

ANEXO II

TERMO DE REFERÊNCIA PARA O SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DE ENSAIOS NO LABORATÓRIO DE MOTORES

1. OBJETO

CONTRATAÇÃO DE SERVIÇO DE AUTOMAÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE ENSAIOS REALIZADOS PELO LABORATÓRIO DE MOTORES LOCALIZADO NO BLOCO A EM ADRIANÓPOLIS.

2. DESCRIÇÃO SUCINTA

Este Termo de Referência trata da contratação de um serviço de elaboração de um sistema de automação com o objetivo de atender às necessidades de melhorias no sistema de aquisição de dados (SAD) do laboratório de motores – AP4, utilizado para realizar os ensaios em motores elétricos e inversores, atendendo as especificações que constam neste documento.

3. PRAZO DE FORNECIMENTO

O prazo máximo para a conclusão do serviço objeto deste Termo de Referência é de 240 dias contados da emissão da ordem de serviço.

4. LOCAL DE ENTREGA

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL – Unidade Adrianópolis
Avenida Olinda, 5800. Adrianópolis – Nova Iguaçu/RJ
CEP: 26056-121

5. MODALIDADE DE ADQUISIÇÃO

Pregão eletrônico nacional.

6. ESPECIFICAÇÃO DO OBJETO DO TERMO DE REFERÊNCIA

6.1 Requisitos gerais

O laboratório de máquinas elétricas e transformadores do CEPEL, possui um sistema de automação e aquisição de dados (denominado SAD), desenvolvido na plataforma de programação LabVIEW, que é compreendido por um conjunto de rotinas de ensaios aplicando as normas ABNT, IEC e IEEE correspondentes e que é destinado à avaliação de desempenho de motores elétricos de indução monofásicos e trifásicos, inversores e transformadores de potência.

O objetivo deste trabalho é a contratação de um serviço encarregado de:

Incluir, no sistema SAD do laboratório, novos instrumentos recentemente adquiridos, garantindo um correto funcionamento e interoperabilidade entre os novos componentes e os já existentes. Os novos instrumentos são: analisadores de energia GEN2tB da HBM nas bancadas de motores, dois novos medidores para a medição de resistência que possuem comunicação serial (encontram-se disponíveis seus conversores de serial para Ethernet), e lógica para a inserção de sensores de barreira de proteção para as bancadas de motores. Os comandos das variáveis de entrada/saídas

(digital/analógicas) serão através do CLP Siemens S7, onde o SAD através da utilização do OPC UA da SIEMENS com suas devidas tags informadas poderá acionar/controlar os equipamentos do laboratório.

Desenvolver novas funções no sistema SAD que permitam a execução de ensaios em inversores, considerando o gerenciamento de todos os recursos do laboratório (como por exemplo, fontes chaveadas CC, fontes chaveadas CA, equipamentos de medição e dispositivos para a realização dos ensaios), o controle de recursos compartilhados e de sua condição dentro do laboratório. Este gerenciamento deverá utilizar o banco de dados SQL SERVER com capacidade de armazenamento *in-memory* ou *cache*, de forma que eventuais interrupções na comunicação com o servidor não interfiram com o andamento dos ensaios. O desenvolvedor será responsável pelo modelo do banco de dados. O desenvolvedor será responsável também pela elaboração de relatórios, na plataforma SQL SERVER, a partir das medições efetuadas. O CEPEL se compromete a definir uma especificação para estes relatórios na primeira etapa do desenvolvimento do serviço.

O pagamento do serviço objeto deste Termo de Referência, cuja forma de pagamento está detalhada na Seção 9, está condicionado às seguintes entregas parciais:

- Entrega do plano de projeto;
- Entrega das especificações das interfaces;
- Entrega do sistema operacional de cadastro, login e seleção de ensaios;
- Entrega parcial dos primeiros oito (8) ensaios listados na Seção 7.5;
- Entrega dos últimos dezesseis (16) ensaios listados na Seção 7.5;
- Aceite final do serviço.

No desenvolvimento do sistema deverá ser definida uma máquina onde haverá uma versão de código aberto, que deverá estar acompanhada de toda a documentação referente ao desenvolvimento do projeto, inclusive os manuais. Toda a documentação estará integrada ao controle de versão.

O sistema deverá ser desenvolvido em LABVIEW (versão mais atual na data da codificação) e o sistema operacional será Windows 10 de 64 bits.

O sistema de automação deverá contar com uma interface de fácil operação, velocidade de execução e eficiência no uso de recursos da máquina de execução.

Ao final das atividades a Contratada deverá fornecer todo código fonte e criar os executáveis para a utilização dos SAD nos computadores de ensaios de maneira que funcione todas as funcionalidades designadas em sua operação.

É importante frisar que o SAD deverá ser um sistema versátil que possa tanto executar suas rotinas de sistemas de ensaios em motores elétricos, inversores e em transformadores tanto com os novos equipamentos e com os que se encontram no laboratório atualmente.

6.2 Telas e funções do sistema

6.2.1 Tela inicial

Nesta tela haverá um campo para digitação do login e da senha do usuário, onde será possível acessar o sistema de automação para ensaio de inversores. Haverá dois níveis de acesso, o de administrador e o de usuário. As identificações, senhas e função estarão disponíveis no banco de dados. Só terão acesso ao sistema de ensaios as pessoas cadastradas no banco de dados SILAB local (Banco de Dados SQL Server) e com perfil ativo. Para cada usuário haverá uma permissão específica que será dada pelo administrador do sistema de automação. Para implantar os níveis



de acesso dos usuários o administrador deverá acessar o módulo cadastro (create, read, update and delete - CRUD).

No sistema deverá ter um usuário administrador cadastrado (que não pode ser apagado). Poderá haver outros usuários com perfil de administrador. O acesso do administrador será diferenciado na sequência de telas pois aos outros usuários nunca será mostrada a tela de CRUD de usuários.

Tela inicial de acesso – Ensaio em inversores

Login

senha

6.2.2 Tela de cadastro

Nesta tela é oferecida ao administrador todas as opções possíveis para o cadastro de usuários (CRUD). Para cada usuário deve ser possível definir os ensaios para os quais está autorizado a executar, de forma individual. Neste primeiro momento o foco de aplicação são apenas os ensaios para o Equipamento sob Ensaio (ESE): Inversores on-grid. Entretanto, deve ser prevista a possibilidade de futuramente incluir outros três tipos de Objetos sob Ensaio: Inversor Híbrido, Inversor Off-grid e Controlador de carga, o que pode ser realizado numa abordagem de abas, conforme ilustrado pela figura abaixo.

Tela CRUD de usuário

Lista de usuários

Nome	Sobrenome	Login	Cargo	Nível de acesso	Incluir usuário
Pedro	Navajas	Pedrito	Operador	Usuário	Alterar usuário
Juanito	Alimaña	Juan	Super user	Administrador	Excluir usuário

Lista de Ensaios Permitidos por usuário

Inversor On-grid
 Inversor híbrido (futuro)
 Inversor Off-grid (futuro)
 Controlador carga (futuro)

Ensaio	Fonte CA
1. Inspeção visual de existência de dispositivo de desconexão mecânica da rede	Estática
2. Suportabilidade à sobrecargas portas fotovoltaicas	Estática
3. Suportabilidade à inversão de polaridade nas portas fotovoltaicas	Estática
4. Suportabilidade a religamento automático fora de fase	Dinâmica
5. Detecção e interrupção diante a falhas de isolamento nas portas FV	Estática
6. Detecção e interrupção de corrente residual excessiva na porta de conexão à rede	Estática
7. Injeção de componente contínua na porta de conexão à rede	Estática
8. Harmônicos e distorção de forma de onda na porta conexão à rede	Estática
9. Fator de potência fixo na porta conexão à rede	Estática
10. Fator de potência com curva do FP na porta conexão à rede	Dinâmica
11. Injeção/demanda de potência reativa na porta conexão à rede	Estática
12. Sobre/sub tensão na porta conexão à rede	Dinâmica
13. Sobre/sub frequência na porta conexão à rede	Dinâmica
14. Flutuação de tensão na porta de conexão à rede	Estática
15. Perda de rede na porta de conexão à rede (ilhamento não intencional)	Dinâmica
16. Imunidade à variação de potência ativa em sub frequência na porta de conexão à rede	Dinâmica
17. Controle de potência ativa em sobre frequência na porta de conexão à rede	Dinâmica
18. Imunidade a sobre/subfrequência transitórias e taxa de variação de frequência na porta de conexão à rede	Dinâmica
19. Imunidade a sobre/subtensões transitórias na porta de conexão à rede	Dinâmica
20. Conexão e reconexão na porta de conexão à rede	Dinâmica
21. Limitação de potência ativa na porta de conexão à rede	Estática
22. Modulação de potência reativa na porta de conexão à rede	Estática
23. Desconexão do sistema fotovoltaico na porta de conexão à rede	Estática
24. Eficiência de conversão	Estático

Todos os Estáticos

Todos os Dinâmicos

senha

Confirmar operação

Pode ser observado na figura que os ensaios são agrupados em dois tipos: i) Fonte CA Estática e ii) Fonte CA Dinâmica, nesta tela de cadastro deve ser possível selecionar os ensaios de forma individual, ou de forma agrupada (Estáticos e Dinâmicos). O significado dos tipos Estática e Dinâmica serão abordados na Seção 6.4.1 deste documento.

