INSTRUMENTOS PARA TESTES ELÉTRICOS

Tutorial de Teste

Tipo de Equipamento: Relé de Proteção

Marca: SCHWEITZER (SEL)

Modelo: 421

Funções: 21 ou PDIS – Distância

Ferramenta Utilizada: CE-6006, CE-6706, CE-6710, CE-7012 ou CE-7024

Objetivo: Teste de Busca de zonas com características MHO.

Controle de Versão:

Versão	Descrições	Data	Autor	Revisor
1.0	Versão inicial	31/10/2016	A.C.S.	M.R.C.

Rua Visconde de Ouro Preto, 77 - Bairro Custódio Pereira - Uberlândia – MG - CEP 38405-202
Fone (34) 3218-6800 Fax (34) 3218-6810
Home Page: www.conprove.com.br - E-mail: conprove@conprove.com.br

Sumário

1. Conexão do relé ao CE-6006 5
1.1 *Fonte Auxiliar* 5
1.2 *Bobinas de Tensão e Corrente* 5
1.3 *Entradas Binárias* 6
2. Comunicação com o relé SEL 421 6
3. Parametrização do relé SEL 421 7
3.1 *General Global Settings* 7
3.2 *Line Configuration* 8
3.3 *Relay Configuration* 8
3.4 *Mho Phase Distance Element Reach* 9
3.5 *Phase Distance Element Reach* 10
3.6 *Mho Ground Distance Element Reach* 10
3.7 *Zero-Sequence Compensation Factor* 11
3.8 *Ground Distance Element Time Delay* 11
3.9 *Trip Logic* 12
3.10 *Main Board* 12
4. Ajustes do software Distanc 14
4.1 *Abrindo o Distanc* 14
4.2 *Configurando os Ajustes* 15
4.3 *Sistema* 16
5. Ajustes Distância 17
5.1 *Tela Distância > Ajuste Prot. Distância* 17
5.2 *Inserindo as Zonas (Fase-Terra)* 17
5.3 *Inserindo as Zonas (Fase-Fase)* 19
5.4 *Inserindo as Zonas (Trifásica)* 20
6. *Configurações de Hardware* 21
7. Direcionamento de Canais 21
8. Restauração do Layout 22
9. Estrutura do teste para a função 21 22
9.1 *Configurações de Teste* 22
9.2 *Teste de Busca* 23
9.2.1 Loop Monofásico 23
9.2.2 Resultado Final Falta AE 25

9.2.3 Loop Bifásico 25
9.2.4 Resultado Final Falta AB 27
9.2.5 Loop Trifásico 28
9.2.6 Resultado Final Falta AB 31
10. Relatório 32
APÊNDICE A 33
A.1 Designações de terminais 33
A.2 Dados Técnicos 33
APÊNDICE B 35
APÊNDICE C 41

Termo de Responsabilidade

As informações contidas nesse tutorial são constantemente verificadas. Entretanto, diferenças na descrição não podem ser completamente excluídas; desta forma, a CONPROVE se exime de qualquer responsabilidade, quanto a erros ou omissões contidos nas informações transmitidas.

Sugestões para aperfeiçoamento desse material são bem vindas, bastando o usuário entrar em contato através do email suporte@conprove.com.br.

O tutorial contém conhecimentos obtidos dos recursos e dados técnicos no momento em que foi escrito. Portanto a CONPROVE reserva-se o direito de executar alterações nesse documento sem aviso prévio.

Este documento tem como objetivo ser apenas um guia, o manual do equipamento a ser testado deve ser sempre consultado.

ATENÇÃO!

O equipamento gera valores de correntes e tensões elevadas durante sua operação.
O uso indevido do equipamento pode acarretar em danos materiais e físicos.

Somente pessoas com qualificação adequada devem manusear o instrumento. Observa-se que o usuário deve possuir treinamento satisfatório quanto aos procedimentos de manutenção, um bom conhecimento do equipamento a ser testado e ainda estar ciente das normas e regulamentos de segurança.

Copyright

Copyright © CONPROVE. Todos os direitos reservados. A divulgação, reprodução total ou parcial do seu conteúdo, não está autorizada, a não ser que sejam expressamente permitidos. As violações são passíveis de sansões por leis.

1. Conexão do relé ao CE-6006

No apêndice A-1 mostram-se as designações dos terminais do relé.

1.1 *Fonte Auxiliar*

Ligue o positivo (borne vermelho) da Fonte Aux. Vdc ao pino 29 no terminal do relé e o negativo (borne preto) da Fonte Aux Vdc ao pino 30 do terminal do relé.

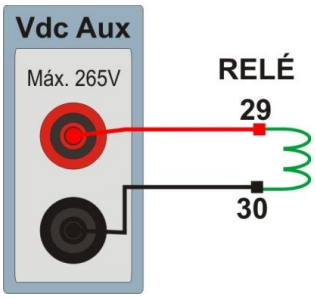

Figura 1

1.2 *Bobinas de Tensão e Corrente*

Para estabelecer a conexão das bobinas de tensão, ligue os canais de corrente V1, V2 e V3 aos pinos 13, 15 e 17 do terminal Z do relé e conecte os comuns dos canais de tensões aos pinos 14, 16 e 18 do terminal Z do relé. As bobinas de Tensão utilizadas do relé são VAY, VBY e VCY. Para os canais de corrente I4, I5 e I6 realize as ligações com os pinos 1, 3 e 5 do terminal Z do relé e os comuns aos pinos 2, 4 e 6. Observando que as bobinas de corrente utilizadas são IWA, IWB e IWC.

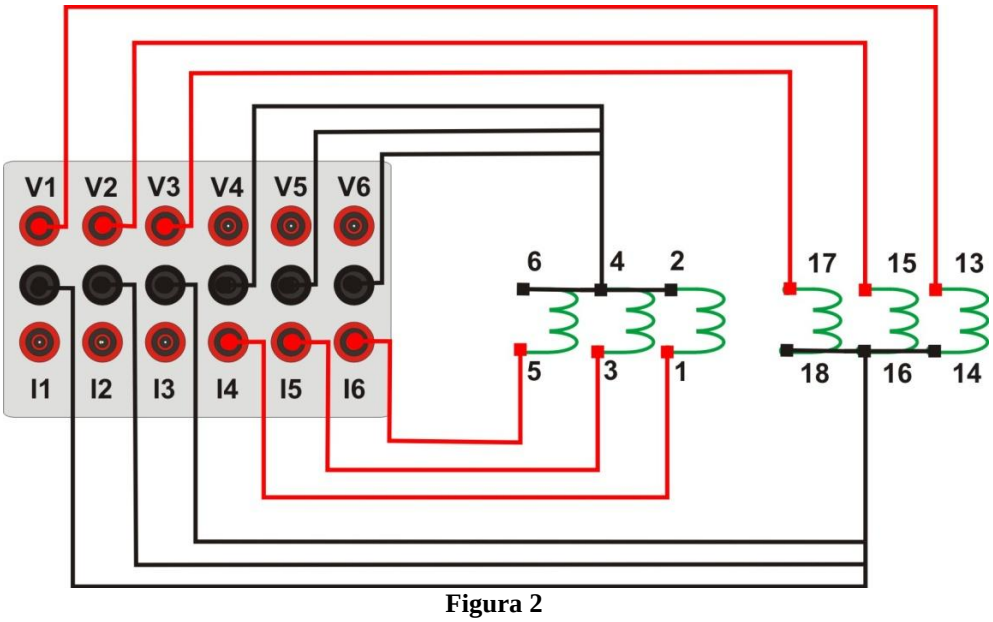

Figura 2

1.3 *Entradas Binárias*

Ligue a entrada binária do CE-6006 à saída binária do relé.

- BI1 ao pino 08 e seu comum ao pino 07.

A figura a seguir mostra o detalhe dessa ligação.

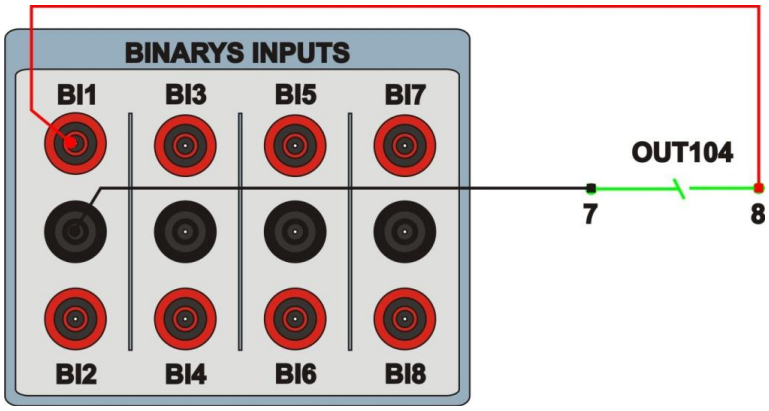

Figura 3

2. Comunicação com o relé SEL 421

Primeiramente abre-se o ***"AcSELerator QuickSet"*** e liga-se um cabo ethernet (ou serial) do notebook com o relé. Em seguida clica-se duas vezes no ícone do software.

Figura 4

Para realizar a leitura dos ajustes do relé clique no ícone destacado a seguir. Escolha as funções a serem lidas e em seguida clique em *"OK"*.

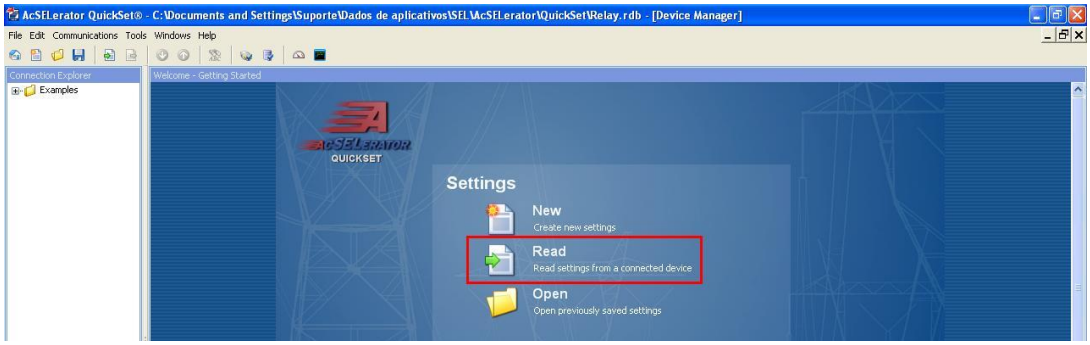

Figura 5

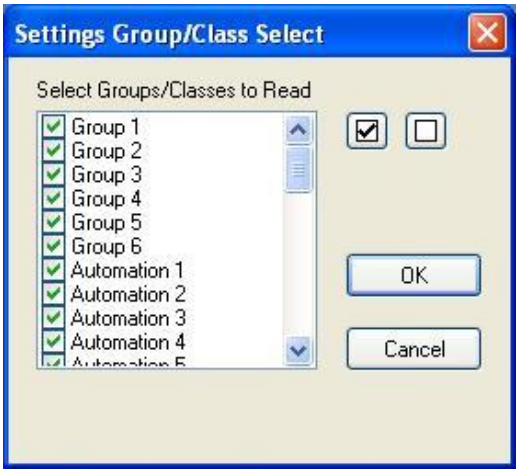

Figura 6

Após a leitura os ajustes do relé e do software ***"AcSELerator"*** serão iguais.

