redes elétricas e, portanto, não há redes elétricas inteligentes sem uma infraestrutura de comunicação adequada;
- Sendo assim, a implantação de sistemas integrados de comunicação é considerada uma tecnologia fundamental;
- Essa infraestrutura deve ser suficientemente abrangente, em termos de velocidade e capacidade, para permitir a comunicação entre equipamentos, dispositivos, operadores, consumidores, etc.

# Comunicação

## Requisitos e padronização

- Devido à abrangência dos requisitos para os sistemas de comunicação, é necessário especificá-los adequadamente (p. ex. velocidade, confiabilidade, redundância, etc.);
- Uma vez que esses requisitos dependem do tipo de aplicação (p. ex. automação de subestações, de alimentadores, AMI, etc.), deve-se proceder com sua especificação, a priori;
- Além da definição dos requisitos, deve-se proceder com a padronização dos sistemas de comunicação, para garantir interoperabilidade.

# Comunicação

## Estado atual

- Os sistemas de comunicação atuais são lentos, quando comparados com a velocidade de outros sistemas (p. ex. telefonia e internet);
- A abrangência é bastante reduzida e normalmente estão localizados nas subestações;
- A arquitetura dos sistemas não é completamente aberta, o que inviabiliza o suporte a equipamentos e ferramentas do tipo *plug&play*.

# Comunicação

## Padronização

- Para que os sistemas elétricos de potência sejam integrados no nível de informação, é necessário que os sistemas de comunicação também o sejam;
- Para que isso ocorra, os sistemas de comunicação devem ser baseados em normas universalmente aceitas;
- Atualmente existem inúmeras normas e padrões utilizados pela indústria de energia elétrica, porém não há consenso quanto à elaboração e utilização de normas universais;
- Uma exceção é a norma IEC61850, inicialmente definida para a automação de subestações. Futuramente essa norma deve abranger outros setores.

# Comunicação

## Meios de comunicação e tecnologias

- Atualmente é utilizada uma variedade de meios de comunicação (p. ex. fiação de cobre, fibras ópticas, *carrier*, *wireless*, etc.);
- O processo de automação das subestações foi conduzido considerando essas alternativas;
- Desta forma, há pouco espaço para ampliações nesses sistemas, de modo a acomodar outras características (p. ex. participação ativa do consumidor com a utilização da precificação dinâmica).

# Comunicação

## Meios de comunicação e tecnologias

- As tecnologias de comunicação que existem são:
  - BPL – *Broadband Over Powerline*;
  - *Wireless*;
  - Outras tecnologias.

# Meios de comunicação e tecnologias

## *Broadband Over Powerline*

- Os objetivos originais do desenvolvimento de tecnologias de banda larga nas redes de distribuição e linhas de transmissão foram o acesso à *internet* e a transmissão de voz pela *internet*;
- Atualmente essa tecnologia vem sendo empregada para a troca de informações entre:
  - Consumidores e concessionárias (AMR e AMI, DR);
  - Geradores distribuídos e concessionárias (DER);
  - Vídeo monitoramento e outras aplicações que requerem grandes transferências de dados e concessionárias

# Meios de comunicação e tecnologias

## *Broadband Over Powerline*

- Atende os requisitos para AMI, DER, DR, DA, vídeo monitoramento, etc.;
- Atualmente pode ser implantada em redes de média e baixa tensão;
- A tecnologia ainda está em fase de consolidação, porém há diversos projetos piloto em funcionamento;
- Algumas empresas possuem produtos prontos para comercialização, porém a penetração no mercado é pequena;
- A implantação em linhas de transmissão é possível;
- Pode produzir interferências com outros meios de comunicação.

# Meios de comunicação e tecnologias

## *Wireless*

- Existem tecnologias de comunicação sem fio que são empregadas na indústria de energia elétrica;
- Até o presente momento essas tecnologias ocupam lugar de pouca importância na infraestrutura de comunicação para supervisão, automação, proteção e controle. São elas:
  - Rádio troncalizado;
  - *Paging*;
  - Espalhamento espectral;
  - *WiFi*;
  - *WiMax*;
  - 3G.

