



Operador Nacional do Sistema Elétrico

ECS DE ASSIS - RELATÓRIO DE IMPLANTAÇÃO

Emissão: MAIO/2007

REVISÃO 1: 24/05/2007

REVISÃO 2: 04/06/2008

Operador Nacional do Sistema Elétrico
Diretoria de Planejamento Programação da Operação
Rua da Quitanda 196/23º andar, Centro
20091-005 Rio de Janeiro RJ
tel (+21) 2203-9594 fax (+21) 2203-9444

© 2007/ONS
Todos os direitos reservados.
Qualquer alteração é proibida sem autorização.

ECS DE ASSIS - RELATÓRIO DE IMPLANTAÇÃO

ONS RE3/042/2007 - R2

Sumário

1	Introdução	4
2	Objetivos	7
3	Resumo dos Resultados Obtidos nos Estudos Realizados	7
4	Visão Geral do ECS8	
	4.1	CLP da SE de Assis 10
	4.1.1	Configuração Operativa do barramento de 230 kV da SE Assis, quando de Rede Completa 10
	4.1.2	Configuração Operativa do barramento de 230 kV da SE Assis, quando de Rede Alterada 11
	4.1.2.1	Indisponibilidade do Transformador TR1 de 440/230 <u>kV</u> 11
	4.1.2.2	Indisponibilidade do Transformador ATR2 de 440/230 kV 12
	4.1.3	Lógicas a serem implementadas no CLP da SE Assis 13
	4.1.4	Rede Alterada – Indisponibilidade de um dos Transformadores de 440/230 kV na SE Assis e com Manutenção de um dos Disjuntores no Barramento de 230 kV da SE Assis 15
	4.1.5	Rede Alterada - Outras Indisponibilidades 16
	4.1.6	Lógica para Alívio de Carregamento na LT 440 kV Capivara – Assis 17
	4.2	SE de Londrina 18
	4.3	CLP da UHE de Capivara 20
	4.4	CLP da SE de Taquaruçu 23
	4.5	CLP da SE de Porto Primavera 26
	4.6	CLP Master 28

1 Introdução

Atualmente, na área de influência da SE de Assis, encontram-se em operação três SEP - Sistemas Especiais de Proteção:

- ü Um Esquema de Controle de Segurança - ECS, conforme descrito no relatório de implantação ONS RE3-395/2005, revisão 4, de 23/12/2005, constituído por 5 Controladores Lógicos Programáveis – CLP, instalados nas SE de Assis e Bom Jardim (Master) e nas UHE de Porto Primavera, Capivara e Taquaruçu. Esse ECS tem como finalidade eliminar a sobrecarga no transformador TR1 – 440/230 kV da SE Assis através do corte de geração nas usinas de Porto Primavera, Capivara e Taquaruçu e da abertura do disjuntor seccionador de barramento de 230 kV na SE Assis ou da abertura das LT 230 kV Assis – Londrina e Assis – Salto Grande.
- ü Um Esquema de Controle de Emergência - ECE que tem como finalidade eliminar a sobrecarga no transformador TR1 – 440/230 kV da SE Assis através do corte de geração na UHE de Capivara e da abertura do disjuntor seccionador de barramento de 230 kV na SE Assis ou da abertura das LT 230 kV Assis – Londrina e Assis – Salto Grande.
- ü Um Esquema de Controle de Emergência que identifica a existência de sobrecarga na LT 440 kV Assis – Capivara a partir da perda da LT 440 kV Assis – Taquaruçu, com ação de corte de geração nas UHE de Capivara e Taquaruçu, aliviando o carregamento da LT 440 kV Assis - Capivara.

Devido à entrada em operação de novos equipamentos na área em questão, abaixo relacionados:

- ü ATR-2 – autotransformador 440/230 kV – 336 MVA (ABB), da SE Assis;
- ü LT 525 kV Ivaiporã – Londrina;
- ü LT 525 kV Londrina – Assis – Araraquara;
- ü TR5 – transformação de 525/440 kV – 1500 MVA da SE Assis e
- ü Disjuntor de paralelo interligando os barramentos de 230 kV da SE Assis.

Fez-se necessária a realização de novos estudos nesta área. Os resultados dos estudos que determinaram a revisão do atual ECS estão contidos no relatório ONS RE 3-225/2006 – Revisão do ECE e do ECS da SE Assis.

Este relatório apresenta a revisão recomendada das lógicas do Esquema de Controle de Segurança da SE Assis, bem como a incorporação de uma nova lógica – controle do carregamento da LT 440 kV Assis - Capivara e a desativação do ECE de alívio da transformação de Assis.

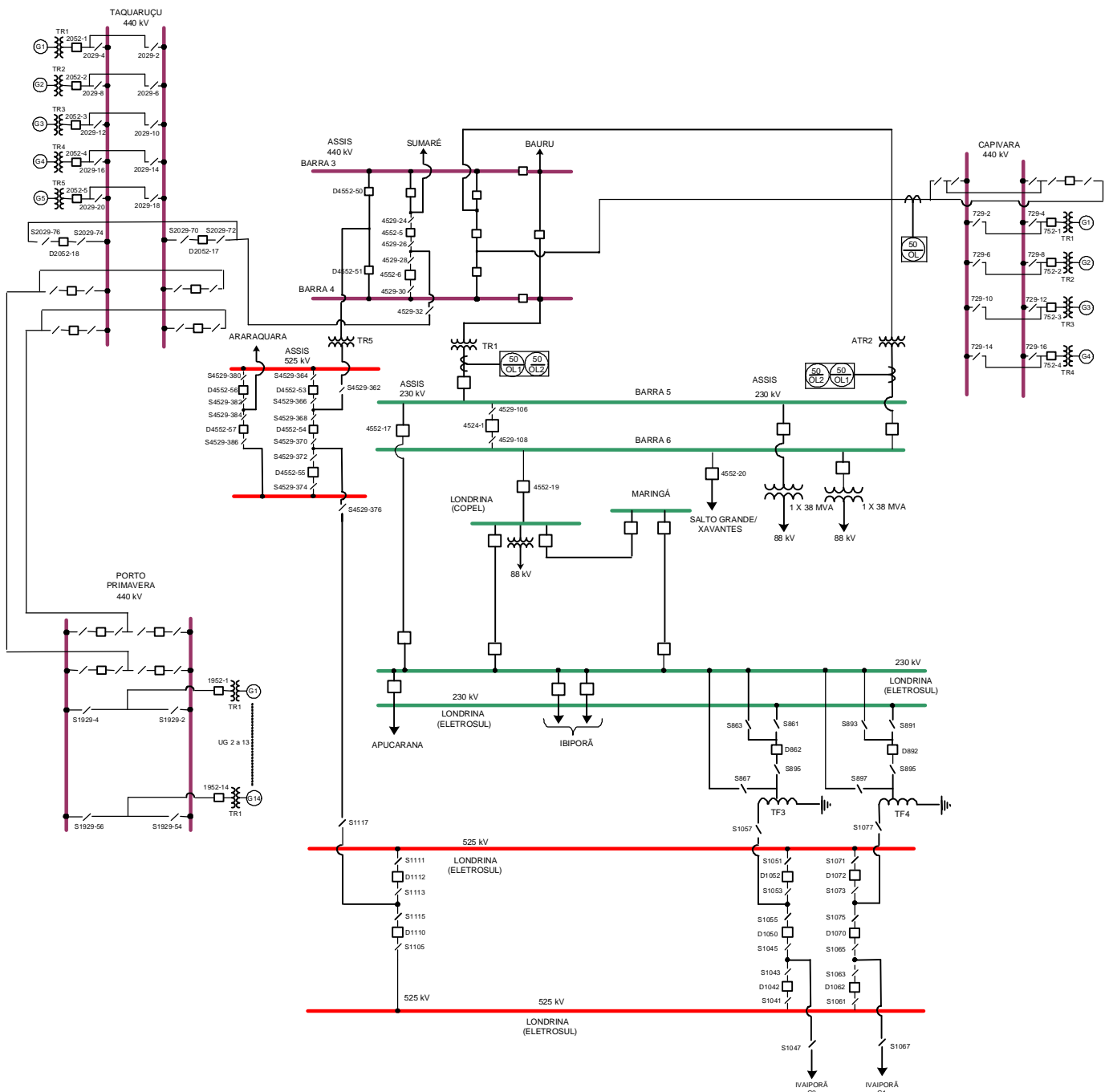
Após a entrada em operação dos equipamentos acima relacionados, o carregamento dos transformadores de Assis 440/230 kV foi bastante atenuado. No entanto, essas obras não eliminaram a possibilidade de ocorrência de sobrecarga acima do limite de suportabilidade do transformador 440/230 kV – 336 MVA remanescente, quando de rede alterada e de contingências na área de abrangência da SE Assis.