3. Parametrização do relé SEL 421

3.1 *General Global Settings*

Após a comunicação ser efetivada clique em *"Global"* e em seguida *"General Global Settings"*. Nessa aba ajustam-se os valores nominais de frequência e sequência de fase.

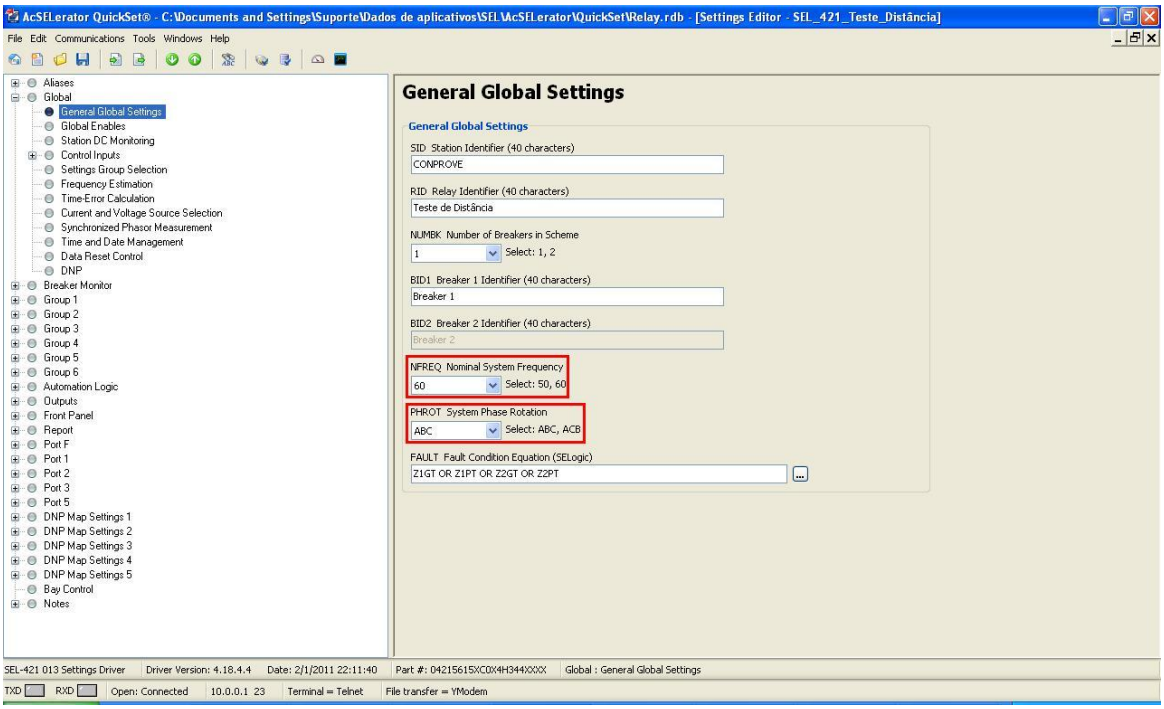

Figura 7

3.2 *Line Configuration*

Clique em *"Group 1"* (no sinal de *"+"*), *"Set 1"* (no sinal de *"+"*) e em *"Line Configuration"*. Dessa maneira visualizam-se os ajustes das relações de transformação tanto de TPs como dos TCs, as impedâncias de sequência positiva, zero da linha e por fim seu tamanho.

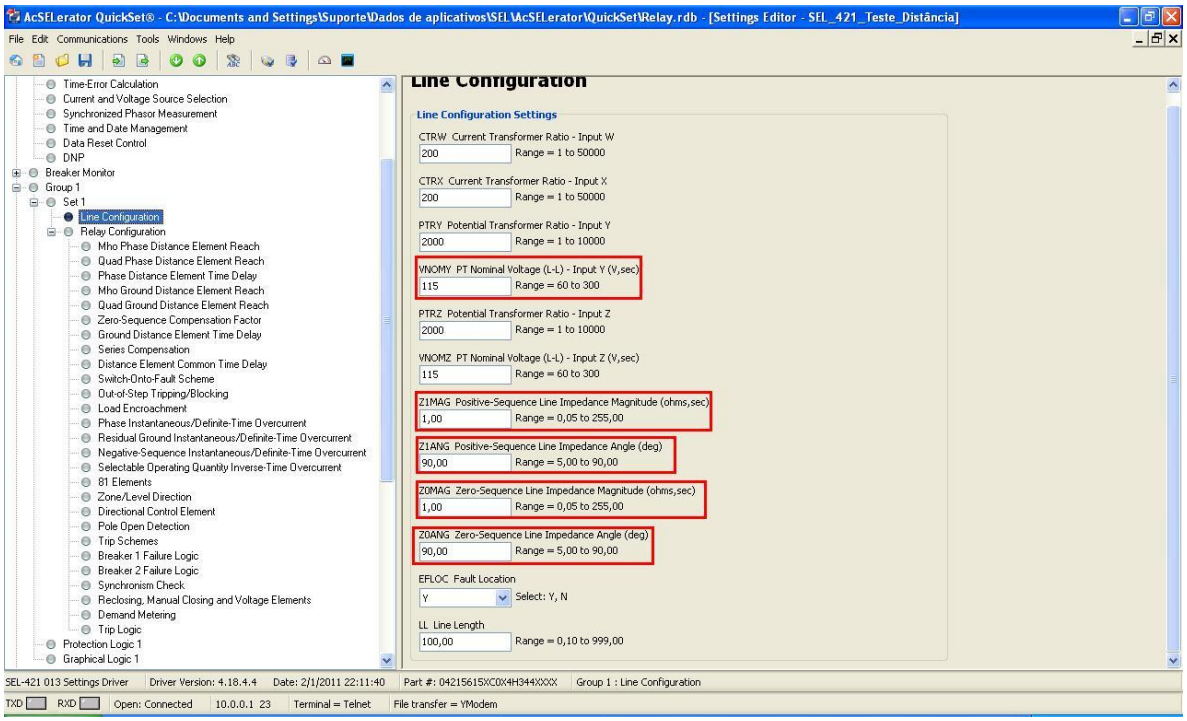

Figura 8

3.3 *Relay Configuration*

Nesse campo ajustam-se quais funções estão ativas. É de fundamental importância que o usuário desabilite as funções que não irão ser testadas de maneira a evitar falsas atuações. O relé da SEL permite que até 5 zonas sejam inseridas nesse exemplo serão utilizadas 2 zonas MHO para faltas fase-fase e 2 zonas MHO para fase-terra.

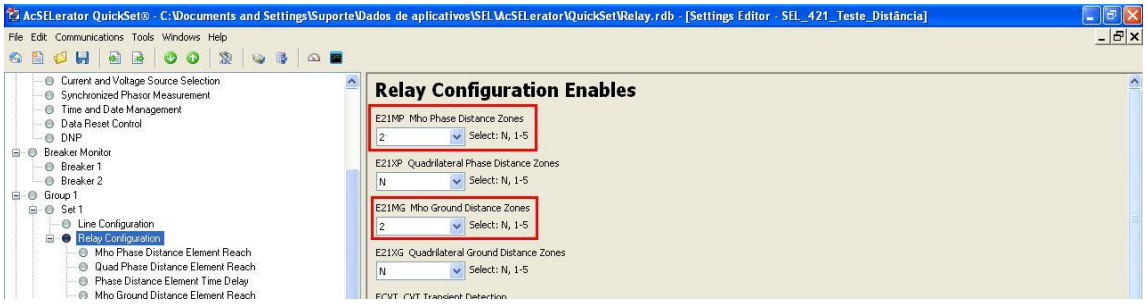

Figura 9

As outras funções devem estar desabilitadas com exceção da última opção (Figura 10), que irá habilitar alguns ajustes adicionais.

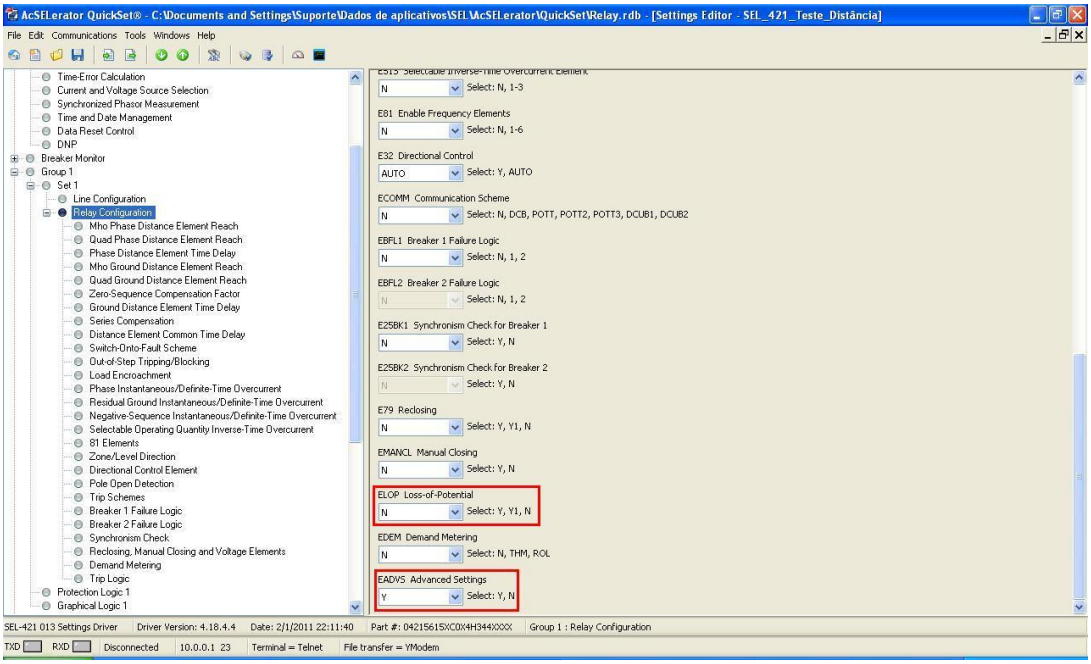

Figura 10

3.4 *Mho Phase Distance Element Reach*

Nesse campo ajustam-se os valores dos diâmetros das zonas MHO. Para zona 1 o valor de *"Z1MP"* é igual a 5,0Ω e para a zona 2 o *"Z2MP"* é igual a 8,0Ω.

