



Modelagem Dinâmica para Avaliação do Impacto de Fontes Alternativas no Sistema de Distribuição de Energia

Autores:

**Glauco Taranto, Djalma Falcão, Tatiana Assis, José Marinho
Karen Salim, Tálita Valentini, David Parrini, Alan Ferreira
Leander Rêgo, Oscar Silvero, Carlos Vizeu Pontes e Layse Honório**

RESUMO DA APRESENTAÇÃO

1. INTRODUÇÃO
2. O *SIMULIGHT*
3. MODELAGEM DE FONTES
CONECTADAS VIA INVERSORES
4. ASPECTOS DA PROTEÇÃO EM REDES
ATIVAS DE DISTRIBUIÇÃO
5. CONCLUSÕES

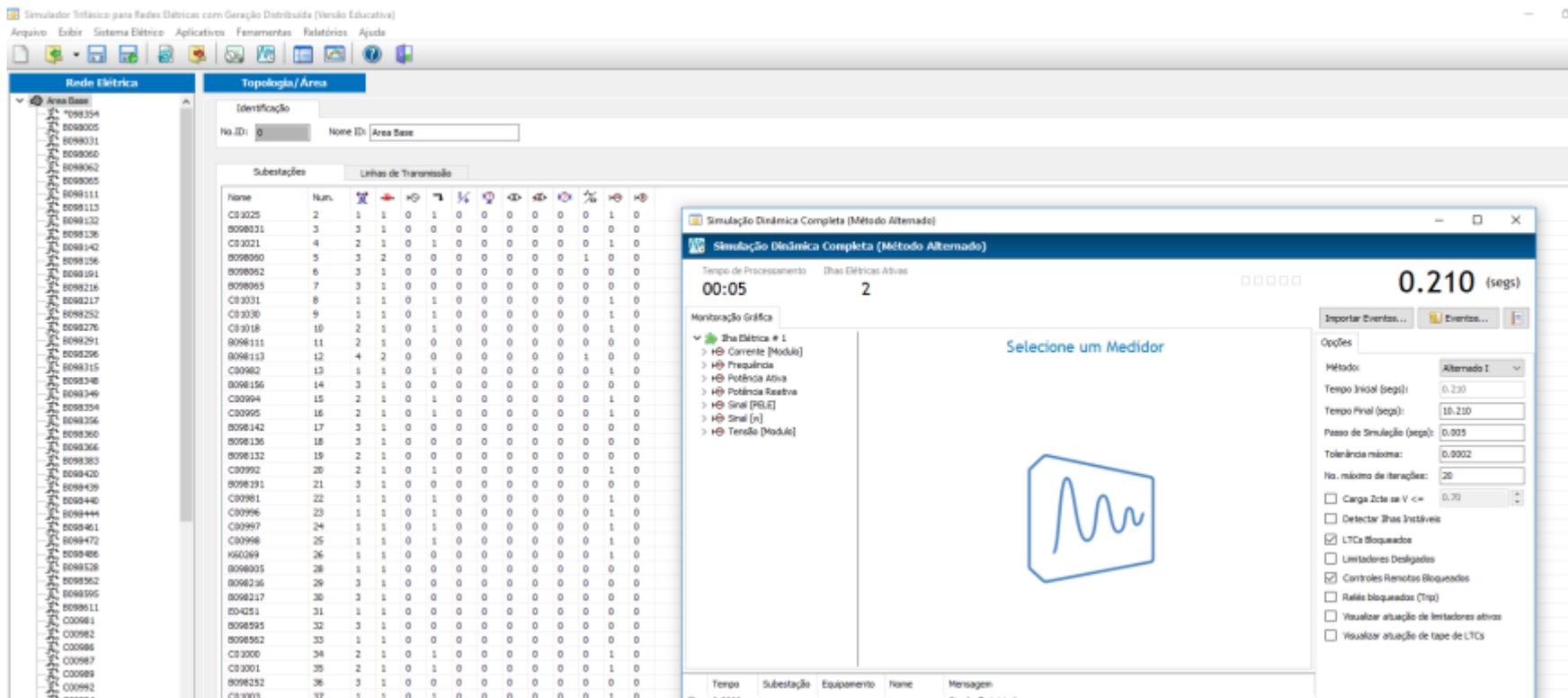
Introdução

- Projeto P&D realizado pela COPPE/UFRJ para a Light S.E.S.A.
- Avaliação do impacto da massiva proliferação da geração distribuída (GD) nas redes de distribuição
- Modelagem da GD conectada via inversores, por exemplo, a geração fotovoltaica, para análises de regime permanente e transitório
- Modelagem compatível com o software *Simulight* desenvolvido para a Light S.E.S.A. em projeto P&D anterior
- Utilização de modelos genéricos para representação da geração fotovoltaica
- Avaliação do impacto da GD no sistema de proteção