Com a entrada em operação do ATR2 – 440/230 kV, a perda do ATR 525/440 kV – 1500 MVA da SE Assis ou da LT 525 kV Assis – Londrina não provocará mais sobrecarga na transformação de 440/230 kV da SE Assis.

Em 04 de junho de 2008 foi realizada a revisão 2 ocasião em que foram feitas modificações nas figuras 6 e 8, referentes aos novos limites operativos da LT 440 kV Assis – Capivara em função da substituição dos equipamentos terminais em ambas as extremidades. As substituições foram executadas no campo em 30 e 31 de maio de 2008.

A Figura 1, apresentada a seguir, mostra o diagrama unifilar das interligações na área de influência do ECS de Assis, onde são identificados os disjuntores e seccionadoras que fazem parte dos diagramas lógicos descritos neste relatório.

Figura 1 - Configuração do Sistema na área de influência do ECS de Assis



2 Objetivos

O Esquema de Controle de Segurança da SE de Assis tem por objetivo controlar o carregamento no TR1 - 440/230 kV – 336 MVA e/ou no ATR2 - 440/230 kV – 336 MVA, executando ações corretivas que visam a reduzir, ou mesmo a eliminar, possíveis sobrecargas superiores a 40% ocasionadas por contingências na malha de transmissão do SIN.

3 Resumo dos Resultados Obtidos nos Estudos Realizados

A entrada em operação do autotransformador ATR2 na SE Assis levou a uma alteração para a configuração de barra dupla (barras 5 e 6) no barramento de 230 kV desta SE, conforme apresentado na Figura 1.

Estando o SIN na condição de rede completa e, portanto, estando os TR1 e ATR2 em operação, o esquema não deverá atuar quando de ocorrências no sistema.

Para as contingências de perda simples do TR-1, com falha na abertura do disjuntor, levando a LT de 440 kV Assis – Bauru, ou da perda simples do ATR-2 de Assis com falha na abertura do disjuntor, levando a LT 440 kV Assis – Capivara, o esquema também não deverá atuar tanto para eventos com origem no Sudeste quanto para eventos com origem no Sul. Nestas condições os estudos mostraram que o transformador remanescente não entrará em sobrecarga.

Para a perda da barra 5 ou da barra 6 da SE Assis 230 kV também não será necessária a definição de uma lógica para corte de carga / abertura de circuitos no 88 kV da SE de Assis.

Nas condições de rede alterada, ou seja: quando da indisponibilidade de um dos Transformadores de 440/230 kV, TR-1 ou ATR-2, da SE Assis, as simulações realizadas, considerando eventos com origem na região Sudeste, mostraram que não é esperada sobrecarga igual ou superior a 40% no transformador remanescente. Entretanto, para eventos com origem na região Sul, observou-se a possibilidade de se ter sobrecargas iguais ou superiores a 40% no transformador remanescente, TR-1 ou ATR-2.

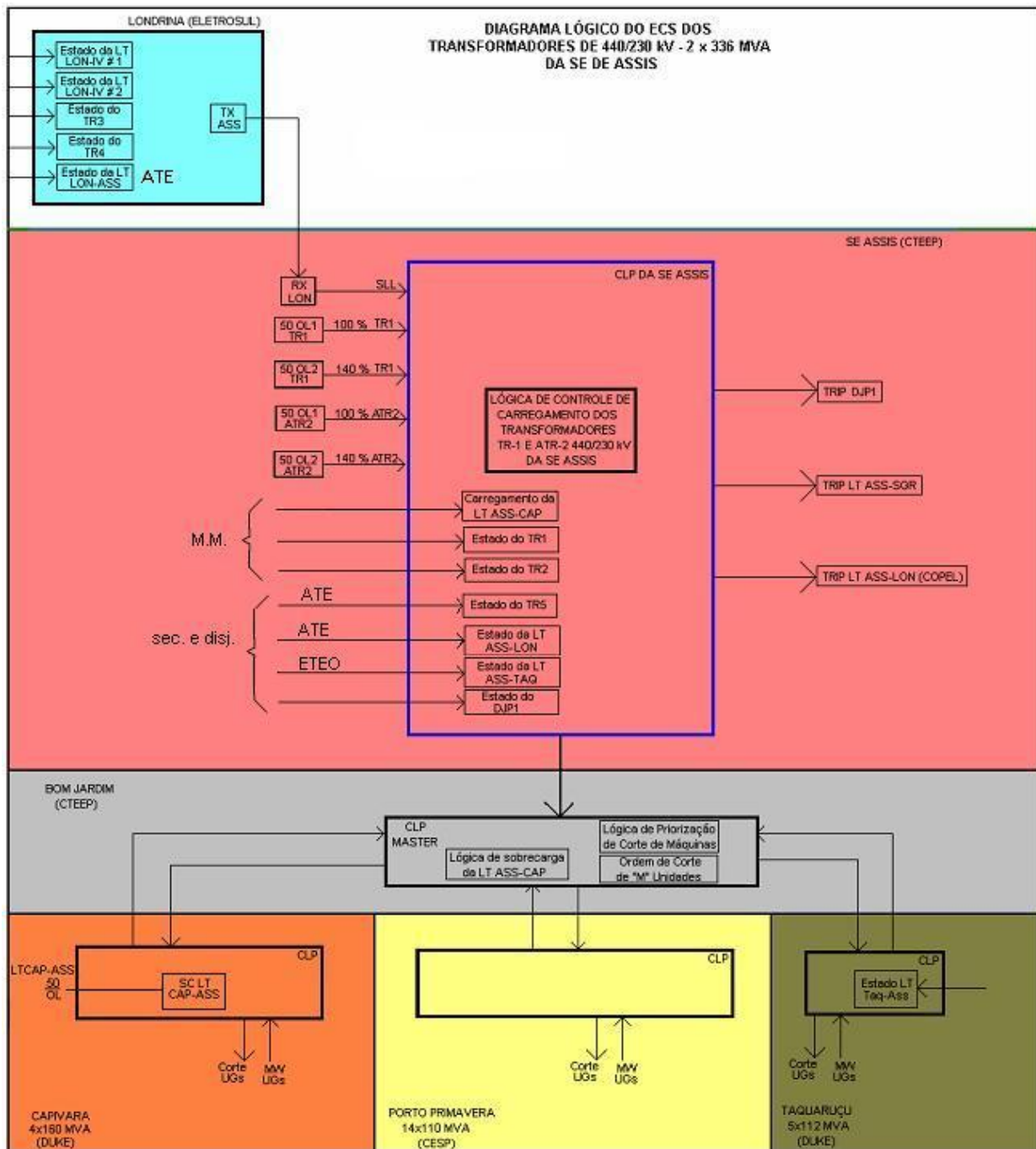
4 Visão Geral do ECS

A Figura 2 a seguir apresenta um diagrama que ilustra o fluxo de informações entre os CLP instalados nas SE e nas UHE envolvidas e a Master, instalada na SE Bom Jardim, necessárias para a atuação das lógicas a serem implantadas.

