**Projeto 2 – Estimação de Correntes e Impedâncias em Redes BT**

**Slide 1: Título**

**Projeto 2 – Estimação de Correntes de Carga e Impedâncias em Redes BT**  
Francisco Tavares · Marta Valente · Grupo 13

**Contexto do Problema**

* As redes de baixa tensão (BT) têm **dados de medição escassos e valores voláteis**.
* As **impedâncias das linhas** muitas vezes não são conhecidas com precisão.
* Queremos construir ferramentas que, a partir de medições mínimas (ex: tensão num só nó), consigam **inferir o estado da rede**.

"Será que conseguimos estimar as correntes injetadas por cada carga? E as impedâncias das linhas?"

**Slide 2 e 3: Parte Base – Estimação de Correntes Δi com z conhecido**

**Objetivo:**

* Estimar a variação de corrente de cada carga ao longo do tempo: Δi = i(t) - i₀.
* Assumindo que:
  + A topologia da rede e ligações monofásicas são conhecidas;
  + As impedâncias z são conhecidas;
  + Temos pseudo-medições de potência s(t);
  + Temos a tensão simulada no nó 4/k como referência.

**Passos: k é a mesma coisa que 4**

1. Calcular potência média e corrente média i₀.
2. Usar pf3ph() para simular , tensão no nó 4 com i₀ (**pseudo medição** que é a média das potências nos 12 periodos para cada cliente).
3. Para cada t (12 períodos “m”):
   * Simular Vₖ(t) com potência instantânea s(t) (Correr passo 2 de novo mas para o instante).
   * Calcular
   * Calcular .
   * Estimativa da Variação das Correntes:
   * A regularização é utilizada para evitar que o problema não seja resolvido mas é utilizado aquele termo para dar preferência a soluções com mudanças pequenas relativamente às pseudo medidas.

**Resultados (SLIDE 4):**

* As estimativas de corrente foram próximas das pseudo medições, tornando este modelo valido.
* Mesmo assim, podemos ver algum erro que poderia ter sido evitado se em vez de considerarmos que as pseudo medições eram a média dos 12 períodos por barramento fosse a média de, por exemplo, 4 períodos. (Gráfico 2).
  + A escolha de fazer a média com 12 períodos, levou a resultados piores nas pseudo medições, o que se refletiu num bias notável no gráfico da Figura 3.

**Slide 5: Estimativa de Impedâncias – Motivação**

"E se não soubermos z?"

**Ideia:**

* Estimar z antes:
  + Pseudo-medições s(t) (potência);
  + Tensões medidas no nó 4 (aqui simuladas com z\_true).

**Slide 6 e 7: Estimação das Impedâncias z**

**Como fizemos?**

1. Para t = 1 a 5:
   * Utilizámos os dados da figura 43 para termos V₄(t) -> considerado "medição".
2. Definimos função de custo:
3. Otimizámos z para minimizar J(z).

**Slide 8: Resultados sem ruído**

**Erros nas impedâncias estimadas:**

* Erros relativos < 0.2% para todas as linhas.
* Estimativas quase idênticas aos valores verdadeiros.

**Porquê?**

* V₄\_medido foi gerado pelo mesmo modelo de simulação.
* Sem ruído.

**Slide 9: Estimação de Δi com z\_est vs z\_true**

* Repetimos o cálculo das correntes Δi, agora com z\_est.

**Resultado:**

* Erro Quadrático Médio Global: 3.51e-03
* Carga 1 teve maior erro, mas valores globais ainda aceitáveis.

**Conclusão:**

* Mesmo que as impedâncias não sejam 100% precisas, o algoritmo de estimação de corrente continua robusto.

**Slide 10: Análise com ruído**

**Introduzimos ruído nas tensões V₄:**

* Níveis: 0.5%, 1%, 2%, 5%

**Resultados:**

* Até 2% → boa robustez.
* A partir de 5% → erros significativos nas impedâncias, mas correntes Δi ainda razoáveis.

**Slide 12: Tabelas e Gráficos (comentários)**

**Tabela de Erros z:**

* Título sugerido: *"Erros Relativos nas Impedâncias Estimadas com Diferentes Níveis de Ruído"*

**Gráfico de MSE por nível de ruído:**

* Título: *"Impacto do Ruído no Erro de Estimação de Corrente (Δi)"*

**Gráfico de erros por linha:**

* Título: *"Erro Relativo nas Impedâncias Estimadas – Real vs Estimada por Linha"*

**Slide 11: Conclusões**

**Conclusões Finais:**

* É possível estimar as impedâncias das linhas apenas com medições em 1 nó + pseudo-medições de potência.
* O método é preciso em condições ideais e **robusto até cerca de 2% de ruído**.
* Estimar z → permite depois resolver o problema de estimação de estado (Δi) com bons resultados.

**Ideias futuras:**

* Estimar também a estrutura da matriz de impedâncias (sem assumir simetria).
* Usar dados reais ou medições imperfeitas.

**Slide 12: Dúvida Existencial Final**

"Se usamos z\_true para gerar as tensões que depois usamos para estimar z... estamos a validar ou a iludir-nos?"

Explicação:

* Este cenário é **controlado/sintético** → útil para validação.
* Mostra que o problema **é resolúvel** em condições ideais.
* Em ambiente real, V₄ viria de medidores reais.

**Slide 13: Obrigado!**

* Dúvidas, comentários ou sugestões?