O Software *Simulight*

- Software que integra os aplicativos de fluxo de potência, curto-circuito e estabilidade na representação fasorial de sequência positiva e/ou trifásica
- Uma versão para uso acadêmico com limite no número de barras (120 barras) pode ser baixada da página:
<http://www.coep.ufrj.br/~tarang/Simulight/>
- Utilizado por diversas Universidades no Brasil e no exterior
- Utilizado em curso do Comitê de Estudos C6 da Cigré Brasil

O Simulight (Interface Gráfica)



The screenshot displays the Simulight software interface. On the left, a tree view shows the 'Rede Elétrica' (Electrical Network) structure, including 'Área Base' and various substation and transmission line components. The main window shows the 'Topologia/Área' (Topology/Area) view with a table of components and their parameters.

Nome	Num.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
CB 2025	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BO98031	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CB 2021	4	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BO98050	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BO98052	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BO98055	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CB 2031	8	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CB 2030	9	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CB 2018	10	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BO98111	11	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BO98113	12	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CB0982	13	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BO98156	14	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CB0994	15	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CB0995	16	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BO98142	17	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BO98136	18	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BO98132	19	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CB0992	20	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BO98191	21	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CB0981	22	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CB0996	23	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CB0997	24	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CB0998	25	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
H60349	26	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BO98005	28	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BO98246	29	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BO98217	30	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BO98011	31	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BO98095	32	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BO98052	33	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CB 2000	34	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CB 2001	35	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BO98252	36	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CB 2003	37	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

The simulation window shows 'Simulação Dinâmica Completa (Método Alternado)' with a progress bar and a time of 00:05. It includes a 'Monitoração Gráfica' section with a list of metrics to monitor, such as 'Corrente [Modulo]', 'Frequência', 'Potência Ativa', 'Potência Reativa', 'Sinal [PSLE]', and 'Tensão [Modulo]'. A graph displays a sine wave. The 'Opções' (Options) panel on the right allows configuration of simulation parameters like 'Método' (Alternado I), 'Tempo Inicial' (0.230), 'Tempo Final' (10.210), 'Passo de Simulação' (0.005), and 'Tolerância máxima' (0.0002).

Baixe gratuitamente em:
<http://www.coep.ufrj.br/~tarang/Simulight/>

Modelos Genéricos – Geração Fotovoltaica

- Modelos propostos pelo Western Electric Coordinated Council (WECC) dos Estados Unidos
- Geração concentrada