Como pode ser observado, no local são feitas aquisições de medidas digitais de estado de equipamentos e analógicas de potência ativa e de informações de sobrecarga através de multimedidores ou relés, as quais alimentam as lógicas a serem implantadas.

São mostradas também as informações de comando de abertura de disjuntores para eliminação das sobrecargas identificadas.

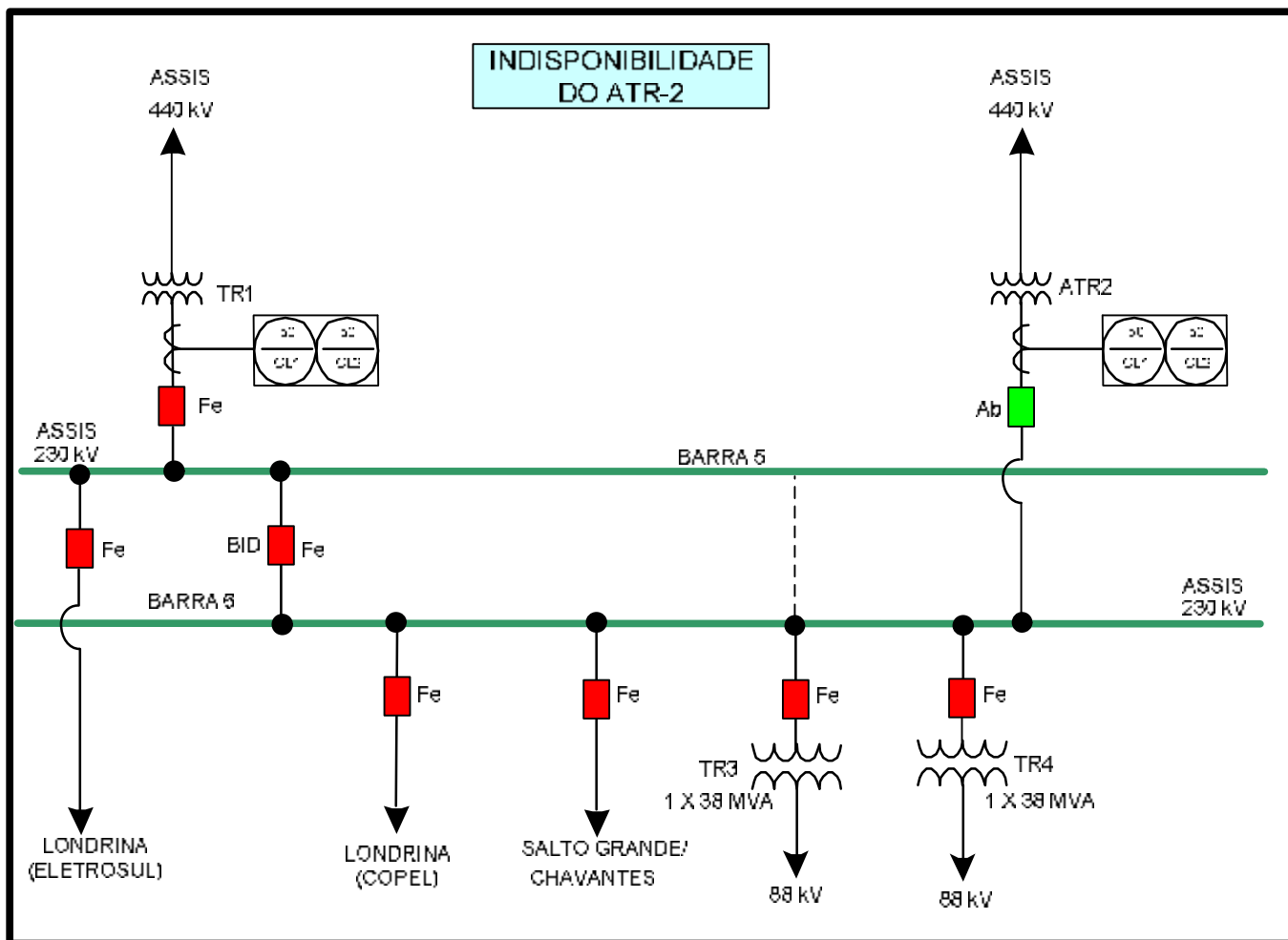
Figura 2- Fluxo de informações



4.1.2.2 Indisponibilidade do Transformador ATR2 de 440/230 kV

A Figura 5, a seguir, apresenta a configuração proposta para Operação em Barra Dupla no 230 kV da SE Assis na indisponibilidade do ATR2.

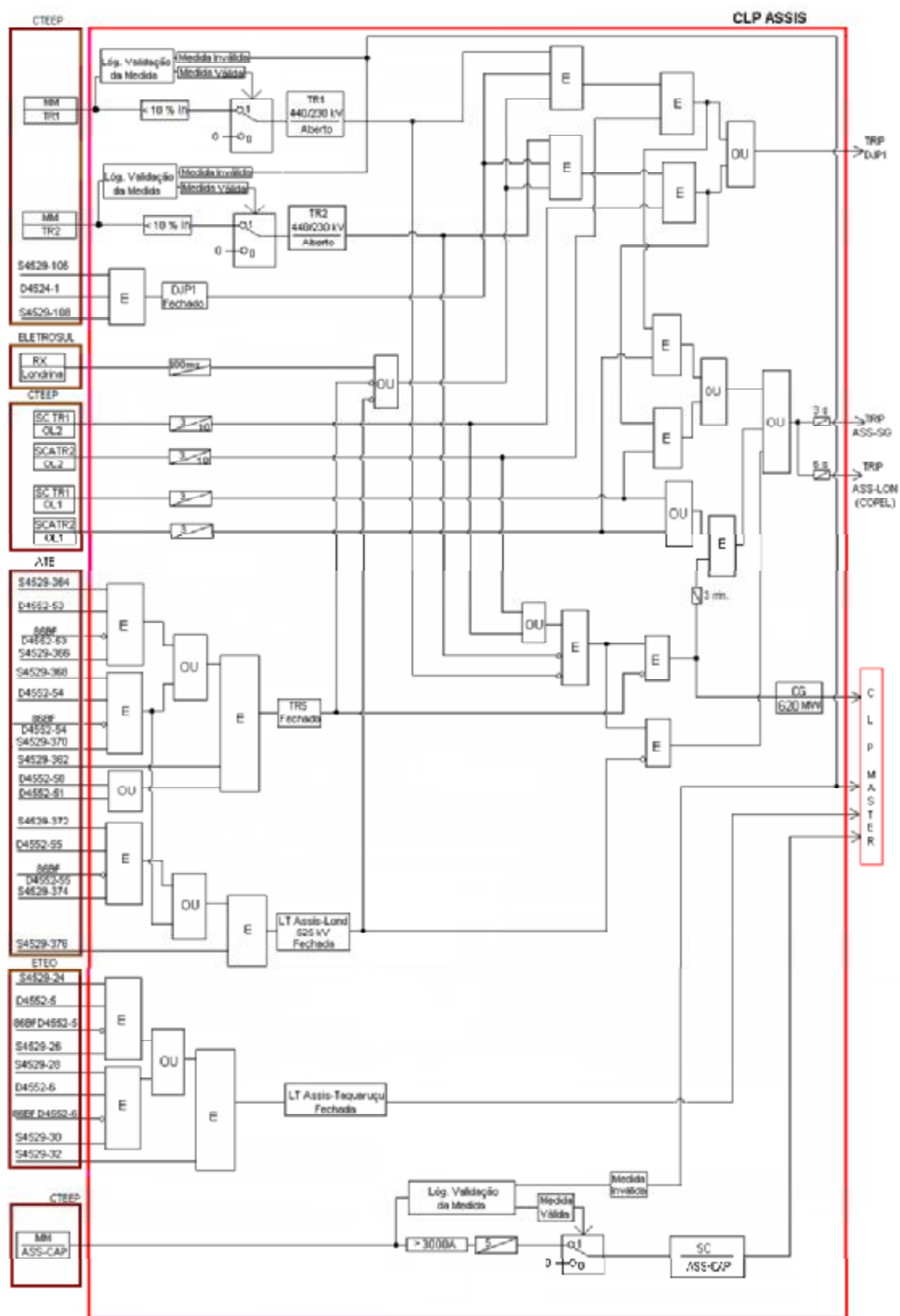
Figura 5 - Configuração da SE de Assis com indisponibilidade do ATR2



4.1.3 Lógicas a serem implementadas no CLP da SE Assis

Na Figura 6 a seguir, são apresentadas as lógicas a serem implantadas no CLP da SE Assis.

