



SYNC

Manual Sync 3.0



Este software foi criado pela SYNC ESTUDOS ELÉTRICOS, empresa especializada em projetos e estudos elétricos, consultorias e treinamentos.

Sumário

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | Sobre o Software..... | 3 |
| 2. | Primeiro acesso..... | 5 |
| 3. | Requisitos mínimos | 6 |
| 4. | Informações gerais..... | 7 |
| 5. | Menus e demais configurações..... | 8 |
| 5.1. | Configurações iniciais e critérios de concessionárias..... | 8 |
| 5.2. | Menu Impedências | 10 |
| 5.3. | Barras e cabos | 13 |
| 5.4. | Transformadores | 17 |
| 5.5. | Geradores com paralelismo (rampa)..... | 19 |
| 5.6. | Transformadores de Corrente | 19 |
| 5.7. | Funções ANSI | 20 |
| 5.7.1. | Funções 59, 59N, 27, 46, 47 | 20 |
| 5.7.2. | Função 67 e Funções 67N, 32, 25 | 21 |
| 5.7.3. | Coordenograma, funções 50, 51, 50N, 51N e curvas Kyle..... | 24 |
| 5.7.4. | Curvas | 27 |
| 5.8. | Memorial de cálculo..... | 27 |
| 5.9. | Relatórios diversos..... | 28 |
| 5.10. | Checklist Copel..... | 29 |
| 5.11. | Impedências por trechos | 30 |
| 5.12. | Critérios de concessionárias..... | 30 |
| 6. | Salvar, Abrir e Gerar Memorial..... | 33 |
| 7. | Conclusão..... | 36 |
| 8. | Idealizadores | 38 |
| 8.1. | Contatos | 38 |
| | ANEXO 1 – Ferramentas de cada versão do SYNC | 39 |

1. Sobre o Software

O SYNC é preparado para auxiliar o profissional da área de elétrica na confecção de projetos de proteção para entradas de energia em média tensão para aprovação nas concessionárias de energia elétrica. Gerando o memorial de cálculo, coordenogramas, gráficos de direcionalidade, tabelas e demais gráficos automaticamente, otimizando o tempo do projetista, sendo possível realizar um estudo de proteção no padrão da concessionária em poucos minutos.

Alimentando-o com a informação das impedâncias ou correntes de curto-circuito no ponto de entrega da concessionária, dados dos transformadores, geradores e condutores, ele calculará em até 50 (cinquenta) pontos (barras) as correntes de curto-circuito de contribuição da concessionária, de contribuição do cliente e também dos geradores.

Pode-se alimentar o software com até 20 transformadores de dois enrolamentos e 20 geradores, conectando-os em qualquer um dos 50 pontos (barras) possíveis.

Ao configurar os critérios de ajustes de proteção de cada concessionária de energia elétrica, pode-se através de menus interativos, selecionar qual a concessionária ao qual o estudo de proteção será apresentado.

As informações das impedâncias do circuito em análise (trechos entre barras) podem ser configuradas utilizando-se menus com a possibilidade de escolha de inúmeros condutores de baixa e média tensão.

Para a parametrização de relés e religadores o SYNC permite a seleção de diversas curvas de proteção normatizadas, como por exemplo as normas IEC, ANSI/IEEE, IAC, US, e as famosas curvas KYLE. O usuário poderá também configurar curvas de proteção personalizadas, funções de tempo definido, pontos e linhas.

Os pontos ANSI e curvas de danos dos transformadores são calculados e plotados nos coordenogramas automaticamente a depender dos ajustes feitos pelo usuário e as normas das concessionárias.

Os coordenogramas de corrente e tensão e gráficos de direcionalidade das funções ANSI 67 e 67N, também são gerados automaticamente a depender das configurações do usuário, assim como pode-se plotar nos diagramas de direcionalidade curtos-circuitos personalizados pelo usuário.

O SYNC permite a configuração, em sua versão mais completa (SYNC 3.0), das funções ANSI: 50, 51, 50N, 51N, 51GS (SEF ou 51 NS), 59, 59N, 32, 25, 46, 47, 67 e 67N, sendo calculadas, plotadas e acrescentadas ao memorial de cálculo e ao resumo de ajustes do relé de proteção de forma automática.

2. Primeiro acesso

Em seu primeiro acesso, o software Sync irá precisar de conexão com a internet, e fará uma verificação de possíveis complementos (outros softwares) a serem instalados para seu pleno funcionamento. Fará também a validação do acesso de usuário e seu respectivo dispositivo, acesso esse individual e intransferível, sendo adquirido para apenas um dispositivo e usuário específico.

Após a verificação e instalação inicial, o mesmo apresentará dois códigos que deverão ser enviados ao desenvolvedor, juntamente com o CPF ou CNPJ do usuário, para liberação de acesso.

Sendo os dados de usuário validadas por nossos servidores, o software estará pronto para uso.

O Sync, em qualquer de suas versões, permitirá a utilização mesmo offline, desde que periodicamente haja a utilização do software com conexão via internet. Recomenda-se inclusive a execução do mesmo com conexão à internet sempre que possível, ou até 15 dias antes de uma possível utilização offline.

Cada unidade ou versão do software poderá ser utilizado em apenas um dispositivo.

3. Requisitos mínimos

Para pleno funcionamento do software é necessário, minimamente, conexão periódica com a internet, sistema operacional Windows, pacote Microsoft Office 2019 64 bits, e recomenda-se pelo menos 4 Gb de memória RAM e processador 1.5 GHz.

4. Informações gerais

Este manual visa orientar os usuários do software de proteção SYNC, destinado para estudos de coordenação e seletividade da proteção de sistemas elétricos de potência.

Neste documento apresenta-se informações compatíveis principalmente com a versão mais completa do software (SYNC 3.0). Ou seja, ao acessar versões inferiores é possível que algumas informações não se apliquem, já que versões inferiores possuem menos ferramentas e funcionalidades do que a versão 3.0.

O SYNC disponibiliza recursos de cálculo e análise gráfica não citados neste manual, pois são de interpretação intuitiva e fácil entendimento. No entanto, as principais orientações para a utilização do software SYNC estão descritas abaixo.

Preencher os campos nas cores BRANCA e SINZA.

Alguns campos possuem informações pré-formatadas por menus, nestes casos, selecionar uma das opções.

Nos gráficos é possível desabilitar ou habilitar as informações marcando e/ou desmarcando os campos com o menu de opções "Plotar" e "Não Plotar" (Figura 2), deixando os campos que os alimentam sem preencher ou ainda desmarcando o item no botão de filtro do canto superior direito do gráfico (Figura 1).

Figura 1 – Botão de filtro



Figura 2 - Menu "Plotar" e "Não Plotar"



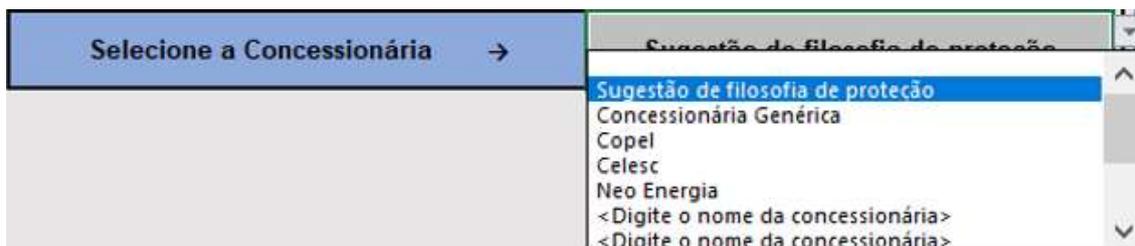
5. Menus e demais configurações

5.1. Configurações iniciais e critérios de concessionárias

Ao iniciar a utilização do software SYNC o usuário deverá definir no menu “CRITÉRIOS DE CONCESSIONÁRIAS” os dados solicitados nos campos em BRANCO e CINZA. Esses ajustes podem ser oriundos de uma filosofia de proteção adotada pelo projetista ou retirado das normas das concessionárias.

No menu “CRITÉRIOS DE CONCESSIONÁRIAS” é possível deixar um banco de dados com os ajustes normatizados por cada concessionária. Com o banco de dados formado, o usuário apenas selecionará a filosofia de proteção desejada para cada estudo pelo menu “CONFIGURAÇÕES INICIAIS”, conforme Figura 3.

Figura 3 - Menu de filosofias de proteção



O campo “Dados do Cliente” (Figura 4) também no menu “CONFIGURAÇÕES INICIAIS” servirá para a criação automática do memorial descritivo.

Figura 4 - Dados do Cliente

| Dados do Cliente | |
|--|--|
| Nome do cliente | |
| Razão Social | |
| CPF/CNPJ | |
| Endereço | |
| Município/ Estado | |
| Contato | |
| Unidade consumidora (se existente) | |
| Protocolo com informação de impedâncias | |

Ainda no menu “CONFIGURAÇÕES INICIAIS” é encontrado alguns parâmetros que se destinam a impressão de alguns dados nos coordenogramas de sobrecorrente. São eles:

-Tempo Mín. p/ Maior Icc3F na BT (s): Neste item deve ser informado o tempo em segundos que deve ser plotado um ponto no coordenograma referente ao valor calculado para a maior corrente de curto-circuito trifásico simétrico na

baixa tensão dos transformadores (Algumas concessionárias de energia solicitam um ajuste de 0,3 segundos).

-Tempo Mín. p/ Maior Icc1F na BT (s): Neste item deve ser informado o tempo em segundos que deve ser plotado um ponto no coordenograma referente ao valor calculado para a maior corrente de curto-circuito monofásico simétrico na baixa tensão dos transformadores e refletido ao primário (Algumas concessionárias de energia solicitam um ajuste de 0,3 segundos).

-Tempo da Corrente de Inrush (s): Neste item deve ser informado o tempo em segundos que deve ser plotado um ponto no coordenograma referente ao valor calculado para a corrente de inrush total, conforme o critério estabelecido na filosofia de proteção selecionada. (Geralmente adotado 0,1 segundos).

-Tempo máx. p/ atuação da 67 (s): Neste item deve ser informado o tempo em segundos que deve ser plotado um ponto no coordenograma referente ao valor calculado para o maior tempo x corrente permitido pelo critério adotado para a função 67 (Algumas concessionárias de energia solicitam um ajuste de 0,5 segundos).

-Tempo máx. p/ atuação da 67N (s): Neste item deve ser informado o tempo em segundos que deve ser plotado um ponto no coordenograma referente ao valor calculado para o maior tempo x corrente permitido pelo critério adotado para a função 67N (Algumas concessionárias de energia solicitam um ajuste de 0,5 segundos).

5.2. Menu Impedâncias

No menu “IMPEDÂNCIAS” deverão ser preenchidos os campos da Figura 5 para o correto cálculo dos valores em PU, corrente Inrush, corrente nominal, e demais valores do estudo de proteção. Estes campos também são condicionantes ao funcionamento da maioria das funcionalidades e cálculos

executados pelo software, por isso, é de grande importância seu correto preenchimento.

Figura 5 - Grandezas de base

| Tensão Base (V) | Potência Base (MW) | Resistência de Terra (Ω) ($3 \cdot R_F$) | Tensão nominal (para cálculo da I de demanda contratada, I nominal e I inrush) (V) |
|-----------------|--------------------|---|--|
| | | | |

Sendo:

-Tensão Base (V): A tensão de base para cálculos em PU;

-Potência Base (MW): A potência de base para os cálculos em PU;

-Resistencia de Terra (Ω) ($3 \cdot R_F$): é a resistência de contato para faltas a terra, cujo valor para preenchimento deve ser igual a $3 \cdot R_F$ (sendo R_F = valor de referência);

-Tensão nominal: É a tensão nominal do sistema da fonte (concessionária). Este valor será utilizado para o cálculo da corrente demandada pela instalação (corrente relativa a demanda contratada), corrente nominal da instalação e a corrente de inrush (magnetização) dos transformadores.

Da mesma forma deverão ser preenchidos os dados das impedâncias em PU no ponto de entrega da concessionária, ou seja, o ponto 0 (zero) do circuito considerado, e os valores em PU da impedância no Religador (RA) ou Subestação (SE), da concessionária, ou seja, o ponto -1 do circuito considerado, conforme Figura 6.

Figura 6 - Impedâncias

| Impedâncias em PU | | Resistência (PU) | Reatância (PU) |
|------------------------|------------------------|------------------|----------------|
| Ponto de Entrega | Sequência positiva (+) | | |
| | Sequência negativa (-) | | |
| | Sequência zero (0) | | |
| Subestação ou RA Fonte | Sequência positiva (+) | | |
| | Sequência negativa (-) | | |
| | Sequência zero (0) | | |

Caso o valor da impedância seja 0 (zero) deve ser informado um valor não igual a zero, mas sim um valor próximo de zero, por exemplo, 0,000001. Esse artifício provavelmente resultará em valores de correntes elevadas. Ou seja, para uma impedância igual a zero a corrente tenderá ao infinito. Da mesma forma, caso não seja informada a impedância do ponto -1 (RA ou subestação fonte) os dados preenchidos nos respectivos campos devem ser um valor baixo, próximo de zero.

Caso haja apenas a informação dos valores das correntes de curto-circuito para o ponto de entrega e SE, os valores poderão ser convertidos em impedâncias. Isso é possível no mesmo diretório "IMPEDÂNCIAS", nos locais indicados na Figura 7.

Figura 7 - Conversão das correntes de curto-circuito em impedâncias

| Conversões de Corrente de Curto-circuito em Impedâncias | | | | |
|---|------|------------|-------------------|----------------|
| Curto-circuitos no Ponto de entrega (somente preencher caso a concessionária não forneça as impedâncias e forneça as correntes) (Considera Z+=Z-) | | | Impedâncias em PU | |
| Valores preenc. em Amperes | Real | Imaginária | Resistência (PU) | Reatância (PU) |
| Icc Trifásico sim. | | | | |
| Icc Bifásico | | | | |
| Icc Fase-Terra Max. | | | | |
| Curto-circuitos na Subestação (somente preencher caso a concessionária não forneça as impedâncias e forneça as correntes) (Considera Z+=Z-) | | | Impedâncias em PU | |
| Valores preenc. em Amperes | Real | Imaginária | Resistência (PU) | Reatância (PU) |
| Icc Trifásico sim. | | | | |
| Icc Bifásico | | | | |
| Icc Fase-Terra Max. | | | | |

Os valores de correntes de curto-circuito podem ser informados ao software tanto em amperes como em PU, bastando selecionar corretamente o menu a esquerda conforme o tipo de dado a ser inserido. Os valores convertidos em impedâncias em PU deverão ser, após estes procedimentos, transcritos nos campos referentes as impedâncias no Ponto de Entrega e na SE ou RA fonte da concessionária, conforme Figura 6.

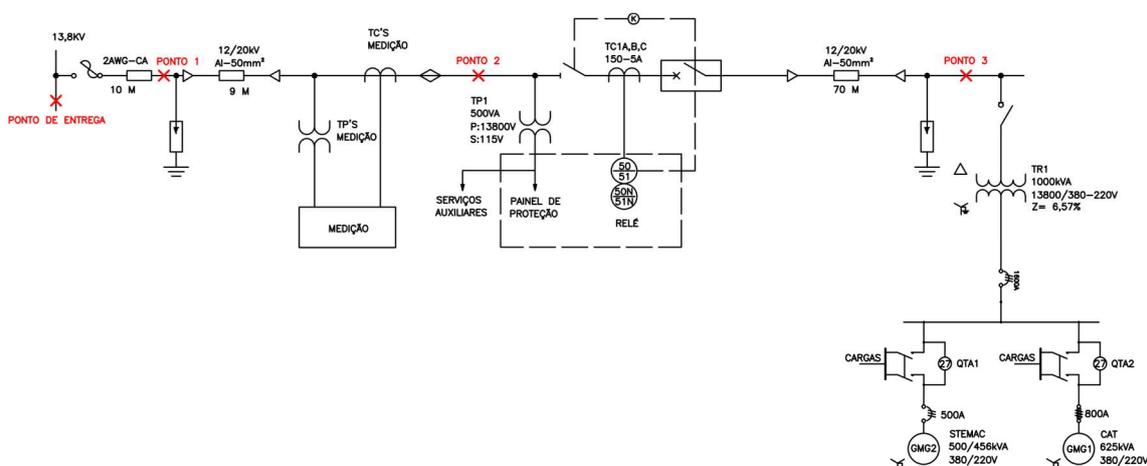
5.3. Barras e cabos

No menu “BARRAS E CABOS” o projetista irá informar os trechos de cabos e a configuração do circuito em análise, conforme Figura 8. Sendo o respectivo circuito indicado como exemplo na Figura 9.

Figura 8 - Trechos de cabos exemplo - 1

| Trechos de cabo do ponto de entrega sentido carga | | | |
|--|-----------|---|---|
| OBS: O ponto 0 é o ponto onde é informada a impedância pela concessionária. (Ponto de entrega) | | | |
| Barra Início | Barra Fim | Comprimento em Km | Tipo de cabo |
| -1 | 0 | Ponto -1 refere-se a SE ou RA fonte. Impedância informada pela conces. no menu "IMPEDÂNCIAS". | |
| 0 | 1 | 0,01 | 2CA (+)≠(0) Alum. Aéreo |
| 1 | 2 | 0,009 | 50mm ² (+)=(0) Alumínio 12/20kV - Trifólio |
| 2 | 3 | 0,07 | 50mm ² (+)=(0) Alumínio 12/20kV - Trifólio |
| | | | |
| | | | |

Figura 9 - Circuito de exemplo - 1



O software SYNC entende o circuito a ser implementado por barras (pontos) que são interconectados por condutores (impedâncias). Onde deve-se informar o ponto de origem (Barra início) e o de chegada (Barra fim) de cada condutor, montando-se assim o circuito em análise. No entanto, um cuidado necessário nos lançamentos dos dados é de não se repetir nenhuma das Barras fim, ou seja, não se deve informar condutores em paralelo (dois circuitos) entre as mesmas barras de início e fim no circuito primário dos transformadores. Contudo, a barra de início pode ser usada por um ou mais condutores, permitindo a confecção de inúmeras configurações possíveis de circuitos.

Em resumo, na coluna “Barra Início” pode se repetir os índices das barras a serem lançadas para configuração do circuito em análise, mas na coluna “Barra Fim” não devem haver índices que se repitam. E por fim, qualquer índice lançado na coluna “Barra Início” deve possuir um valor igual a um dos índices da coluna “Barra Fim”, mantendo a continuidade do circuito em análise de forma radial com ou sem derivações.

Mais um exemplo de constituição do circuito para análise de curto-circuito representa-se nas Figura 10 e Figura 11. Onde pode ser observado que o software reserva a Barra -1 para a impedância da Subestação ou Religador fonte da concessionária, a Barra 0 para a impedância no ponto de entrega (informado pela concessionária), e a partir destes constitui-se o circuito em análise, onde

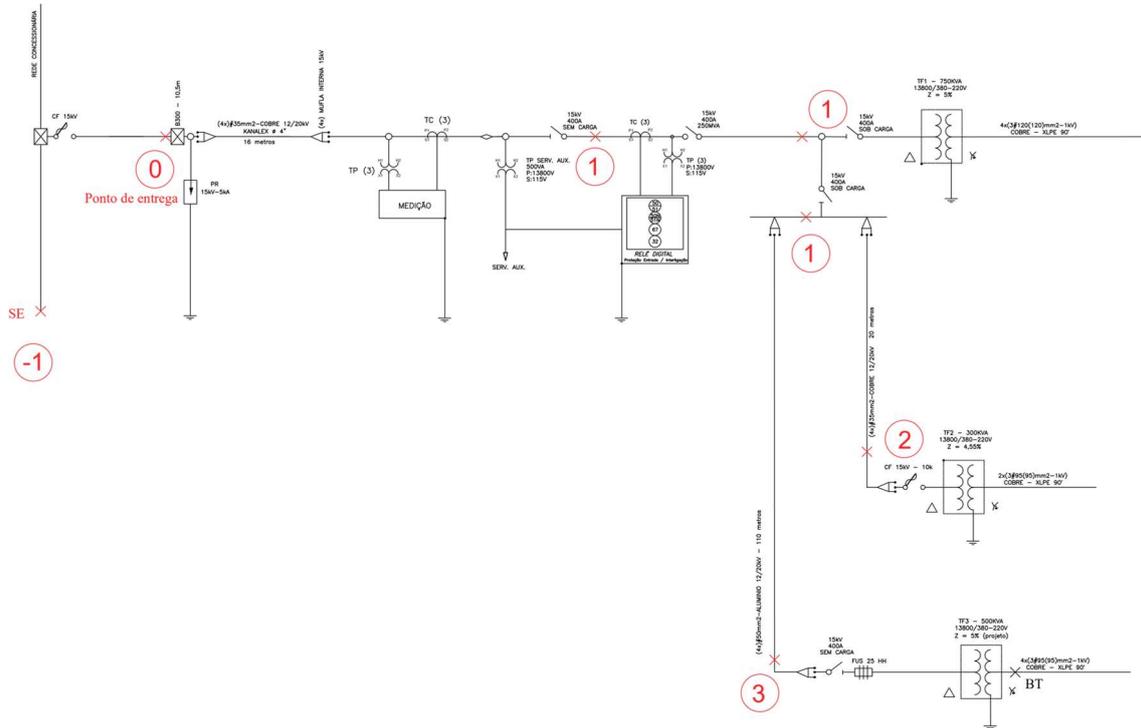
entre o ponto 0 e o ponto 1 há um trecho de cabos de 16 metros. Sendo que no ponto 1 está instalado os equipamentos de proteção, medição e o transformador TF1.

Ainda no ponto 1 existem duas derivações, uma para o ponto 2 por um cabo de 20 metros onde está instalado o transformador TF2, e outra para o ponto 3 por um cabo de 110 metros onde está instalado o transformador TF3. Sendo importante ressaltar que cada transformador pode estar conectado em qualquer das uma das barras fim, ou até mesmo mais de um transformador na mesma barra.

Figura 10 – Trechos de cabos exemplo - 2

| Trechos de cabo do ponto de entrega sentido carga | | | |
|--|-----------|---|---|
| OBS: O ponto 0 é o ponto onde é informada a impedância pela concessionária. (Ponto de entrega) | | | |
| Barra Início | Barra Fim | Comprimento em Km | Tipo de cabo |
| -1 | 0 | Ponto -1 refere-se a SE ou RA fonte. Impedância informada pela conces. no menu Impedâncias. | |
| 0 | 1 | 0,016 | 35mm ² (+)=(0) Cobre 12/20kV em Trifólio |
| 1 | 2 | 0,02 | 35mm ² (+)=(0) Cobre 12/20kV em Trifólio |
| 1 | 3 | 0,11 | 50mm ² (+)=(0) Alumínio 12/20kV - Trifólio |
| | | | |
| | | | |

Figura 11 – Circuito de exemplo - 2



Outra informação importante para o software é a informação dos condutores do secundário dos transformadores, pois este dado é usado para os cálculos de curto-circuito na baixa tensão, sendo que para baixa tensão somente há um trecho possível de cabo para cada transformador, e esses condutores podem possuir mais de um condutor na mesma fase.

Os menus para seleção de cabos para constituição das informações alimentadas ao SYNC possuem inúmeras opções de condutores tanto de baixa tensão como de média tensão, e seus comprimentos devem ser informados em quilômetros (ver Figura 8, Figura 10 e Figura 12).

Figura 12 - Menu de condutores

| Trechos de cabo do ponto de entrega sentido carga | | | |
|--|-----------|---|---|
| OBS: O ponto 0 é o ponto onde é informada a impedância pela concessionária. (Ponto de entrega) | | | |
| Barra Início | Barra Fim | Comprimento em Km | Tipo de cabo |
| -1 | 0 | Ponto -1 refere-se a SE ou RA fonte. Impedância informada pela conces. no menu "IMPEDÂNCIAS". | |
| 0 | 1 | 0,01 | 2CA (+)≠(0) Alum. Aéreo |
| 1 | 2 | 0,009 | 50mm ² (+)=(0) Alumínio 12/20kV - Trifólio |
| 2 | 3 | 0,07 | 50mm ² (+)=(0) Alumínio 12/20kV - Trifólio |
| | | | 4/0CU (+)≠(0) Cobre Aéreo |
| | | | 477CA (+)≠(0) Alum. Aéreo |
| | | | 477CAA (+)≠(0) Alum. Aéreo |
| | | | 16mm ² (+)=(0) Cobre 12/20kV em Trifólio |
| | | | 25mm ² (+)=(0) Cobre 12/20kV em Trifólio |
| | | | 35mm ² (+)=(0) Cobre 12/20kV em Trifólio |
| | | | 50mm ² (+)=(0) Cobre 12/20kV em Trifólio |
| | | | 70mm ² (+)=(0) Cobre 12/20kV em Trifólio |

Caso a relação de condutores fornecidas automaticamente pelo software não atender a necessidade do usuário, o mesmo pode cadastrar até 5 outros condutores e posteriormente selecioná-los no menu da Figura 12.

O cadastro de outros condutores pode ser feito dentro do menu "BARRAS E CABOS", substituindo os dados da tabela de nome "Acrescentar condutor diferente".

5.4. Transformadores

No menu "TRANSFORMADORES" é crucial o preenchimento da potência demandada, também conhecida como demanda contratada, e o preenchimento de todos os dados solicitados para cada transformador existente no sistema elétrico em análise, sendo que o único campo de preenchimento facultativo é o referente a possíveis elos fusíveis.

No campo de preenchimento do “Ponto de conexão do trafo” deve ser preenchido o trecho (barra) em que ele estará conectado no circuito real. Informação essa já preenchida pelo projetista no menu “BARRAS E CABOS” na coluna “Barra Fim”. Desta forma não é possível conectar transformadores no lado secundário de outros transformadores, nem mesmo conectar secundários de transformadores diferentes no mesmo ponto. Mas na mesma barra fim (ponto) pode ser conectado o primário de quaisquer dos transformadores implementados no software, mesmo havendo outros transformadores conectados ao mesmo ponto, como já citado no item 5.3.

Inclusive o ponto de conexão dos TC’s de proteção instalados na entrada de energia também deve ser preenchido neste menu.

Segue exemplo de preenchimento dos dados na Figura 13, seguindo o exemplo da Figura 9.

Figura 13 - Transformadores

| Transformadores | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------------|-------------------------|----------------|---------------------|-----------------------|------------------------------|----------------|---|---|----------------------|-------------|--|--------------------------|
| TC's | 2 | Potência do Trafo (kVA) | Impedância (%) | Tensão Primária (V) | Tensão Secundária (V) | Tipo da ligação do prim/sec. | Tipo do Núcleo | Percent. da imped. considerada como resist. (%) | Impedância (PU) na base da concessionária | Corrente nominal (A) | Elo Fusível | O transformador é de elevação ou acoplamento para geração? | Tipo do isolamento do TR |
| Trafo | Ponto de conexão do trafo | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 1000 | 6,57 | 13800 | 380 | Delta/Y Aterrada | Envolvido | 0 | 6,57 | 43,74 | | Não | Óleo |
| 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | |

No campo correspondente a informação “O transformador é de elevação ou acoplamento para geração?” deve ser preenchido com “SIM” somente se o respectivo transformador não for utilizado para alimentar cargas.

É importante ressaltar também que o tipo de ligação considerado pelo software SYNC é:

Delta / Estrela aterrada = Dyn1

Estrela aterrada / Delta = Ynd1

Estrela aterrada / Estrela aterrada = YNyn0

5.5. Geradores com paralelismo (rampa)

No menu “GERADORES”, além de preencher todos os dados dos geradores, deve-se informar para cada gerador, qual o transformador que o mesmo está conectado. Pois o software entende que os geradores necessitam de um transformador de acoplamento para se conectarem a média tensão.

OBS: A conexão considerada pelo software para os geradores é a Estrela aterrada (Yn).

5.6. Transformadores de Corrente

No menu “TC’s” deve-se deixar sem preenchimento o campo relativo à potência do TC caso utilize a nomenclatura padronizada pela NBR 6856/1992. Conforme Figura 14. Do contrário, deve-se preencher todos os campos solicitados.

Figura 14 - TC's

| Versão da Norma | NBR 6856/1992 | | | |
|-----------------|---------------|----|---|----|
| TC escolhido | <--APAGAR | 10 | B | 50 |

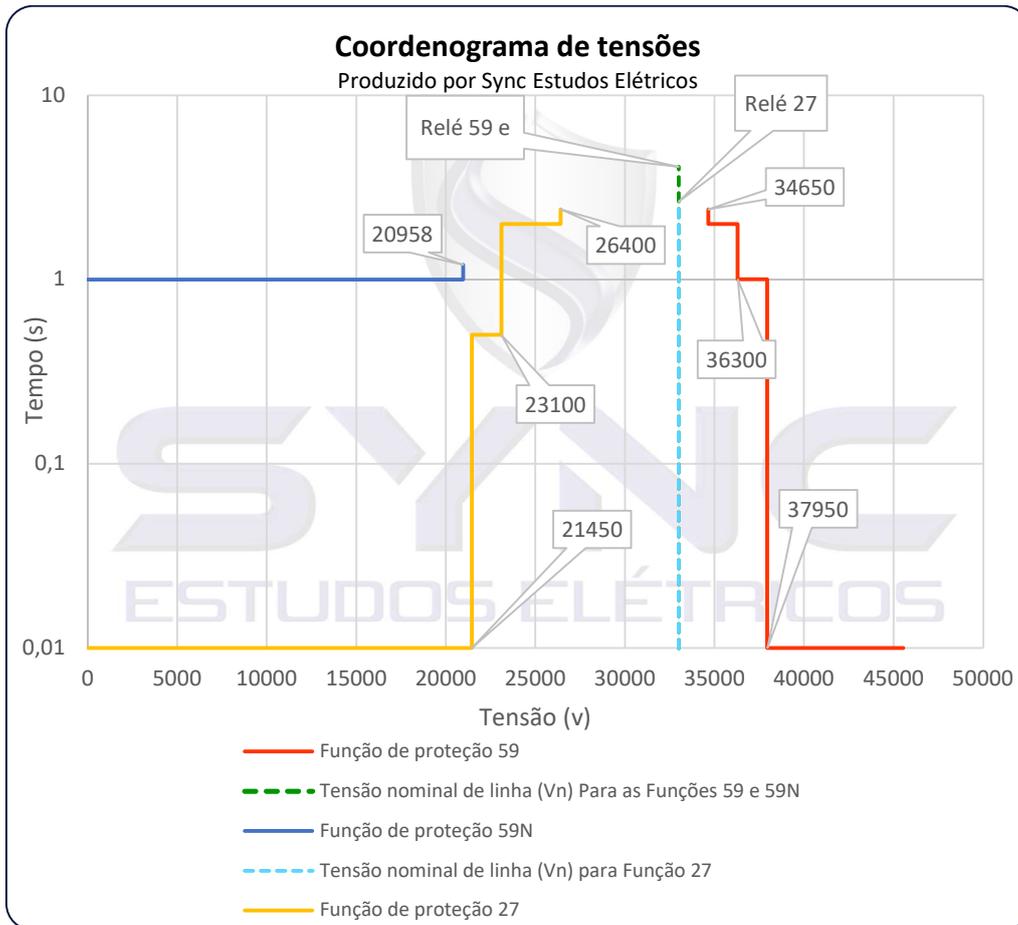
5.7. Funções ANSI

No menu “FUNÇÕES ANSI” encontram-se as parametrizações das funções de proteção conforme padronização ANSI.

5.7.1. Funções 59, 59N, 27, 46, 47

No sub menu “FUNÇÕES 59, 59N, 27, 46, 47” é possível configurar as funções descritas no próprio nome do diretório, sendo os valores de sobretensão e sub tensão ajustados com base em um fator do valor nominal, sendo que o valor nominal de sobretensão e sub tensão podem ser diferentes ou iguais e por isso são ajustados independentemente, e plotados no mesmo gráfico (Figura 15).

Figura 15 - Coordenograma de tensão



5.7.2. Função 67 e Funções 67N, 32, 25

Nos sub menus “FUNÇÃO 67” e “FUNÇÕES 67N, 32, 25”, deve-se configurar a filosofia de proteção para as respectivas funções, e os ajustes escolhidos pelo projetista.

Um exemplo de gráfico de direcionalidade de sobrecorrente ilustra-se na Figura 16 e na Figura 17.

Figura 16 - Gráfico de direcionalidade da função 67

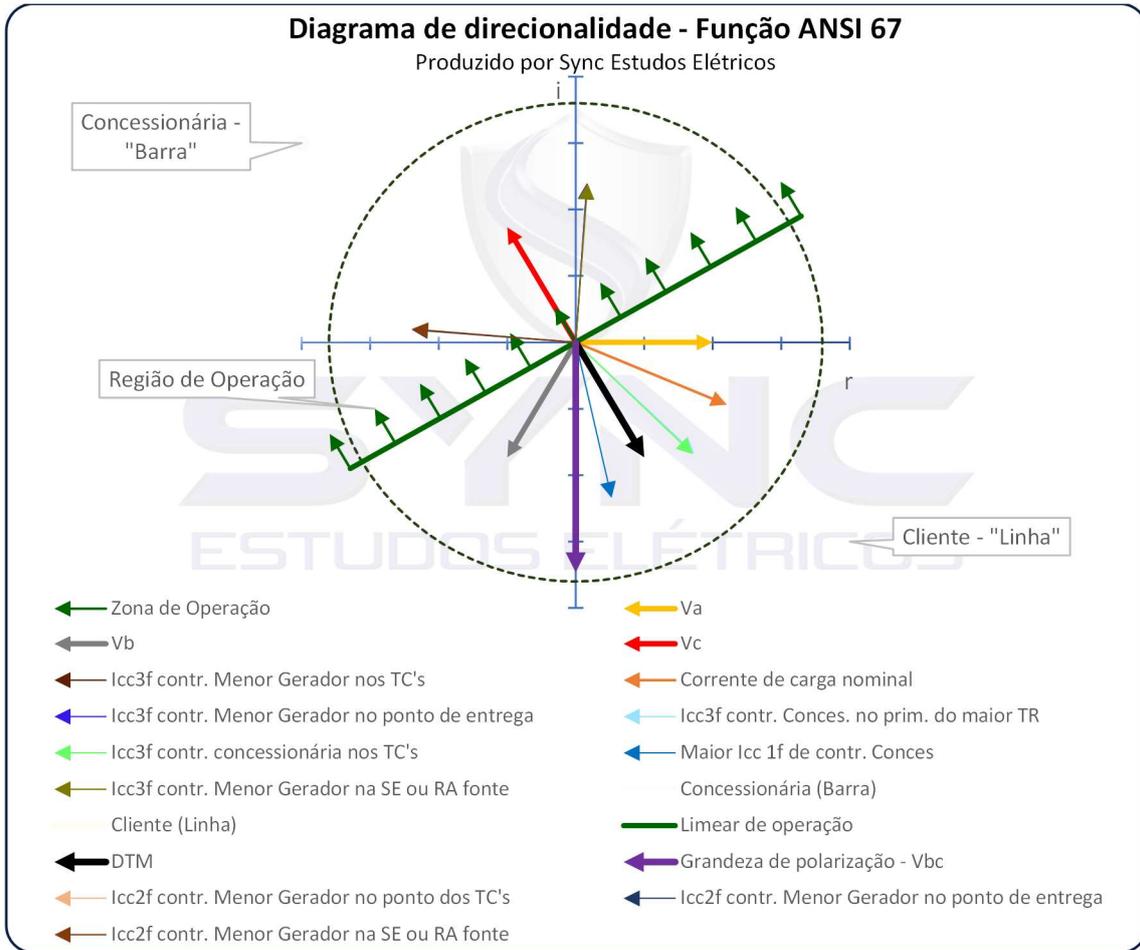
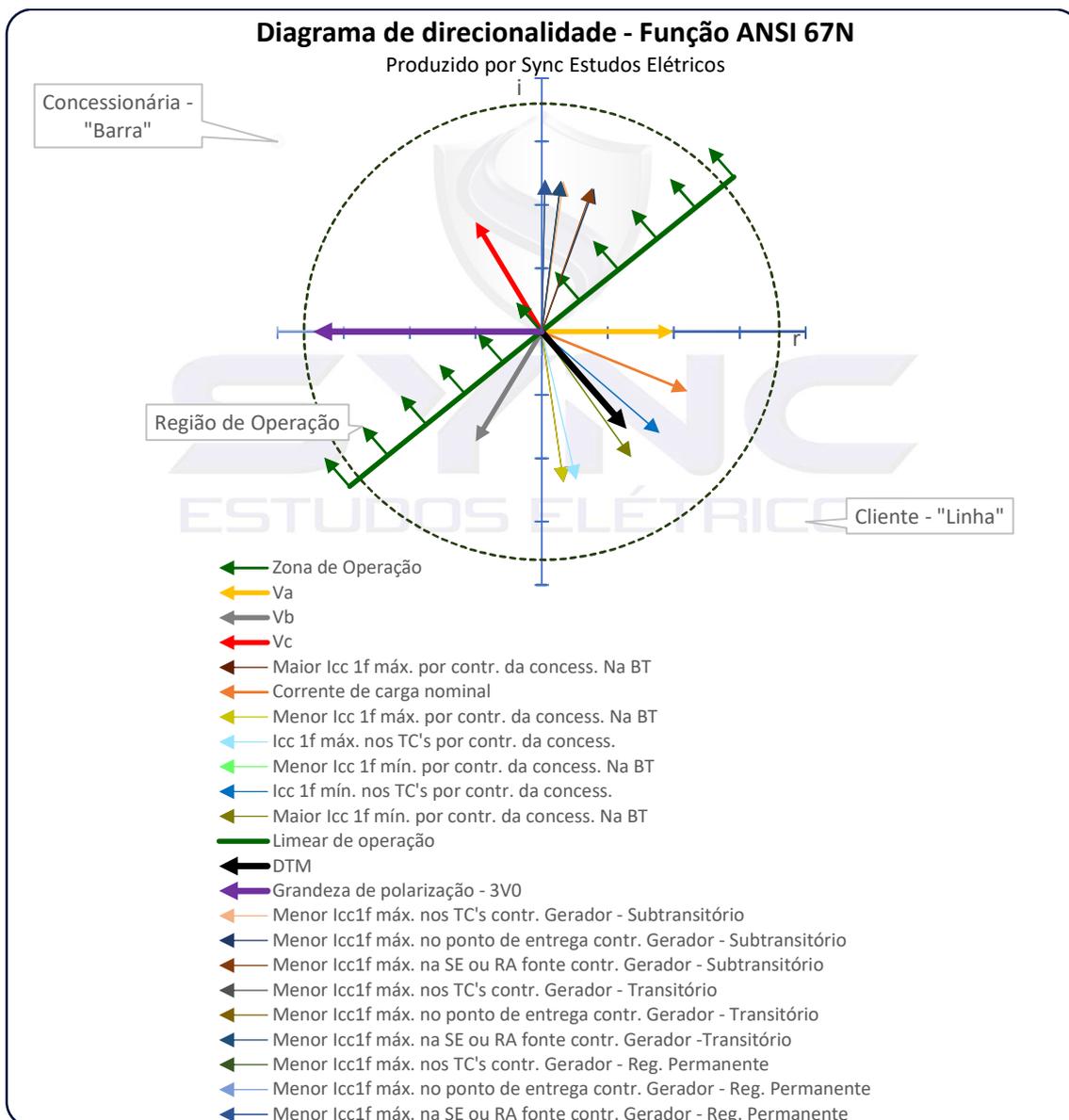


Figura 17 - Gráfico de direcionalidade da função 67N



O software SYNC possui as tensões como grandeza de polarização das funções 67 e 67N, e considera o ângulo de conexão do relé no valor de 90° .

Para a delimitação da fronteira entre o ângulo máximo da região de operação e ângulo mínimo da região de operação utiliza-se geralmente 90° e -90° , respectivamente, tomando como referência o ângulo de torque máximo (ATM ou DTM), estes ângulos definem a fronteira entre a região de restrição e operação das funções 67 e 67N.

O percentual de erro admissível, geralmente encontrado no manual do relé, define a região de incerteza de operação.

Nos campos da Figura 18 é possível plotar manualmente vetores que indicam grandezas a serem impressas nos diagramas de direcionalidade. Onde pode ser alterado o nome da grandeza e o ângulo, sendo o módulo considerado unitário para melhor representação gráfica.

Figura 18 - Grandezas a serem plotadas manualmente

| Plotar correntes | | |
|--|--------|------------|
| Para melhor visualização este gráfico leva em consideração o sentido da corrente e não o módulo. | | |
| Nome | Módulo | Ângulo (°) |
| lcc1 | 1,00 | |
| lcc2 | 1,00 | |
| lcc3 | 1,00 | |
| lcc4 | 1,00 | |
| lcc5 | 1,00 | |

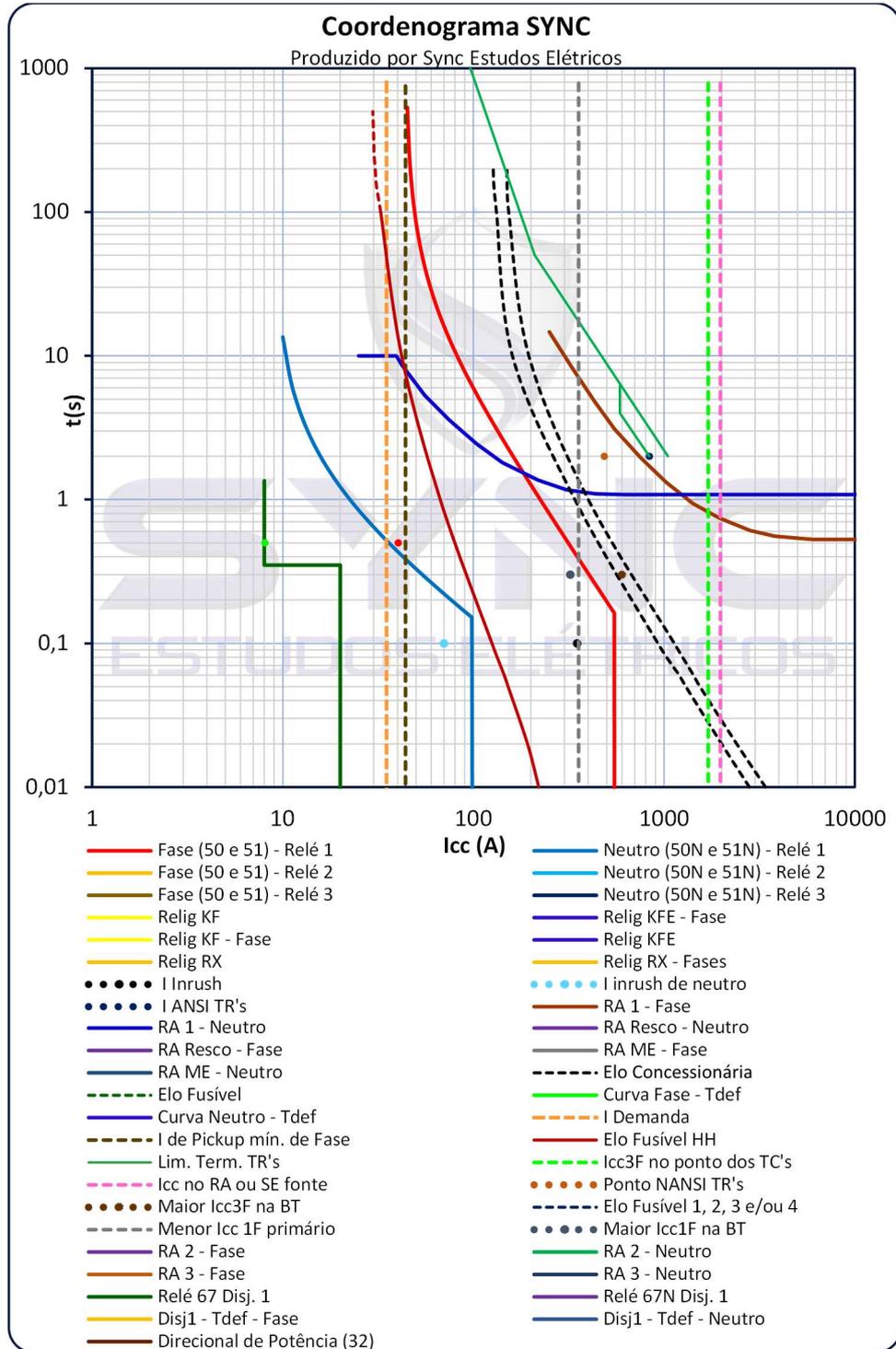
Além dos valores que podem ser plotados manualmente, o SYNC plota automaticamente alguns valores de tensão e correntes de curto-circuito calculados para alguns pontos de interesse com base nos dados lançados no software. Sendo os pontos considerados de interesse geralmente os curtos-circuitos na SE ou RA da concessionária, no ponto de entrega e no ponto dos TC's e medido no ponto onde está instalado o sistema de proteção.

5.7.3. Coordenograma, funções 50, 51, 50N, 51N e curvas Kyle

Neste menu é possível configurar os ajustes de relés que comandam religadores diversos, disjuntores diversos e elos fusíveis diversos, permitindo a coordenação entre as proteções de sobrecorrente destes dispositivos ao mesmo tempo que se visualiza no coordenograma tais ajustes. O mesmo coordenograma encontrado neste diretório também é encontrado no sub menu

“TABELAS E GRÁFICOS” dentro do menu “MEMORIAL”. Um exemplo desse coordenograma pode ser visualizado na Figura 19.

Figura 19 - Coordenograma de corrente



A impressão de algumas proteções ajustadas para cada equipamento pode ser inibida, pelo botão de filtro (Figura 1) no canto direito superior do gráfico, ou utilizando-se dos menus que acompanham cada equipamento, onde é possível selecionar se deve ser impressa as proteções daquele equipamento no coordenograma ou não.

No local indicado com o título “Religador 1 - Equipamento da Concessionária (Kyle ou Recloser)” destina-se para a implementação do equipamento de proteção da concessionária, geralmente com ajustes que são encontrados nas informações de impedâncias da concessionária. Esses campos são os que vão para o memorial de cálculo em campo específico. O mesmo acontece com o relé 1 (Relé 1 - Instalado na Entrada de Energia) que comanda o disjuntor geral da instalação, que fica na entrada de energia e tem por referência os transformadores de corrente parametrizados nos menus “TRANSFORMADORES” e “TC’s”, que são preenchidos também automaticamente no memorial de cálculo e no resumo de ajustes do relé de proteção.

No entanto, o equipamento da concessionaria geralmente utiliza curvas Kyle e o relé de proteção geral utiliza as normatizações convencionais, o que pode em alguns casos não seguir essa regra e demandar alguns ajustes do usuário no memorial. Entretanto, é possível utilizar diversos campos com ajustes de funções de sobrecorrente diversas e com normatizações também diversas para analisar a coordenação e seletividade entre os dispositivos de proteção.

Ainda no menu “Coordenograma, funções 50, 51, 50N, 51N e curvas Kyle”, junto ao local onde se implementa os parâmetros do Relé 1, algumas sugestões de valores, os quais possuem origem da filosofia de proteção selecionada pelo usuário. No entanto, os ajustes escolhidos devem ser de inteira análise do projetista, visando a conferência e aplicação dos melhores ajustes de proteção de responsabilidade do mesmo.

No coordenograma são plotadas diversas informações de forma automática, como: Corrente inrush de fase e de neutro; linhas que representam valores de curtos-circuitos em pontos de interesse; curva de dano térmico e mecânico dos transformadores e seus respectivos pontos ANSI e NANSI; corrente demandada;

sugestão para corrente de partida para função ANSI 51; etc. O mesmo coordenograma é gerado no menu “TABELAS E GRÁFICOS”, o qual é mais indicado para o memorial de cálculo, pois já está dimensionado para tal.

5.7.4. Curvas

Neste menu são encontradas as curvas padronizadas pelas normas IEC, ANSI/IEEE, IAC, US, entre outras, e suas constantes. As constantes de cada curva devem ser observadas e comparadas com o manual do relé que será utilizado pelo projetista a fim de aferir a igualdade das mesmas, evitando assim a plotagem de curvas erradas no projeto de proteção.

Neste menu também é possível implementar outras curvas que por ventura não estejam no banco de dados do software. Assim como laçar valores que criam pontos e linhas no coordenograma de sobrecorrente, além daqueles que o software já plota automaticamente.

5.8. Memorial de cálculo

O memorial de cálculo, ou memorial descritivo, gerado pelo SYNC, refere-se a uma sugestão de memorial. À escolha do projetista, ele pode e deve ser alterado, ou adaptado ao projeto de proteção em execução. Ele é gerado automaticamente com base nas configurações e preenchimento do usuário do software. O mesmo é transferido a um editor de texto (Microsoft Word), e deve-se inserir gráficos, tabelas e desenhos desejados.

Para a transferência dos gráficos sugere-se selecionar os mesmos no menu “TABELAS E GRÁFICOS”, copiá-los e colá-los no editor de texto, filtrando as informações a plotar ou não.

Deve-se também tomar o cuidado com alterações feitas no coordenograma dentro do SYNC após já tê-lo colado no memorial do editor de texto, pois as informações alteradas no software, em alguns casos, são alteradas automaticamente também no editor de texto, caso estes não tenham sido fechados após a transferência dos gráficos. Essa informação também serve para os demais gráficos.

5.9. Relatórios diversos

No menu “RELATÓRIOS DIVERSOS” pode-se encontrar os mais diversos valores de curto-circuito em todos os pontos considerados no estudo de proteção, tanto os curtos-circuitos de contribuição do cliente (lado carga) como os de contribuição da concessionária (lado fonte), assim como a contribuição dos geradores na Versão 3.0.

Os curtos-circuitos foram considerados na maioria dos casos no período transitório, subtransitório e de regime permanente, nos casos de curtos circuitos alimentados pelos geradores (versão SYNC 3.0). Considerou-se também curtos-circuitos simétricos e assimétricos conforme a necessidade. E os curtos-circuitos trifásicos, bifásicos, bifásicos a terra, monofásicos e monofásicos com impedância. Além de valores de curtos-circuitos no lado primário e lado secundário dos transformadores.

No SYNC todos os valores de curto-circuito são calculados com o método das componentes simétricas e foram comparados com resultados de outros softwares comerciais nos períodos de testes do software.

Os curtos-circuitos de contribuição da concessionária e do cliente (menus: “ICC NO PRIM. CONTRIBUIÇÃO DA CONCESS. E PERCEBIDO PELOS TC's” e “ICC POR CONTR. DO CLIENTE NO PRIM. E PERCEBIDO PELOS TC's”) levam em conta a posição dos TC's de proteção geral (considerado os TC's que alimentam o relé na entrada de energia). Sendo que especificamente no ponto

(barra) de instalação dos TC's os valores são apresentados a montante e a jusante do ponto de conexão. Por isso, por exemplo, para um curto-circuito monofásico a jusante do ponto de conexão dos TC's, não haveria corrente de contribuição do cliente percebida pelos TC's, mas o software demonstra valores de curto-circuito, pois o curto pode estar a montante do ponto de conexão em outra análise. Sendo que esse entendimento deve estar implícito nos conhecimentos requisitados ao profissional que realiza o estudo utilizando o software.

Todos os valores foram calculados com o menor arredondamento possível. No entanto, especificamente para os valores de curtos-circuitos por contribuição do cliente, fora considerado que os diagramas de sequência zero dos transformadores estejam conectados no ponto onde estão instalados os TC's de proteção do relé 1 (entrada de energia), desprezando assim as impedâncias serie dos cabos após o ponto de conexão do TC's, considerando que para distancias convencionais essas impedâncias são desprezíveis. Já para os demais casos não fora considerado nenhum tipo de aproximação ou valores a serem desprezados.

5.10. Checklist Copel

Neste diretório também é encontrado um checklist de orientação (sub menu "CHECKLIST COPEL"), para verificação de possíveis itens divergentes em relação as normas NTC 900100 (maio/2021), NTC 903100 (abril/2018) e os critérios de ajustes da concessionária COPEL (2021). Este checklist é automático e indica ao usuário a possibilidade de haver reprova no projeto de proteção apresentado a concessionária. No entanto este checklist é apenas orientativo, não sendo garantida a aprovação pela concessionária com base nele.

5.11. Impedâncias por trechos

No sub menu “IMPEDÂNCIAS POR TRECHOS” encontra-se a informação dos valores de impedâncias de cada trecho entre barras do circuito, inclusive os valores de impedâncias dos transformadores. Esses valores podem auxiliar o projetista na confecção dos diagramas de impedância de sequência positiva, negativa e zero.

5.12. Critérios de concessionárias

No menu CRITÉRIOS DE CONCESSIONÁRIAS é possível criar um banco de dados de normas de concessionárias de energia elétrica e/ou filosofias de proteção, onde pode-se alterar os campos em branco com os dados de cada filosofia que poderá ser selecionada no menu “CONFIGURAÇÕES INICIAIS”.

Após o preenchimento deve-se clicar no botão “SALVAR CRITÉRIOS DE CONCESSIONÁRIAS” (Figura 20) para salvar os dados para futuros acessos, tomando-se o cuidado de que ao salvar novos dados ou editar os dados existentes e salvar, sempre que abrir o software, as atualizações estarão disponíveis no bando de dados.

Figura 20 - Botão Salvar Critérios de Concessionárias



É possível salvar até 10 (dez) filosofias de proteção diferentes, além das duas que o SYNC possui como nativa do software. Algumas filosofias já devem estar preenchidas no primeiro acesso (Figura 21). No entanto, o usuário as deve conferir antes de uma utilização em um projeto.

Figura 21 - Exemplo de norma de concessionária já preenchida

| Copel | | | |
|---|--|---|----------------------------------|
| I Inrush | | | |
| I Inrush | Parcial | | |
| Fator de multiplicação | I inrush TR's a ÓLEO | 8 * In | I inrush TR's a SECO |
| | | 8 * In | |
| Critério para cálculo | I inrush | 8 * In do maior TR + Σ | 4 * In os demais TR's |
| Para cálculo da corrente de inrush de neutro utilizar | 20 % da corrente inrush de fase. | | |
| Corrente ANSI | | | |
| Critério de cálculo da corrente ANSI | Fórmula abaixo | | |
| | IEEE C37.91-2000 | | |
| | Z% | Ponto ANSI(A) | Tempo Máximo (s) |
| | 4 | 25 * In | 2 |
| | 5 | 20 * In | 3 |
| | 6 | 16,6 * In | 4 |
| | 7 | 14,3 * In | 5 |
| | Fórmula | | |
| | $I_{ANSI} = (I_n \text{ do TR} * 100) / Z\%$ | | |
| | $I_{NANSI} = 0,577 * I_{ANSI}$ | | |
| Critério para pickup e instantâneo de fase | | | |
| Critérios para dimensionamento da corrente de partida de fase. | | Demanda / Potência Instalada | |
| Para tensão | 13800 V, até | 1000 kVA de potência instalada, considerar para cálculo do pickup de fase a potência instalada e acima disso considerar demanda a contratada. | |
| Para tensão | 34500 V, até | 2500 kVA de potência instalada, considerar para cálculo do pickup de fase a potência instalada e acima disso considerar demanda a contratada. | |
| Para tensão | | | |
| Aplicar sobre a demanda um fator de | 1,3 | vezes, com um fator de potência de | 0,92 |
| Para ajuste da corrente instantânea de fase deve ser aplicado um fator de | | | 1,05 vezes a corrente de inrush. |
| Critério para pickup e instantâneo de neutro | | | |
| Para cálculo do pickup de neutro utilizar o fator de | 20 | % em relação ao pickup de fase desde que coordene com proteção a montante. | |
| Para cálculo da instantânea de neutro utilizar o fator de | 20 | % em relação ao instantâneo de fase. | |
| OBS: Demais considerações dever ser ajustadas via coordenograma e demais abas. | | | |

Alguns dos dados são de interpretação intuitiva, e outros são descritos abaixo:

I inrush:

- Se Parcial: O software calculará a corrente de magnetização com a regra descrita nos campos de preenchimento específicos. Exemplo da Figura 21: $8 \times (i \text{ magnetização do maior transformador} + 4 \times (\text{somatório das correntes nominais dos demais transformadores}))$;
- Se Parcial/Real: O software aplicará a regra descrita no item acima, e se o valor resultar em uma inrush maior que o valor de curto-circuito trifásico no ponto de instalação dos TC's do Relé 1 o cálculo irá ser convertido para a inrush real, a qual considera a impedância a montante dos TC's;
- Se Real: O software calculará a inrush com a regra descrita nos campos específicos considerando as impedâncias a montante do ponto de instalação dos TC's do relé 1.

Critério para pickup e instantâneo de fase: Para a definição da linha de referência de ajuste da corrente de pickup da função 51 de fase plotada no coordenograma, sendo esse o valor sugerido para ajuste, deve-se escolher, conforme a filosofia de proteção ou norma da respectiva concessionária, o método a ser utilizado. Sendo:

- Demanda: corrente respectiva a demanda da instalação (demanda contratada);
- Potência instalada: corrente respectiva a potência instalada (soma da potência dos transformadores);
- Demanda / Potência instalada: a corrente será calculada sobre a potência instalada até o limite de potência/tensão ajustadas nos campos específicos, e acima do limite ajustado será considerada a corrente conforme demanda da instalação (demanda contratada), considerando o fator de sobre demanda e o fator de potência.

6. Salvar, Abrir e Gerar Memorial

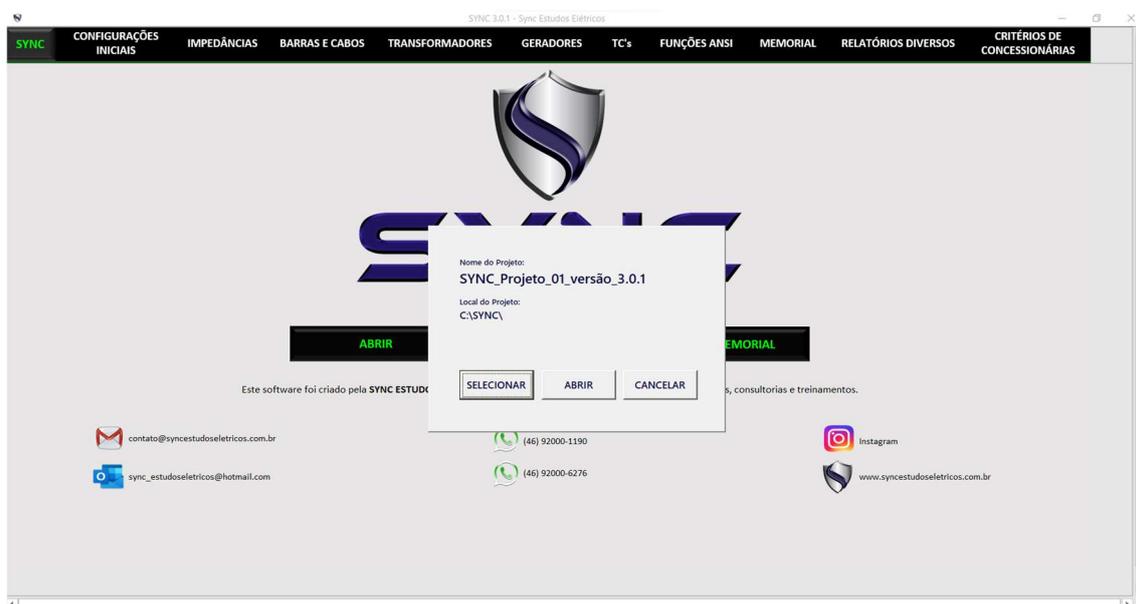
Na tela inicial do software, menu “SYNC”, há três botões que permitem abrir, salvar e/ou gerar o memorial de cálculo, conforme demonstrado na Figura 22.

Figura 22 - Menu "SYNC"



Ao clicar no botão “ABRIR”, deve-se selecionar o diretório onde está o arquivo salvo e seu respectivo arquivo. Sugere-se que nenhum outro arquivo esteja com mesmo nome na pasta onde o arquivo de um projeto esteja salvo, mesmo que com extensões diferentes.

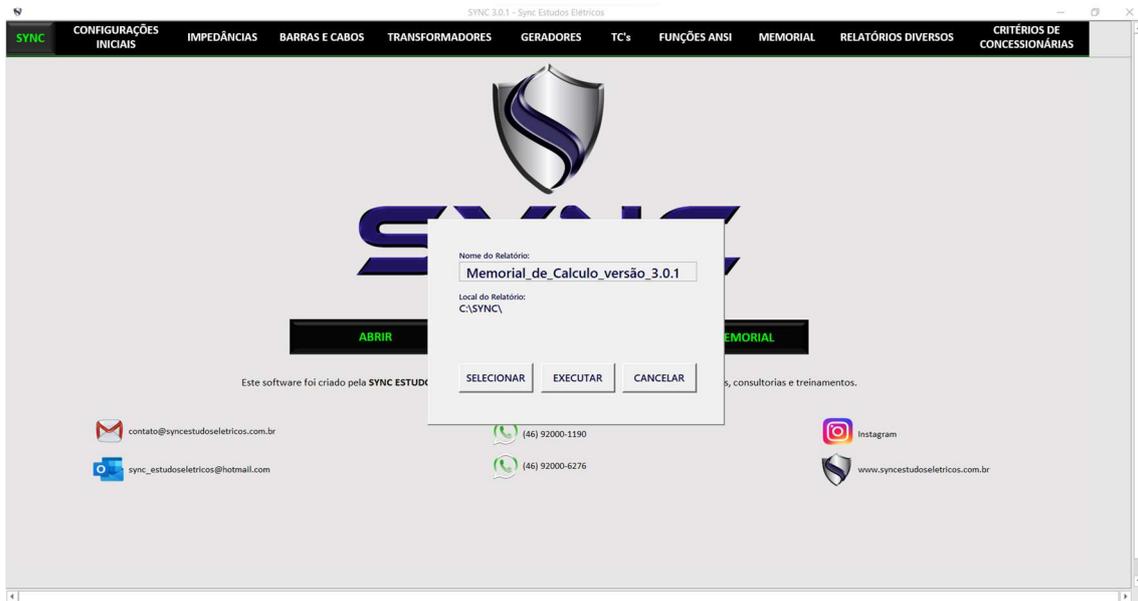
Figura 23 - Exemplo de abertura de projeto salvo



Caso em alguma atualização futura do software não seja possível abrir um arquivo salvo por uma versão antiga, sugere-se que se utilize o executável SYNC da versão do arquivo salvo, ou converter os dados manualmente para a versão atual.

Para gerar o memorial o processo é similar ao descrito acima, conforme Figura 24.

Figura 24 - Gerar memorial descritivo de cálculo



Logo após gerar o memorial descritivo de cálculo, o mesmo será aberto automaticamente no editor de textos Microsoft Word 2019 64 bits, onde deve-se acrescentar tabelas e gráficos conforme personalização do projetista. Deve-se verificar e editar tudo o que o projetista julgar necessário, já que o memorial é um modelo de exemplo e o projeto é de inteira responsabilidade do usuário.