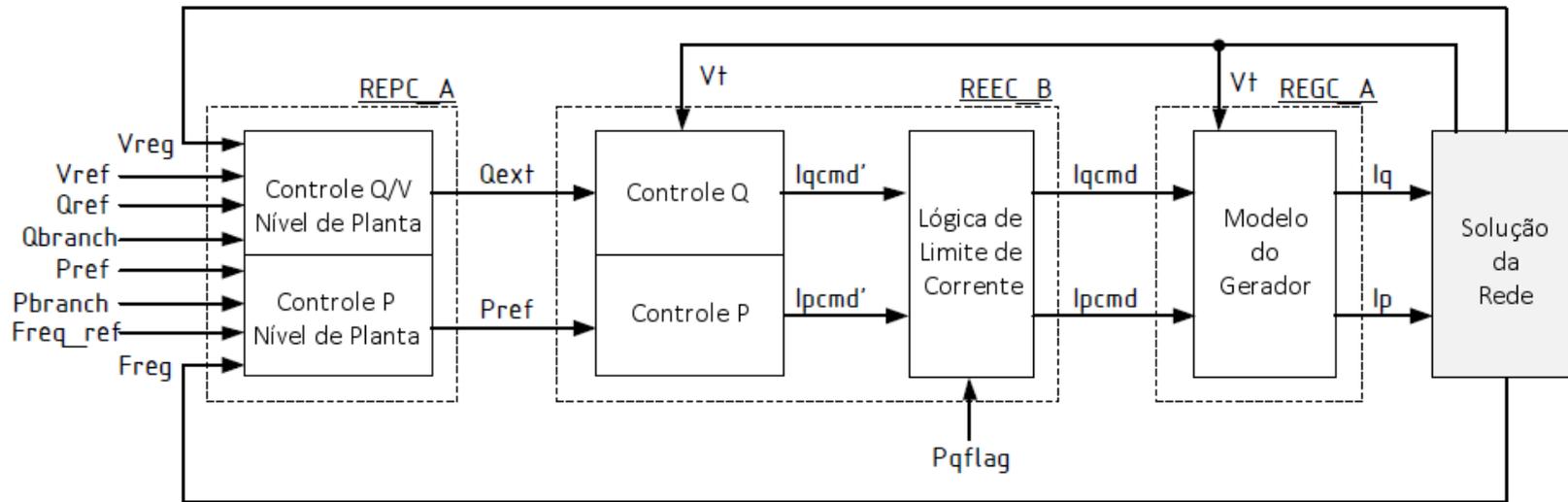
Geração distribuída



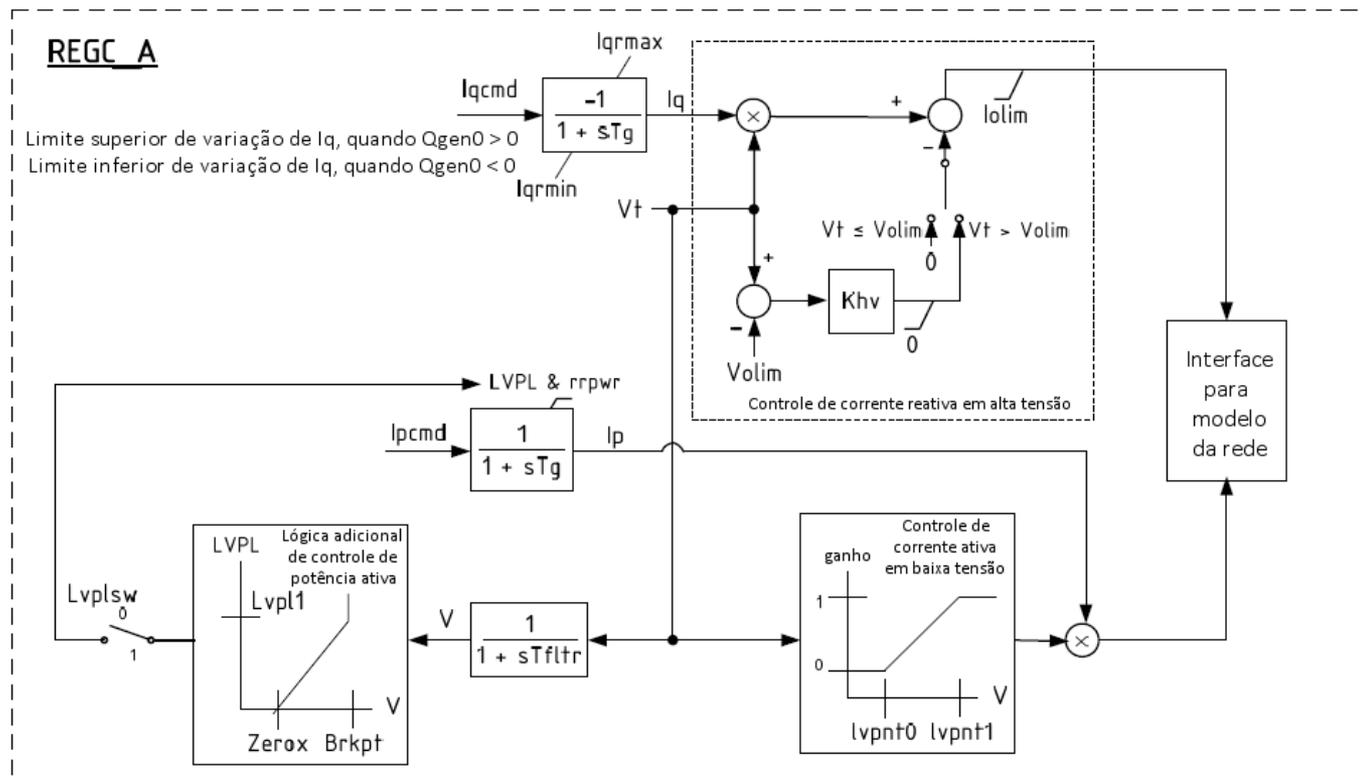
Premissas do Modelo

- Representar as dinâmicas da Geração Solar Fotovoltaica (**GSFV**) no impacto na rede e não dentro do gerador
- Adequados para distúrbios como curto-circuito, perda de geração e/ou carga, e **não** para transitórios de irradiância solar que envolvam o controle MPPT
- Flexíveis o suficiente para acomodar especificidades de diferentes fabricantes
- Válidos para analisar fenômenos elétricos na janela [**0-10Hz**]
- Devem incorporar funções de proteção de sub/sobretensão e sub/sobrefrequência que **bloqueiam temporariamente** injeções de correntes na rede
- Boa acurácia quando conectados em redes **fortes** ou **fracas**

