

Detecção e Localização de Faltas

Sérgio Cordeiro

Novas Tecnologias II, Autose, 2015

Classificação das aplicações de PMUs, segundo o ONS

- *on-line*: funcionamento em tempo real
 - aplicações de monitoramento
 - aplicações de controle
 - aplicações de proteção
- *off-line*: coleta de dados para análise posterior

Apenas aplicações de proteção *on-line* são expostas a seguir.

Aplicações de proteção *on-line*

- Trabalham em malha fechada.
- Os requisitos de velocidade são elevados, por isso não estão sendo consideradas pelo ONS neste momento.
- Os esquemas de proteção não devem precisar operar em velocidade ultra-rápida.
- Exemplos: LLLM, proteção de backup e contra sincronismo, perda de campo, subfrequência e subtensão;

LLLM

Monitoração do Limite de Carregamento de Linha (*Line Loading Limit Monitoring*)

As linhas de transmissão frequentemente poderiam receber mais carga

- A capacidade de carregamento é limitada pela temperatura
- As linhas geralmente são projetadas considerando-se critérios conservadores
- As linhas são operadas considerando-se limites teóricos

LLLM

Sincrofasores podem ser usados para se estimar o limite real de carregamento

- Calcula-se a resistência real da linha
- Daí, a dissipação de calor e
- E então a temperatura corrente

Não é necessário instalar sensores de temperatura nas linhas.

Ganho esperado: aumento da capacidade de despacho de potência para linhas onde o limite de carregamento teórico seja causa de congestões do sistema.

LLM: dificuldades

- A temperatura na verdade varia ao longo do comprimento da linha
- As linhas com frequência operam com desequilíbrio
- Pode haver derivações na linha
- Necessidade de coordenação com os relés de sobrecarga

LLM: requisitos

- Locação de uma PMU em cada lado da linha.
- Fasores de tensão de cada barramento e corrente de linha (sequência positiva ou trifásicos).
- Taxa mínima de aquisição de dados: uma amostra por segundo.
- Latência máxima: da ordem de segundos.
- Software necessário não é complexo
- Modelo térmico e climático complexo (mas que pode ir sendo aprimorado com o tempo)

ERAC

Os esquemas existentes não operam de forma otimizada

- Os critérios operacionais são determinados a partir de estudos off-line, baseados no cenário de pior caso.
- Em geral, as condições reais são melhores que as estimadas,
- mas, em casos raros, podem ser piores.

ERAC

Sincrofasores podem ser usados para se estimar melhor as condições do sistema

- determinar com maior precisão e antecedência se uma emergência acontecerá
- determinar se será suficiente adicionar geradores, desligar cargas ou desligar geradores
- determinar os geradores que se deve adicionar ou desligar, ou a quantidade exata de cargas a ser desligada

ERAC: requisitos

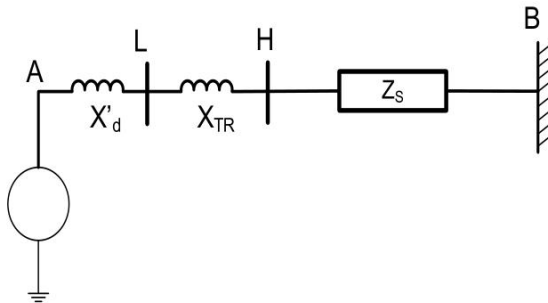
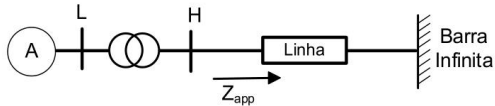
- Locação de uma PMU em cada barramento onde forem requeridas medições e controles para detecção de oscilações (OLCA).
- Fasores de tensão de cada barramento e corrente de linha (sequência positiva).
- Taxa mínima de aquisição de dados: dez amostras por segundo.
- Latência máxima: 200 ms.
- Software: bastante complexo.
- Depende da preexistência das funções OLCA e EVSA.

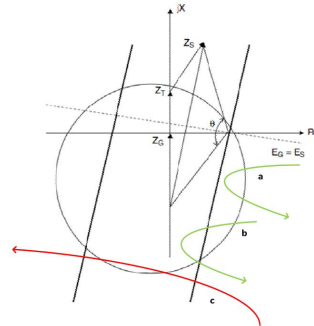
Proteção contra perda de sincronismo

A proteção convencional é lenta

- Monitora-se a impedância da linha.
- Atua-se com base nos valores instantâneos do módulo e do ângulo em uma fase escolhida.
- Para evitar disparos supérfluos em faltas temporárias, usualmente se introduz um retardo.

Proteção convencional



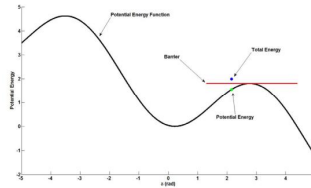


Proteção contra perda de sincronismo

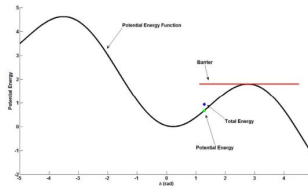
A proteção mediante sincrofasores atua rapidamente sem risco de falso positivo

- Monitoram-se a energia potencial e total do gerador
- Atua-se com base no valor máximo que a energia potencial pode assumir

Proteção contra perda de sincronismo
Identificação e classificação centralizada de faltas



Evolução da energia no tempo (caso de falta real)



Evolução da energia no tempo (caso estável)

Proteção contra perda de sincronismo: requisitos

- Locação de uma PMU no barramento de cada gerador
- Fasores de tensão e corrente do barramento
- Taxa mínima de aquisição de dados: 60 amostras por segundo.
- Latência máxima: da ordem de milissegundos.
- Software: bastante complexo.

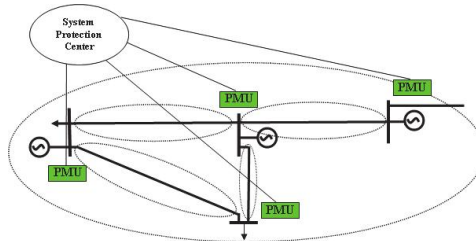
Identificação e classificação centralizada de faltas

A proteção convencional não é otimizada

- Monitoram-se as condições locais.
- Relés atuam com base nas medições locais e alguma informação recebida de outros dispositivos.
- É muito difícil coordenar a proteção quando a rede é muito complexa.

Identificação e classificação centralizada de faltas

Uma alternativa é enviar todos os dados a um sistema central que coordena a proteção



Identificação e classificação centralizada de faltas: requisitos

- Locação de uma PMU em cada barramento
- Fasores de tensão e corrente do barramento
- Taxa mínima de aquisição de dados: 120 amostras por segundo.
- Latência máxima: da ordem de milissegundos.