Figura 6 - CLP da SE Assis



Não são esperadas sobrecargas iguais ou superiores a 40% no transformador remanescente, TR-1 ou ATR-2, da SE Assis, para eventos com origem na região Sudeste.

Para os eventos no Sul, considerando a indisponibilidade de um dos Transformadores de 440/230 kV, TR-1 ou ATR-2, da SE Assis, pode haver contingências que levem o transformador remanescente a sobrecargas superiores a sua suportabilidade, necessitando de ação para eliminá-las.

Os eventos com origem no Sul serão indicados pelo sinal SLL recebido no CLP da SE Assis, proveniente da SE Londrina. São caracterizadas como eventos com origem no Sul as seguintes contingências:

- ü Perda dupla das LT Londrina – Ivaiporã C1 e C2;
- ü Perda dupla dos transformadores TF3 e TF4 da SE Londrina;
- ü Perda da LT Londrina – Assis.

A abertura temporizada do disjuntor interligador do barramento de 230 kV da SE Assis (DJP1- 4524-1) será suficiente para trazer o carregamento do transformador remanescente para valores inferiores a 100% do seu valor nominal.

Ocorrendo falha na abertura deste disjuntor, deverá haver uma ação para abertura das LT 230 kV Assis – Salto Grande / Chavantes, temporizada em 3 s e, persistindo a sobrecarga, abertura da LT 230 kV Assis – Londrina (COPEL), temporizada em 6 s. Entretanto, após a abertura destas linhas, podem ocorrer situações onde não se consiga trazer o carregamento no transformador remanescente para 100 %, apesar de trazer para um nível inferior ao da sua suportabilidade. Nestes casos, medidas operativas serão adotadas de forma a trazer o carregamento da transformação de 440/230 kV da SE de Assis para 100%.

4.1.4 Rede Alterada – Indisponibilidade de um dos Transformadores de 440/230 kV na SE Assis e com Manutenção de um dos Disjuntores no Barramento de 230 kV da SE Assis

Foi verificado que na indisponibilidade de um dos Transformadores de 440/230 kV na SE Assis, estando em manutenção um dos disjuntores no barramento de 230 kV, e ocorrendo um evento que leve a uma sobrecarga igual ou superior a 40% no transformador de 440/230 kV remanescente, será necessária a abertura temporizada do disjuntor interligador do barramento de (DJP1- 4524-1), que estará substituindo o equipamento que estiver com o seu disjuntor em manutenção programada.

Permanecendo a sobrecarga na transformação remanescente de 440/230 kV da SE Assis, TR-1 ou ATR-2, deverá ser comandada, de forma temporizada, a abertura das LT 230 kV Assis – Salto Grande/Chavantes e Assis – Londrina (COPEL).

Foram identificados os seguintes eventos como os mais críticos, capazes de levar a uma sobrecarga superior a 40% em um dos Transformadores de 440/230 kV remanescente na SE Assis:

- ü Perda simultânea dos dois ATR 525/230 kV da SE Londrina;
- ü Perda do ATR 525/440 kV da SE Assis;
- ü Perda da LT 525 kV Assis – Londrina.

4.1.5 Rede Alterada - Outras Indisponibilidades

Os estudos também identificaram que estando o TR5 de 525/440 kV da SE Assis em manutenção programada e ocorrendo uma perda dupla na área de influência da SE Assis que leve a sobrecarga igual ou superior a 40% na transformação de 440/230 kV da SE Assis (TR-1 e ATR-2), a lógica deverá comandar as seguintes ações:

- ü Corte isonômico de aproximadamente 620 MW distribuídos entre as UHE Capivara, Porto Primavera e Taquaruçu, através da Lógica de Priorização para Corte de Máquinas nessas usinas, que será vista posteriormente.
- ü Permanecendo a sobrecarga na transformação de 440/230 kV da SE Assis, TR-1 e ATR-2, por mais de 3 minutos, deverá ser comandada a abertura das LT 230 kV Assis – Salto Grande/Chavantes e Assis – Londrina (COPEL), temporizadas em mais 3 s e 6 s, respectivamente.

Estando a LT 525 kV Assis – Londrina, equipamento monitorado como sendo da região Sul, em manutenção programada e ocorrendo uma perda dupla na área de influência da SE Assis que leve a sobrecarga igual ou superior a 40% na transformação de 440/230 kV da SE Assis, (TR-1 e ATR-2), a lógica deverá comandar, para este evento misto, as seguintes ações:

- ü Abertura das LT 230 kV Assis – Salto Grande/Chavantes e Assis – Londrina (COPEL), de forma temporizada;

É esperado que essas ações reduzam o carregamento no TR-1 e no ATR-2 da SE Assis para valores inferiores a 100% do seu valor nominal.

4.1.6 Lógica para Alívio de Carregamento na LT 440 kV Capivara – Assis

Os estudos mostraram que a perda da LT 440 kV Taquaruçu – Assis provoca sobrecarga na LT 440 kV Capivara – Assis, estando ou não os dois transformadores 440/230 kV da SE Assis em operação.

Os CLP da SE Assis (1º), Taquaruçu (2º) e Capivara (3º) informam ao CLP Master, situado na SE Bom Jardim, o estado da LT 440 kV Assis – Taquaruçu (1º e 2º) e a ocorrência de sobrecarga na LT 440 kV Assis – Capivara (1º e 3º). Como será visto no item 4.6 (CLP Master), estas informações serão utilizadas na Lógica para Alívio de Carregamento na LT 440 kV Capivara – Assis.