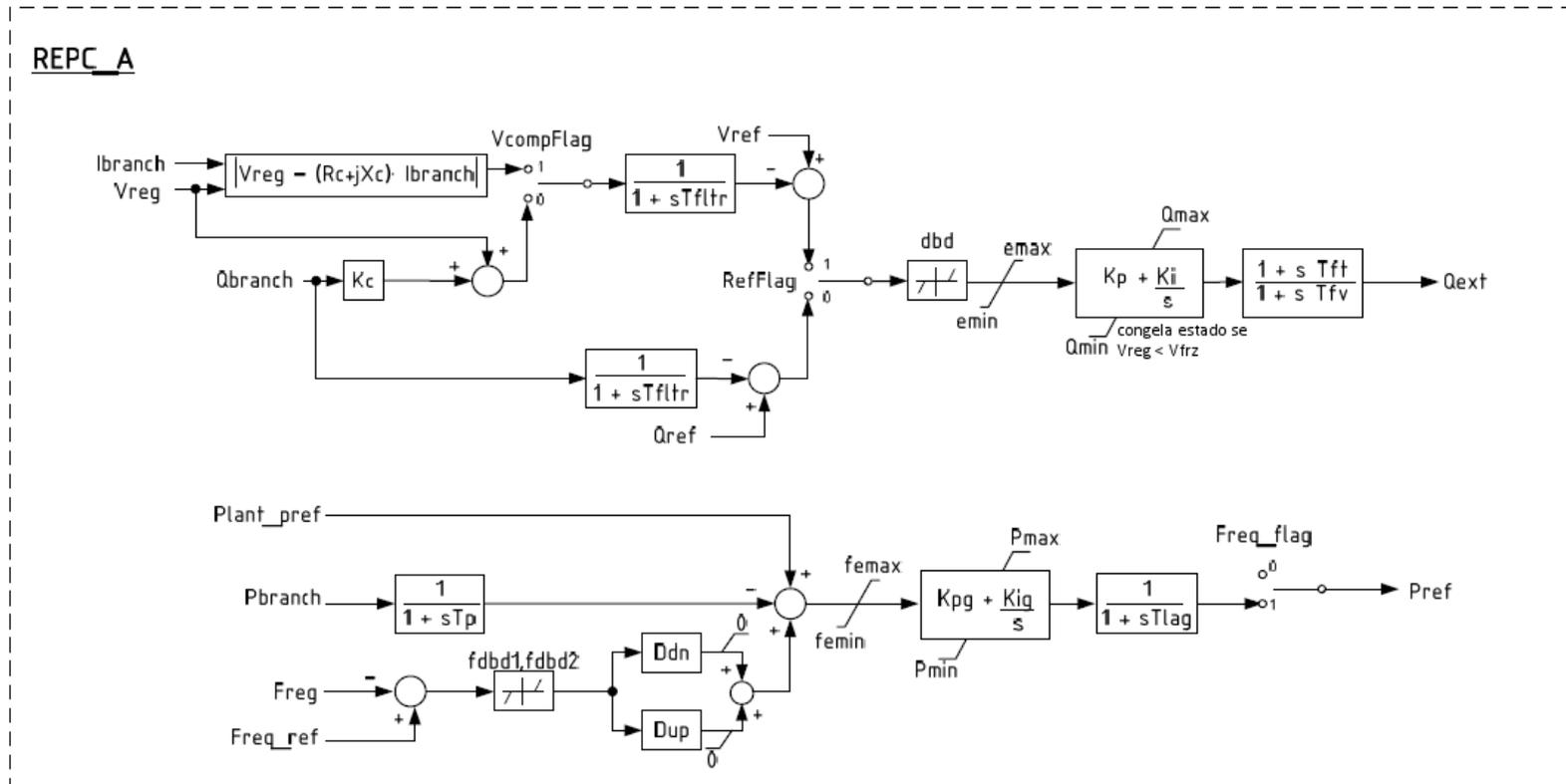
Estrutura Geral – GSFV Concentrada



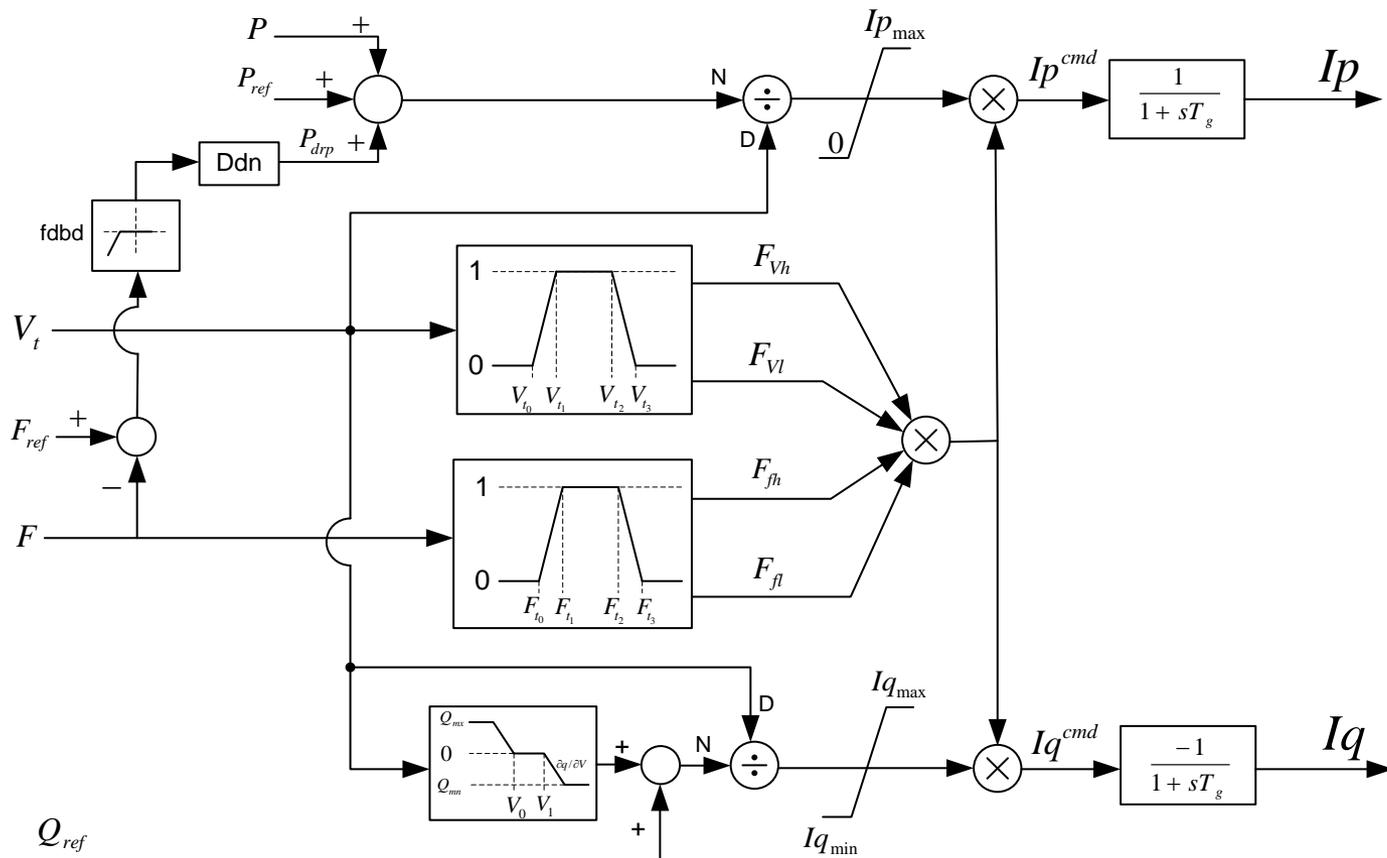