6.3 Tela de configuração de Instrumentos

Nesta tela poderão ser cadastrados os dados dos instrumentos disponíveis e em função deste cadastro possibilitar a inclusão dos instrumentos utilizados e seus dados de calibração. Ao usuário caberá manter a lista dos números patrimoniais atualizadas e o sistema deverá fazer as consultas ao banco de dados, mas sempre pegando o valor que tenha a data de vencimento da calibração dentro do período do ensaio. Caso algum equipamento tenha a sua data de calibração vencida deverá ser dada uma mensagem ao usuário informando do ocorrido e neste caso não deverá ser preenchido nenhuma informação do equipamento com calibração vencida.

No caso da tela de Transdutores deve existir um par de colunas adicionais com a relação e transformação e unidades (por exemplo 1/100 V/V).

Tela de configuração de Instrumentação

Medição potência		Medição forma onda		Transdutores		Outros	
Número patrimonial	Descrição	Próxima calibração	Incerteza	Fator de abrangência	Erro médio		

Alguns instrumentos não possuem protocolo Ethernet, mas para estes foram usados conversores de protocolo da National Instruments. A lista de instrumentos disponíveis no Laboratório é mostrada na Tabela a seguir:

Instrumento		Protocolo	Driver LabVIEW
Fabricante	Modelo		
National Instruments	PXIe -8880 com placas de medição PXIe-4310 e PXIe-4300 (DAQmx)	Ethernet	SIM
Fluke	Norma 5000	Ethernet	SIM
HBM	Gen2tB	Ethernet	SIM
FLUKE	434	GPIB	SIM
YOKOGAWA	WT-330	GPIB/Ethernet	SIM
YOKOGAWA	WT-230	GPIB	SIM
HBM	MX460	Ethernet	SIM
HBM	MX878	Ethernet	SIM
HBM	MX1609	Ethernet	SIM
HBM	MX840A	Ethernet	SIM
HBM	MX840	Ethernet	SIM
HBM	T12/T21WN (*)	-	SIM
SIEMENS	CLP S7	Ethernet/OPC UA	N/A
SEFELEC	MGR-10	SERIAL	SIM
SEFELEC	MGR-10	GPIB	SIM
AGILENT	34410	Ethernet	SIM
MAGTROL	DSP 6001	GPIB	SIM
SYSKON	P1500	Serial	SIM

(*) – O transdutor de torque T-12 se comunica com o módulo MX-460 e MX840A, não havendo necessidade de desenvolvimento de driver.

Todos os instrumentos de medição estão conectados a uma VLAN de uma rede Ethernet e a comunicação entre os sistemas de ensaios e os equipamentos de medição e controle será através de protocolo Ethernet TCP. Nos drivers de comunicação deverá ser feito tratamento de controle de serviço sobre IP, onde deverá ser monitorado a banda, latência e erros apresentados na conexão.



6.3.1 Considerações quanto às medições

Em função do ensaio a ser desenvolvido no ESE, os requisitos de medição são diferentes, de forma que pode ser necessário a seleção de um ou outro instrumento de medição, ou de uma ou outra implementação num determinado instrumento para realizar o referido ensaio. Os tipos de medição são:

- Medição de Potência: medição de valor eficaz de tensão, valor eficaz de corrente, potência ativa, potência reativa, potência aparente e fator de potência, por fase no lado CA;
- Medição de forma de onda: aquisição das formas de onda de corrente e tensão com amostragem mínima de 10 kHz (a menos que exista outra determinação específica em determinado ensaio). As leituras devem ser acionadas por um trigger externo do tipo digital. A configuração de triggers internos também deve ser permitida;
- Medição de harmônicos: tipo de medição em que são calculados os componentes harmônicos das ondas de corrente e de tensão. Deve dar como resultado a componente contínua e as harmônicas pares e ímpares até a 33°;
- Medição de cintilação: conforme IEC 61000-3-3, IEC 61000-3-11 e IEC 61000-3-5.

Nas Telas de Ensaio, Seção 7.5, cada ensaio tem como etapa inicial no seu fluxograma a configuração do instrumento de medição. O sistema de automação deve, então, selecionar o instrumento ou implementação que atenda com os requisitos, em cada caso.

6.4 Tela de seleção de ensaio e configuração fontes

Nesta tela o usuário deverá digitar primeiramente o número do RRE (cadastro utilizado no Cepel para o registro de equipamentos e disponível no SQL Server) do equipamento a ser ensaiado e em seguida pressionar a tecla "Buscar no banco de dados", caso o equipamento esteja cadastrado, retornará para o usuário os dados de placa e em alguns casos os ensaios já realizados na amostra. O usuário poderá optar em realizar um novo ensaio ou em refazer um determinado ensaio, sendo que nos casos em que o ensaio já tenha data de visto, este não poderá ser refeito, pois provavelmente já existe relatório associado a este dado. Cabe ressaltar que no instante, após o retorno da consulta, será possível definir qual o Tipo de Equipamento sob Ensaio (entre inversor on-grid, inversor híbrido, inversor off-grid e controlador) que será utilizado na gravação no banco de dados e conseqüentemente, qual a lista de ensaios disponíveis para este ESE. Esta especificação, entretanto, trata apenas do caso de inversor on-grid como ESE, sendo os outros tipos de ESE implementações futuras.

Caso não retorne equipamento cadastrado com o RRE informado o sistema deverá informar ao usuário como "Equipamento não cadastrado". Neste caso o usuário deverá proceder com a rotina de cadastramento no banco de dados (esta rotina é feita diretamente no banco de dados através da interface WEB).

Após o retorno das informações do RRE será possível então selecionar os módulos das fontes CC a serem utilizados, o módulo da fonte CA a ser utilizado e a Instrumentação. Deverá ser possível também selecionar os ensaios a serem realizados, da lista apresentada, como ilustra a figura desta seção, abaixo.

Poderão ser selecionados vários ensaios, cenário no qual o sistema de automação realizará um ensaio após o outro de forma automática, parando a execução apenas no caso de identificar um



erro, cenário no qual ativar um alarme e enviar uma mensagem de erro ao usuário, ou no caso em que o ensaio peça interferência do usuário. Antes de dar início à série de ensaios, porém o sistema mostrará ao usuário a estimativa de duração de todo o conjunto de ensaios, o que será determinado a partir de uma tabela pré-definida de duração por ensaio. Em outras palavras, o sistema de automação irá somar o tempo dos ensaios selecionados.

No processo de seleção dos ensaios o sistema retornará para o usuário quais as fontes que estão disponíveis no momento da realização do ensaio. As fontes chaveadas utilizadas no Laboratório são do fabricante Regatron.

No caso das fontes CC, existem um total de 12 módulos referência TC.GSS.32.600.4WR.S que estão agrupadas em 6 grupos de dois módulos em série cada um, onde cada um desses conjuntos recebe a numeração da tabela abaixo. As seis fontes equivalentes estão disponíveis no painel de conexão e medição onde é conectado ao ESE.