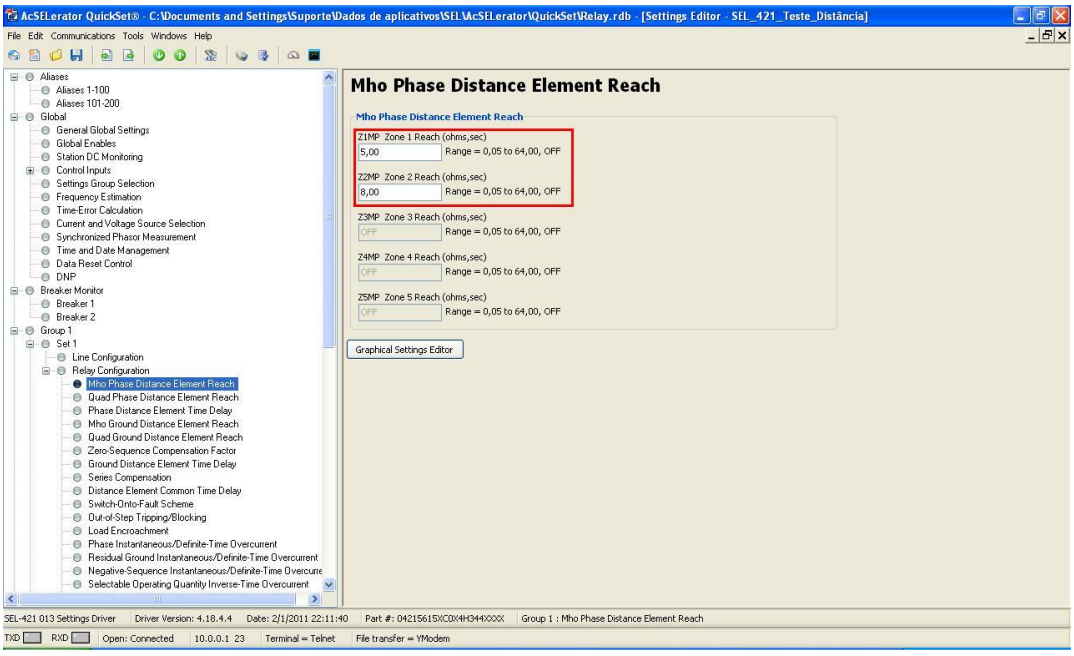

Figura 11

3.5 *Phase Distance Element Reach*

Nesse campo ajusta-se a temporização de cada zona. Sendo que a Zona 1 terá uma temporização de 3 ciclos (50ms) e a Zona 2 uma temporização de 12 ciclos (200ms).

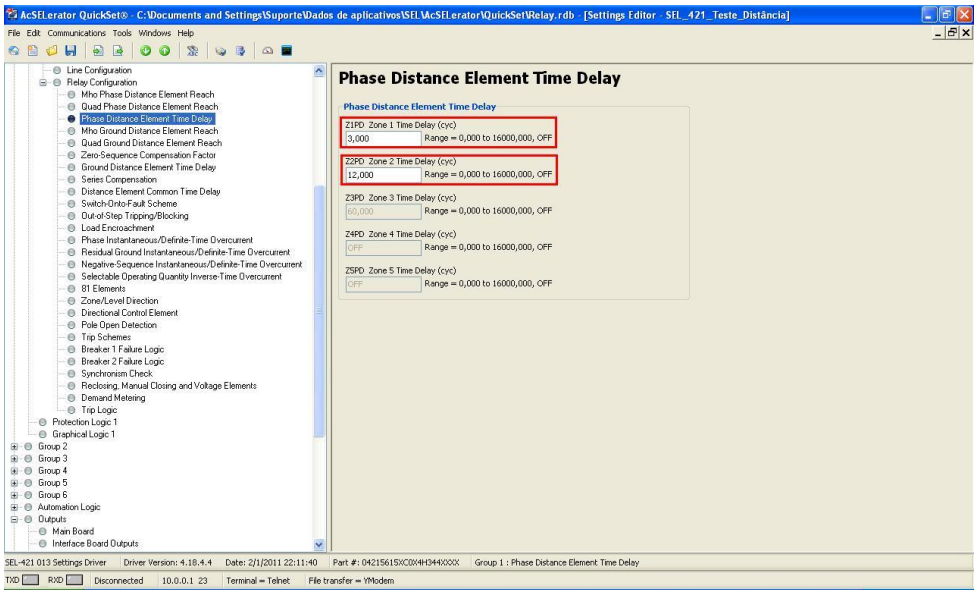

Figura 12

3.6 *Mho Ground Distance Element Reach*

Nessa aba ajustam-se as características das zonas de terra. Sendo que o valor de *"Z1MG"* para primeira zona é igual a 6,0Ω e de *"Z2MG"* para a segunda zona igual a 9,0Ω .

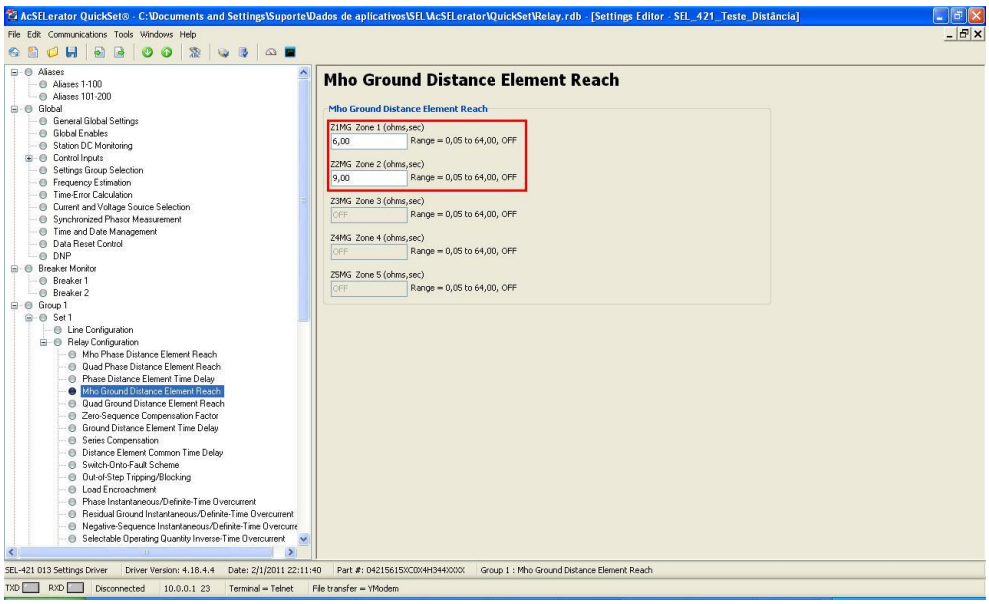

Figura 13

3.7 *Zero-Sequence Compensation Factor*

Nessa opção ajustam-se os fatores de compensação de sequência zero.

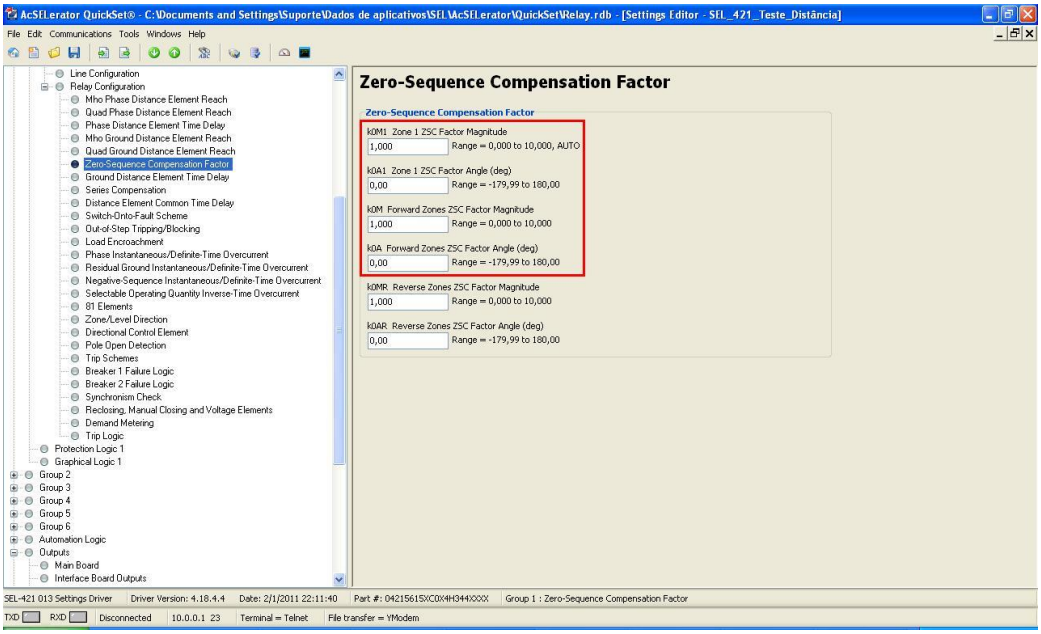

Figura 14

3.8 *Ground Distance Element Time Delay*

Nessa aba ajusta-se a temporização dos elementos de terra, que foram parametrizados iguais aos elementos de fase.

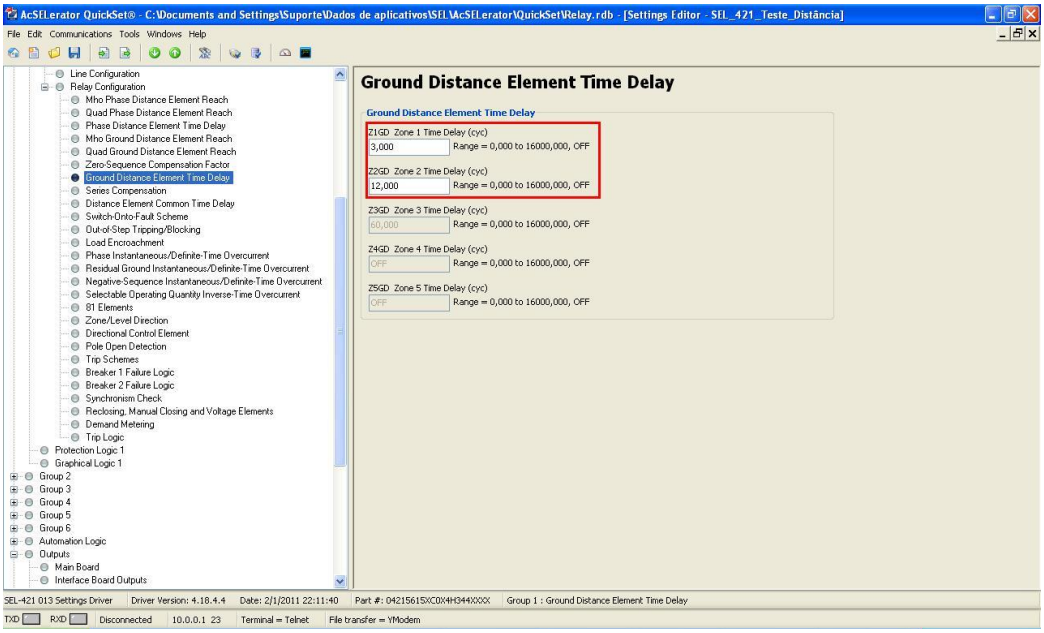

Figura 15

3.9 *Trip Logic*

Nesse campo ajustam-se os *"Relay Word Bits"* responsáveis pela atuação das zonas. Nesse caso foram escolhidas as atuações das zonas 1 e 2, tanto de fase quanto de terra.