7. Conclusão

SYNC é um software criado para desenvolver estudos elétricos de coordenação e seletividade da proteção e estudos de curto-circuito, com foco para entradas de energia em média tensão com apresentação do projeto de proteção a concessionárias de energia elétrica. No entanto, é possível também utilizá-lo para estudos de proteção diversos com devidas adaptações e análises feitas inteiramente pelo usuário.

Ele permite, em sua versão mais completa (SYNC 3.0), a simulação de curtos-circuitos em um sistema elétrico implementado pelo usuário, com a possibilidade de haver geradores em sincronismo (paralelismo) com o sistema.

Possui ferramentas de análise gráfica para as principais funções de proteção solicitadas pelas concessionárias de energia elétrica, como por exemplo, gráficos de direcionalidade e coordenogramas. Contando com a possibilidade de coordenação entre diversos dispositivos de proteção, como por exemplo, elos fusíveis, disjuntores e religadores. Com curvas de proteção padronizadas, como as dos antigos disjuntores hidráulicos e microprocessados, e também com as padronizações atuais, como IEC, IEEE/ANSI, IAC, US e as famosas curvas KYLE.

O SYNC possui a flexibilidade e automação necessária para otimização do tempo e maximização dos ganhos do profissional, com menus interativos que permitem a produção em poucos minutos de um estudo de proteção no padrão da concessionária de energia elétrica, gerando o memorial do projeto de proteção, coordenação e seletividade já pré-formatado, dentre outras ferramentas e relatórios importantes para um estudo aprofundado do sistema de proteção do sistema elétrico de potência.

É importante ressaltar repetidamente que este manual se refere a versão SYNC 3.0, onde há todas as ferramentas e recursos citados. Já para as demais versões (SYNC 2.0, SYNC 1.0 e SYNC Comissionamento) esse manual se

aplica apenas parcialmente, pois algumas ferramentas (ANEXO 1) e recursos citados neste manual não estão presentes nessas versões.

8. Idealizadores

Este software foi criado pela SYNC ESTUDOS ELÉTRICOS, empresa especializada em projetos e estudos elétricos, consultorias e treinamentos.



8.1. Contatos

Site

www.syncestudoseletricos.com.br

Telefone e WhatsApp:

(46) 92000-1190

<https://api.whatsapp.com/send?phone=5546920001190>

(46) 92000-6276

<https://api.whatsapp.com/send?phone=5546920006276>

Email:

contato@syncestudoseletricos.com.br

sync_estudoseletricos@hotmail.com

Instagram:

https://www.instagram.com/sync_estudos_eletricos/

ANEXO 1 – Ferramentas de cada versão do SYNC

| Sync Comissionamento | Sync 1.0 | Sync 2.0 | Sync 3.0 |
|---|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Menus interativos para seleção de curvas e demais dados; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Menus interativos para seleção de curvas, elos fusíveis e demais dados; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Menus interativos para seleção de curvas, elos fusíveis e demais dados; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Menus interativos para seleção de curvas, elos fusíveis e demais dados; |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plotagem gráfica de curvas de fase e neutro das padronizações: <ul style="list-style-type: none"> ▫ IEC; ▫ IEEE ▫ ANSI; ▫ IAC; ▪ Curvas de Tempo Definido; ▪ E as famosas curvas KYLE. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plotagem gráfica de curvas de fase e neutro das padronizações: <ul style="list-style-type: none"> ▫ IEC; ▫ IEEE ▫ ANSI; ▫ IAC; ▪ Curvas de religadores hidráulicos e microprocessados; ▪ Curvas de Tempo Definido; ▪ E as famosas curvas KYLE. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plotagem gráfica de curvas de fase e neutro das padronizações: <ul style="list-style-type: none"> ▫ IEC; ▫ IEEE ▫ ANSI; ▫ IAC; ▪ Curvas de religadores hidráulicos e microprocessados; ▪ Curvas de Tempo Definido; ▪ E as famosas curvas KYLE. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plotagem gráfica de curvas de fase e neutro das padronizações: <ul style="list-style-type: none"> ▫ IEC; ▫ IEEE ▫ ANSI; ▫ IAC; ▪ Curvas de religadores hidráulicos e microprocessados; ▪ Curvas de Tempo Definido; ▪ E as famosas curvas KYLE. |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Funções ANSI: 50F, 51F, 50N, 51N, 51GS (SEF ou 51NS). | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Funções ANSI: 50F, 51F, 50N, 51N, 51GS (SEF ou 51NS). | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Funções ANSI: 50F, 51F, 50N, 51N, 51GS (SEF ou 51NS), 59, 59N, 32, 25, 46, 47, 67 e 67N; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Funções ANSI: 50F, 51F, 50N, 51N, 51GS (SEF ou 51NS), 59, 59N, 32, 25, 46, 47, 67 e 67N; |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Curvas Kyle: 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 151, 152, 161, 162, 163, 164, 165, 200, 201 e 202; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Curvas Kyle: 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 151, 152, 161, 162, 163, 164, 165, 200, 201 e 202; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Curvas Kyle: 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 151, 152, 161, 162, 163, 164, 165, 200, 201 e 202; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Curvas Kyle: 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 151, 152, 161, 162, 163, 164, 165, 200, 201 e 202; |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Representação gráfica de diagrama fasorial. ▪ Definição dos limites de erro aceitáveis; ▪ Plotagem gráfica dos pontos de teste; ▪ Cálculo do erro percentual; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elos fusíveis: <ul style="list-style-type: none"> ▫ Tipo H; ▫ Tipo K; ▫ Tipo T; ▫ Tipo EF; ▫ Tipo ES; ▫ Tipo HH; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elos fusíveis: <ul style="list-style-type: none"> ▫ Tipo H; ▫ Tipo K; ▫ Tipo T; ▫ Tipo EF; ▫ Tipo ES; ▫ Tipo HH; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elos fusíveis: <ul style="list-style-type: none"> ▫ Tipo H; ▫ Tipo K; ▫ Tipo T; ▫ Tipo EF; ▫ Tipo ES; ▫ Tipo HH; |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Relatório modelo automático; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plotagem gráfica das curvas de danos dos transformadores; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plotagem gráfica das curvas de danos dos transformadores; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plotagem gráfica das curvas de danos dos transformadores; |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plotagem gráfica de pontos ANSI dos transformadores; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plotagem gráfica de pontos ANSI dos transformadores; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plotagem gráfica de pontos ANSI dos transformadores; |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plotagem gráfica de pontos e linhas personalizadas; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plotagem gráfica de pontos e linhas personalizadas; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plotagem gráfica de pontos e linhas personalizadas; |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Representação gráfica de diagrama fasorial; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Representação gráfica de diagrama fasorial; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Representação gráfica de diagrama fasorial; |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plotagem gráfica de curvas personalizadas; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plotagem gráfica de curvas personalizadas; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plotagem gráfica de curvas personalizadas; |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tabela com resumo de ajustes das principais proteções; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tabela com resumo de ajustes das principais proteções; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tabela com resumo de ajustes das principais proteções; |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Demais ferramentas. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Memorial de cálculo automático; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Memorial de cálculo automático; |

| Sync Comissionamento | Sync 1.0 | Sync 2.0 | Sync 3.0 |
|----------------------|----------|--|--|
| | | ▪ Plotagem de coordenogramas de tensão e corrente; | ▪ Plotagem de coordenogramas de tensão e corrente; |
| | | ▪ Plotagem de diagramas de direcionalidade de corrente; | ▪ Plotagem de diagramas de direcionalidade de corrente; |
| | | ▪ Cabos de média e baixa tensão, selecionáveis por menus interativos, com suas respectivas impedâncias de sequência zero e sequência positiva; | ▪ Cabos de média e baixa tensão, selecionáveis por menus interativos, com suas respectivas impedâncias de sequência zero e sequência positiva; |
| | | ▪ Cálculo de curto-circuito de contribuição da concessionária (fonte); | ▪ Cálculo de curto-circuito de contribuição da concessionária (fonte). |
| | | ▪ Cálculo de curto-circuito de contribuição do cliente (carga); | ▪ Cálculo de curto-circuito de contribuição do cliente (carga); |
| | | ▪ Banco de dados configurável com normas das concessionárias e filosofias de proteção; | ▪ Cálculo de curto-circuito de contribuição dos geradores, nos períodos permanente, transitório e subtransitório; |
| | | ▪ Dimensionamento de transformadores de corrente; | ▪ Dimensionamento de transformadores de corrente; |
| | | ▪ Cálculo automático das correntes ANSI dos transformadores e corrente de <i>INRUSH</i> de neutro e de fase; | ▪ Cálculo automático das correntes ANSI dos transformadores e corrente de <i>INRUSH</i> de neutro e de fase; |
| | | ▪ Cálculos de curto-circuito trifásico assimétrico, trifásico simétrico, bifásico, bifásico à terra, monofásico e monofásico máximo. | ▪ Cálculos de curto-circuito trifásico assimétrico, trifásico simétrico, bifásico, bifásico à terra, monofásico e monofásico máximo; |
| | | ▪ Demais ferramentas. | ▪ Inclui geradores em paralelismo (sincronismo/rampa); |
| | | | ▪ Inserção automática das correntes dos geradores de concessionária (fonte) nos gráficos de direcionalidade; |
| | | | ▪ Banco de dados configurável com normas das concessionárias e filosofias de proteção; |
| | | | ▪ Demais ferramentas. |