No caso das fontes CA, existem um total de 6 módulos referência TC.ACS.50.528.4WR.S.LC, cada um com conexão via placa IP. Estes módulos podem operar de forma independente ou estar agrupados em grupos múltiplos de dois, existindo então 4 possibilidades de agrupamento (1 fonte = 50 kVA, 2 fontes = 100 kVA, 4 fontes = 200 kVA e 6 fontes = 300 kVA), em função da potência nominal do ESE. Apenas uma fonte trifásica equivalente está disponível no painel de conexão e medição onde é conectado o ESE. A configuração do agrupamento das fontes não é responsabilidade do sistema de automação, mas este deve identificar qual IP está ativo e permitir realizar os ensaios com qualquer uma das fontes. Comparar a potência do ESE com a potência disponível na parte CA.

Além das fontes ACS mencionadas acima, um transformador trifásico com tap ajustável (Tap Transformer) pode ser utilizado como fonte CA. A Seção 6.4.1 explica de forma mais detalhada a configuração de conexão no lado CA do ESE.

Assim, as fontes disponíveis no Laboratório são as mostradas na Tabela Abaixo

FONTES DISPONÍVEIS NO LABORATÓRIO

Fontes CC		Fontes CA		
Nome	IP	Nome	IP	Característica
GSS A1	192.168.1.XX	ACS A1	192.168.1.XX	Dinâmica
GSS A2	192.168.1.XX	ACS A2	192.168.1.XX	Dinâmica
GSS B1	192.168.1.XX	ACS B1	192.168.1.XX	Dinâmica
GSS B2	192.168.1.XX	ACS B2	192.168.1.XX	Dinâmica
GSS C1	192.168.1.XX	ACS C1	192.168.1.XX	Dinâmica
GSS C2	192.168.1.XX	ACS C2	192.168.1.XX	Dinâmica
-	-	TAP transformer	Conectado no Relé com IP: 192.168.1.XX	Estática
-	-	Fonte ACS 50 kVA	N/A	Dinâmica
-	-	Fonte EQUACIONAL 100 kVA	N/A	Dinâmica
-	-	Fonte EQUACIONAL 500 kVA	N/A	Dinâmica

-	-	Fonte EQUACIONAL 1000 kVA	N/A	Dinâmica
---	---	------------------------------	-----	----------

* A numeração definitiva dos IPs será realizada oportunamente.

Importante destacar na Tabela acima que as fontes CA foram categorizadas como “Dinâmicas” ou “Estáticas”. Por dinâmica se entende aquelas fontes que podem variar online os parâmetros da tensão no ponto de conexão, por exemplo, amplitude, frequência, salto de fase, variações dinâmicas de curta duração etc. O Tap Transformer não tem esta capacidade, pelo qual não pode ser utilizado nos ensaios do tipo dinâmicos. Em contrapartida as fontes ACS podem ser utilizadas tanto nos ensaios dinâmicos ou estáticos, com exceção dos ensaios número 7, 8 e 14 que exigem o uso do TAP transformer.

A figura a seguir mostra uma visão conceitual da tela de seleção de ensaios.

Tela de seleção de ensaios e configuração fontes

Ensaios Realizados

RRE	Data Ensaio	Nome ensaio	Visto ensaio	Data visto

Dados de placa do RRE

Fabricante	Potência [kW]	Modelo	Amostra	Tíftico?	Tipo Equipamento	
ACME	20	XXX	A	sim	Inversor on-grid	
VOC máx [V]	Vmp mín [V]	Vmp Max [V]	Ioc Max [A]	Vac [Vrms]	F nom [Hz]	Num MPPTs
1200	500	500	30	220	60	2

Instrumentação

Patrimônio	Descrição	Próxima calibração	Nº Certificado

Seleção Fonte CA

Fonte	IP	Disponível ?	Configurada?
ACS A1	192.168.1.XX	sim	não
ACS A2	192.168.1.XX	sim	não
ACS B1	192.168.1.XX	sim	não
ACS B2	192.168.1.XX	não	não
ACS C1	192.168.1.XX	não	não
ACS C2	192.168.1.XX	não	não
Tap transf.	192.168.1.XX	sim	não

Seleção Fonte CC

Fonte	IP	Disponível ?	Configurada?
GSS A1	192.168.1.XX	sim	não
GSS A2	192.168.1.XX	sim	não
GSS B1	192.168.1.XX	sim	não
GSS B2	192.168.1.XX	não	não
GSS C1	192.168.1.XX	não	não
GSS C2	192.168.1.XX	não	não

Seleção de Ensaios

Inversor On-grid
Inversor híbrido (futuro)
Inversor Off-grid (futuro)
Controlador carga (futuro)

Ensaio	Fonte CA	Ensaio	Fonte CA
1. Inspeção visual de existência de dispositivo de desconexão mecânica da rede	Estático	14. Flutuação de tensão na porta de conexão à rede	Estática
2. Suportabilidade à sobrecargas portas fotovoltaicas	Estático	15. Perda de rede na porta de conexão à rede (Itamento não intencional)	Dinâmica
3. Suportabilidade à inversão de polaridade nas portas fotovoltaicas	Estático	16. Im unidade à variação de potência ativa em sub frequência na porta de conexão à rede	Dinâmica
4. Suportabilidade a religamento automático fora de fase	Dinâmica	17. Controle de potência ativa em sobre frequência na porta de conexão à rede	Dinâmica
5. Detecção e interrupção diante a falhas de isolamento nas portas FV	Estático	18. Im unidade a sobre/subtensão transitória taxa de variação de frequência na porta de conexão à rede	Dinâmica
6. Detecção e interrupção de corrente residual excessiva na porta de conexão à rede	Estático	19. Im unidade a sobre/subtensões transitórias na porta de conexão à rede	Dinâmica
7. Injeção de componente contínua na porta de conexão à rede	Estático	20. Conexão e reconexão na porta de conexão à rede	Dinâmica
8. Harmônicos e distorção de forma de onda na porta conexão à rede	Estático	21. Limitação de potência ativa na porta de conexão à rede	Estática
9. Fator de potência fixo na porta conexão à rede	Estático	22. Modulação de potência reativa na porta de conexão à rede	Estática
10. Fator de potência com curva do PPF na porta conexão à rede	Dinâmica	23. Desconexão do sistema fotovoltaico na porta de conexão à rede	Estática
11. Injeção/demanda de potência reativa na porta conexão à rede	Estático	24. Eficiência de conversão	Estático
12. Sobre/sub tensão na porta conexão à rede	Dinâmica		
13. Sobre/sub frequência na porta conexão à rede	Dinâmica		

O sistema somente irá para a tela de ensaio (próxima etapa) quando todos os campos forem corretamente selecionados. Quando faltar alguma informação a ser selecionada uma mensagem deverá ser gerada para o usuário e informar qual etapa faltante. O sistema deve também conferir que as seleções sejam corretas. Por exemplo, deve evitar a seleção de mais de uma fonte CA, deve garantir que o número de fontes CC corresponda com o número de MPPTs do ESE, segundo o RRE, deve garantir que o tipo de ensaio “Estático”, “Dinâmico” corresponda com a fonte CA selecionada, considerando o destaque mencionado anteriormente sobre os ensaios 7, 8 e 14.



Caso todas as configurações estiverem corretas, além de ir para a tela de ensaio, o sistema salvará um log de registro com as informações inseridas nesta configuração, usuário, data e hora.

Antes de ir para a tela dos ensaios será perguntado ao usuário se este deseja a execução sequencial sem interferência humana, ou se deseja que após cada ensaio seja pedida uma confirmação do tipo “próximo ensaio” para ir ao próximo ensaio selecionado. Além de mostrar a estimativa da duração dos ensaios, conforme mencionado anteriormente.

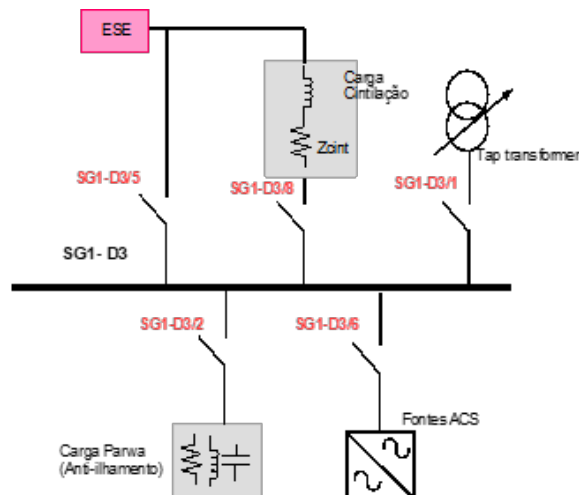
Ao finalizar a lista de ensaios selecionados inicialmente, o sistema de automação deverá retornar à tela de seleção de ensaios.