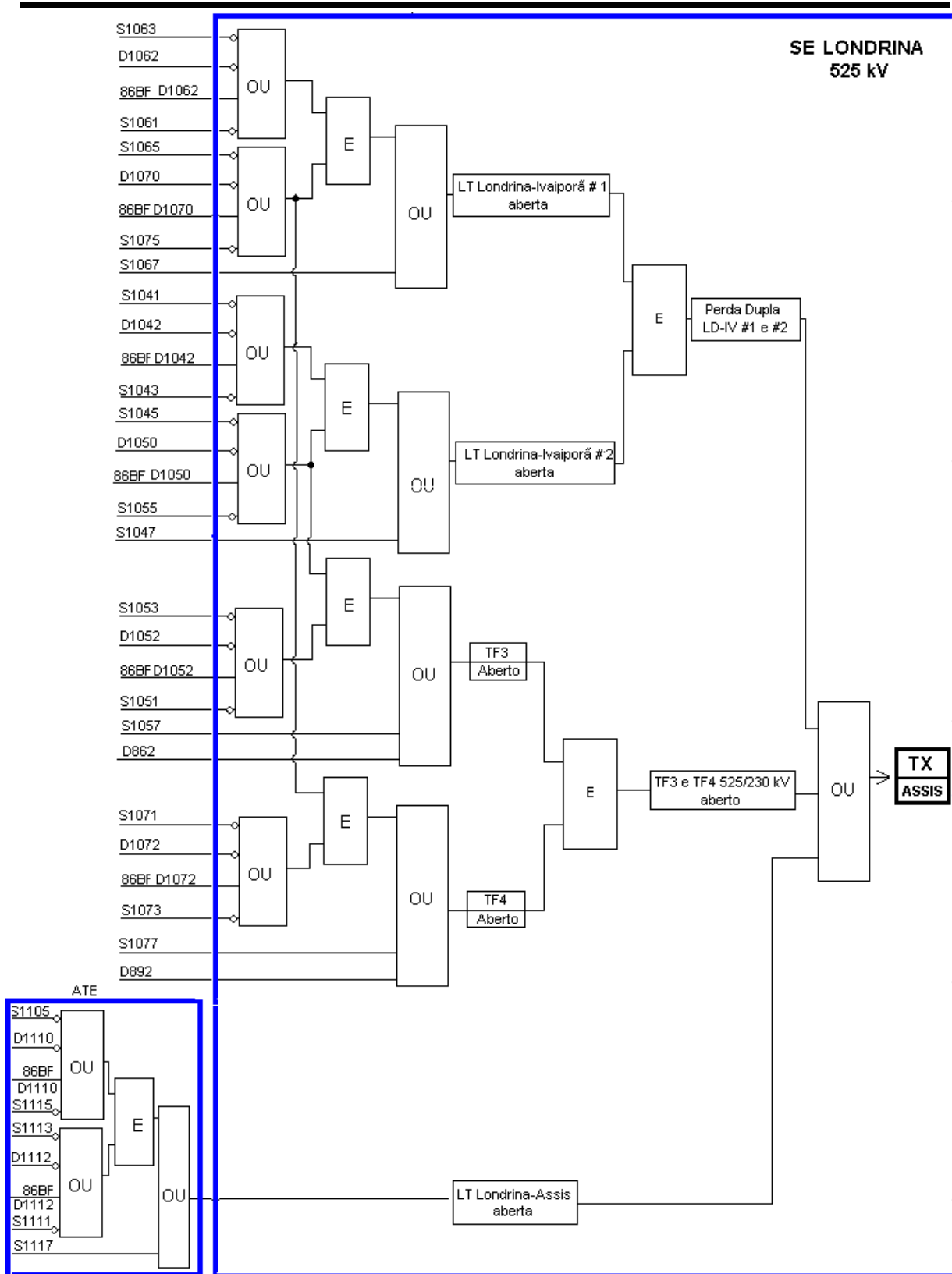
4.2 SE de Londrina

Na Figura 7 abaixo é mostrada a lógica a ser implantada na SE Londrina, através de hardware próprio da ELETROSUL. A ATE também, em hardware próprio, fará a lógica de estado da LT Londrina – Assis, entregando um sinal lógico 1/0 a ELETROSUL para compor o SLL a ser enviado à SEAssis.

A transmissão de sinal para o CLP da SE Assis, dando origem ao sinal SLL, pode ser iniciada por uma das seguintes causas:

- ü Perda dupla das LT Londrina – Ivaiporã C1 e C2;
- ü Perda dupla dos transformadores TF3 e TF4;
- ü Perda da LT Londrina – Assis.

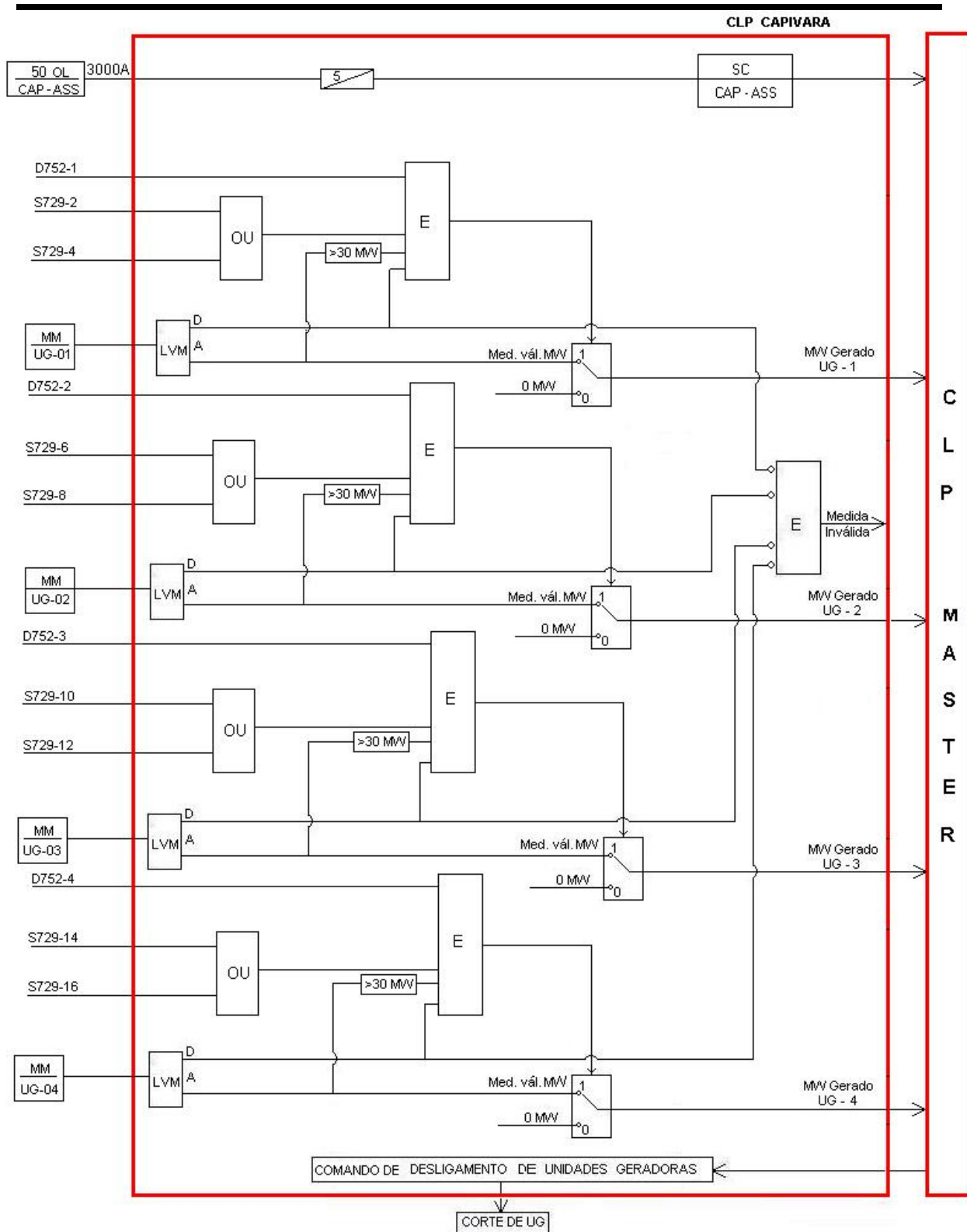
Figura 7 - SE Londrina



4.3 CLP da UHE de Capivara

Na Figura 8, a seguir, é mostrada a lógica a ser implantado no CLP da UHE de Capivara.

Figura 8 - CLP da UHE Capivara



LVM – LÓGICA DE VALIDAÇÃO DE MEDIDA

São recebidas as seguintes informações do processo:

- ü condições operativas de cada uma das quatro unidades geradoras;
- ü sobrecarga na LT 440 kV Capivara – Assis;
- ü comandos de corte de unidades geradoras do CLP Master.