# Meios de comunicação e tecnologias – *Wireless*

## Rádio troncalizado

- Consiste em um transmissor/receptor mestre e múltiplos receptores/transmissores que compartilham o mesmo canal de informação;
- Pode ser utilizado para a transmissão de sinais e dados;
- É utilizado para a troca de informações nos sistemas SCADA e nos sistemas DA;
- Flexível, confiável e de dimensões reduzidas.

# Meios de comunicação e tecnologias – *Wireless*

## *Paging*

- Sistema de transmissão de mensagens curtas para terminais móveis remotos;
- Os sistemas tradicionais são do tipo *one-way*, porém há sistemas do tipo *two-way*, cujo custo é proibitivo;
- Existe alguma padronização para os sistemas de *paging*, porém a maioria dos sistemas é proprietária.

# Meios de comunicação e tecnologias – *Wireless*

## Espalhamento espectral

- É uma tecnologia utilizada em sistemas de rádio;
- Ocupa as bandas ISM (*Instrumentation, Scientific & Medical*) definidas nas faixas de 900 [MHz], 2.4 [GHz] e 5.8 [GHz];
- Normalmente empregado como elo de ligação entre o ponto final e o sistema de comunicação corporativo.

# Meios de comunicação e tecnologias – *Wireless*

## *WiFi*

- Utiliza os padrões definidos pelas normas IEEE 802.11b e IEEE 802.11g;
- A taxa de transferência de dados é de 5-10 [Mbps] (802.11b) e 54 [Mbps] (802.11g);
- Normalmente empregado em ambientes de escritório;
- O alcance é pequeno e normalmente inferior à 100 [m].

# Meios de comunicação e tecnologias – *Wireless*

## *WiMax*

- Utiliza o padrão definido pela norma IEEE 802.16;
- Ao contrário do *WiFi* possui um alcance grande, que pode atingir cerca de 45 [km];
- A taxa de transferência de dados é de 75 [Mbps];
- Pode ser utilizado como a espinha dorsal de sistemas de comunicação da transmissão e distribuição, que utilizam *WiFi* para SA e DA.

# Meios de comunicação e tecnologias – *Wireless*

## 3G

- A tecnologia 3G pode ser empregada em automação, controle e supervisão de subestações;
- Espera-se que seja uma solução de custo reduzido e de rápida implantação;
- A área de cobertura dessa alternativa não é de 100%.

# Meios de comunicação e tecnologias

## Outras tecnologias

- Além das tecnologias BPL e *wireless* existem outras tecnologias de comunicação são empregadas na indústria de energia elétrica. São elas:
  - *Powerline carrier*;
  - Fibras ópticas;

# Meios de comunicação e tecnologias – Outras

## *Powerline carrier*

- Pode-se utilizar a tecnologia *carrier* para a infraestrutura avançada de medição;
- Além disso, pode ser empregada em funções de controle como, por exemplo, corte seletivo de cargas;
- O meio de comunicação é o próprio sistema de transmissão e distribuição de energia e, portanto, é uma tecnologia de baixo custo.

# Meios de comunicação e tecnologias – Outras

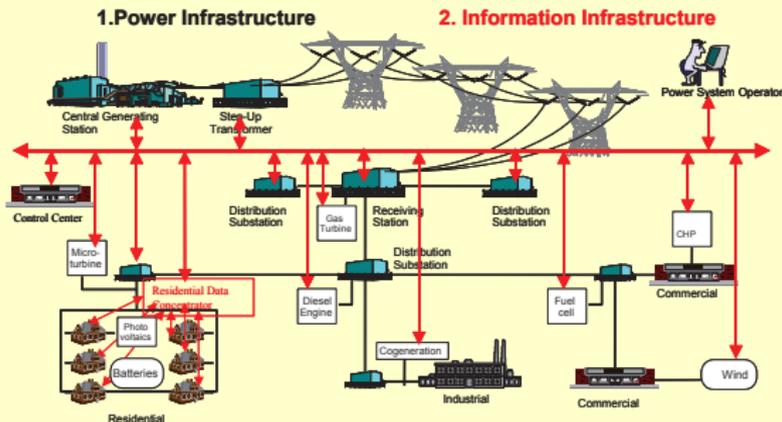
## Fibras ópticas

- Tecnologia que utiliza fibra óptica pra a transmissão de dados, voz e vídeo;
- Por muitos anos foi considerada o “cálice sagrado” para comunicação, devido à largura da banda;
- Porém, o custo da infraestrutura é proibitivo, assim como o custo dos equipamentos;
- Além disso, nem sempre há interoperabilidade entre equipamentos de rede para essa tecnologia.