Na figura acima foram apresentados os botões “Configurar fonte CA” e “Configurar fonte CC” cujas funções desejadas são apresentadas a seguir:

6.4.1 Configuração das fontes CA

Apenas uma fonte CA pode ser selecionada na tela de seleção de ensaios, pois no momento existe apenas uma bancada. Assim, o software deve impossibilitar a escolha de mais de uma fonte CA.

Com o intuito de facilitar o entendimento, a figura abaixo ilustra os componentes que podem ser conectados na saída CA do ESE para os diferentes ensaios, o barramento representado na figura corresponde a um painel de baixa tensão com denominação SG1-D3. Faz parte do escopo do fornecimento o controle dos disjuntores mostrados na figura, os quais são comandados por IED da Siemens via protocolo IEC 61850.



Os disjuntores mostrados na figura acima são operados (abertura, fechamento) nos diferentes ensaios, segundo corresponda com a metodologia de ensaio, descritas na Seção 7.5.

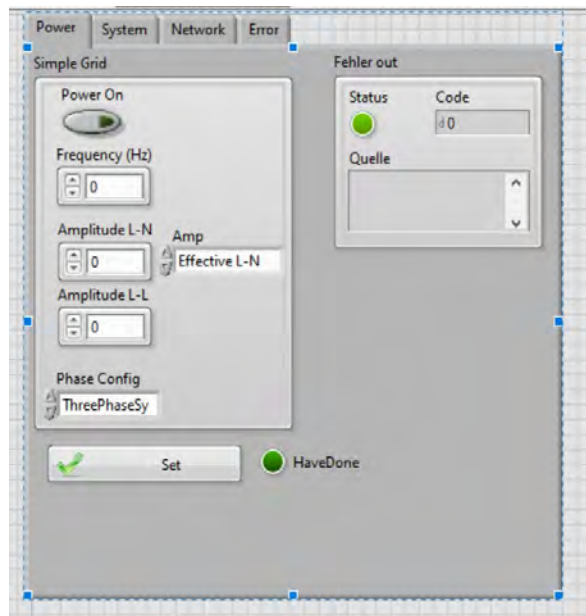
Quando for selecionada uma fonte ACS e o usuário clicar no botão “configurar fonte CA” o software deve abrir uma instancia que apresente a configuração de potência da fonte selecionada (50 kVA ou 100 kVA, ou 200 kVA ou 300 kVA). A potência deve ser superior ou igual a 110% da potência nominal do ESE (dado do RRE), se isto não se satisfizer o sistema não permitirá avançar da tela de ensaio e deve enviar mensagem alertando sobre este fato.

Ao clicar no botão “configurar fonte CA” o sistema deve também abrir uma caixa de seleção que permita estabelecer o endereço onde está a pasta com a lista de “sequencias ACS” a serem utilizadas nos ensaios. Destaca-se neste ponto que as fontes ACS se caracterizam por ter vários

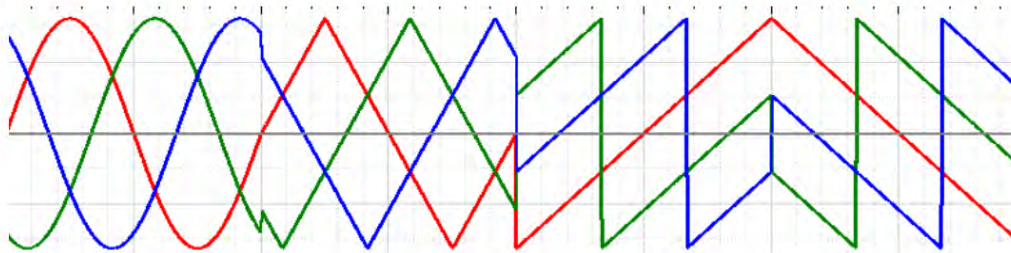
modos de operação, sendo que nos ensaios objeto desta especificação serão utilizados dois modos:

- Modo básico (*Basic Waveform Generator*) Modo de operação que permite mudanças de apenas frequência, amplitude e tipo de configuração (trifásica ou bifásica). Existe na atualidade Elementos Virtuais (VIs) prontos do LabVIEW que permitem operar a fonte nesse modo, conforme ilustrado pela figura abaixo:
- Modo dinâmico (*Full Waveform Generator*): Modo de operação mais avançado que permite a modificação da forma de onda na saída, com muita flexibilidade, ao ponto de permitir mudanças na forma de onda da tensão gerada.

Por exemplo, podem ser adicionadas modulações de frequência, amplitude ou fase. Neste modo de operação se utiliza o conceito de bloco e de "sequence": conjunto sequencial de blocos. Na figura abaixo, é exemplificada uma sequência com quatro blocos (senoidal, triangular, dente de serra subindo e dente de serra baixando), com instantes específicos de transição entre um bloco e outro.



Para alguns ensaios, listados após a figura, é necessário o uso deste modo dinâmico. Não é responsabilidade do desenvolvedor do sistema de automação criar estas ondas, o Cepel preparará uma lista de sequências para cada nível de tensão possível, por ensaio, sendo responsabilidade do sistema de automação escolher a pasta adequada em função da tensão do ESE e executar a sequência adequada para cada ensaio, segundo corresponda.



Assim como no caso do modo básico, existem Vis de LabVIEW com funções básicas fazendo uso das sequences. Existe também um arquivo Doxygen com a documentação da API desenvolvida pelo fabricante das fontes.

Lista de ensaios que utilizam sequências dinâmicas:

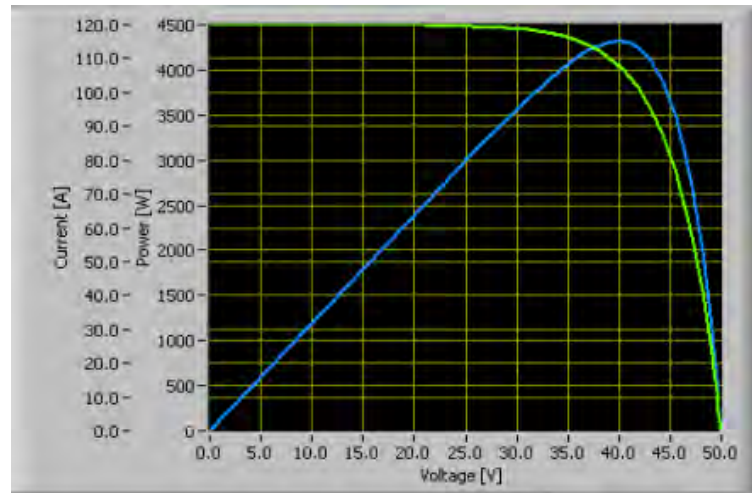
- Ensaio 4 - Suportabilidade a religamento automático fora de fase
- Ensaio 12 - Sobre/sub tensão na porta de conexão à rede
- Ensaio 13 - Sobre/sub frequência na porta de conexão à rede
- Ensaio 18 - Imunidade a sobre/subfrequência transitórias e taxa de variação de frequência na porta de conexão à rede
- Ensaio 19- Imunidade a sobre/subtensões transitórias na porta de conexão à rede

Quando for selecionada como fonte CA o TAP transformer, o software de automação deve verificar que a tensão no secundário do transformador corresponda com a tensão nominal do ESE (tolerância de +- 5%). Caso esta verificação não dê resultado positivo, deve ser apresentada uma mensagem de erro e o software deve voltar à tela de seleção de ensaio.

Nos fluxogramas da Seção 7.5 o significado de habilitar a fonte CA consiste em ligar a saída da fonte Regatron ou fechar o disjuntor associado ao TAP transformer, segundo corresponda.

6.4.2 Configuração das fontes CC

A configuração das curvas VI da fonte CC são responsabilidade do CEPEL. Estas são armazenadas na memória da fonte CC para serem utilizadas durante a execução dos ensaios.