GSFV Concentrada – Sub Modelos



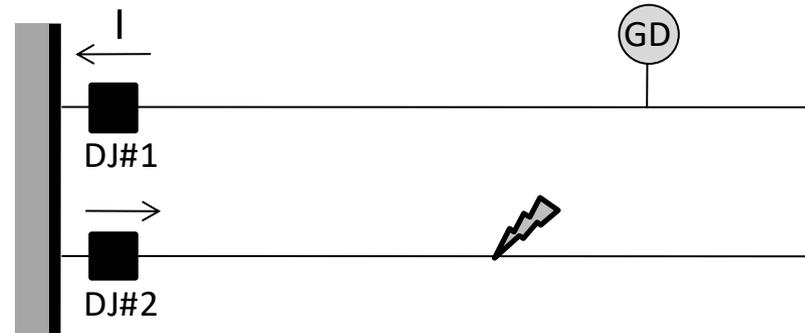
GSFV Concentrada – Sub Modelos



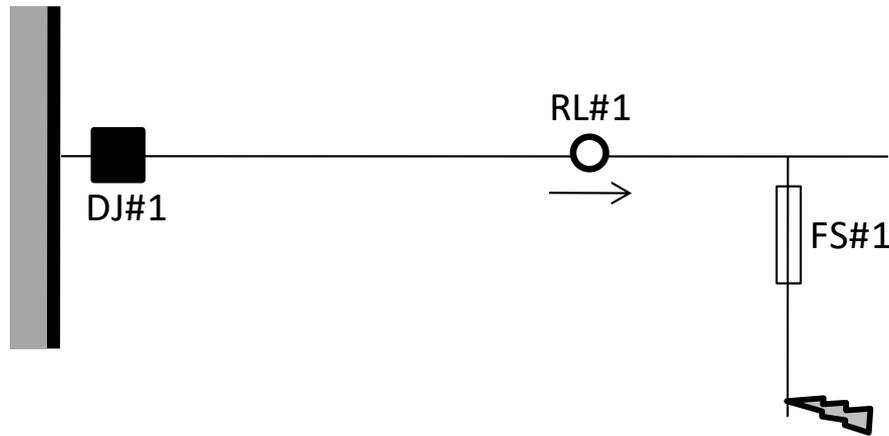
GSFV Distribuída



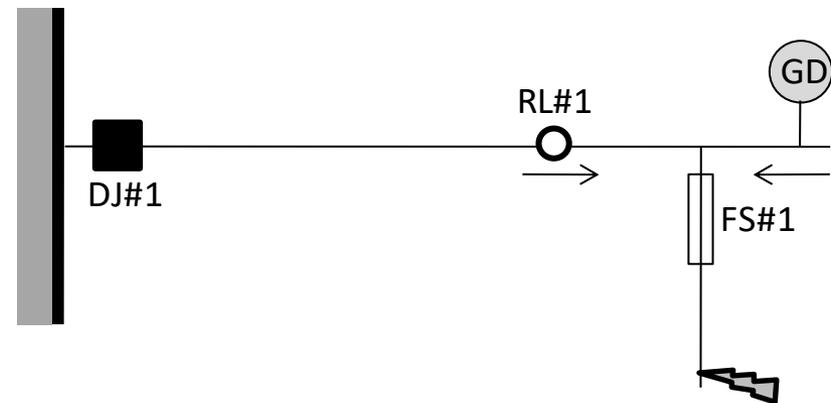
Aspectos da proteção em redes ativas de distribuição