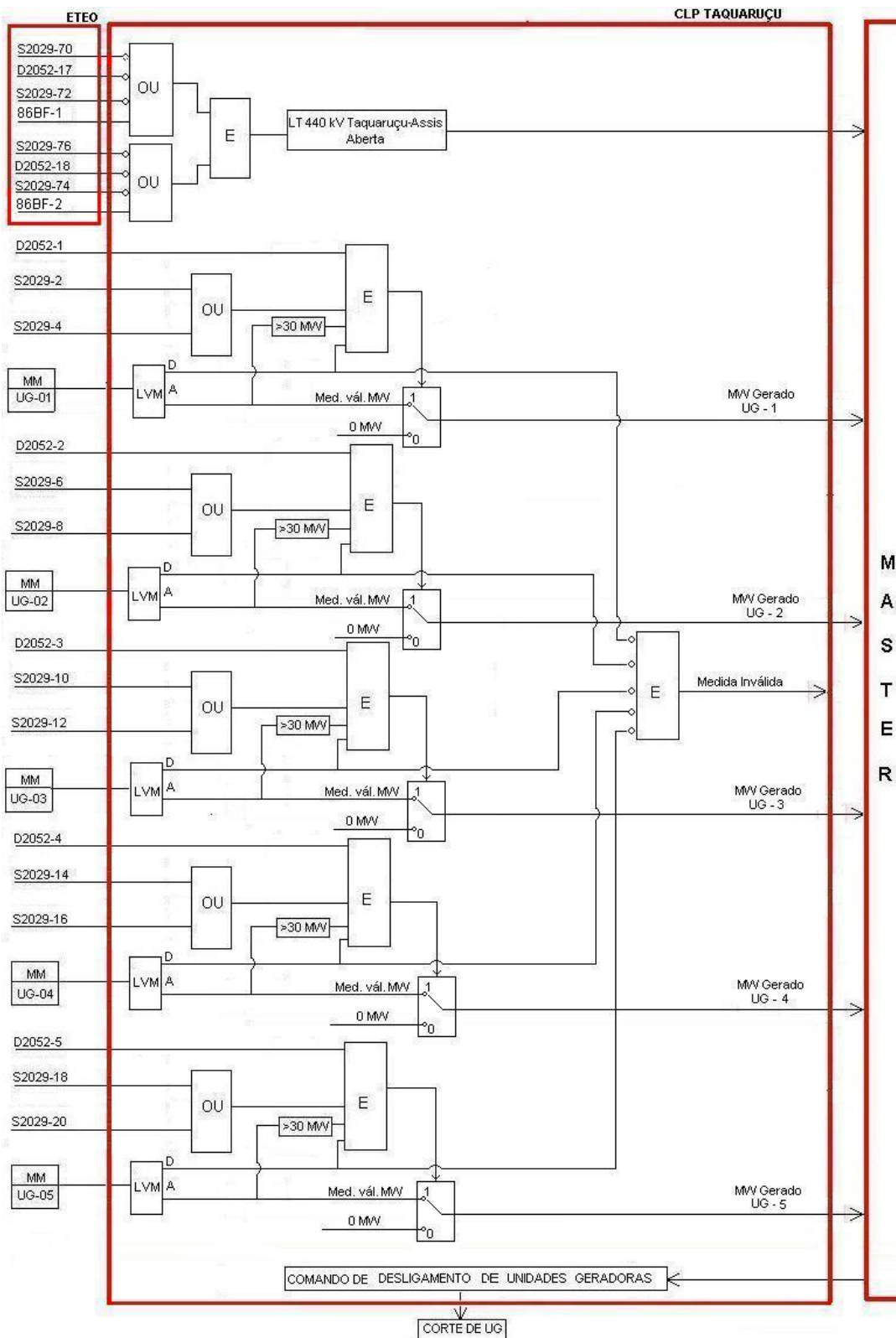
São enviadas para o CLP Master as seguintes informações:

- ü existência de sobrecarga na LT 440 kV Capivara – Assis, detectada através do sensor 50 OL ajustado em 2000 A e com temporização de 5 s;
- ü MW gerado por cada uma das unidades geradoras.

4.4 CLP da SE de Taquaruçu

Na Figura 9, a seguir, é mostrada a lógica a ser implantado no CLP da UHE de Taquaruçu.

Figura 9 - CLP da UHE Taquaruçu



LVM – LÓGICA DE VALIDAÇÃO DE MEDIDA

São recebidas as seguintes informações do processo:

- ü condições operativas de cada uma das cinco unidades geradoras;
- ü status da LT 440 kV Taquaruçu – Assis;
- ü comandos de corte de unidades geradoras do CLP Master.

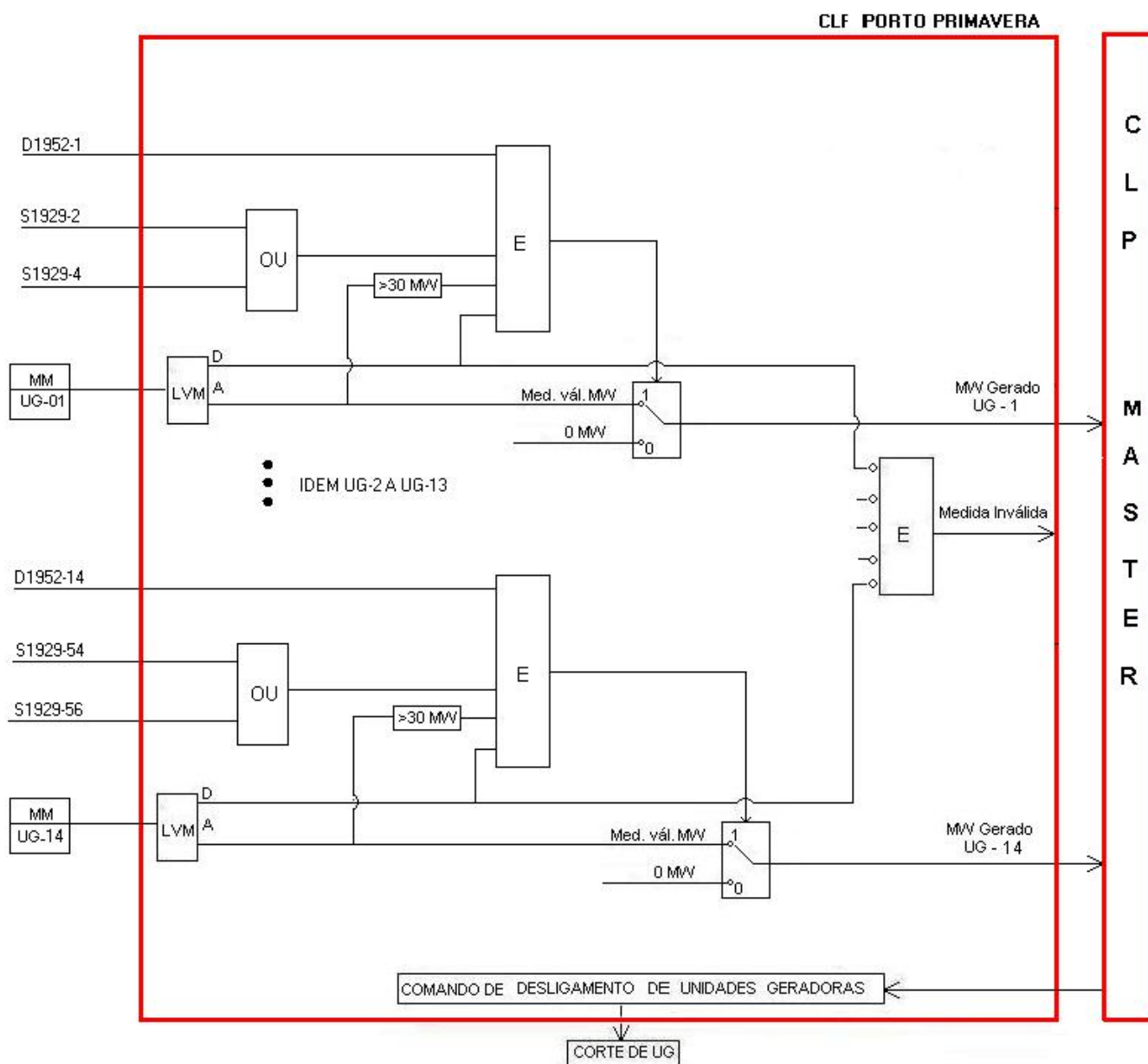
São enviadas para o CLP Master as seguintes informações:

- ü status da LT 440 kV Taquaruçu – Assis;
- ü MW gerado por cada uma das unidades geradoras.

4.5 CLP da SE de Porto Primavera

Na Figura 10, a seguir, é mostrada a lógica a ser implantado no CLP da UHE de Porto Primavera.

Figura 10 - CLP da UHE Porto Primavera



LVM – LÓGICA DE VALIDAÇÃO DE MEDIDA

São recebidas as seguintes informações do processo:

- ü condições operativas de cada uma das 14 unidades geradoras;
- ü comandos de corte de unidades geradoras do CLP Master

São enviadas para o CLP Master as seguintes informações:

- ü MW gerado por cada uma das unidades geradoras;

4.6 CLP Master

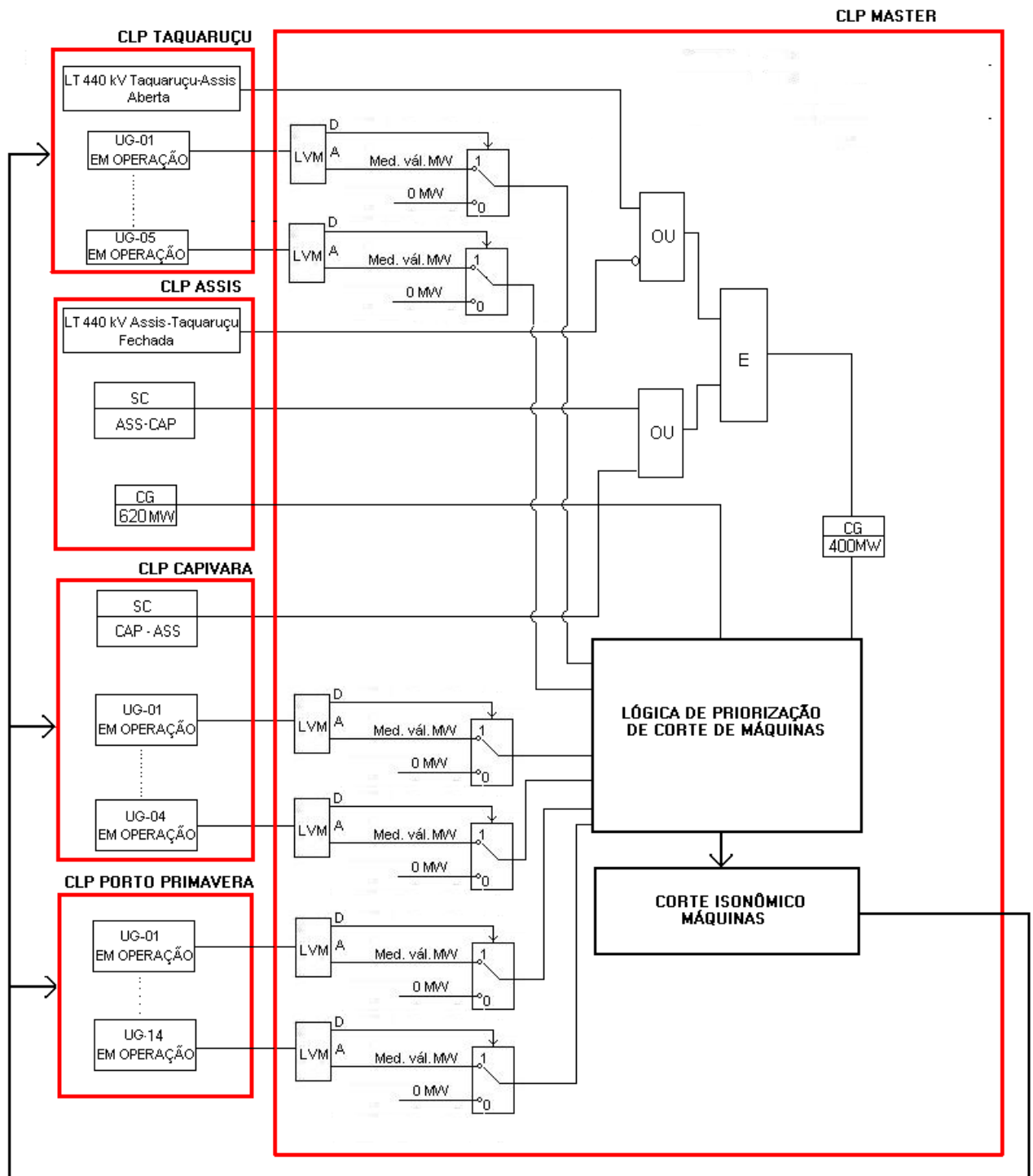
A partir das informações de estado recebidas dos CLP de Taquaruçu e Assis da LT 440 kV Taquaruçu - Assis e da existência de sobrecarga na LT 440 kV Capivara – Assis, em qualquer das duas extremidades, é processada a Lógica para Alívio de Carregamento na LT 440 kV Capivara – Assis.

Esta lógica comanda através das Lógicas de Priorização do Corte de Unidades Geradoras e de Corte Isonômico o desligamento de unidades geradoras para reduzir a geração total nas UHE de Capivara, Taquaruçu e Porto Primavera em 400 MW.

As Lógicas de Priorização do Corte de Unidades Geradoras e de Corte Isonômico também são ativadas quando o transformador de 525/440 kV da SE Assis – TR5 estiver em manutenção programada e ocorrer uma perda dupla na área de influência da SE Assis que leve a sobrecarga igual ou superior a 40% na transformação de 440/230 kV da SE Assis, TR-1 e ATR-2. Neste caso, a Master deverá comandar o desligamento de unidades geradoras para reduzir em 620 MW a geração total nas UHE de Capivara, Taquaruçu e Porto Primavera.

Na Figura 11, a seguir, é mostrada a lógica a ser implantado no CLP Master localizado na SE Bom Jardim.

Figura 11 - - CLP Master

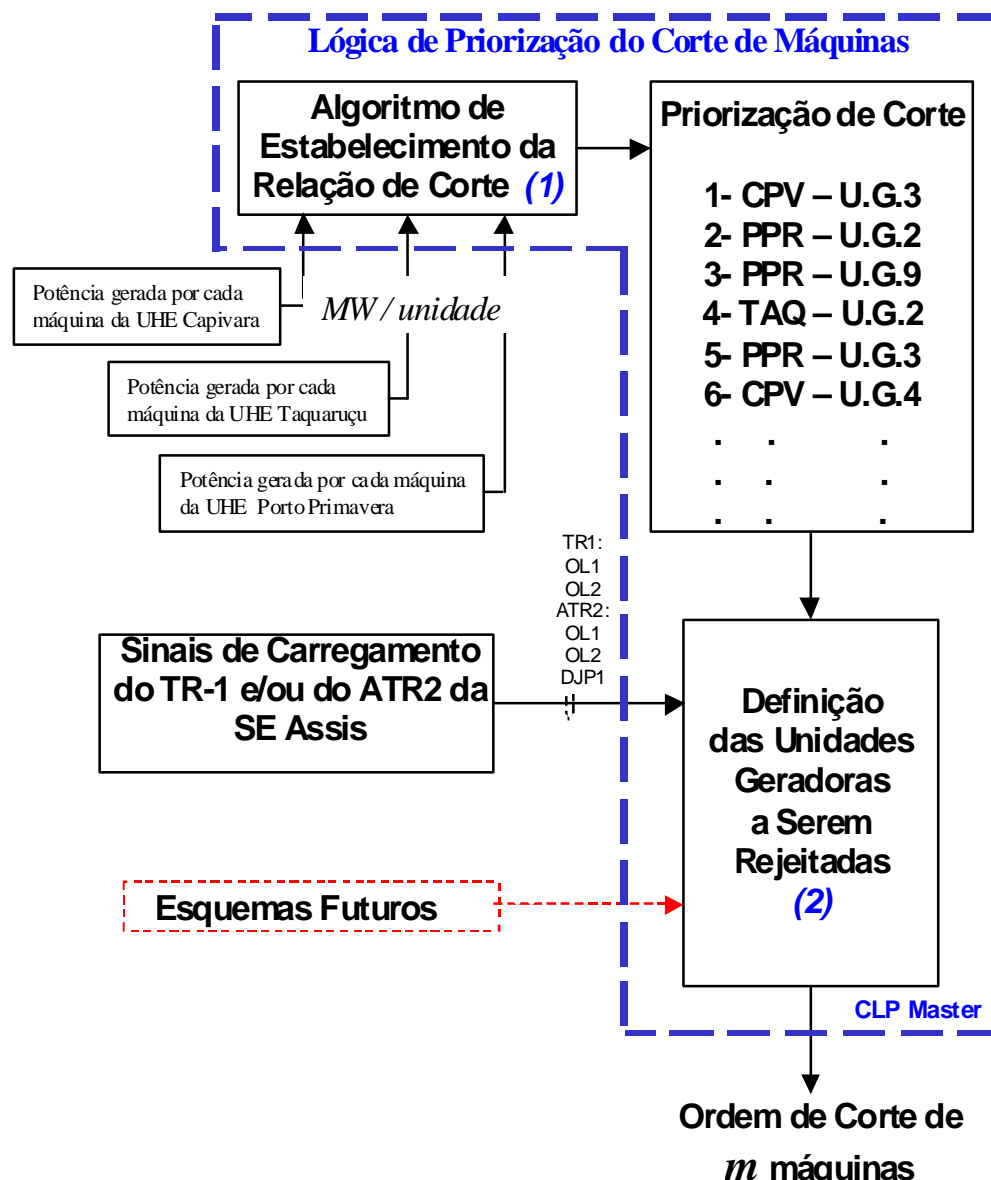


LVM – LÓGICA DE VALIDAÇÃO DE MEDIDA

3.3 - Lógica de Priorização do Corte de Máquinas

Esta lógica, residente no CLP Master na SE de Bom Jardim, tem por objetivo estabelecer quais unidades geradoras serão rejeitadas, conforme exemplificado na Figura 12.

Figura 12– Lógica de Priorização de Corte de Máquinas



Na seqüência serão apresentados em mais detalhes os passos importantes que compõem esta lógica.

(I) - Algoritmo de Estabelecimento da Relação de Corte

Os CLP das UHE indicam os valores gerados por cada unidade geradora, assumindo o valor zero nos seguintes casos:

- ü potência gerada menor que 30 MW;
- ü ambas as seccionadoras seletoras de barra da unidade abertas;
- ü disjuntor da unidade aberto;
- ü a LVM – Lógica de Validação de Medida, indicando Medida Inválida;
- ü sendo a unidade geradora em questão aquela que não deva ser cortada para que se obedeça ao critério de que pelo menos uma unidade geradora permaneça em operação;
- ü sendo a unidade geradora em questão aquela destinada à alimentação dos serviços auxiliares da usina.

O algoritmo deverá ser elaborado de forma a:

- ü listar as unidades geradoras das UHE em ordem decrescente de potência gerada;
- ü priorizar as unidades geradoras das UHE que não possuem “sangria” para alimentação dos serviços auxiliares.

Observações:

As unidades geradoras que possuem "sangria" são as seguintes:

- ü UHE Capivara - UGs de nº 1 e 2;
- ü UHE Taquaruçu - UGs de nº 1 e 4;
- ü UHE Porto Primavera - UGs de nº 1, 4, 10 e 13.

No caso da UHE Capivara, em função da lógica do ECE existente na SE Capivara que segrega barras quando a UG de nº 1 estiver em operação gerando energia, esta unidade deverá ser excluída da lista de priorização de

corde. No caso da UG de nº 1 estar fora de operação, deverá ser excluída da referida lista a UG de nº 2.

No caso da UHE Porto Primavera, a UG de nº 1 deverá ser excluída da lista de priorização de corte. No caso da UG de nº 1 estar fora de operação, deverá ser excluída da referida lista a UG de nº 10, e, estando ambas fora de operação, deverá ser excluída a unidade nº 4. Estando as 3 anteriores fora de operação, deverá ser excluída a unidade nº 13 e, finalmente, estando as 4 UG's anteriores fora de operação, deverá ser excluída do corte a unidade nº7.

No caso da UHE Taquaruçu, quando as UG que possuem sangria estiverem em operação, a unidade que estiver com menor geração será excluída da lista de priorização de corte. Caso uma das duas estiver fora de operação, automaticamente a outra será excluída da referida lista.

A lista de no máximo (n-1) unidades geradoras por UHE garante que, caso ocorra o corte de máquinas, pelo menos uma unidade geradora por usina continuará gerando.

(2) - Definição das Unidades Geradoras a Serem Rejeitadas

Quando da atuação da Lógica para Alívio de Carregamento na LT 440 kV Capivara – Assis é solicitado um corte de geração de 400 MW e quando da atuação da Lógica de Controle do Carregamento do TR-1 e do ATR-2 da SE Assis, é solicitado um corte de geração de 620 MW.

Em função do montante de geração a ser cortado e da lista de priorização de corte, serão definidas as unidades geradoras que necessitarão ser cortadas.

Será procurado o estabelecimento de uma isonomia de corte (em MW), entre as empresas envolvidas, CESP (UHE Porto Primavera) e DUKE-GP (UHE Taquaruçu e Capivara) e uma isonomia de corte (em MW) entre as UHE Taquaruçu e Capivara.

(3) - Critérios para obtenção da isonomia nos cortes de Unidades Geradoras

Estando definido o montante do corte, será observada a seguinte seqüência até que o montante seja atingido:

- ü a primeira unidade da listagem sem sangria é relacionada para corte;
- ü a segunda unidade será a de maior geração da outra empresa;
- ü as próximas unidades a serem relacionadas obedecerão o seguinte:

- Ø Caso a diferença do total cortado de cada empresa seja inferior a 50 MW, a próxima unidade a ser cortada será ainda da mesma empresa. Caso contrário, a próxima unidade a ser cortada será da outra empresa.
- Ø A escolha das unidades a serem relacionadas para o corte na DUKE será feita de modo a se manter uma diferença inferior a 50 MW entre os totais a serem cortados de cada usina.

O processo é repetido até que se atinja o montante pré-definido.

Caso o montante não seja atingido, passa-se a se relacionar as unidades geradoras que possuem sangria, obedecendo ao mesmo critério adotado para a listagem das unidades sem sangria.

Preparada a relação das unidades a serem cortadas, são enviados os comandos de corte para os CLP das respectivas usinas.

Participaram na elaboração deste documento os seguintes engenheiros:

Guilherme Cardoso Júnior

Luiz Carlos Garcia da Silveira

Roberto Perret de Magalhães

Tatiana Maria Tavares de S. Alves

Figuras

Figura 1 - Configuração do Sistema na área de influência do ECS de Assis	6
Figura 2- Fluxo de informações	9
Figura 3 - Configuração Operativa do barramento de 230 kV da SE de Assis, em Rede Completa	10
Figura 4 - Configuração da SE de Assis com indisponibilidade do TR1	11
Figura 5 - Configuração da SE de Assis com indisponibilidade do ATR2	12
Figura 6 - CLP da SE Assis	14
Figura 7 - SE Londrina	19
Figura 8 - CLP da UHE Capivara	21
Figura 9 - CLP da UHE Taquaruçu	24
Figura 10 - CLP da UHE Porto Primavera	26
Figura 11 - - CLP Master	29
Figura 12- Lógica de Priorização de Corte de Máquinas	30