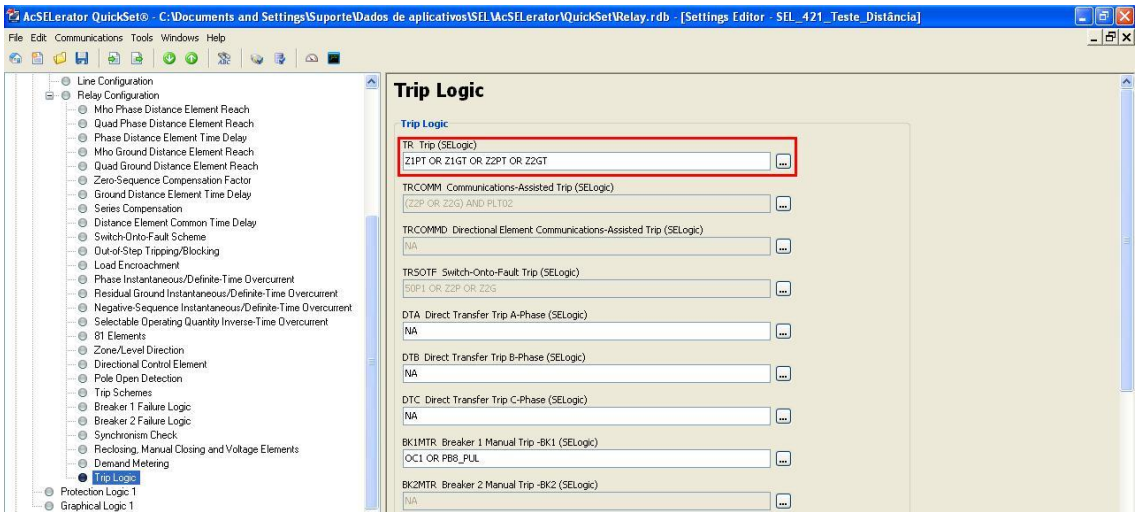

Figura 16

3.10 *Main Board*

Clique em *"Outputs"* e em seguida em *"Main Board"* para escolher qual saída será responsável pelo envio dos sinais de trip. Nesse caso utiliza-se a saída 104 (*"OUT 104"*).

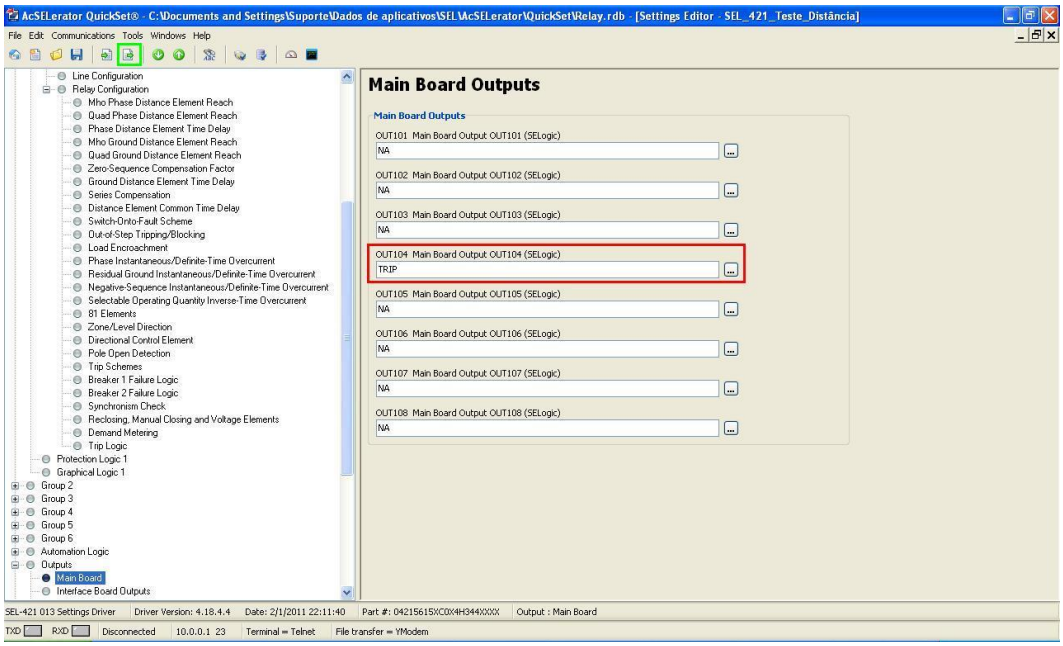

Figura 17

Após realizar todos os ajustes clique no ícone em destaque em verde da figura anterior para enviar as modificações para o relé. A próxima figura mostra as opções que foram modificadas. Para enviar as mudanças clique em *"OK"*.

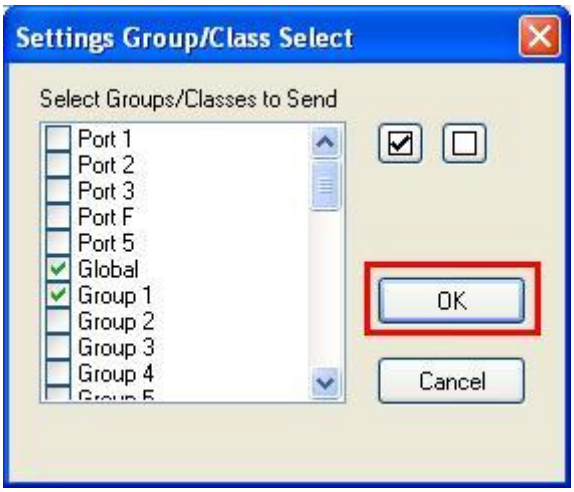

Figura 18

4. *Ajustes do software Distanc*

4.1 *Abrindo o Distanc*

Clique no ícone do gerenciador de aplicativos *"CTC"*.

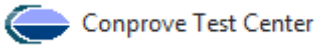

Figura 19

Efetue um duplo clique no ícone do software *"Distanc"*.

Figura 20

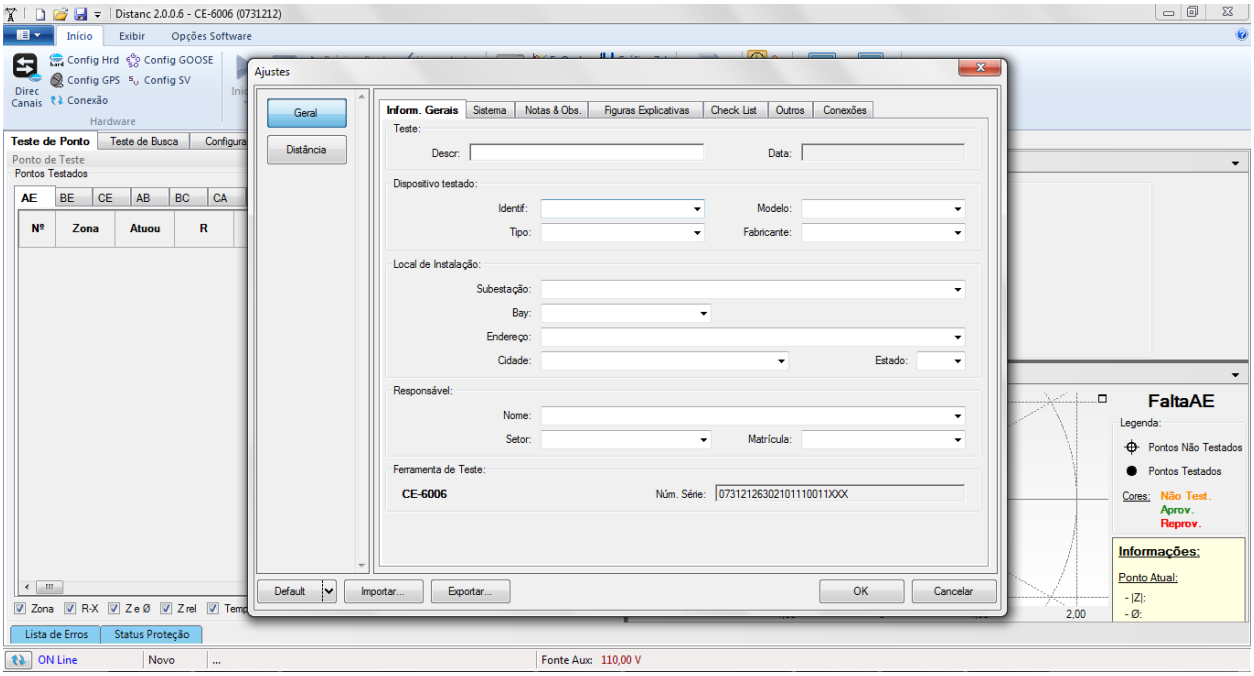

Figura 21

4.2 *Configurando os Ajustes*

Ao abrir o software a tela de *"Ajustes"* abrirá automaticamente (desde que a opção *"Abrir Ajustes ao Iniciar"* encontrado no menu *"Opções Software"* esteja selecionada). Caso contrário clique diretamente no ícone *"Ajustes"*.

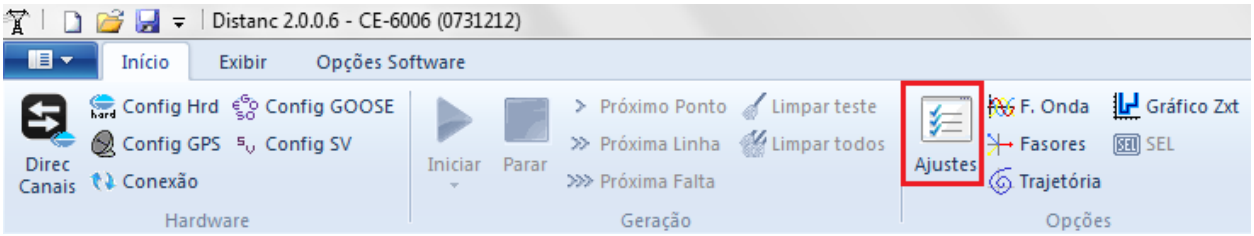

Figura 22

Dentro da tela de *"Ajustes"* preencha a aba *"Inform. Gerais"* com dados do dispositivo testado, local da instalação e o responsável. Isso facilita a elaboração do relatório sendo que essa aba será a primeira a ser mostrada.

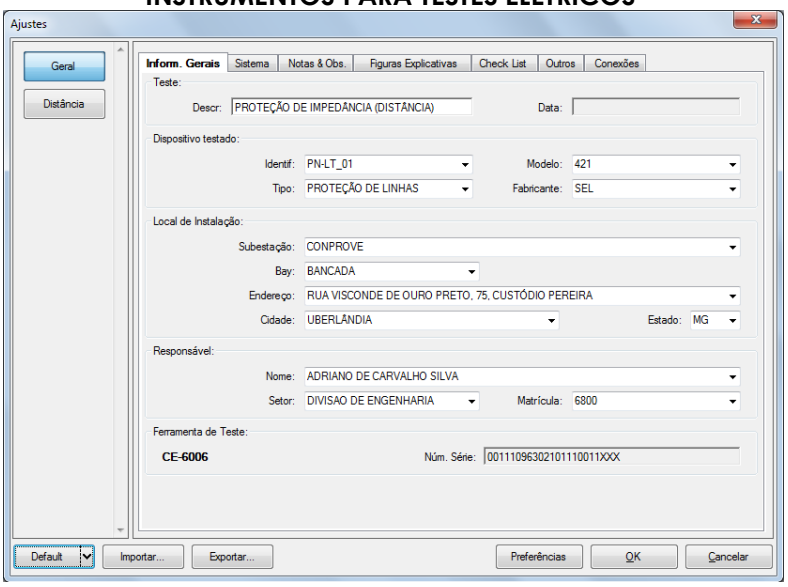

Figura 23

4.3 *Sistema*

Na tela a seguir dentro da sub aba *"Nominais"* são configurados os valores de frequência, sequencia de fase, tensões primárias e secundárias, correntes primárias e secundárias, relações de transformação de TPs e TCs. Existe ainda duas sub abas *"Impedância"* e *"Fonte"* cujos dados não são relevantes para esse teste.

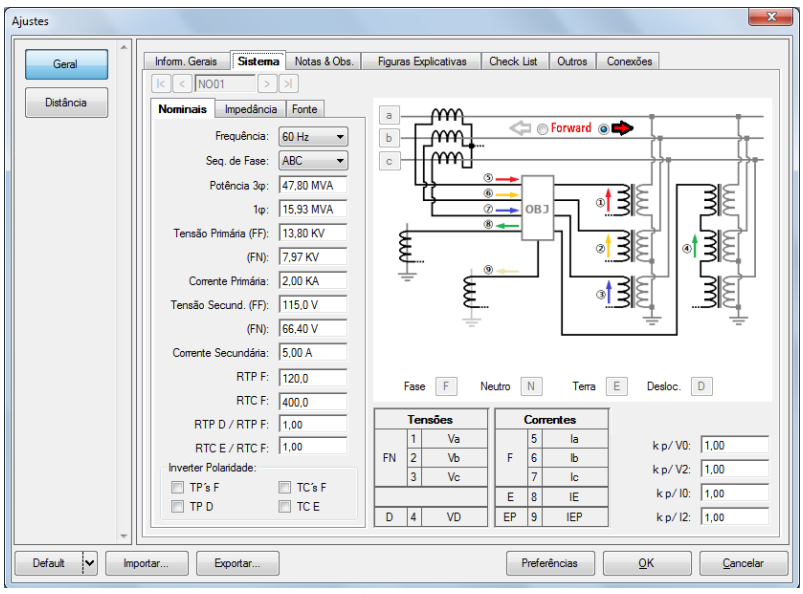

Figura 24

Existem outras abas onde o usuário pode inserir notas e observações, figuras explicativas, pode criar um *"check list"* dos procedimentos para realização de teste e

ainda criar um esquema com toda a pinagem das ligações entre mala de teste e o equipamento de teste.

5. Ajustes Distância

Nota: O relé SEL 421 possui características peculiares para cada tipo de falta. Para que o software realize o teste adequadamente deve-se inserir 6 tipos de zonas, sendo as duas primeiras para faltas fase-terra a terceira e a quarta para faltas fase-fase e as duas últimas para faltas trifásicas. Isso deve ser feito, pois para cada tipo de falta as características das zonas são modificadas pelo próprio relé.

5.1 *Tela Distância > Ajuste Prot. Distância*

O primeiro passo é ajustar o comprimento e ângulo da linha. Em seguida ajusta-se o fator de compensação de terra.

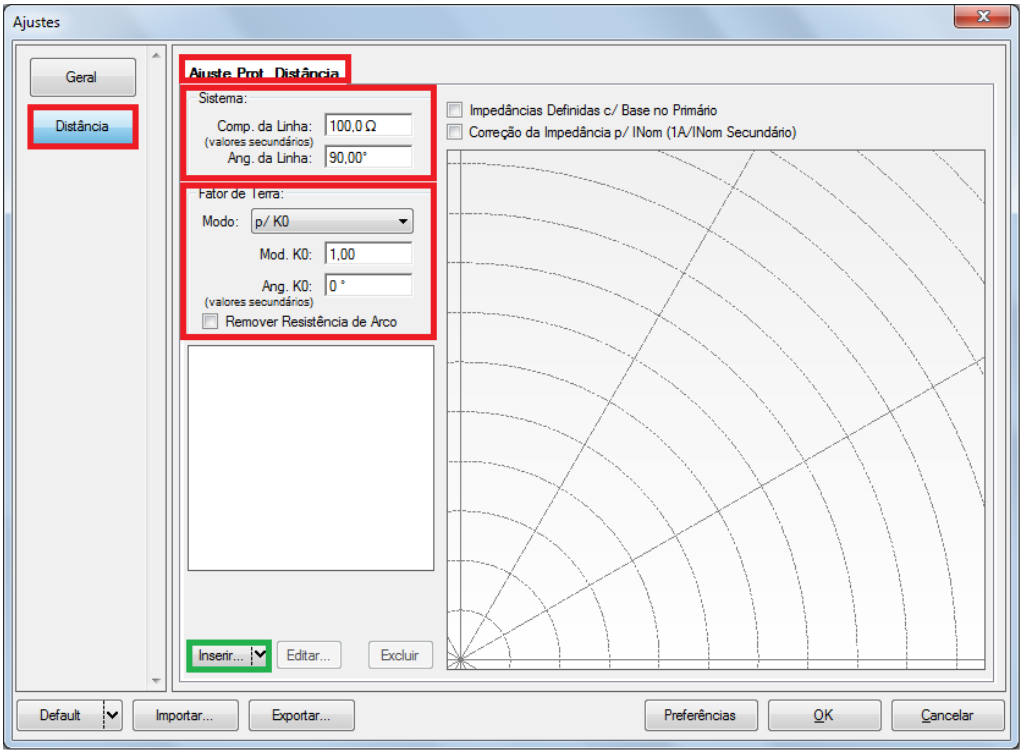

Figura 25

5.2 *Inserindo as Zonas (Fase-Terra)*

A primeira zona a ser inserida será a zona-1 (FT). Clique no campo *"Inserir"* destacado na cor verde da figura anterior. Na tela de ajustes, primeiramente escolhe-se a máscara do relé *"SEL 421- MHO"*. Deve-se ajustar o tempo de atuação, escolher o tipo de falta (loop) e inserir as características da zona. Após as configurações clique em *"OK"*.

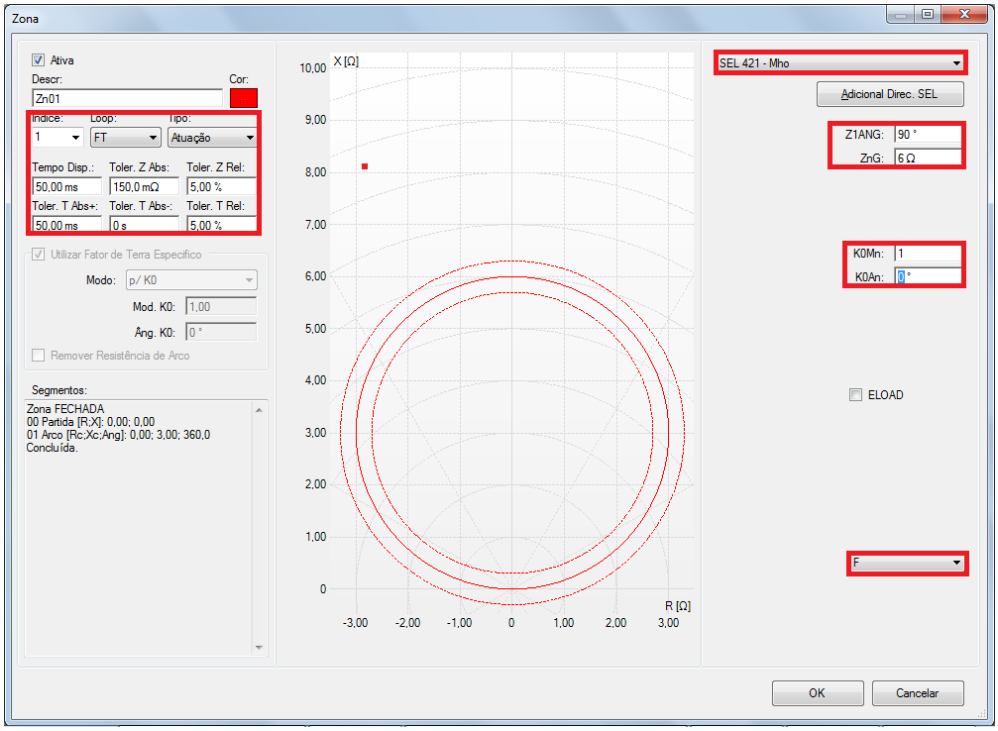

Figura 26

Clicando em *"Inserir"* novamente ajusta-se os valores para a zona 2. Os mesmos parâmetros ajustados para zona-1 devem ser modificados para inserir a zona 2 (F-T).

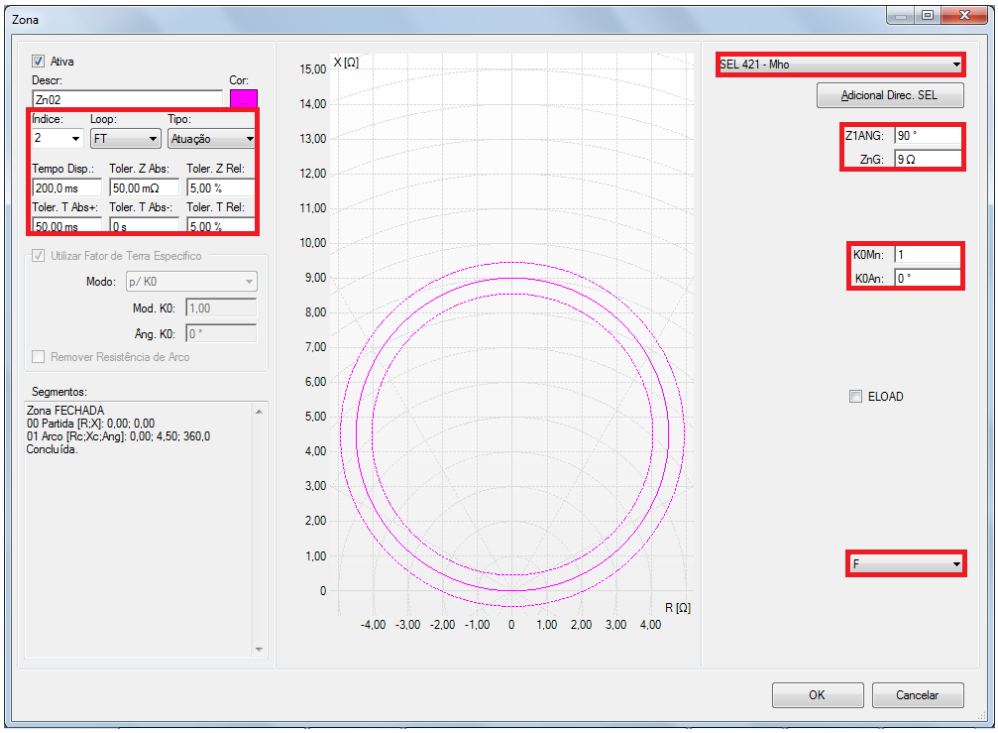

Figura 27

5.3 *Inserindo as Zonas (Fase-Fase)*

A zona 3 inserida no software equivale à zona 1(F-F) do relé e a zona 4 equivale à zona 2 (F-F) do relé. As duas figuras a seguir mostram os parâmetros de cada zona a serem ajustados no software *"Distanc"*.

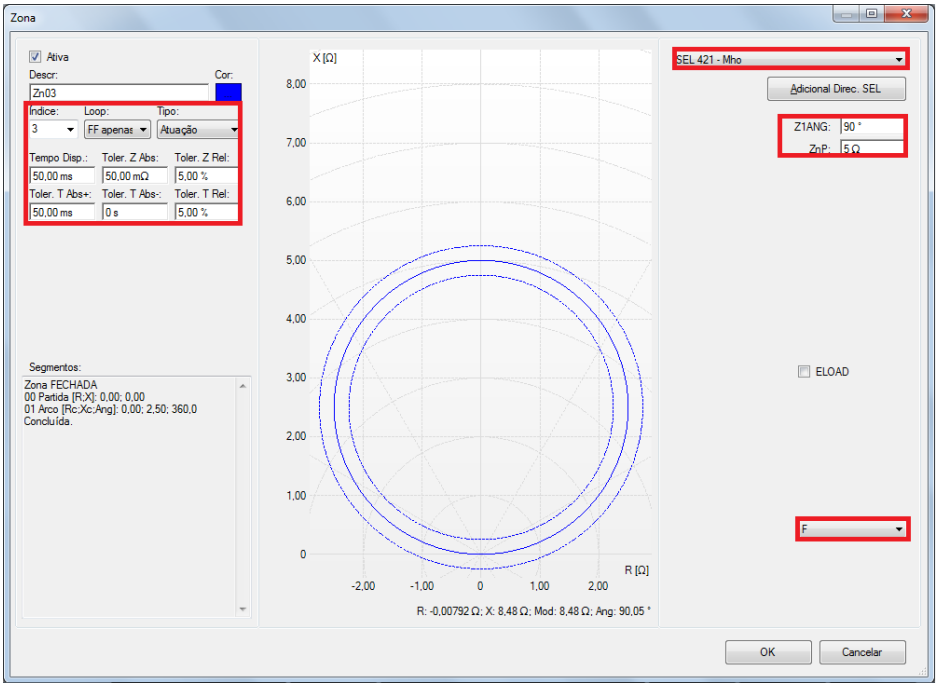

Figura 28

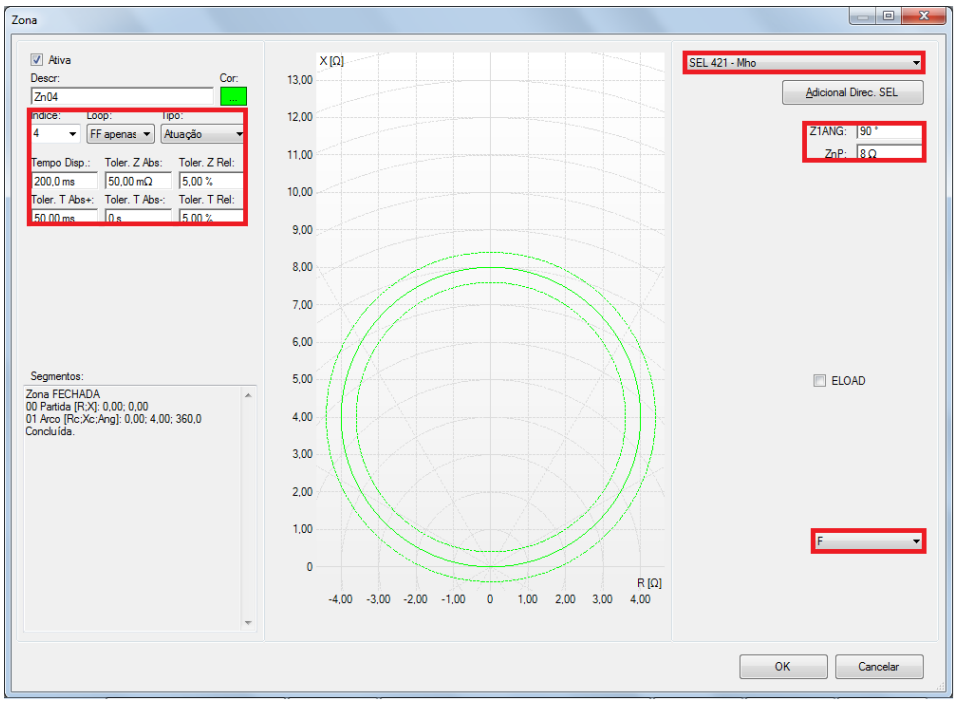

Figura 29

5.4 *Inserindo as Zonas (Trifásica)*

A zona 5 inserida no software equivale à zona 1 (trifásica) do relé e a zona 6 equivale à zona 2 (trifásica) do relé. As duas figuras a seguir mostram os parâmetros de cada zona a serem ajustados no software *"Distanc"*.

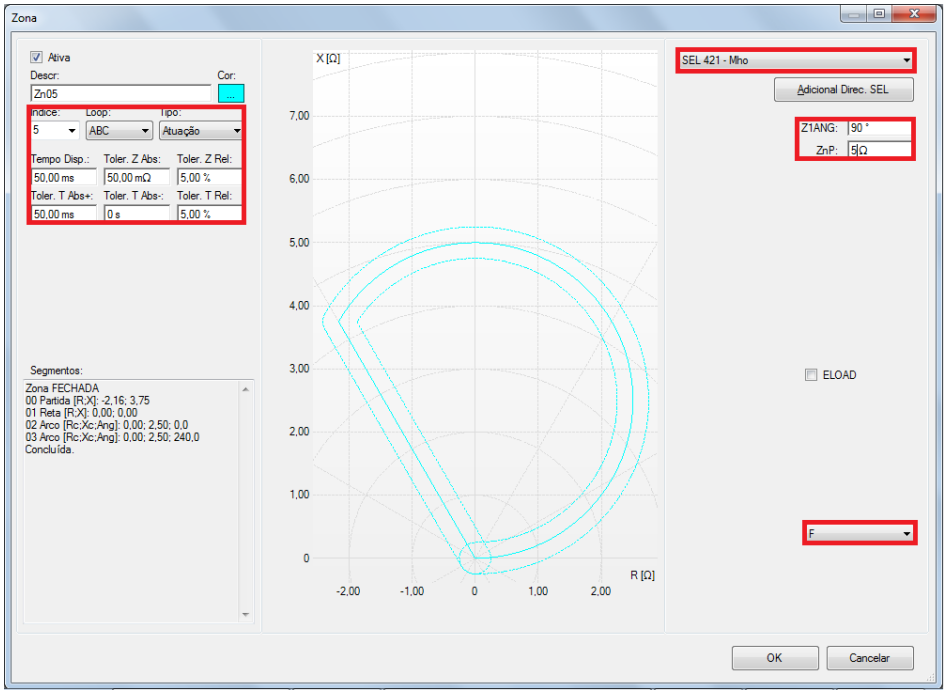

Figura 30

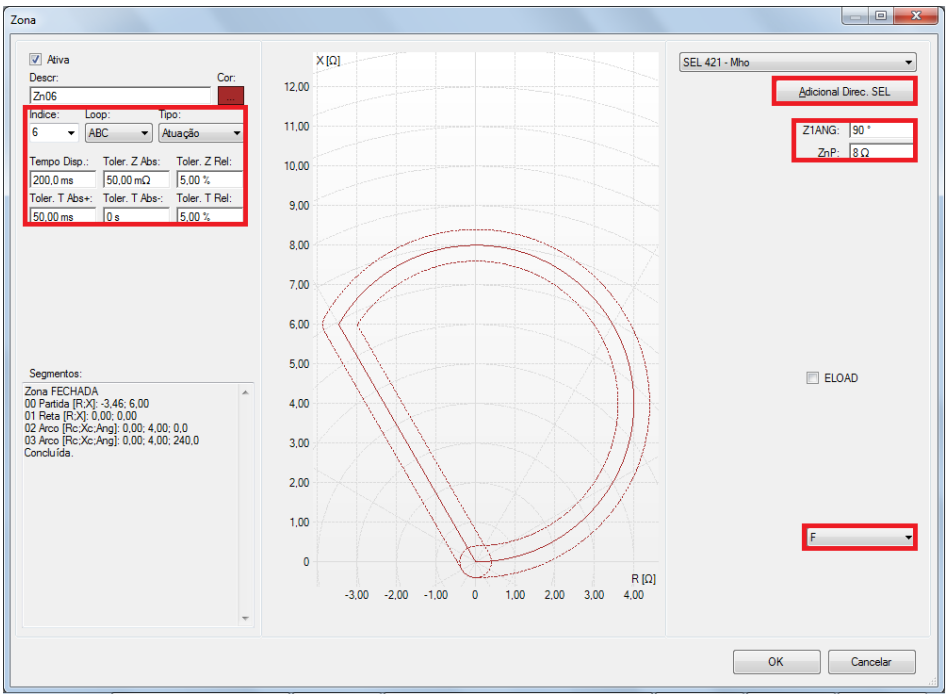

Figura 31

O relé SEL 421 faz automaticamente esse corte para faltas trifásicas com temporização na sua atuação.

6. *Configurações de Hardware*

No menu *"Início"* clique no botão *"Config Hrd."* para configurar a fonte de alimentação, estipular a configuração dos canais de gerações e o método de parada das binárias de entrada.

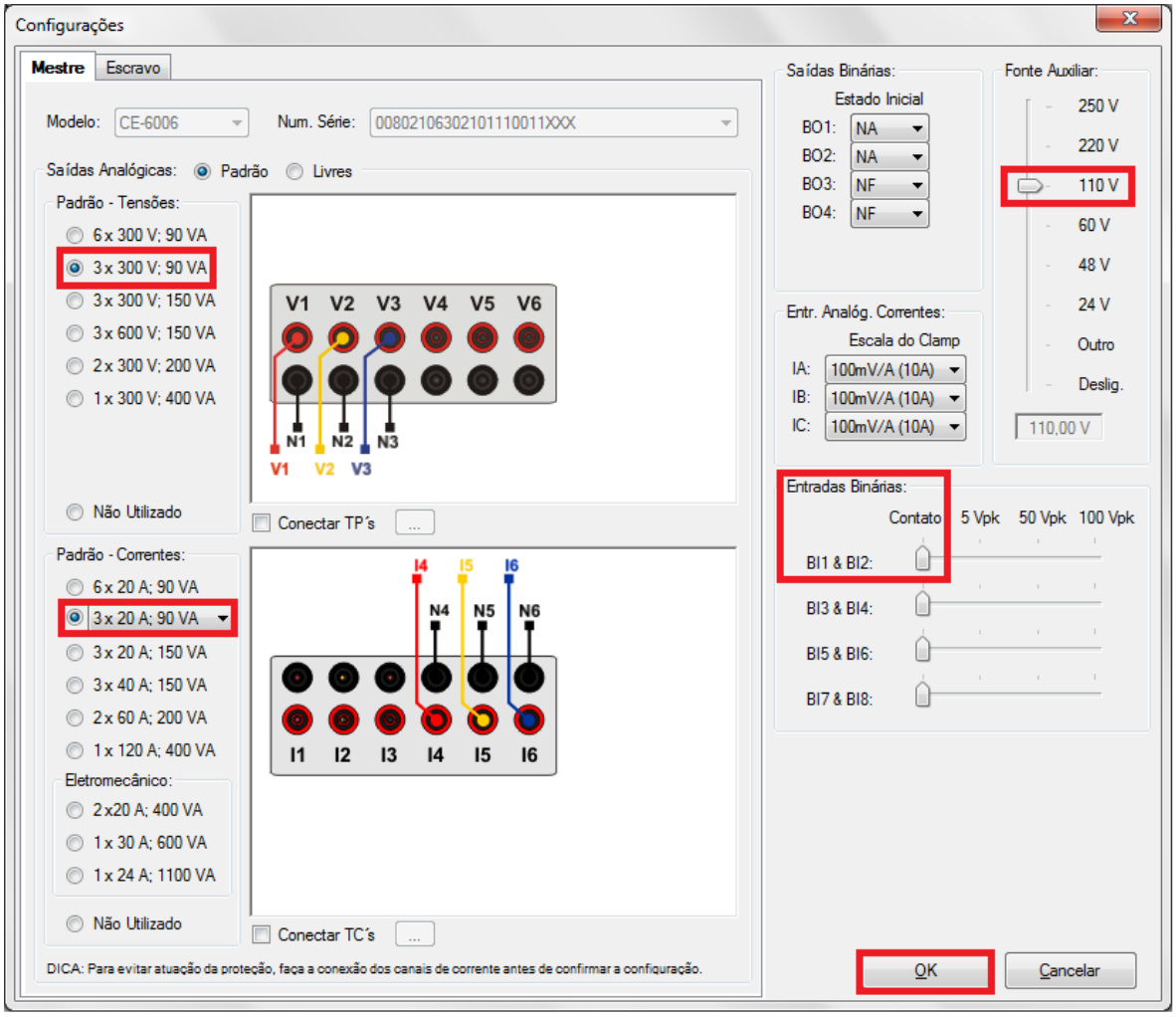

Figura 32

7. *Direcionamento de Canais*

Após realizar a configuração do hardware clique no ícone destacado para associar os canais criados com os nós de modo automático. Escolha para isso a opção *"Básico"*.

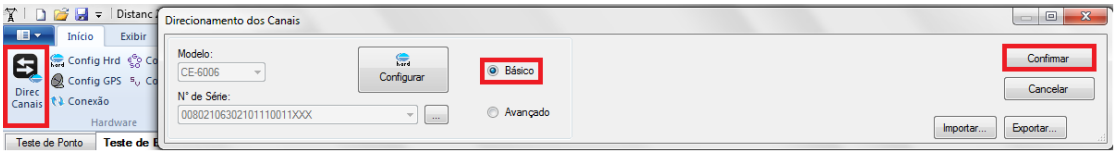

Figura 33

8. *Restauração do Layout*

Devido a grande flexibilidade que o software apresenta permitindo que o usuário escolha quais janelas sejam apresentadas e em qual posição utiliza-se o comando para restaurar as configurações padrões. Clique no botão *"Layout"* e em seguida em *"Recriar Gráficos"* repita o processo clicando em *"Layout"* e em *"Restaurar Layout"*. No decorrer do teste são excluídas as janelas que não sejam relevantes.

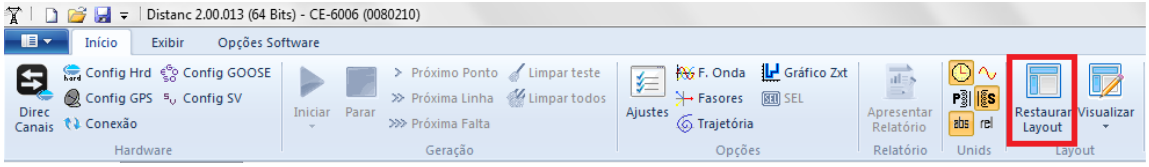

Figura 34

9. Estrutura do teste para a função 21

9.1 *Configurações de Teste*

Clicando na aba configurações de teste o usuário deve inserir uma pré-falta no modo "tensões nominais equilibradas" e correntes zeradas para que o teste ocorra de maneira adequada. Outro ajuste importante é a entrada binária utilizada como parada de cronômetro que nesse exemplo está ajusta para BI1.

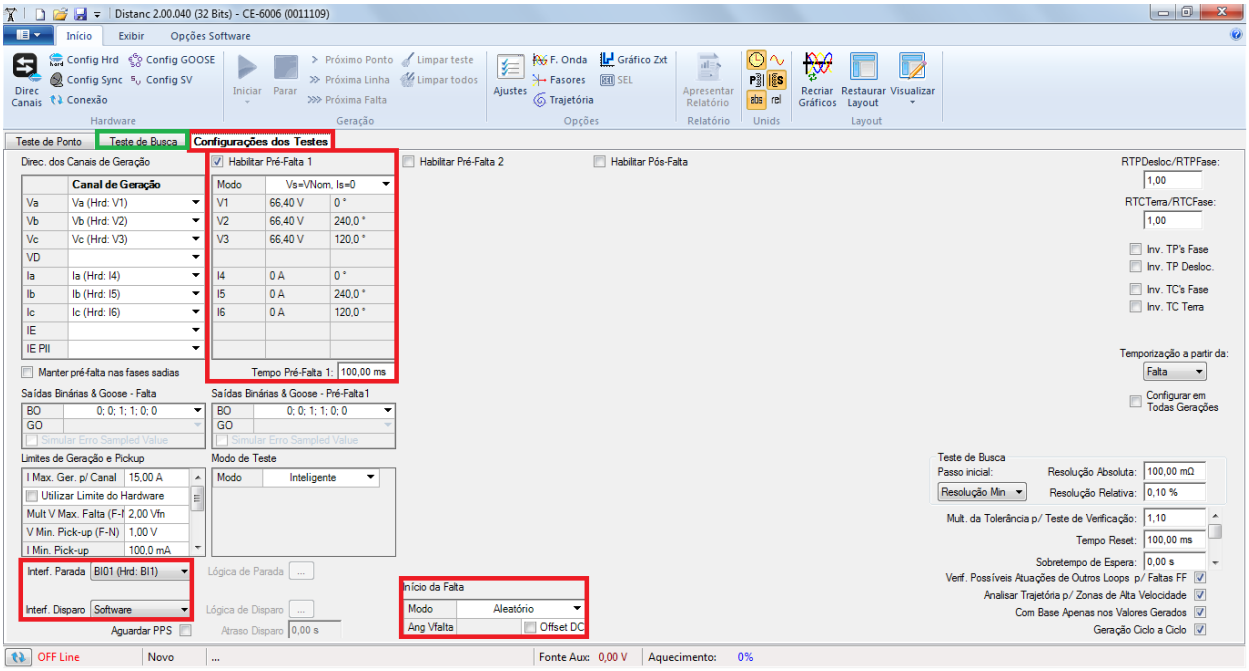

Figura 35

9.2 *Teste de Busca*

9.2.1 Loop Monofásico

Clique na aba *"Teste de Busca"* destacado de verde na figura anterior e em seguida, na aba *"Inserir/Editar Pontos"* clique no botão *"Sequência"*. Escolha os tipos de falta nesse caso somente faltas monofásicas, ou seja, AE, BE e CE.

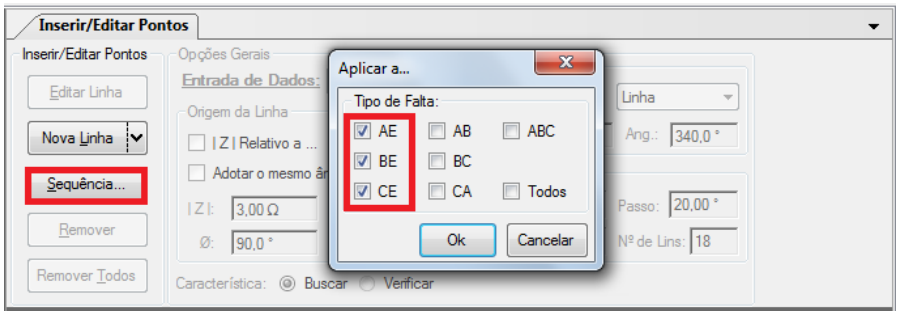

Figura 36

Escolha um ponto inicial como sendo a origem, ajuste um valor de comprimento, escolha um ângulo inicial, final e o passo. Desse modo as linhas de busca são traçadas de forma automática.

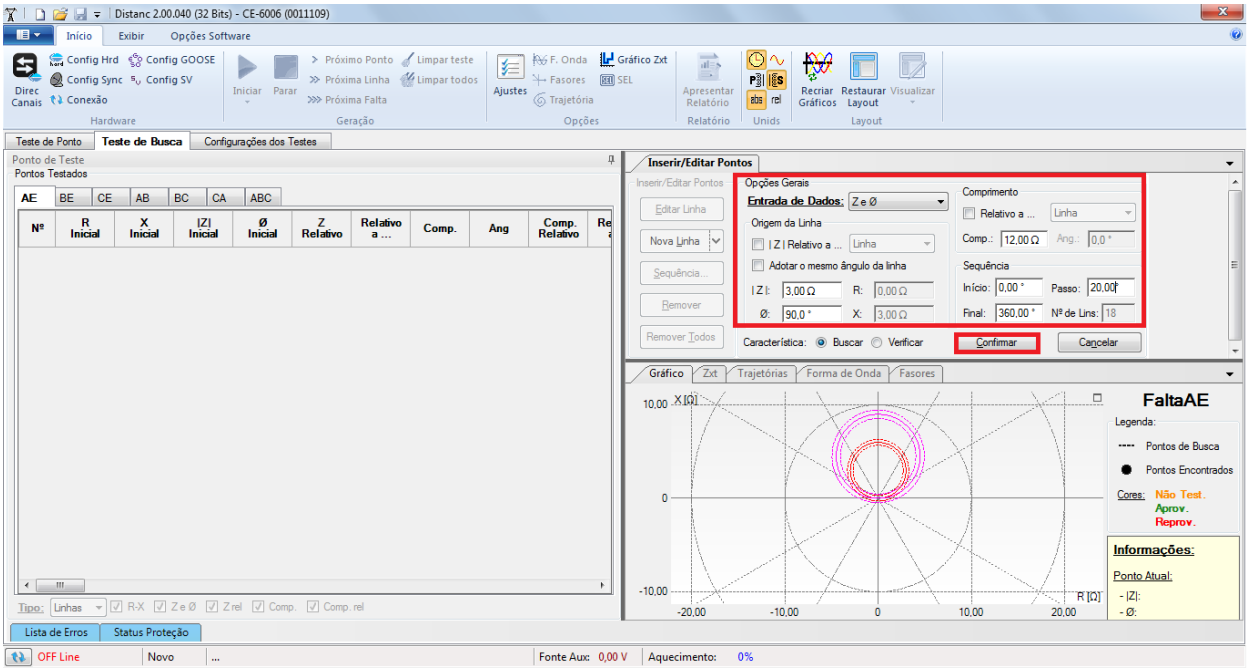

Figura 37

Clicando no botão *"Confirmar"* as seguintes linhas de busca são criadas.