O sistema de automação deve ter a capacidade de habilitar a saída da fonte CC rodando um script (JÁ PREPARADO PELA EQUIPE DO CEPEL) de emulação da curva fotovoltaica no software SASControl a partir de informações como número de curva, tipo de ensaio entre outros. Todos estes parâmetros de entrada devem ser definidos no software de automação.

7. SISTEMÁTICA DOS ENSAIOS

A sistemática dos ensaios é apresentada nesta seção utilizando fluxogramas para representar o passo a passo que deve ser executado pelo sistema de automação. A Seção 7 descreve as funcionalidades necessárias das funções gerais que são mencionadas nos fluxogramas.

7.1 Configuração do instrumento de medição

Em todos os ensaios o primeiro passo consiste na configuração do instrumento de medição. Conforme apresentado na Seção 6.3.1, existem diferentes requisitos de medição em função do ensaio a ser desenvolvido. Assim, o funcionamento esperado com esta função é que o sistema de automação execute o arquivo de instrumentação que atenda aos requisitos específicos do ensaio.

7.2 Espera da estabilização do MPPT

O sistema de automação deve medir a potência sendo injetada no lado CA e verificar que ela se mantenha dentro de uma faixa de tolerância de $\pm 2\%$ da potência esperada para o ponto de avaliação do ensaio, por um período de pelo menos 30 segundos. Caso isso aconteça o fluxograma pode ir para o próximo estado. Caso não seja evidenciado, deve-se esperar pelo menos 5 minutos para avançar.

Durante a execução desta função deve ser apresentado ao usuário a leitura de potência ativa sendo injetada, o temporizador de espera de estabilização e a tensão eficaz no lado CA.

ESTA FUNÇÃO JÁ FOI DESENVOLVIDA PELA EQUIPE DO CEPEL.

7.3 Desconexão do ESE

Consiste numa função de verificação que mede a corrente sendo injetada pelo ESE e verifica que o valor eficaz seja inferior a 1% da corrente nominal. No instante que esta condição for corroborada se considera que o ESE foi desconectado da rede.

ESTA FUNÇÃO JÁ FOI DESENVOLVIDA PELA EQUIPE DO CEPEL.



7.4 Medição de tempo de resposta

Nos ensaios nos quais exista o passo de medição do tempo de resposta este é definido como o tempo necessário para a potência injetada atingir 90% do valor definido pela curva de potência ativa.

ESTA FUNÇÃO JÁ FOI DESENVOLVIDA PELA EQUIPE DO CEPEL.

7.5 Telas de ensaios

A seguir são mostrados os fluxogramas de todos os ensaios disponíveis na Tela de seleção de ensaio. Durante a execução de cada ensaio deve ser apresentada uma Tela, cuja concepção deve considerar as informações mínimas dos fluxogramas e as especificações abaixo.

Podem ser requeridos pequenos ajustes durante a execução do serviço, as quais serão informadas oportunamente por parte do CEPEL.

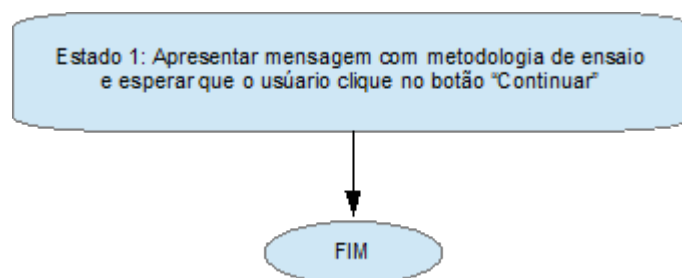
Todas as telas devem ter como informação comum: Dados nominais do ESE, obtidos a partir do RRE; leitura de tensão no lado CA, tensão no lado CC e potência injetada na rede.

Ao início de cada um dos ensaios o sistema de automação deve verificar que a temperatura ambiente esteja dentro da faixa de 25 °C (± 3 °C). Caso isto não se comprove, o ensaio não pode ser executado e uma mensagem de erro, com a leitura de temperatura deve ser mostrada ao usuário. Essa mensagem deve permitir a opção de "continuar mesmo assim", cenário no qual o fluxograma será executado mesmo fora da faixa de temperatura.

Caso o usuário deseje interromper o ensaio ele deverá pressionar o botão sair em qualquer momento.

Cabe ressaltar que todas as descrições a seguir utilizam como referência ensaios trifásicos, sendo que nos ensaios monofásicos serão excluídos os itens referentes às fases S e T.

Tela Ensaio 1 - Inspeção visual de existência de dispositivo de desconexão mecânica da rede.



A metodologia deste ensaio é visual, não precisando de nenhuma fonte ou instrumento. Entretanto é desejado que o sistema apresente a seguinte mensagem junto com um botão de "continuar" e campo de entrada do tipo binário (YES/NO) junto a pergunta: "foi constatado o dispositivo de desconexão mecânica?"

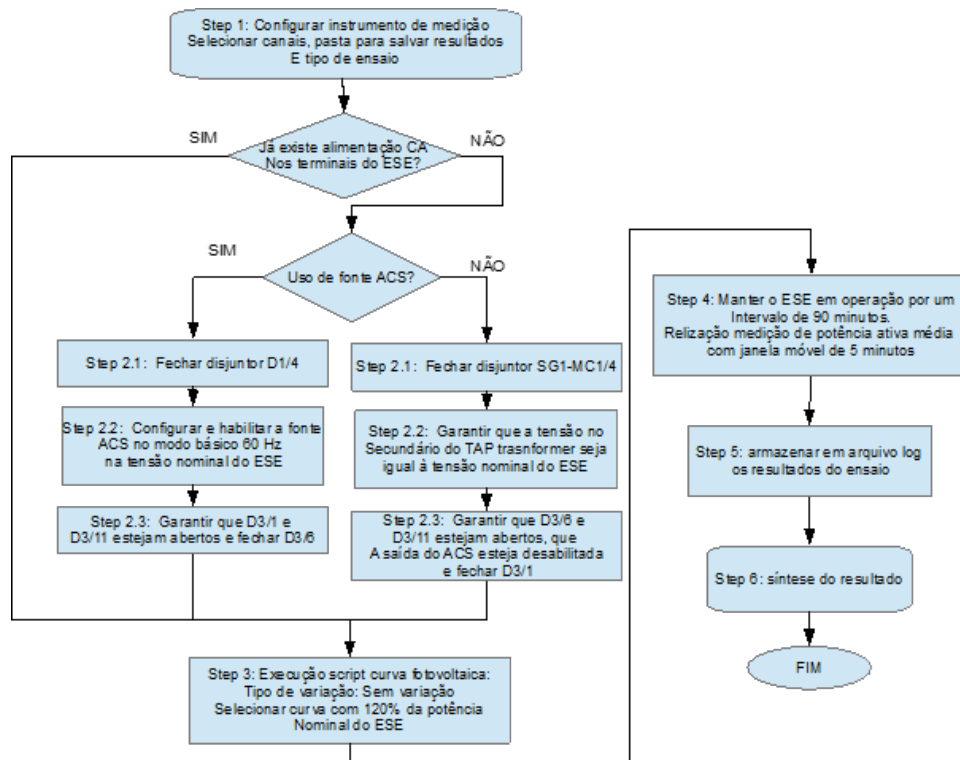
"Procedimento de ensaio:

a) Abrir o encapsulamento externo do equipamento de forma a tornar possível a visualização do circuito interno;

b) Com base na documentação fornecida, identificar o(s) componente(s) eletrônico(s) que realizam a função; e

c) Em caso de dúvidas sobre o dispositivo, o laboratório pode empregar ensaios para avaliar a continuidade ou a existência de comutação eletrônica.”

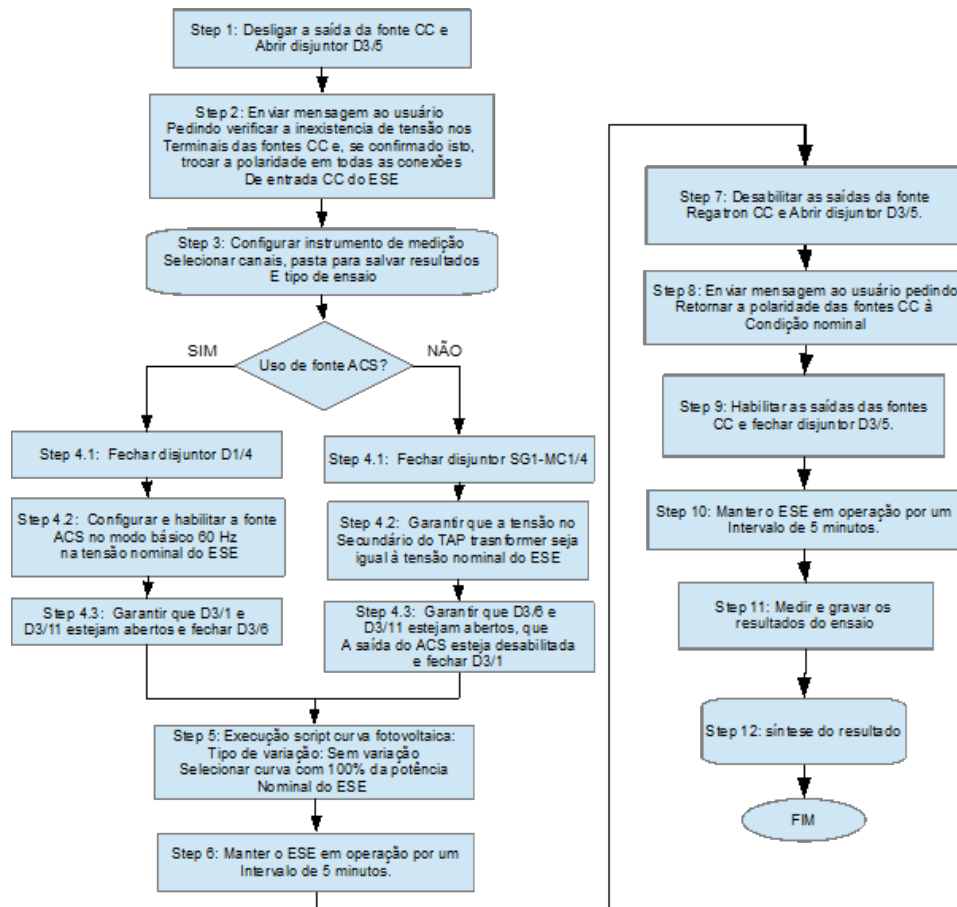
Tela Ensaio 2 - Suportabilidade à sobrecarga nas portas fotovoltaicas



A síntese de resultado consiste em verificar se durante todo o período do ensaio, sem interrupções, o ESE forneceu uma potência ativa média, medida em janelas móveis de 5 minutos, igual à potência nominal do equipamento, com tolerância de $\pm 2,5\%$.



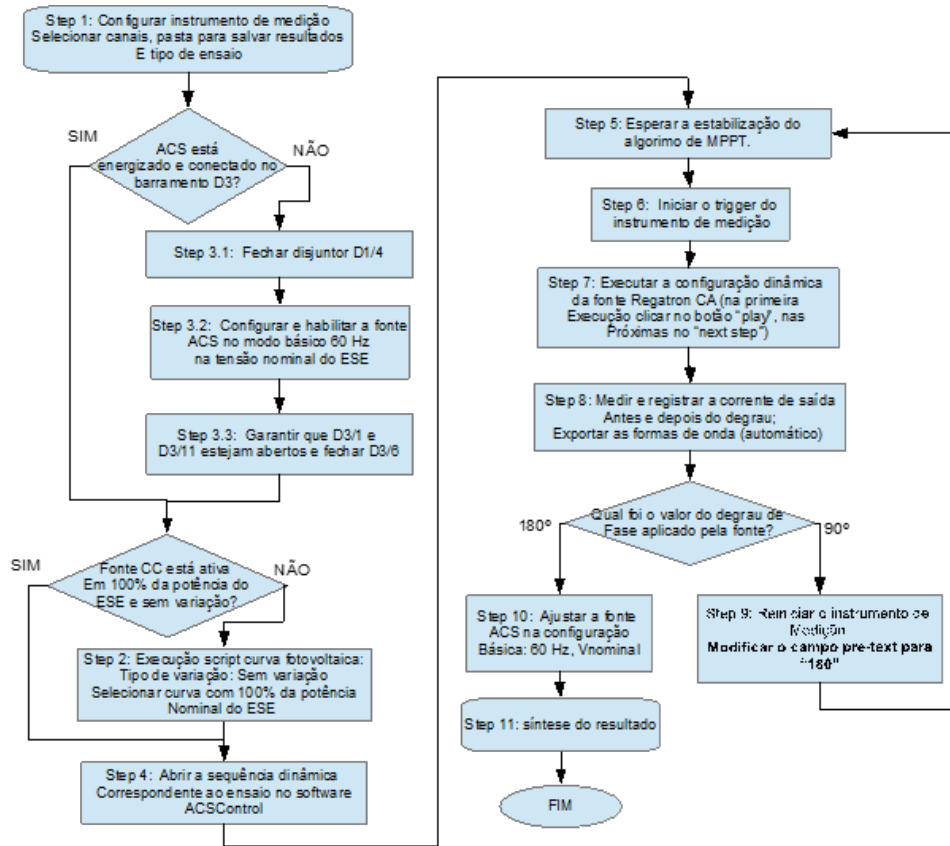
Tela Ensaio 3 - Suportabilidade à inversão de polaridade nas portas fotovoltaicas



A mensagem que deve ser enviada ao usuário no step 8 é: "Reconecte o simulador fotovoltaico na polaridade correta e, posteriormente, clique no botão continuar".

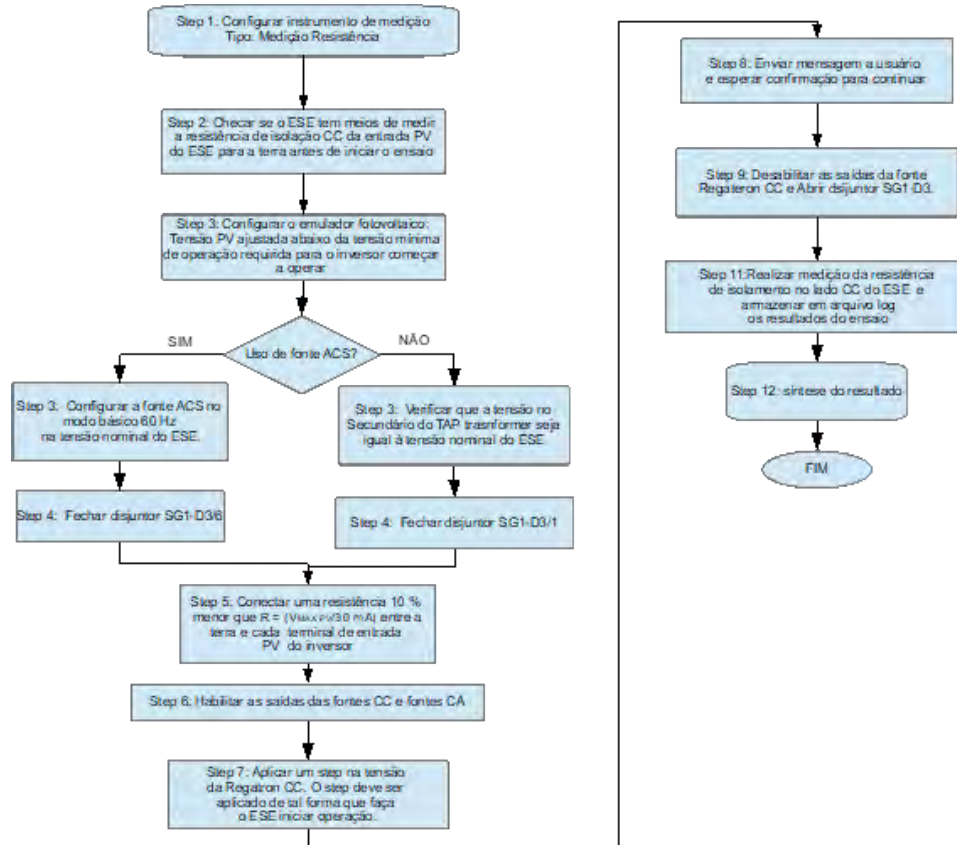
A síntese do resultado consiste em verificar se a medição de potência no step 11 corresponda com a potência nominal do ESE, com tolerância de $\pm 5\%$

Tela Ensaio 4 - Suportabilidade a religamento automático fora de fase



A síntese do resultado consiste em comparar a leitura de corrente eficaz antes e após os degraus, os valores devem ser iguais com tolerância de $\pm 5\%$.

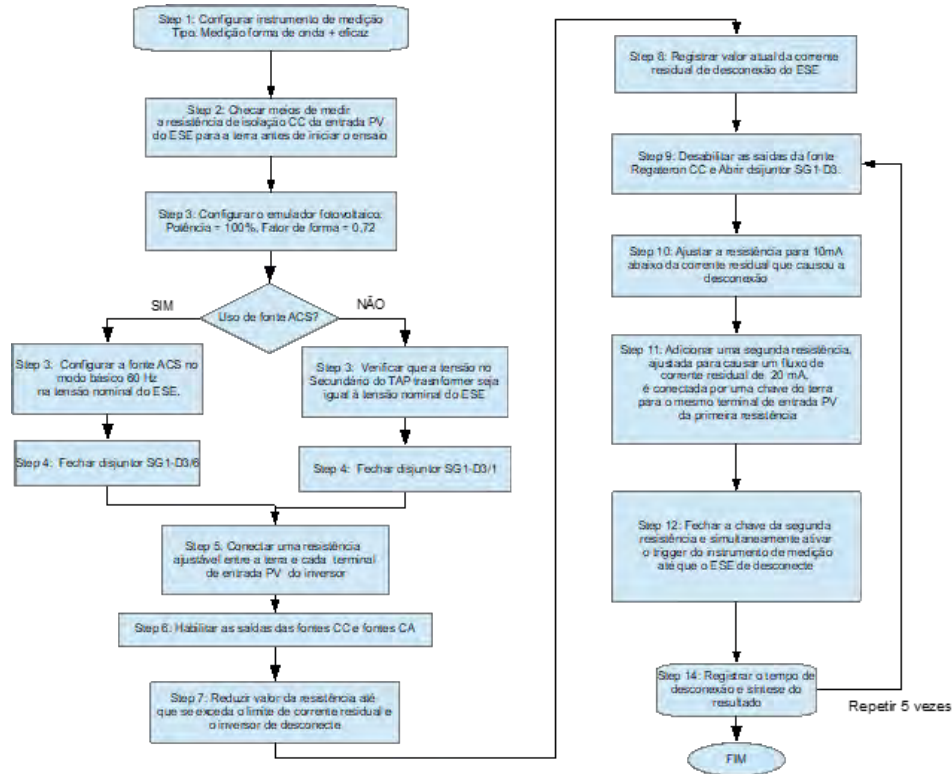
Tela Ensaio 5 - Detecção e interrupção diante a falhas de isolamento nas portas fotovoltaicas



Síntese do resultado: deve ser verificado que no step 8 o inversor entra em modo de falha e não tentar se conectar com o lado CA.

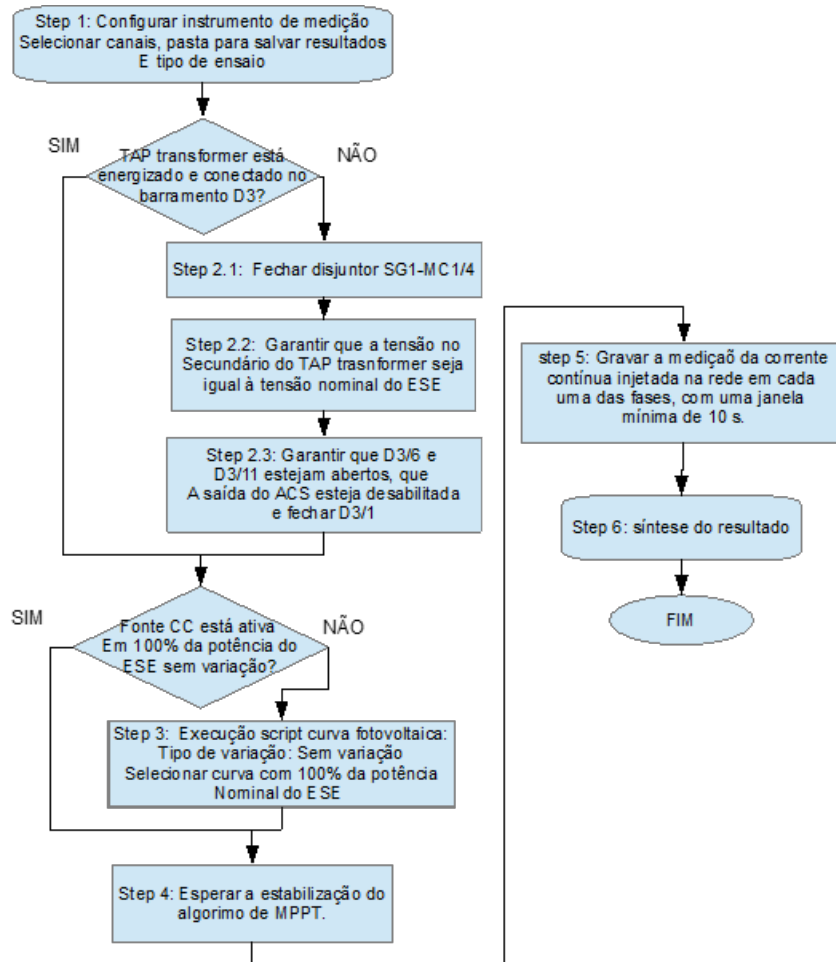


Tela Ensaio 6- Detecção e interrupção de corrente residual excessiva na porta de conexão à rede



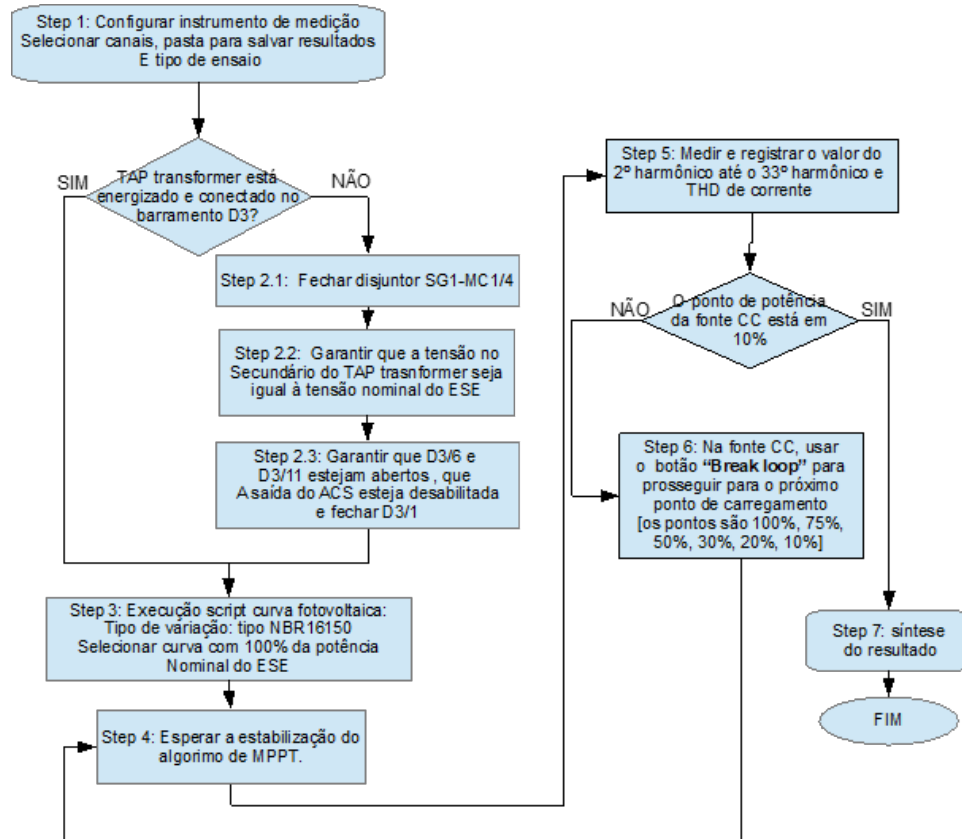
Síntese do resultado: deve ser verificado que no step 8 o inversor entra em modo de falha e não tentar se conectar com o lado CA.