Aspectos da proteção em redes ativas de distribuição

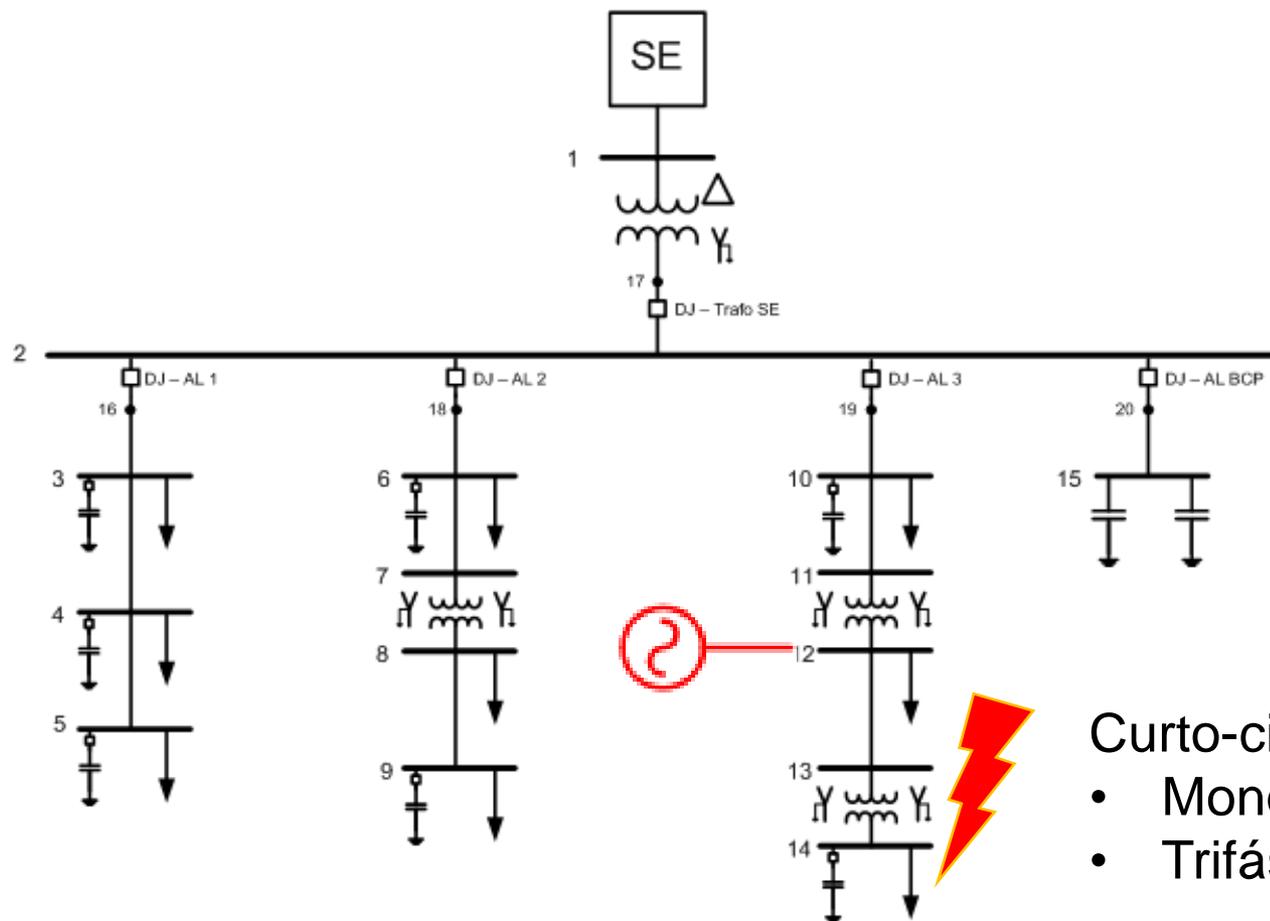


Pode atrapalhar o esquema poupa fusível.



Estudo de Caso – Alimentador Rural

PCH
3 MW



Curto-circuito:

- Monofásico
- Trifásico

Estudo de Caso – Alimentador Rural

Tempos de atuação do relé (s)

Defeito	Carga Leve			Carga Pesada		
	Sem GD	Com GD	Atraso	Sem GD	Com GD	Atraso
Trifásico	1,27	2,53	1,26	1,26	2,415	1,155
Monofásico	4,28	12,88	8,60	3,51	4,765	1,255

Conclusões

- A representação das dinâmicas da Geração Solar Fotovoltaica (**GSFV**) é fundamental nos estudos transitórios de curto e longo prazos
- Os modelos genéricos da GSFV apresentam uma boa relação custo/benefício
- A proteção de sistemas de distribuição ativos é altamente afetada quando a GD é máquina síncrona, e menos afetada quando a GD é GSFV



ORGANIZAÇÃO



energisa

LIGADA NA SUA ENERGIA

REALIZAÇÃO

E= ANEEL

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA