XVIII Encontro Regional
Ibero-americano do CIGRE

Foz do Iguaçu - Paraná – Brasil, 19 a 23 de maio de 2019

C4-07 – Estudos operacionais de usinas de geração eólica e solar através de uma plataforma computacional inovadora

Gustavo Silva Salge - Paulo Sergio Pereira Jr – Moisés Júnior B. Borges Davi – Cristiano M. Martins – Paulo Sergio Pereira – Gustavo E. Lourenço

CONPROVE

Brasil

For power system expertise

Resumo

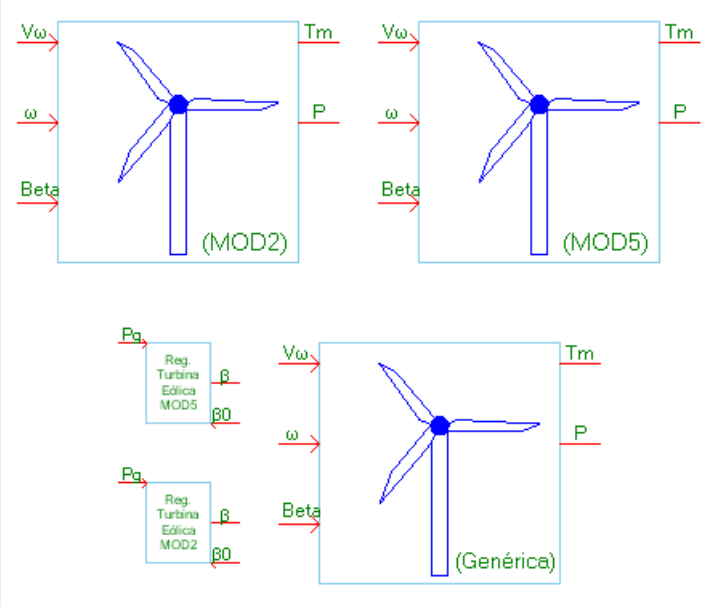
- Aumento de consumo e questões de sustentabilidade resultaram no crescimento da demanda por fontes renováveis de energia elétrica
- Implantação de novas usinas de geração e seu impacto (Operação, Controle e Proteção)
- Necessidade de técnicas para análise detalhada
- Aplicativos computacionais (Modelagem do SEP)
- **PS Simul** (Power System Simulator)

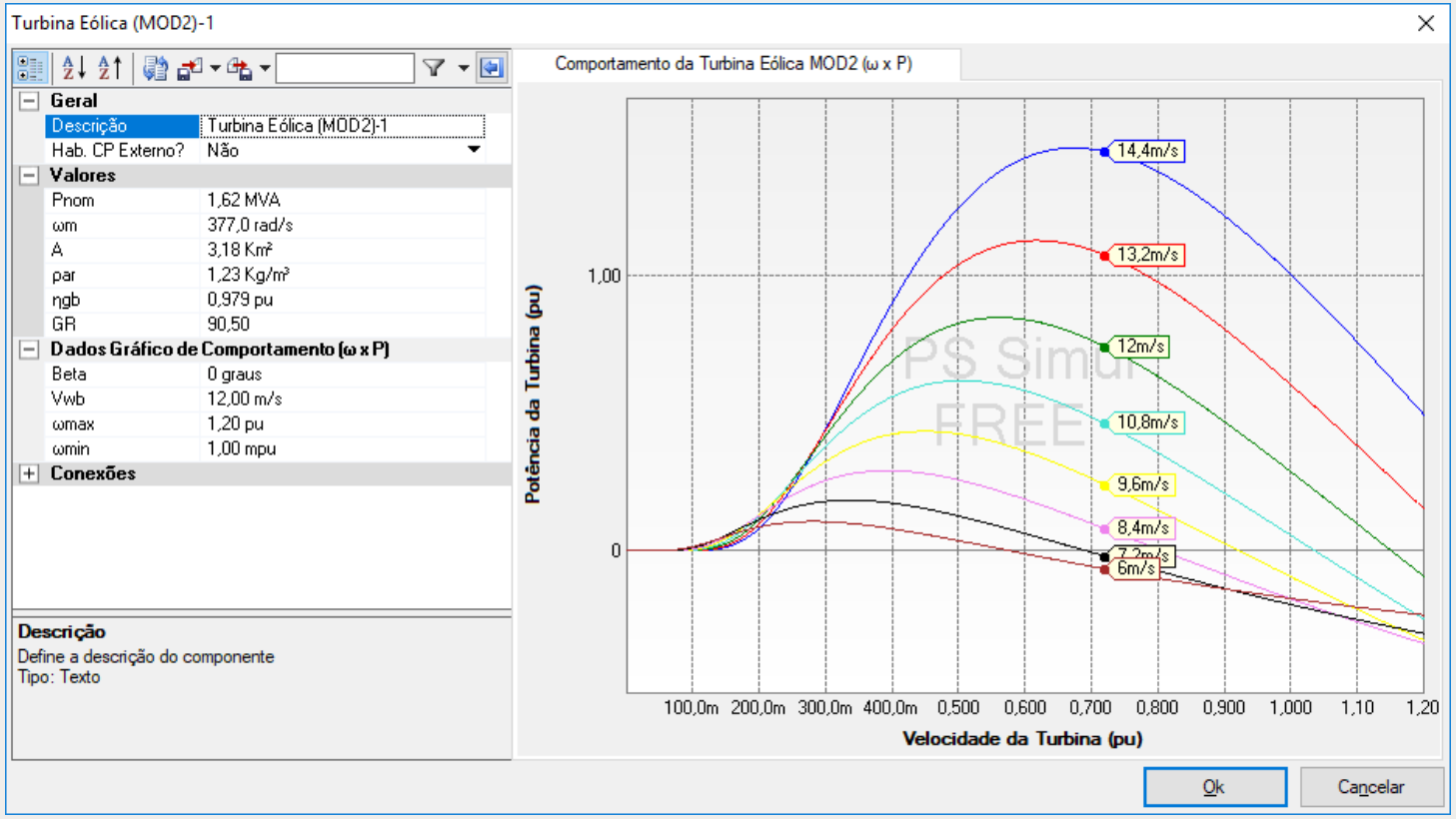
PS Simul x Estudos Energias Renováveis

- Desenvolvido no Brasil há uma década pela empresa CONPROVE
- Primeira versão gratuita lançada ao público em 2014 no site da empresa
- Permite a modelagem de sistemas complexos e a simulação de transitórios eletromagnéticos e eletromecânicos
- Interface intuitiva ao usuário e +400 componentes prontos em sua biblioteca

PS Simul x Energia Eólica

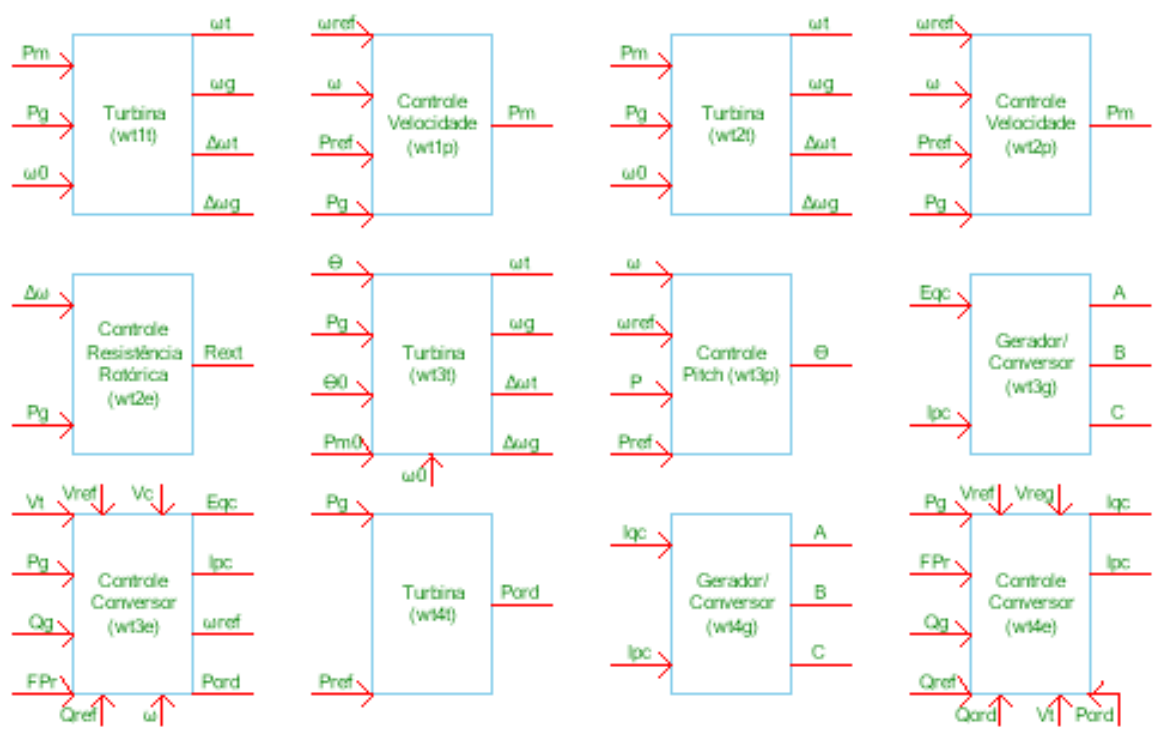
- Modelos de Turbinas Eólicas e seus controles

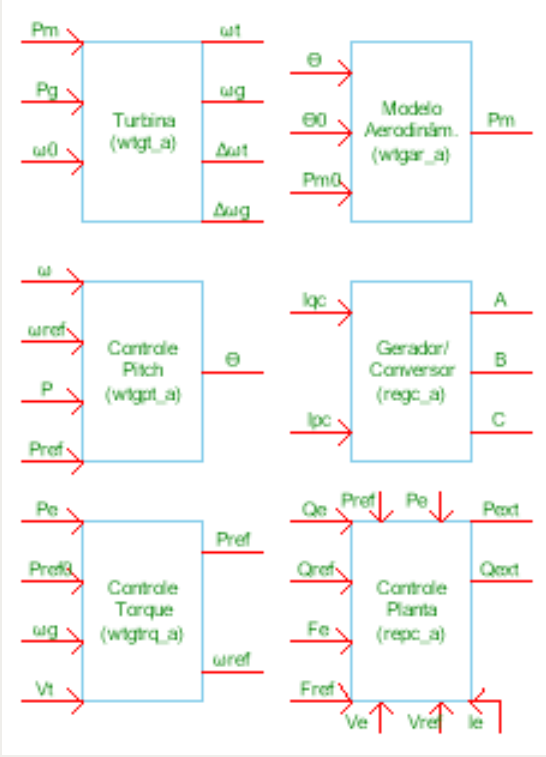




PS Simul x Energia Eólica

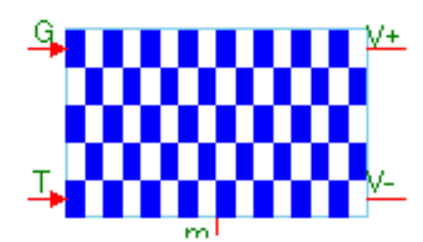
- Modelos Genéricos (NERC) 1ª/2ª geração (Tipos 1,2,3 e 4)
- Fonte de Vento: Rajadas, Rampas, Ruídos, etc

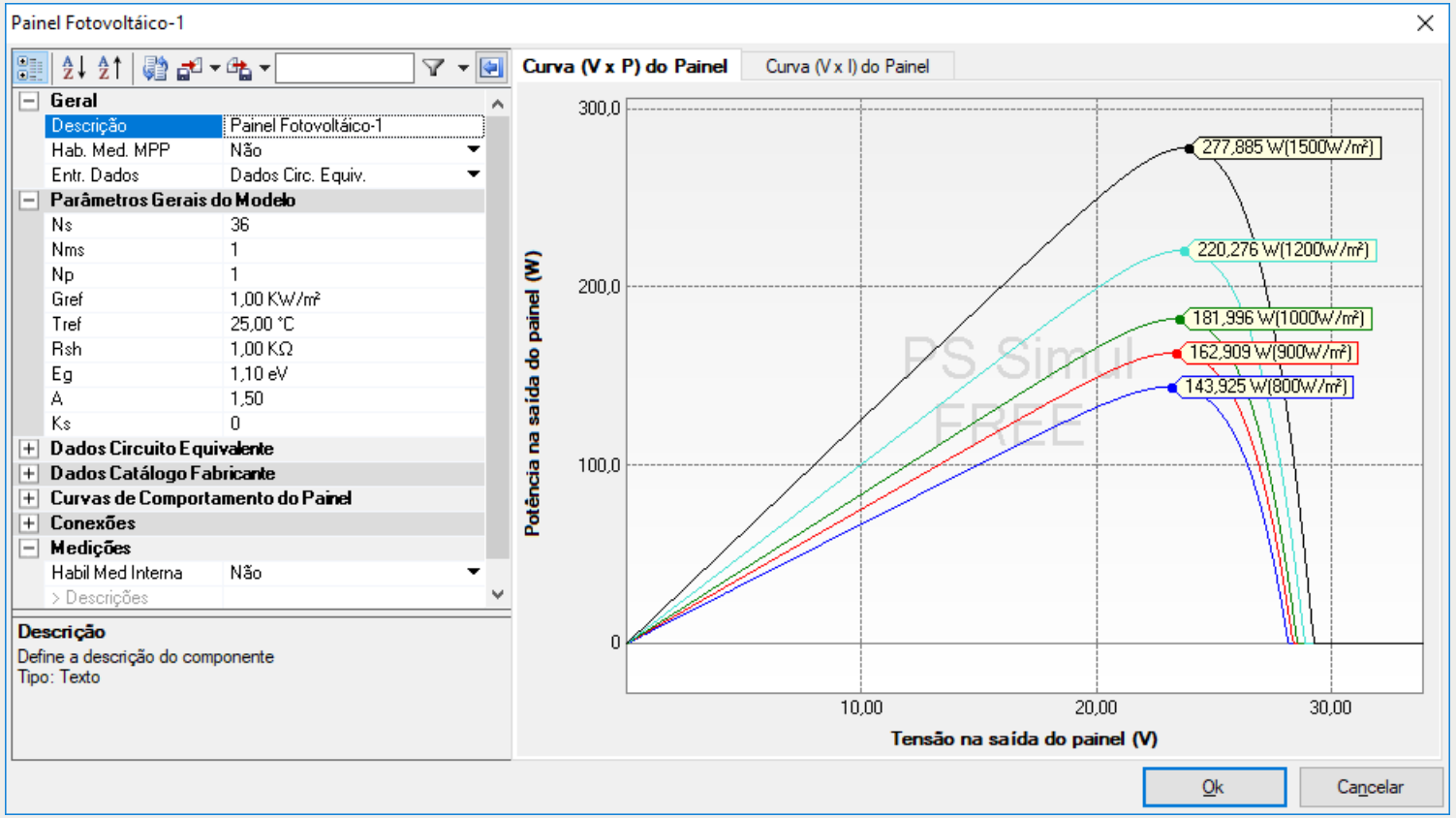




PS Simul x Energia Solar

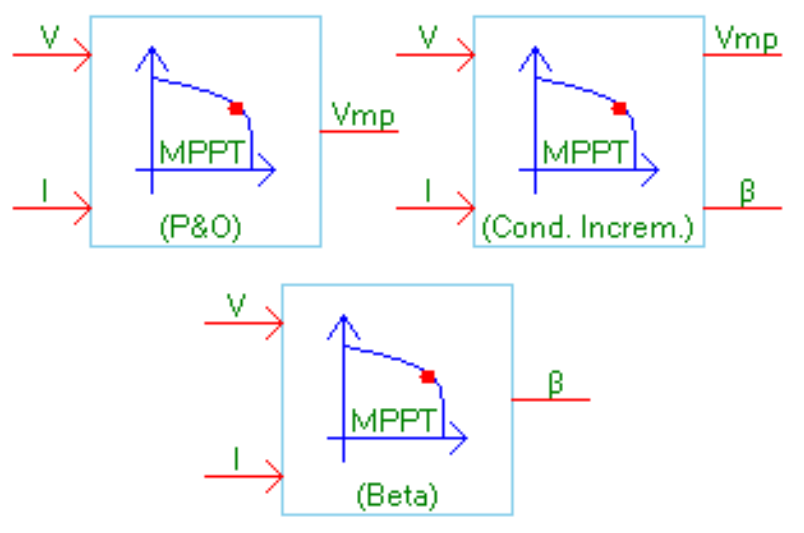
- Painéis solares: parametrização por circuito equivalente ou dados de catálogo

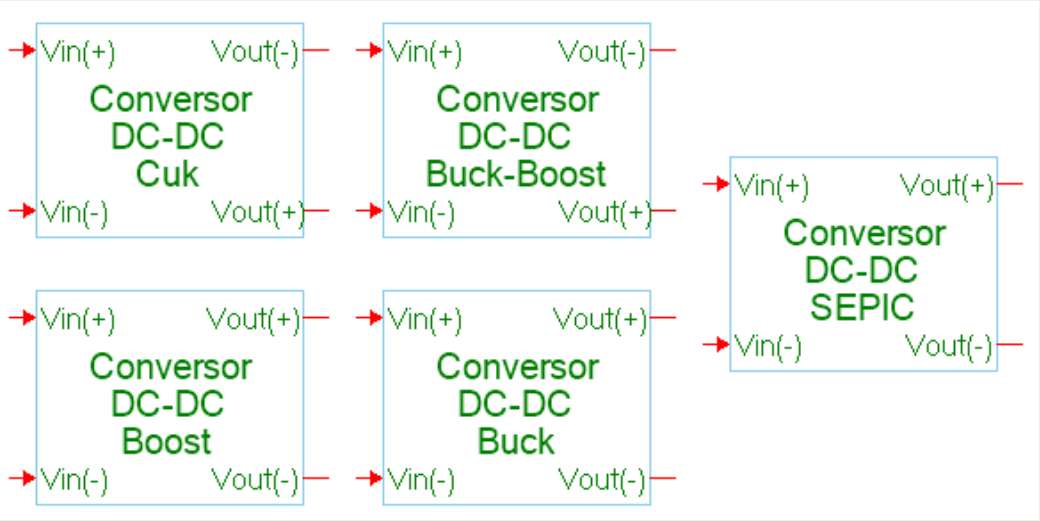


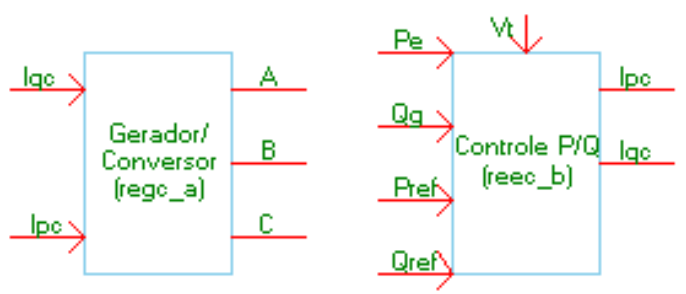


PS Simul x Energia Solar

- Métodos MPPT: P&O, Cond. Increm. e Beta
- Modelos Genéricos (NERC)
- Conversores DC-DC







Estudos de Caso

1) Interligação de **usinas eólicas** à rede elétrica: avaliação do uso da inércia sintética para redução de variações de frequência no sistema

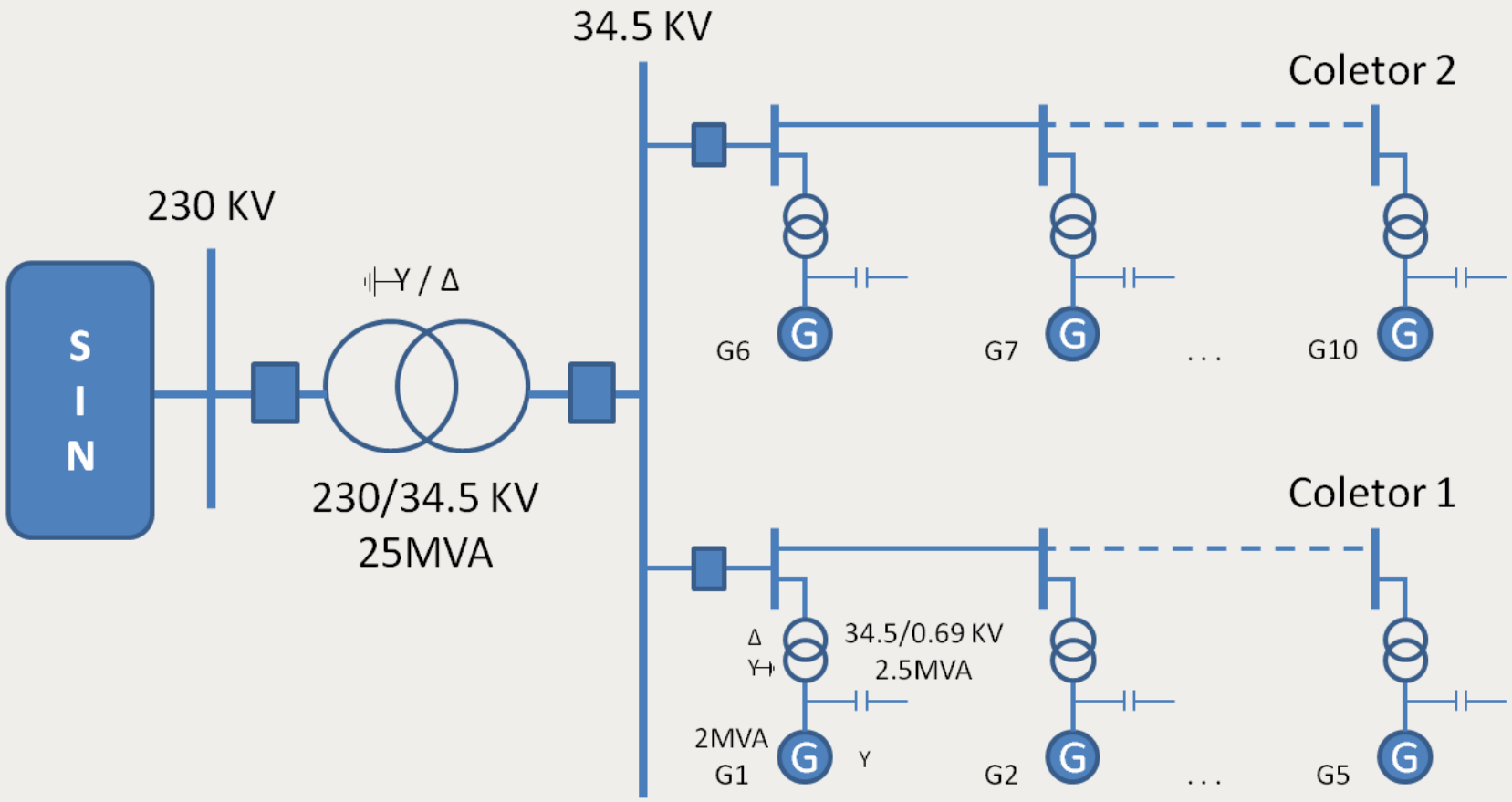
2) Interligação de **usinas solares** à rede elétrica: desempenho de métodos MPPT e controles do sistema inversor

Estudo 1 – Usinas Eólicas x Inércia Sintética

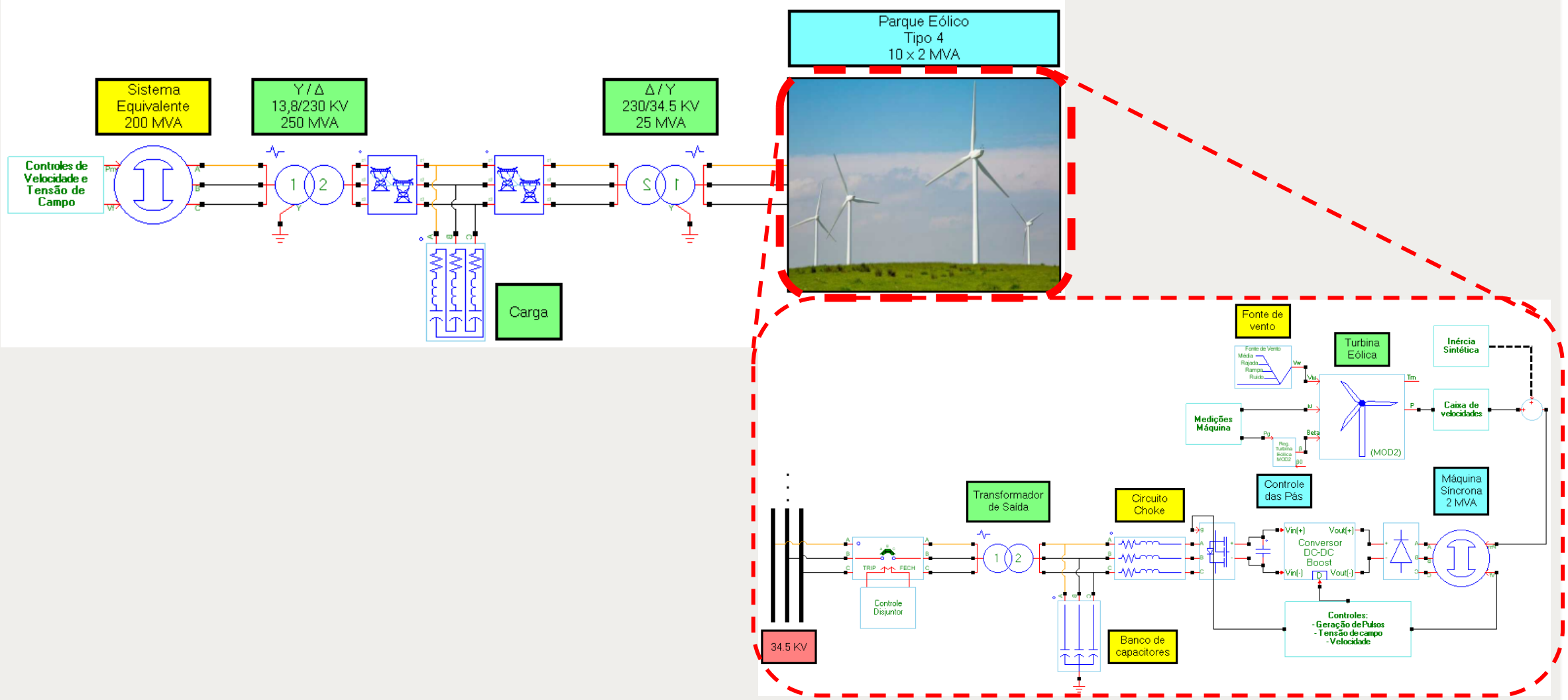
- Resposta inercial de unidades geradoras a distúrbios que impactam a frequência do sistema
- Arranjos Eólicos Tipo 3 e 4:
  - Alto desempenho e flexibilidade operativa
  - Incapacitam resposta inercial das máquinas frente a distúrbios
- Estratégia de controle: Inércia Sintética

Estudo 1 – Usinas Eólicas x Inércia Sintética

- Diagrama unifilar do sistema modelado:



Estudo 1 – Usinas Eólicas x Inércia Sintética

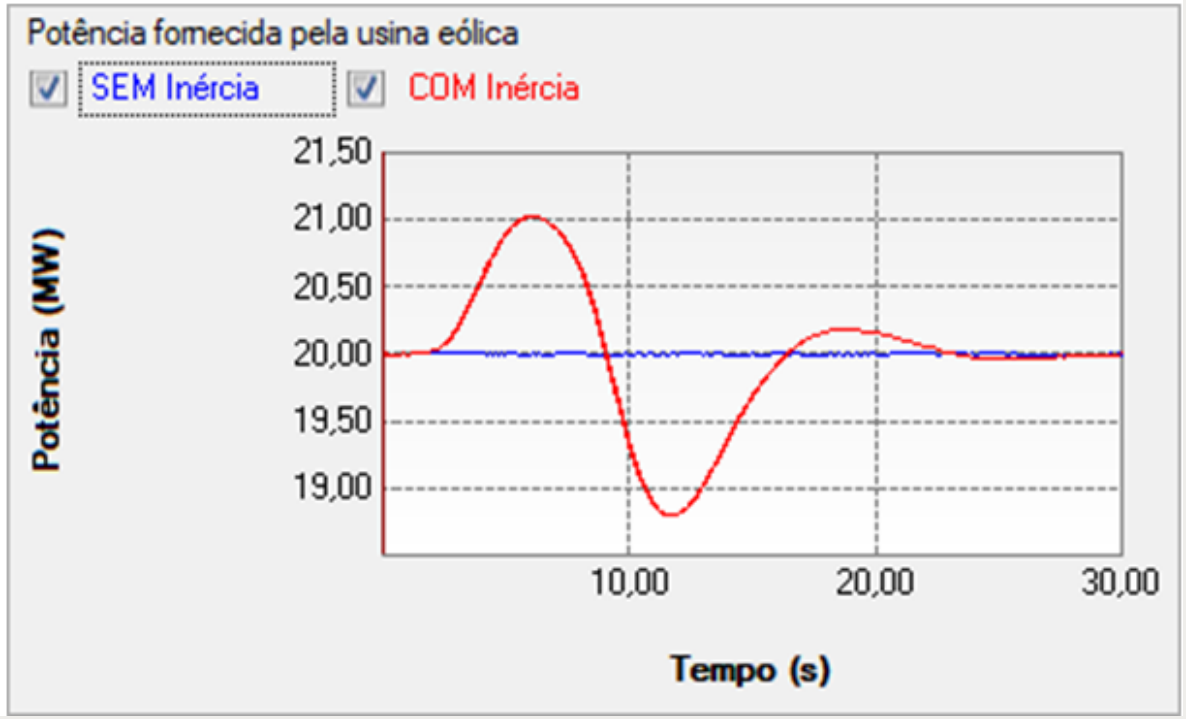


Estudo 1 – Usinas Eólicas x Inércia Sintética

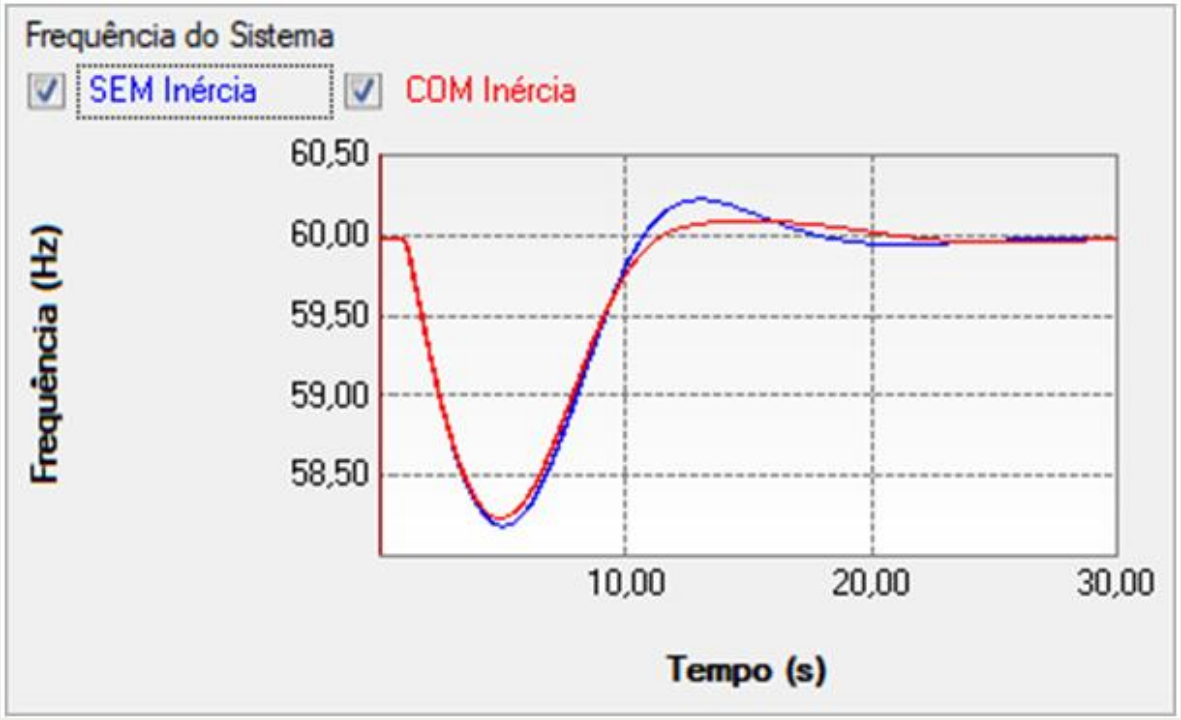
- Situação analisada:
  - Carga de 65 MW sendo 20 MW supridos pela usina.
  - Aumento súbito de 50% da carga representando saída de alguma geração do sistema
  - Analisados comportamentos da frequência do sistema e potência fornecida pelo parque eólico na ausência e na presença da inércia sintética

Estudo 1 – Usinas Eólicas x Inércia Sintética

POTÊNCIA FORNECIDA



FREQUÊNCIA DO SISTEMA

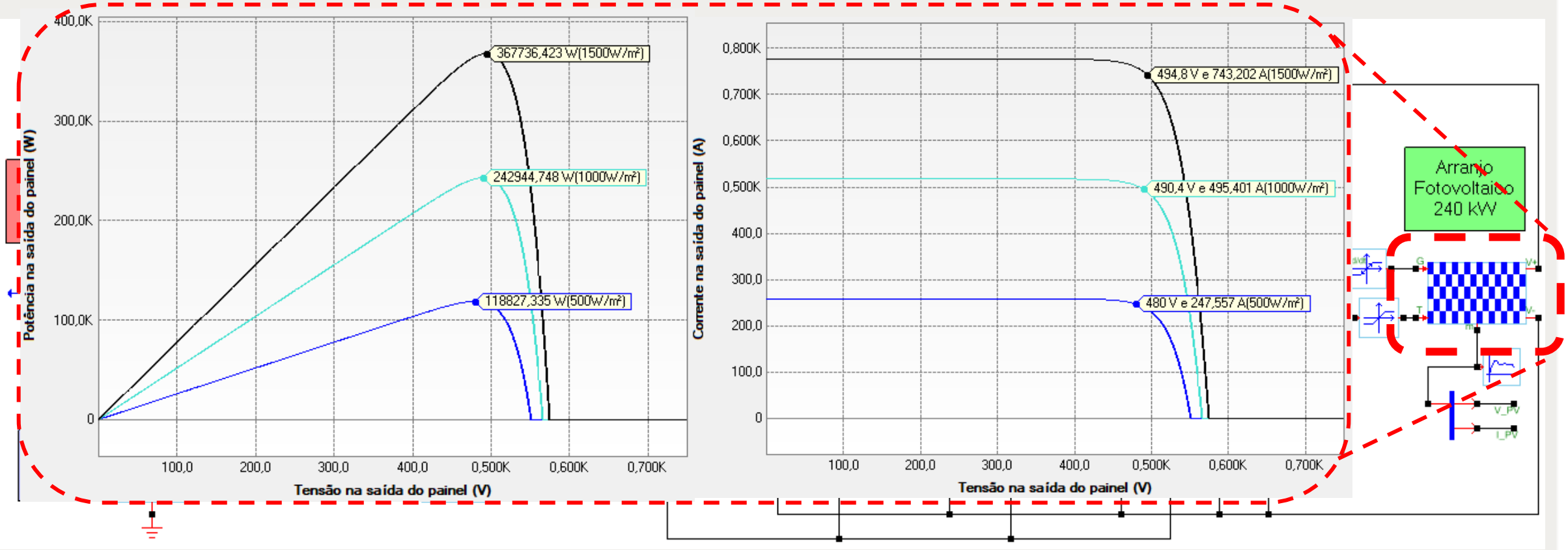


Estudo 2 – Usinas Solares

- Conexão de sistema fotovoltaico (240 kW) com rede de distribuição 13,8 kV
- Utilizado método de controle MPPT (P&O) para manter o sistema operando sempre no ponto de máxima potência
- Sistema de controle composto basicamente por:
  - Método MPPT
  - Regulador de tensão DC
  - Regulador de corrente
  - Sistema de geração de pulsos

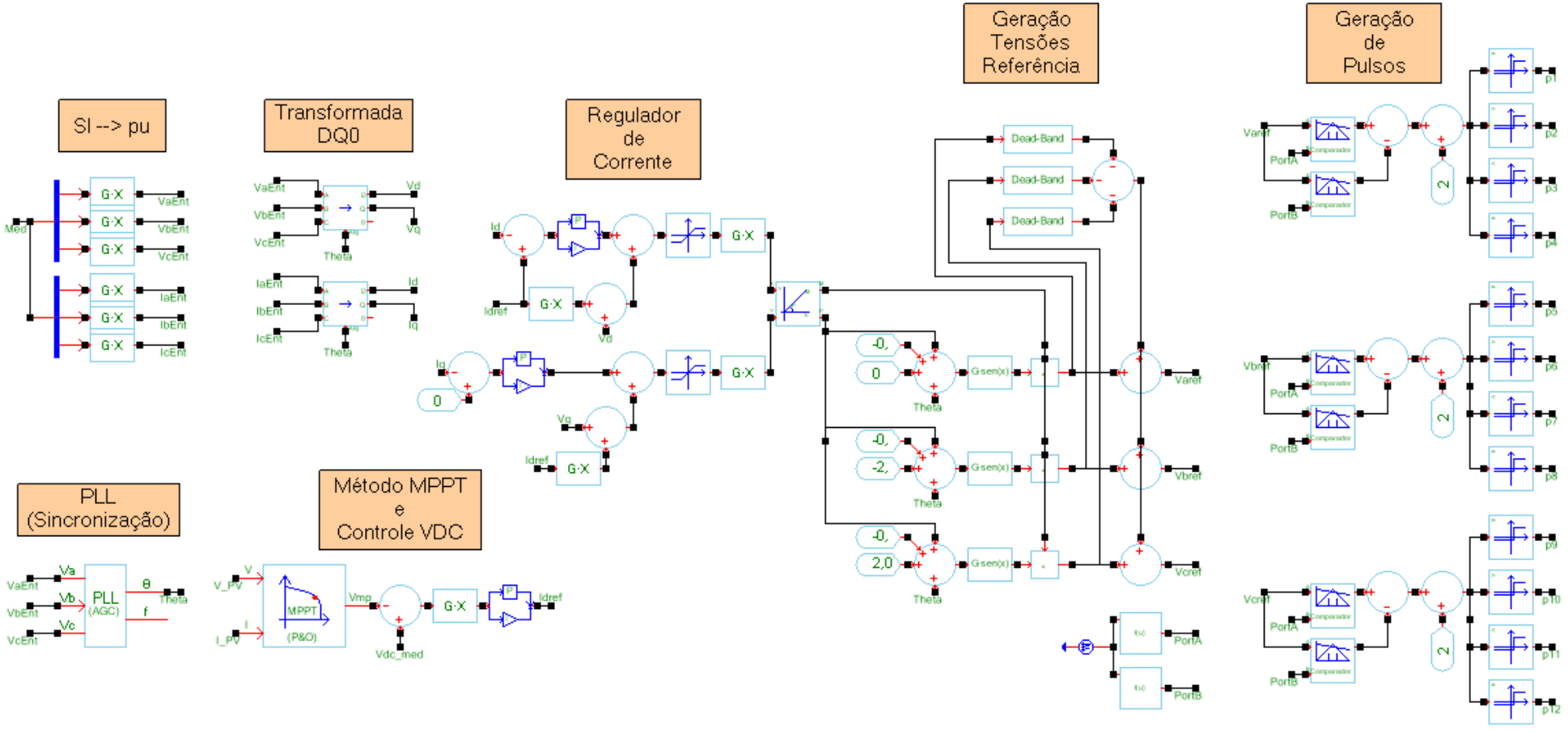
Estudo 2 – Usinas Solares

- Sistema de potência modelado:



Estudo 2 – Usinas Solares

- Sistema de controle modelado:

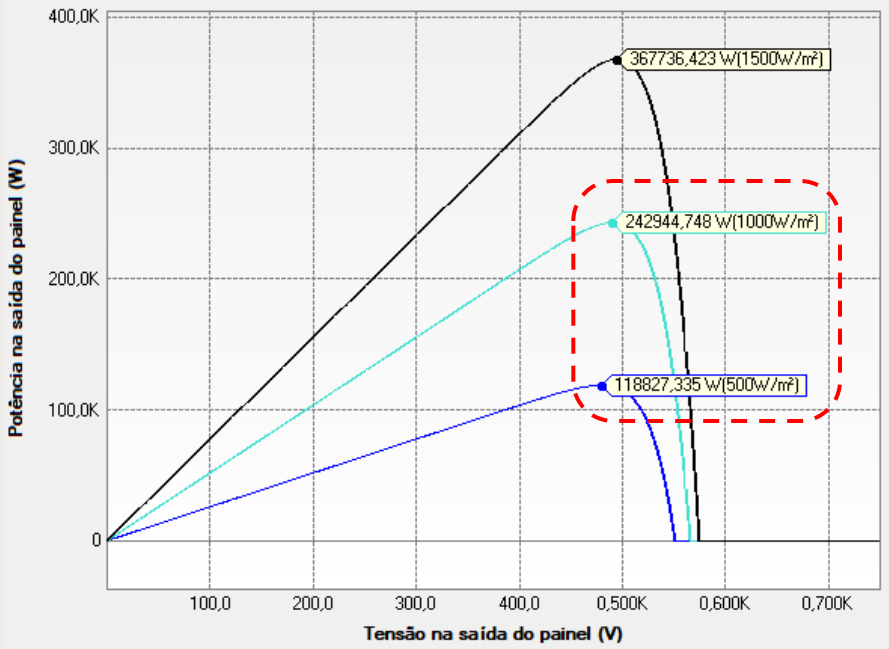


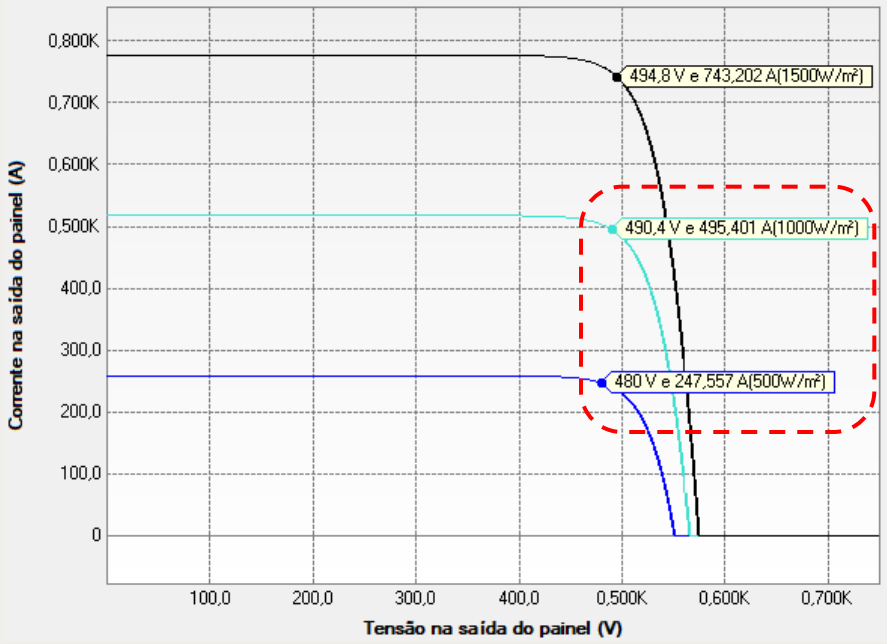
Estudo 2 – Usinas Solares

- Situação analisada:
  - Variação de irradiância solar
  - Inicialmente → 1000 W/m²
  - Em t = 2 segundos → 500 W/m²
  - Em t = 4 segundos → 1000 W/m²
  - Analisada a dinâmica do controle modelado

Estudo 2 – Usinas Solares

- Resultados esperados (teóricos):
  - Irradiância 1000 W/m² → 242,9 kW e 490,4 V
  - Irradiância 500 W/m² → 118,8 kW e 480 V

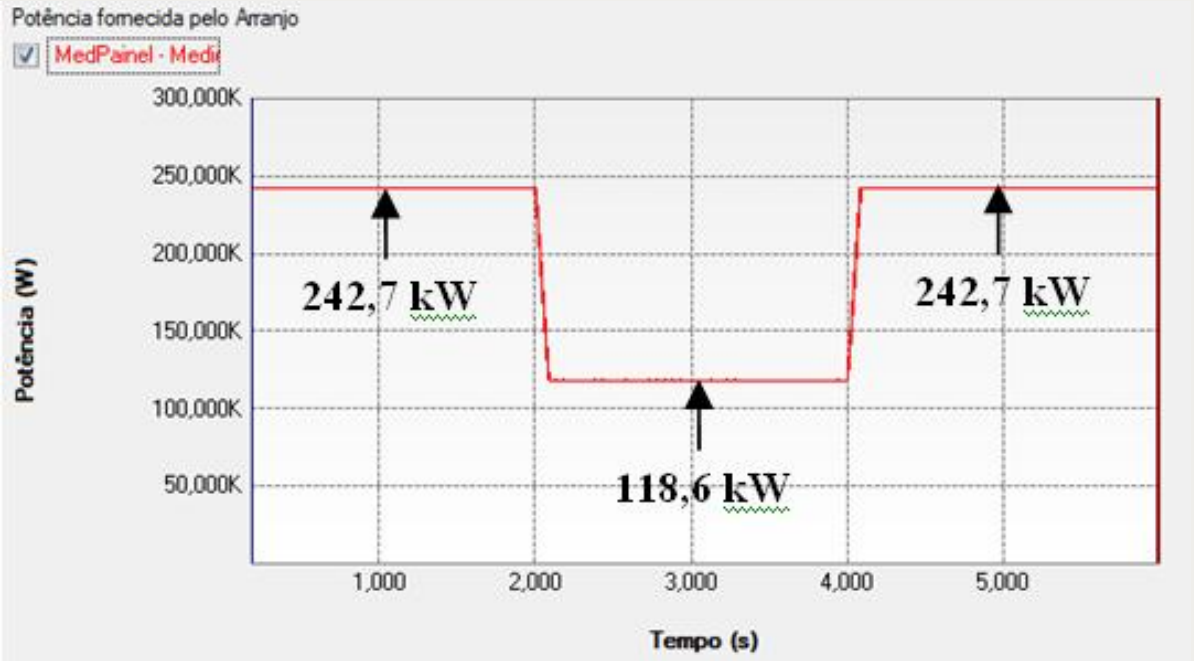




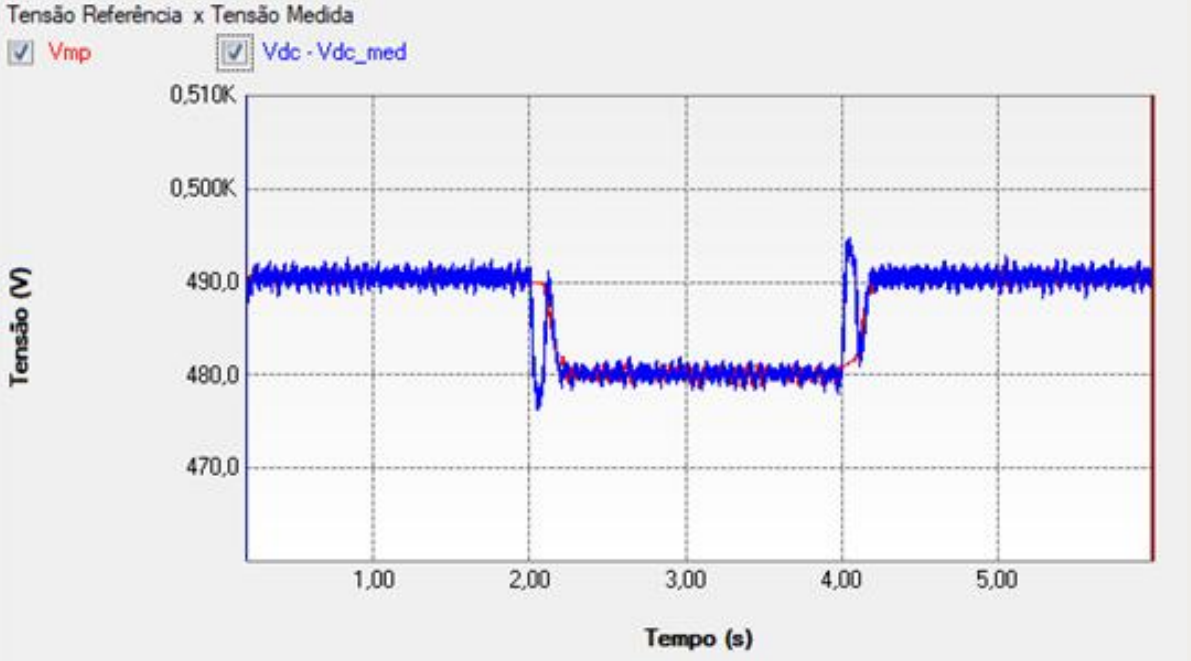
Estudo 2 – Usinas Solares

- Resultados obtidos:

POTÊNCIA FORNECIDA



TENSÃO REFERÊNCIA X MEDIDA



Conclusões

- Estudo Usina Eólica → redução da variação de frequência, após distúrbios, com utilização de inércia sintética
- Estudo Usina Solar → comportamento eficaz do controle modelado frente variações de irradiância nos painéis
- Demonstrado potencial do software PS Simul para simulações envolvendo energias renováveis
- Proposta de facilitar a realização de estudos transitórios com interface amigável e utilização intuitiva

MUITO OBRIGADO!!!

Gustavo Silva Salge

CONPROVE
ENGENHARIA

www.conprove.com.br