

UTILIZAÇÃO DE CONTROLADORES DEFINIDOS PELO USUÁRIO PARA MODELAGEM DE SISTEMAS ESPECIAIS DE PROTEÇÃO NO ANATEM

GAT/ Nicolas A R L Netto
Milon P da Silva
Fabricio L Lirio
Ligia R da Silva

INTRODUÇÃO

Por que modelar proteções em estudos de estabilidade eletromecânica?

- A atuação de uma proteção **altera** a resposta do sistema

Quais as proteções que podiam ser modeladas **antes** no Anatem?

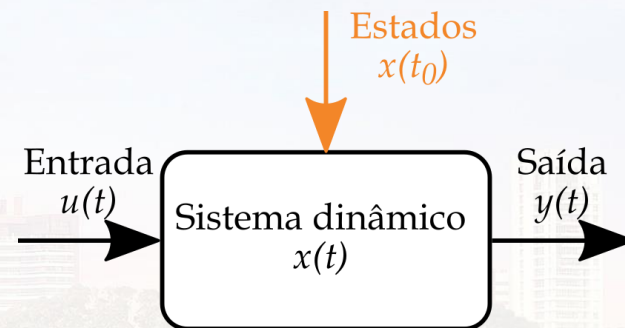
- ERACs e diversos relés (e.g. sub/sobretensão para geração)
- Modelos *Built-in* (codificados no programa)

Quais sistemas de proteção podem ser modelados **agora** no Anatem?


- SEPs, ECGs e relés mais sofisticados
- Modelos CDUs (personalizados pelo usuário)

DEFINIÇÃO DE ESTADO

“O estado de um sistema, para um dado instante de tempo t_0 , é a informação requerida em t_0 tal que a saída $y(t)$, para todo $t \geq t_0$, é determinada unicamente a partir desta informação e da entrada $u(t), t \geq t_0$.”
(CASSANDRAS e LAFORTUNE,
“Introduction to Discrete Event Systems”)



SISTEMA A EVENTOS DISCRETOS

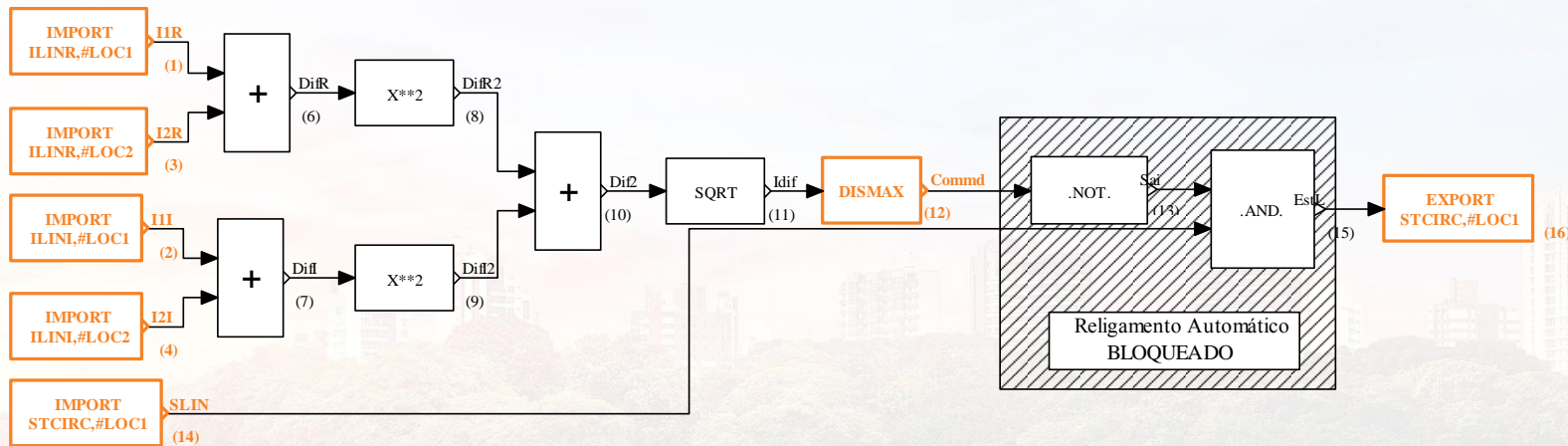


$$x = \{\text{vermelho, amarelo, verde}\}$$

- Variáveis de estado **discretas**

STSHT	Valor percentual de <i>shunt</i> equivalente referente a t_0	$-\infty < x < \infty$
STLDM	Valor percentual da <i>magnitude da carga</i> referente a t_0	$-\infty < x < \infty$
STBSH	Unidades ligadas de um grupo de <i>banco shunt</i> individualizado	$x \in \{0, 1, 2, \dots, N_{\text{bsh}}\}$
ESTFNT	Unidades ligadas de um grupo de <i>fonte shunt</i> controlada	$x \in \{0, 1, 2, \dots, N_{\text{fnt}}\}$

RELÉ DIFERENCIAL



- Uso da **Topologia de CDU** permite que o relé seja instanciado em múltiplos circuitos

EXEMPLO

Definição de Topologia

DTDU

```
(ncdu) ( nome cdu )
  904 Relé Diferencial com temporização fixa
(EFPAR (npar) (   valpar   )
DEFPAR #LOC1          04 primeira extremidade
DEFPAR #LOC2          05 segunda extremidade
DEFPAR #Imax          1.0 ajuste do relé
DEFPAR #Tviol         0.10 temp. do relé + disj.
DEFPAR #Tpers         0.
(nb) (tipo) (stip)s(vent) (vsai) ( p1 )( p2 )( p3 )( p4 )
( Lógica para atuação do relé
```

Criação dos CDUs baseados em Topologias

```
0001 IMPORT I
0002 IMPORT I
0003 IMPORT I
0004 IMPORT I
0006 SOMA      I1R    DifR
               I2R    DifR
0007 SOMA      I1I    DifI
               I2I    DifI
0008 FUNCAO X**2 DifR  DifR2
0009 FUNCAO X**2 DifI  DifI2
0010 SOMA      DifR2  Dif2
               DifI2  Dif2
0011 FUNCAO SQRT Dif2  Idif
0012 DISMAX     Idif  Commd #Imax #Tviol#Tpers
0013 LOGIC .NOT. Commd Sai
```

Fim do CDU

```
( Lógica para abertura do circuito
0014 IMPORT STCIRC      SLIN  #LOC1
0015 LOGIC .AND. SLIN  EstL
                        Sai  EstL
0016 EXPORT STCIRC EstL      #LOC1
FIMCDU
999999
```

ACDU

```
(ncdu) (ntop) ( nome cdu )
  1  904 Rele dif_1
(EFPAR (nome) (   valor   )
DEFPAR #LOC1          10
DEFPAR #LOC2          20
FIMCDU
999999
```

```
DCNE
(Nc) ( Mc )u
  10  1u
999999
```

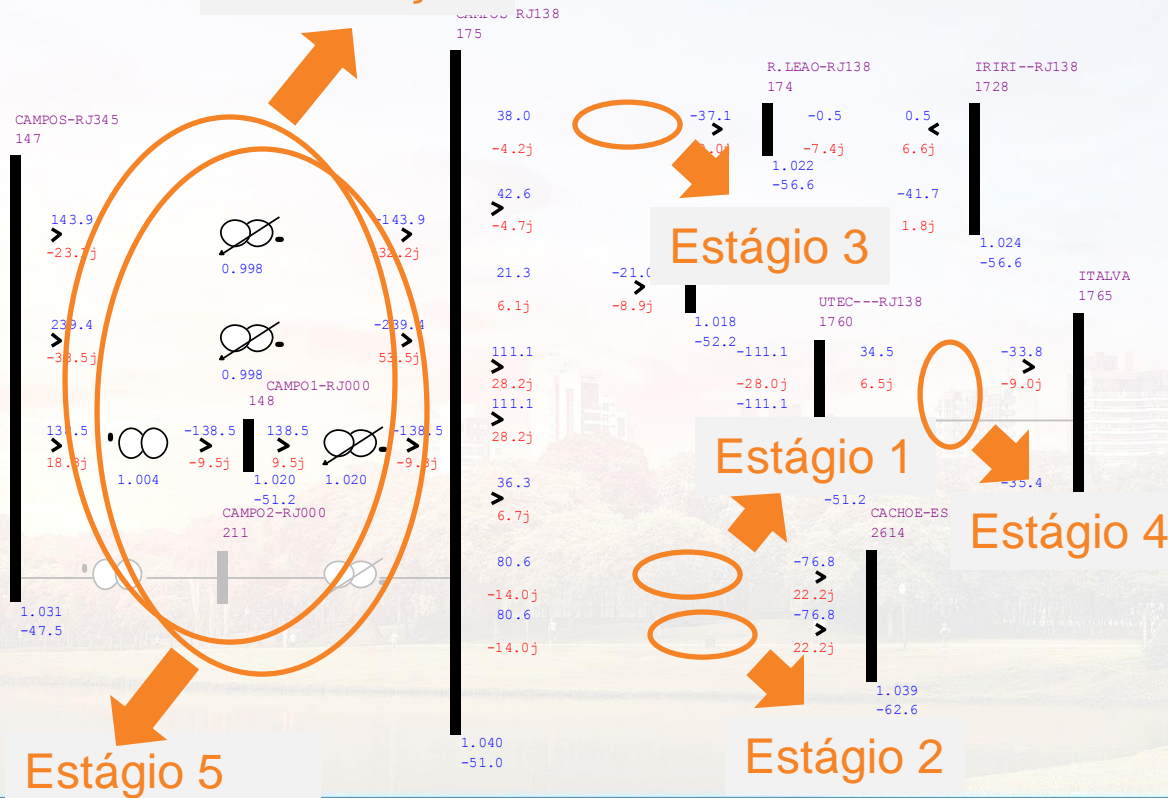
Mudança de Parâmetros

SISTEMAS ESPECIAIS DE PROTEÇÃO

Com os recursos apresentados, podem ser modelados os seguintes SEPs:

- (1.09.08) Esquema de Rejeição de Máquinas da UHE Três Irmãos
- (1.16.07) Esquema de alívio de carga dos Bcos de Autotransformadores 345_138 kV (225 MVA) da SE Campos
- (1.08.21) Esquema de controle de emergência da SE Montes Claros 2
- (3.16.24) Desligamento de unidades geradoras na UHE Tucuruí quando da atuação do Esquema Suplementar de Proteção com desligamento de três ou mais unidades geradoras de Itaipu 60 Hz

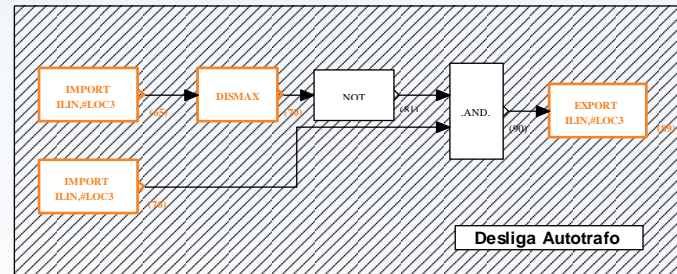
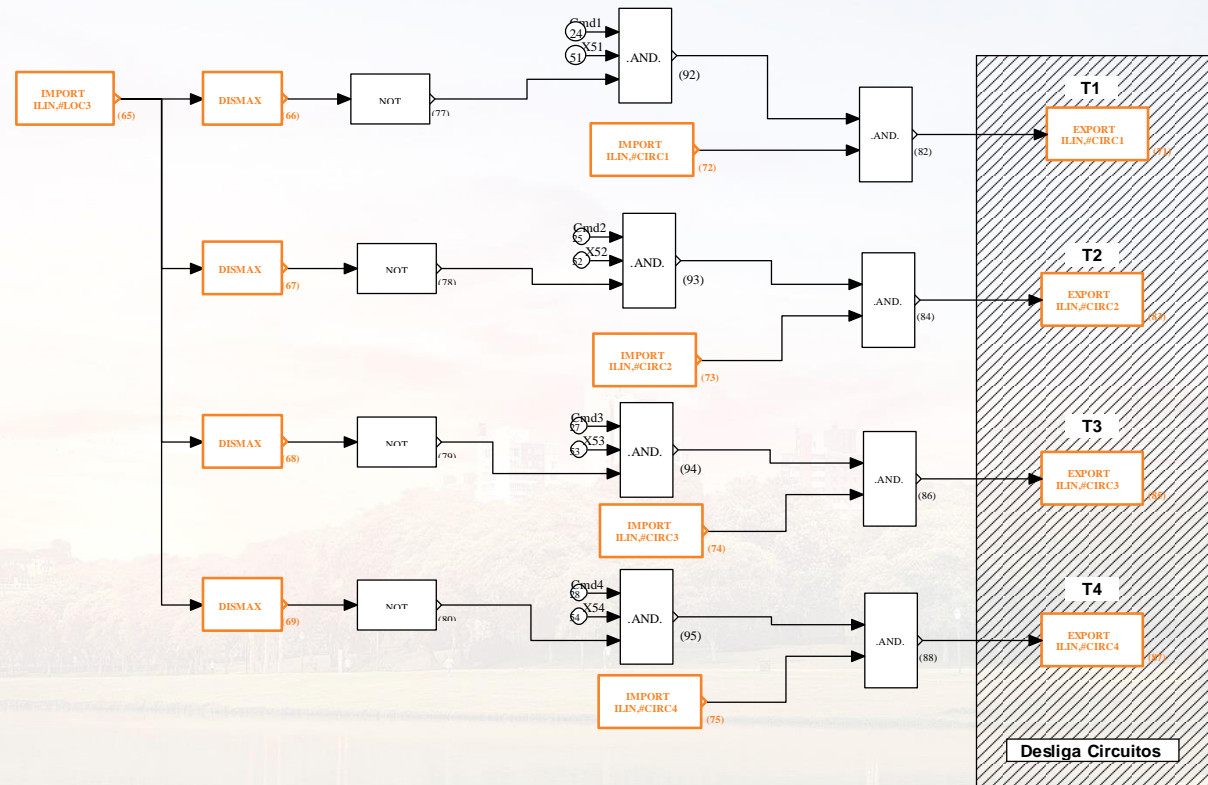
Monitoração



Objetivo: aliviar o carregamento da subestação

Sensores: Correntes em circuitos monitorados

Atuadores: Abertura de circuitos selecionados (5 estágios de atuação)

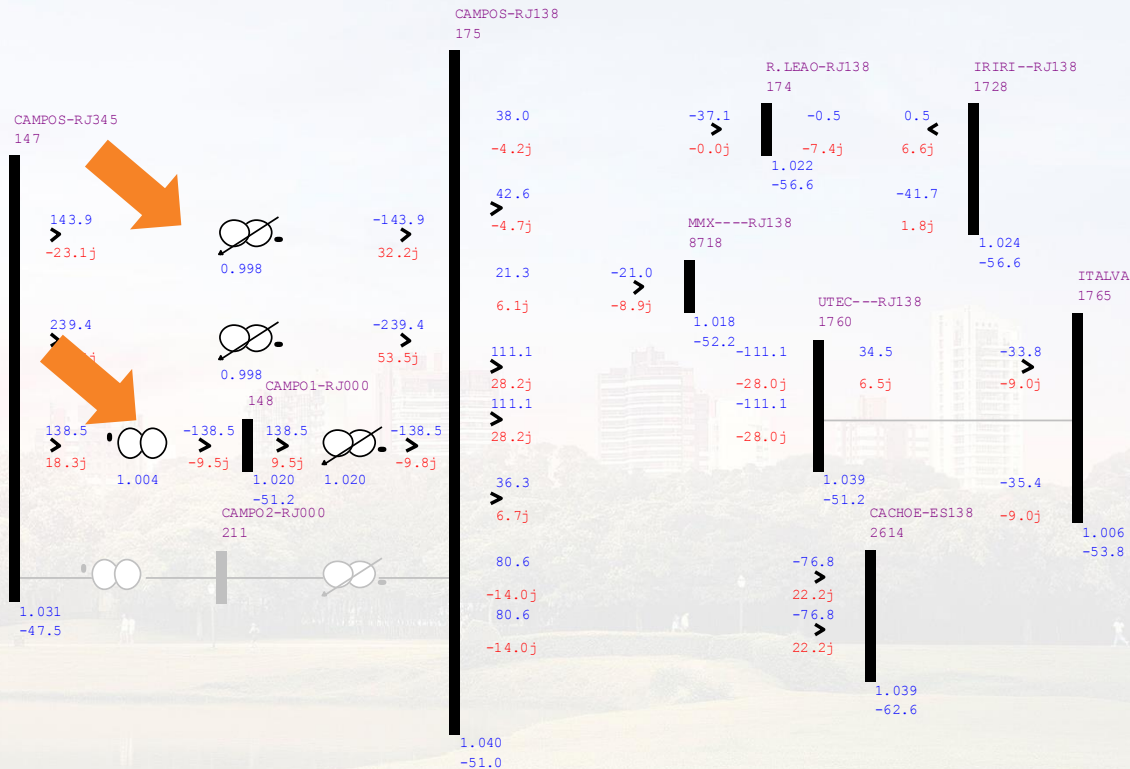


(diagrama parcial)

SEP 1.16.07 - Simulação

Evento: Abertura simultânea de dois transformadores

Objetivo: Provocar sobrecarga no transformador remanescente e observar a atuação do SEP



SEP 1.16.07 - Simulação

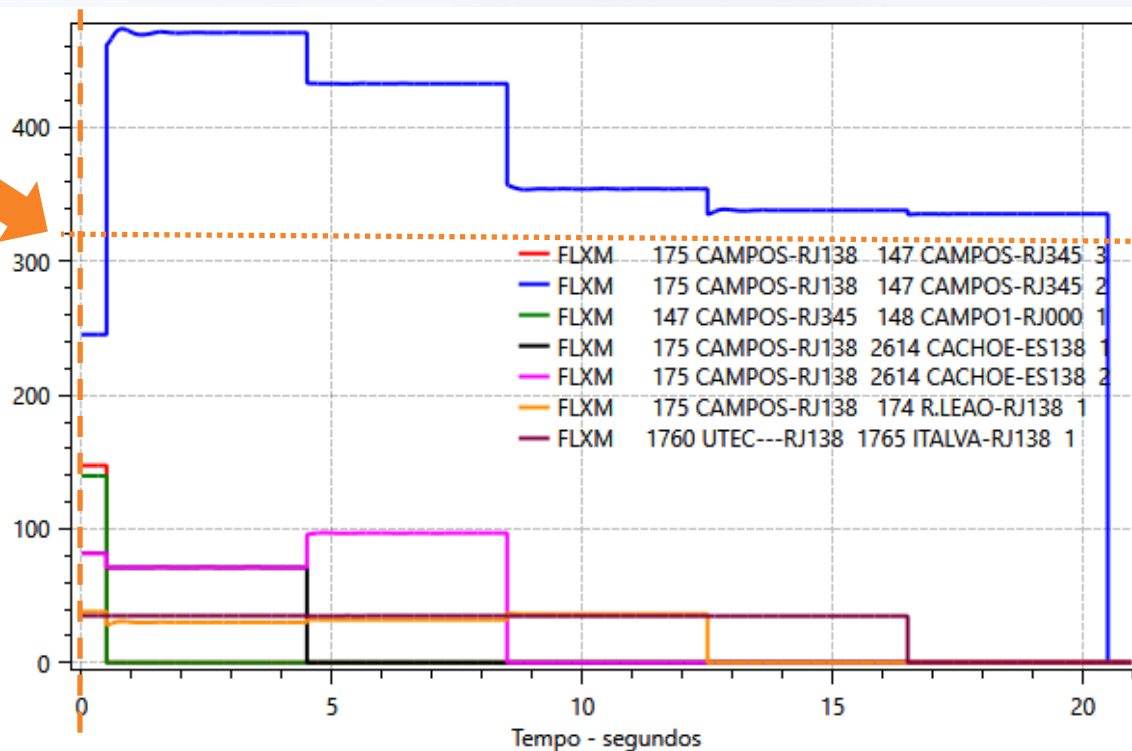
$T = 0.500s$:

Valor de referência

- Abertura do circuito 175 – 147 – C3
- Abertura do circuito 147 – 148 – C1 (eventos do usuário)

$T = 3.500s$:

- Abertura do circuito 1760 – 2614 – C21



CONCLUSÕES

As funcionalidades apresentadas permitem que sistemas supervisórios possam ser modelados com **facilidade**:

- Relé diferencial (uso de **topologia de CDU**)
- SEP 1.16.07

Os recursos apresentados permitem uma **modelagem mais detalhada** do sistema:

- Aumenta a **confiabilidade** nos estudos de transitórios eletromecânicos
- Outros sistemas supervisórios podem ser modelados como **controles coordenados**

NÍCOLAS ABREU ROCHA LEITE NETTO

 (21) 2598-6325

 nicolasrln@cepel.br

 www.cepel.br