Tela Ensaio 7 - Injeção de componente contínua na porta de conexão à rede



No step 8, a síntese do resultado consiste em verificar que a medição de corrente contínua sobreposta à corrente CA injetada para todas as fases, em todos os pontos de medição, tiver valor absoluto inferior a 0,5% da corrente nominal por fase.

Tela Ensaio 8 - Harmônicos e distorção de forma de onda de corrente na porta de conexão à rede

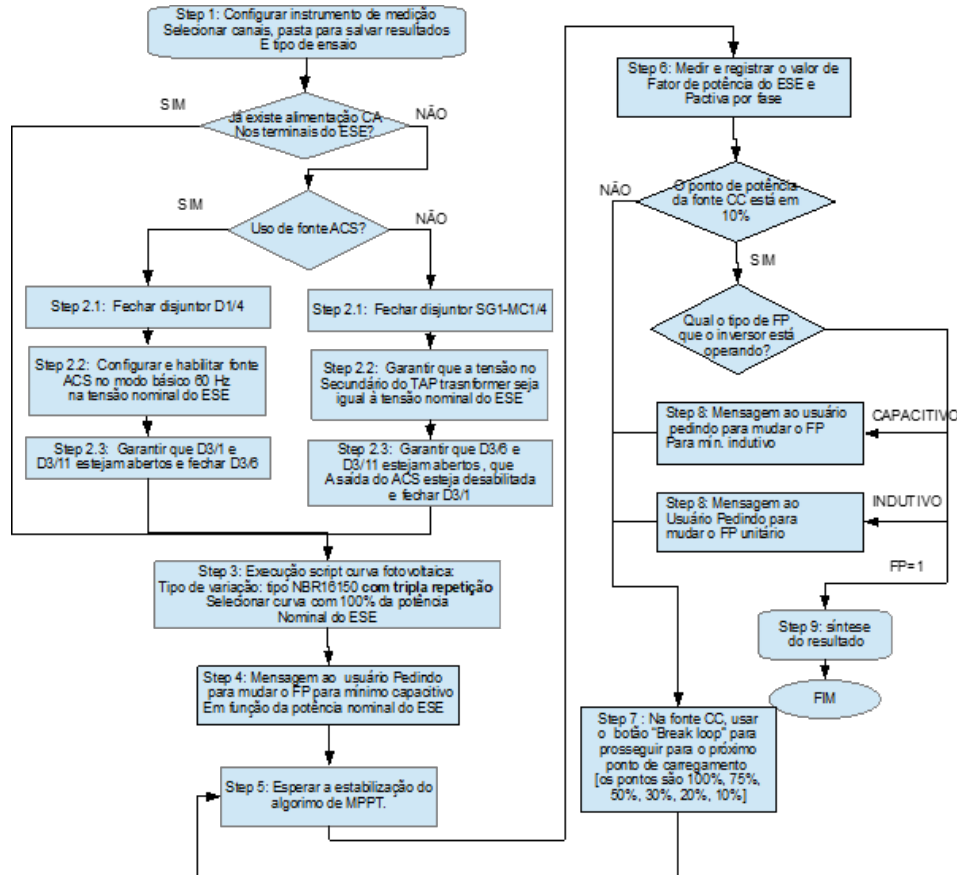


O critério de aceitação consiste em comparar as leituras de harmônicos para cada componente com os limites estabelecidos na tabela abaixo:

Tabela 1 – Limite de distorção harmônica de corrente

Harmônicas ímpares	Limite de distorção
3° a 9°	< 4,0 %
11° a 15°	< 2,0 %
17° a 21°	< 1,5 %
23° a 33°	< 0,6 %
Harmônicas pares	Limite de distorção
2° a 8°	< 1,0 %
10° a 32°	< 0,5 %

Tela Ensaio 9 - Fator de potência fixo na porta de conexão à rede



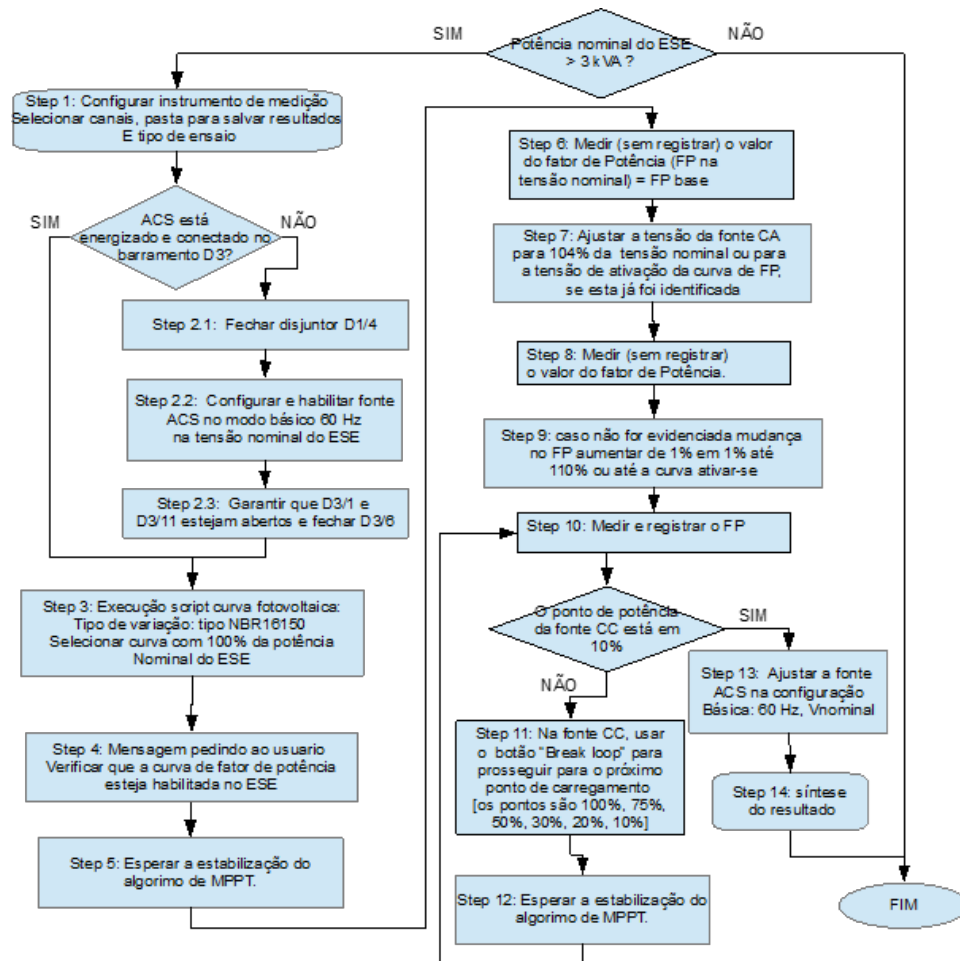
No step 8 as mensagens que são apresentadas ao usuário são:

- Se o inversor for de potência entre 3 kW e 6 kW alterar o fator de potência para 0,95 indutivo; se o inversor for de potência superior a 6 kW alterar o fator de potência para 0,90 indutivo, conforme orientações do fabricante para configuração do inversor.
- Se o inversor for de potência entre 3 kW e 6 kW alterar o fator de potência para 0,95 capacitivo; se o inversor for de potência superior a 6 kW alterar o fator de potência para 0,95 capacitivo, conforme orientações do fabricante para configuração do inversor.

A síntese do resultado consiste em comparar os fatores de potência medidos, para cada ponto de operação com o esperado. O ESE está em conformidade se as medições estiverem dentro da tolerância de $\pm 0,025$.



Tela Ensaio 10 - Fator de potência com curva do FP na porta de conexão à rede



A síntese do resultado consiste em verificar se o erro entre o fator de potência medido e o fator de potência da curva estiver dentro da tolerância de $\pm 0,025$. Ver figura abaixo na qual o requisito é 0,95 ou 0,90 em função da potência do ESE (de 3 kW a 6kW = 0,95; maior a 6kW = 0,90).

