|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Briefing para Originação de Projeto de P&DI |  |
| Projeto | **Controle coordenado para BESSs distribuídos: mitigação de sobretensão causada por instalações fotovoltaicas** | |

**Disclaimer:  Este briefing descreve um escopo desejado para a solução a ser desenvolvida, porém não é um escopo fechado. A entidade proponente da proposta deve analisá-lo e elaborar a proposta de pesquisa e desenvolvimento de acordo com a estratégia mais pertinente para desenvolver a solução para o desafio proposto.**

**Item 1 – Contexto e Objetivo**

A modernização do setor elétrico passa por sua expansão de forma eficiente e sustentável. O método encontrado baseia-se na integração de pequenos geradores de energia elétrica próximos aos consumidores finais, i.e., geração distribuída (GD) em baixa e média tensão. Dessa forma, inúmeros problemas técnico, econômico e normativo devem ser contornados para viabilizar a penetração dessas tecnologias em larga escala. Focando nos problemas técnicos causados pela geração distribuída, alguns estudos demonstram que 80% das redes de baixa tensão conseguem acomodar até 20% da potência nominal do transformador de MT/BT em geração fotovoltaica, sem exceder os limites técnicos. Os primeiros limites técnicos extrapolados normalmente são: sobretensão na rede, sobrecarga nos alimentadores e desequilíbrio de tensão. Para contornar tais dificuldades técnicas e permitir uma maior penetração de sistemas fotovoltaicos, três soluções são propostas: *1*) intervenção na rede elétrica por meio de recondutoramento, remanejamento de cargas, divisão de redes ou instalação de dispositivos de condicionamento, tais como: reatores, reator controlado por tiristores (RCT), compensador estático de tensão (SVC) e compensador estático de reativos (STATCOM), *2*) intervenção nos próprios inversores *on-grid* por meio de alterações na norma para conexão desses inversores à rede elétrica, considerando funções autônomas como: *volt-var function*, *volt-watt-function*, *freq.-watt function* e *ride-through function*, e *3*) instalação de bancos de baterias distribuídos na rede elétrica formando microrredes avançadas de energia elétrica. Destaca-se que a microrrede de energia elétrica avançada de difere da microrrede de energia elétrica básica. Essa última objetiva a eletrificação de comunidades e instalações remotas, ou aumento da confiabilidade para cargas críticas incluindo a capacidade de *backup*. Enquanto que a microrrede avançada objetiva maximizar a conexão de GD na rede elétrica por meio do controle de fluxo de potência ativa e reativa no seu ponto de conexão com a rede a montante. Além de maximizar a eficiência dos recursos energéticos e também possibilitar operação ilhada, contribuindo para o aumento da confiabilidade.

Dessa forma, esse projeto tem como objetivo desenvolver uma solução para mitigar sobretensão na rede de média tensão causada por instalações fotovoltaicas na baixa tensão. Tal solução será baseada na instalação de pequenos BESSs (*Battery Energy Storage Systems*) ao longo da rede elétrica saturada, e controlados de forma coordenada para formar uma microrrede avançada.

Vantagens da solução proposta

* Solução otimizada em termos de demanda de potência ativa devido sua instalação distribuída próxima a origem do problema.
* Solução modular e confiável. Caso um módulo se danifique, a solução perde uma porcentagem da sua capacidade de atuação.
* O dimensionamento da solução é baseado na potência excedente a capacidade de hospedagem do alimentador, ao invés de ser baseada na potência nominal do alimentar como seria para as soluções com conexão série: e.g., recondutoramento, transformador com TAP e transformador eletrônico;
* Solução consegue ser eficaz em redes elétricas com características X/R diversas, por modular tanto potência reativa quanto potência ativa. Diferente de soluções como reator controlado por tiristores (RCT), compensador estático de tensão (SVC) e compensador estático de reativos (STATCOM) que são eficazes em redes elétricas com elevador valor de X/R por modulares apenas potência reativa.
* Em rede com valor X/R reduzidos, típico de rede elétricas de distribuição, a solução mitiga a sobretensão sem reduzir o fator de potência.

Desafios da solução proposta

* Solução baseada e armazenadores de energia com custo relativamente elevado e necessidade de manutenção.
* Desafio tecnológico para o arrefecimento do banco de íon-lítio;
* Desafios para estrutura de instalação antifurto nos postes de distribuição.

Aplicações

* Regulação de tensão por meio de troca de potência reativa pelos BESS distribuídos;
* Regulação de tensão por meio de potência ativa pelos BESS distribuídos;
* Controle do fluxo de potência para evitar o fluxo de potência reverso;
* *Peak shaving;*
* Regularização de frequência por meio da operação coordenada dos BESS.

Fora do Escopo

* Os módulos BESS que serão instalados em campo irão priorizar regulação de tensão, e demais aplicações (controle do fluxo de potência, *peak-shaving*, regulação de frequência) estão fora do Escopo

**Item 2 – Desenvolvimento do projeto:**

O projeto está dividido em quatro fases metodológicas:

1. Avaliação da solução tecnológica proposta:
   1. Identificação da rede elétrica de média tensão (caso de estudo);
   2. Implementação da solução tecnológica proposta em uma plataforma de simulação adequada ao estudo – OPAL-RT
      1. estudo da rede elétrica: cargas, cabos, geração, transformadores, etc.
      2. especificação dos BESSs de pequeno porte distribuídos e definição dos locais de instalação
      3. Modelagem dos BESSs de pequeno porte distribuídos
   3. Comparação técnica da solução tecnológica proposta com outras soluções mais convencionais
      1. Implementação das soluções convencionais no OPAL-RT
      2. Testes em regime permanente e transitório
      3. Comparação técnica entre as soluções
2. Implementação da solução tecnológica em campo usando controle autônomo:
   1. Aquisição dos módulos BESS;
   2. Comissionamento e testes em laboratório do módulo BESS;
   3. Resultados de simulação da rede de estudo no OPAL-RT com BESS distribuído e controle autônomo;
   4. Instalação em campo dos módulos BESSs com controle autônomo
   5. Monitoramento dos dados mensurados após instalação dos BESSs
   6. Comparação técnico-econômica da solução desenvolvida com demais soluções convencionais
3. Avaliação dos potenciais ganhos técnicos com o uso dos BESSs distribuídos e controles coordenado
   1. Identificação de estratégias de controle coordenado
   2. Desenvolvimento do hardware de controle
   3. Desenvolvimento dos módulos de comunicação
   4. Desenvolvimento do controle coordenado
   5. Modelagem e resultados de simulação da rede de estudo no OPAL-RT com BESS distribuído e controle coordenado;
   6. Testes em laboratório e instalação em campo dos módulos BESS com controle coordenado
4. Análise de propostas futuras:
   1. Avaliação preliminar dos ganhos técnicos considerando os BESS distribuídos e controle cooperativo em regime permanente e transitório

Mecanismo de acompanhamento da execução

Como mecanismos de acompanhamento da execução do projeto, estão previstos:

1. reuniões semanais entre os pesquisadores e assistentes de pesquisa da UFMG;
2. reuniões mensais entre os grupos de pesquisa envolvidos e com a gerência do projeto na CEMIG;
3. Entrega de relatórios técnicos:
   1. Relatório I (mês 15)

- Especificação dos BESS distribuídos e locais de instalação

- Resultados de simulação da validação da rede e com solução baseada em BESS distribuídos autônomos

- Resultados dos testes realizados em laboratório do módulo BESS com controle autônomo e o seu comissionamento em campo

* 1. Relatório II (mês 24)

- Pacote de simulação com os modelos desenvolvidos (OPAL-RT);

- Resultados de simulação da validação da rede e com solução baseada em BESS distribuídos e controle coordenado

- Relatório comparativo da solução BESS distribuído com demais soluções convencionais, e avaliação técnico-econômica.

- Relatório descritivo do hardware, módulos de comunicação e controle coordenado desenvolvido;

- Resultados dos testes realizados em laboratório do módulo BESS com controle coordenado e o seu comissionamento em campo

Entregáveis

1. Comissionamento e instalação dos BESSs distribuídos em campo – controle autônomo;
2. Estudo em simulação da comparação do BESS distribuído com outras tecnologias que podem ser aplicadas para mitigar problemas de sobretensão e hosting capacity (reatores, RTC, SVC, DSTATCOM de MT, transformadores com TAP, BESS centralizado).
3. Comissionamento e instalação do controle coordenado (controlador local e central) junto aos BESSs distribuídos em campo – controle coordenado para microrredes avançadas;

**Item 3 - Diretrizes Gerais**

* A compra das unidades de BESSs será realizada dentro do projeto P&D, e então precisamos identificar uma forma de estimar a quantidade de BESSs que serão adquiridos para instalação e execução do projeto.

1. Parceiros Adequados:

* Para a execução do projeto será necessário um parceiro para desenvolver os módulos de comunicação. Em particular, a comunicação entre o controlador local, embarcado ao BESS, e o controlador central, instalado na subestação de energia elétrica. E a comunicação entre o controlador central e o operador da CMEIG, caso desejável.
* Considera-se que as instalações dos BESSs nos postes de distribuição serão executadas pelo CEMIG;

1. Qual deve ser a duração do Projeto?

* Projeto será executado em 24 meses, sendo que a instalação em campo dos módulos BESS, com controle autônomo e sistema de monitoramento acontece na metade do projeto, e o controle coordenado é embarcado a solução BESS ao final do projeto.