# Estado futuro

## Introdução

- Sistemas integrados de comunicação devem permitir que todos os equipamentos e dispositivos compartilhem a mesma rede, conforme ilustrado.



# Sistemas integrados de comunicação

## Funcionalidades fundamentais

- Esses sistemas integrados de comunicação devem prover duas funcionalidades fundamentais, que devem dar suporte às redes elétricas inteligentes:
  - Padronizações abertas: permitem que a informação seja produzida e consumida por um grande variedade de dispositivos;
  - Meios de comunicação: infraestrutura necessária para transmitir as informações de maneira adequada, segura, confiável e no tempo certo.

# Sistemas integrados de comunicação

## Características

- A infraestrutura integrada de comunicação das redes elétricas inteligentes deve possuir as seguintes características:
  - Universalidade: todos os usuários em potencial podem ser participantes ativos;
  - Integridade: a infraestrutura deve operar em um nível elevado de confiabilidade;
  - Facilidade de uso: regras e procedimentos consistentes, lógicos e intuitivos para o usuário;
  - Relação custo-benefício: o valor agregado compensa o custo envolvido na sua implantação;
  - Normas: os elementos básicos da infraestrutura e as formas em que se interrelacionam devem ser claramente definidos e devem se manter estáveis no decorrer do tempo;

# Sistemas integrados de comunicação

## Características

- A infraestrutura integrada de comunicação das redes elétricas inteligentes deve possuir as seguintes características:
  - Uso público: a infraestrutura deve estar disponível para todas os usuários;
  - Segurança: a infraestrutura de comunicação deve ser capaz de resistir a ataques cibernéticos;
  - Aplicabilidade: a infraestrutura deve ter largura de banda suficiente para suportar todas as funções atuais, bem como as funções que serão desenvolvidas no futuro.

# Benefícios dos sistemas integrados de comunicação

## Descrição

- Um dos principais benefícios da aplicação de sistemas integrados de comunicação deve ser a capacidade da rede para se recompor após a ocorrência de um defeito;
- A aquisição e transferência de dados em tempo real deve apoiar as ferramentas automáticas para detecção, análise e resposta a esses eventos;
- Além disso, os sistemas integrados de comunicação possibilitam o desenvolvimento de novas ferramentas para melhorar a confiabilidade dos sistemas elétricos (p. ex. ferramentas de medição para grandes áreas);

# Benefícios dos sistemas integrados de comunicação

## Descrição

- Os sistemas integrados de comunicação permitem que ataques cibernéticos e estruturais sejam detectados rapidamente e, portanto, que as soluções sejam tomadas no momento de sua ocorrência;
- Visto que as redes elétricas abrangem todo e qualquer setor da sociedade moderna, a infraestrutura de comunicação pode auxiliar no monitoramento de problemas que ocorram nos consumidores de energia elétrica;
- Esses sistemas permitem que fontes renováveis de energia sejam integradas aos sistemas elétricos, reduzindo o impacto ambiental da produção e do transporte de energia elétrica.

# Benefícios dos sistemas integrados de comunicação

## Descrição



# Barreiras para implantação

## Descrição

- Não há normas abertas de comunicação capazes de promover a interoperabilidade entre equipamentos e a integração entre diversos sistemas de comunicação;
- Não há arquiteturas de comunicação estabelecidas, que atendam aos requisitos das redes elétricas inteligentes;
- Há poucos projetos piloto para demonstração das tecnologias de comunicação;
- Não há mecanismos que garantam o retorno do investimento;
- Os benefícios das redes elétricas inteligentes ainda não são claros o bastante para promover o interesse dos consumidores leigos.

# Possíveis soluções para as barreiras

## Descrição

- Direcionar esforços para o desenvolvimento de normas abertas de comunicação;
- Aliado a isso deve-se investir em legislações e regulamentações específicas que viabilizem o retorno do investimento;
- Informar os consumidores leigos acerca da variação de preços na produção da energia elétrica e dos benefícios da implantação das redes elétricas inteligentes.