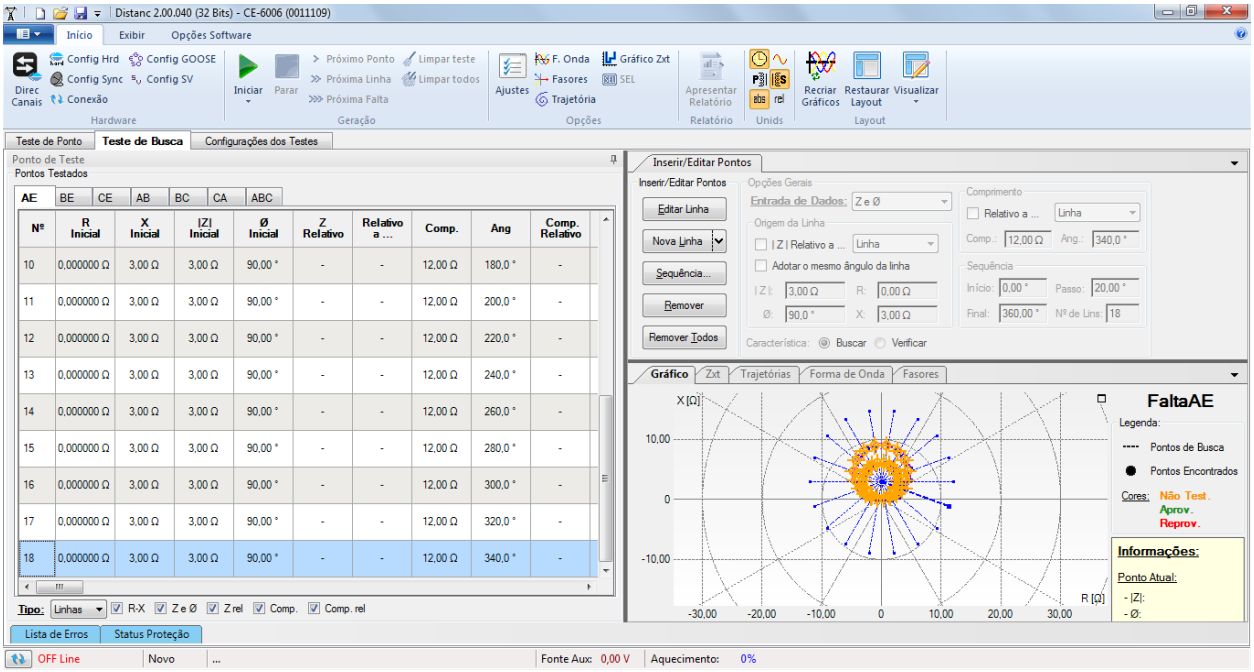

Figura 38

Inicie a geração clicando no ícone destacado a seguir ou através do atalho *"Alt + G"*.

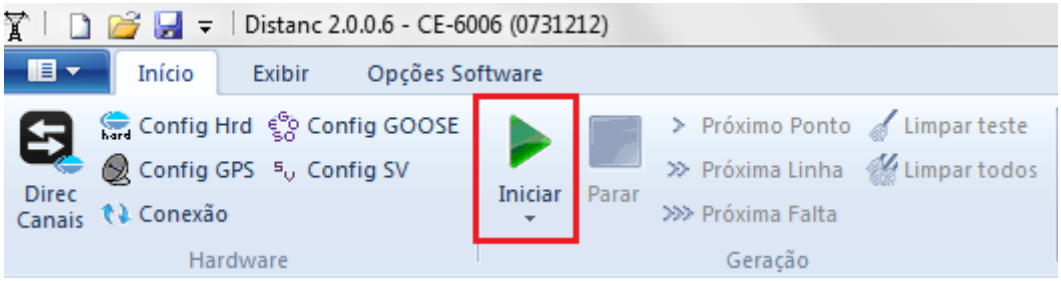

Figura 39

O resultado final é mostrado abaixo mostrando as características das zonas. Para aplicar um zoom clique com o botão esquerdo e arraste definindo a região a ser aumentada em seguida solte o botão.

9.2.2 Resultado Final Falta AE

Clicando na aba *"AE"* verifica-se o resultado final. Observa-se que todos os pontos estão dentro das tolerâncias dadas pelo fabricante de modo que o teste está aprovado.

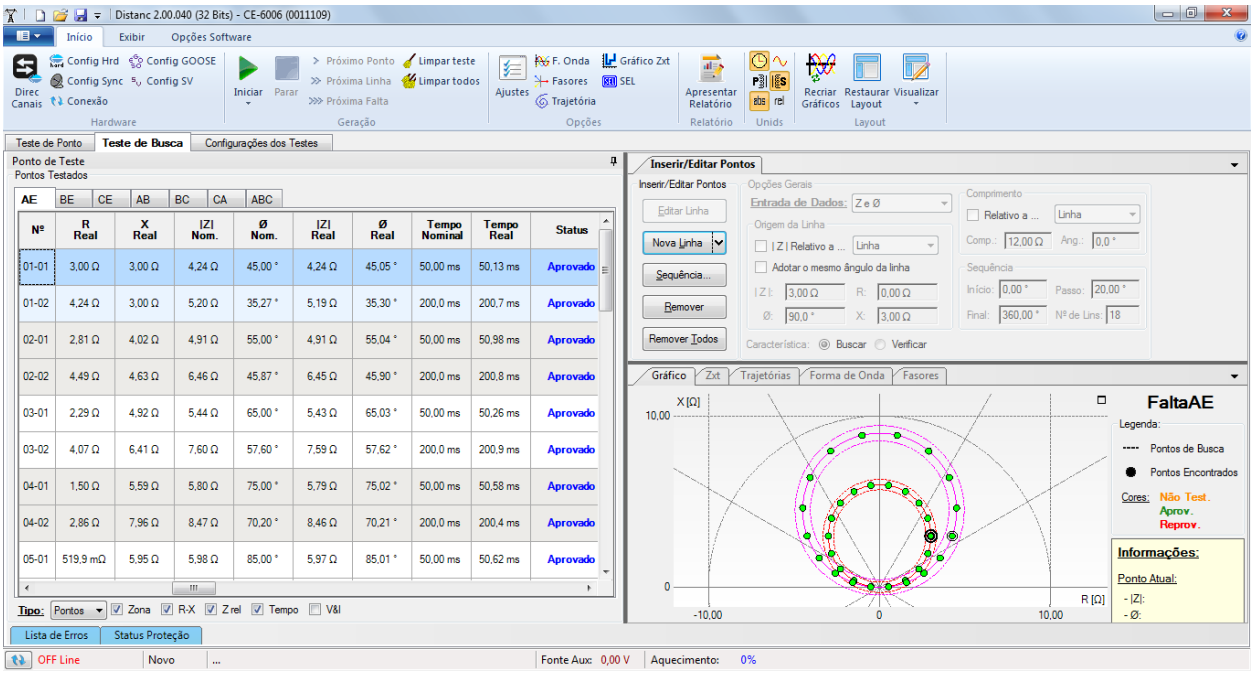

Figura 40

9.2.3 Loop Bifásico

Clique na aba *"Teste de Busca"* destacado de verde na figura anterior e em seguida, na aba *"Inserir/Editar Pontos"* clique no botão *"Sequência"*. Escolha os tipos de falta nesse caso somente faltas bifásicas, ou seja, AB, BC e CA.

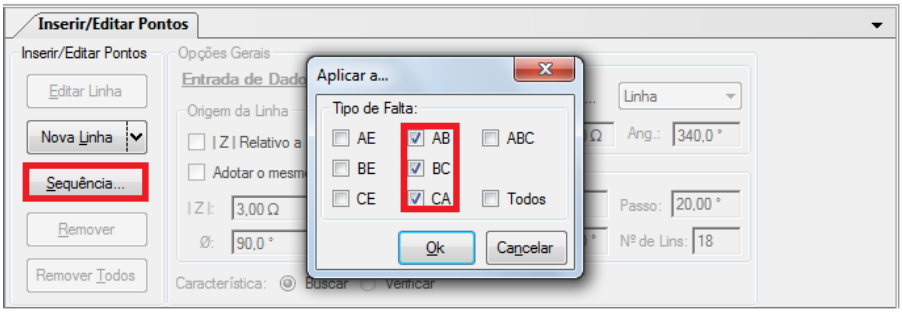

Figura 41

Escolha um ponto inicial como sendo a origem, ajuste um valor de comprimento, escolha um ângulo inicial, final e o passo. Desse modo as linhas de busca são traçadas de forma automática.

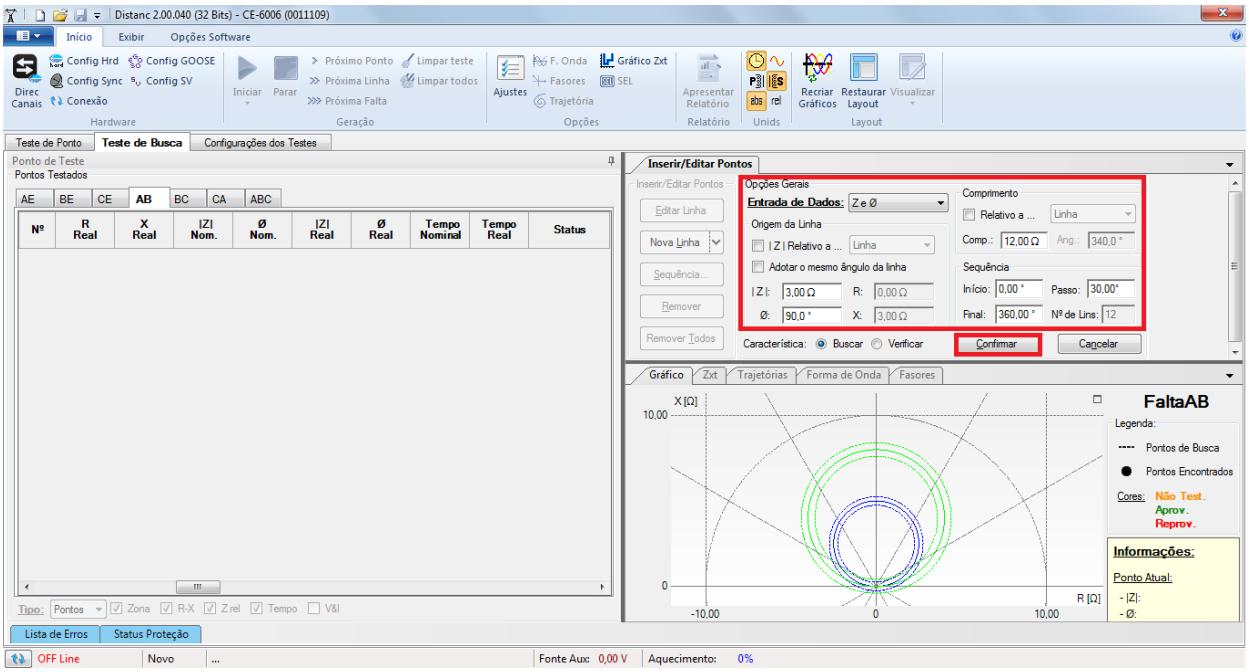

Figura 42

Clicando no botão *"Confirmar"* as seguintes linhas de busca são criadas.

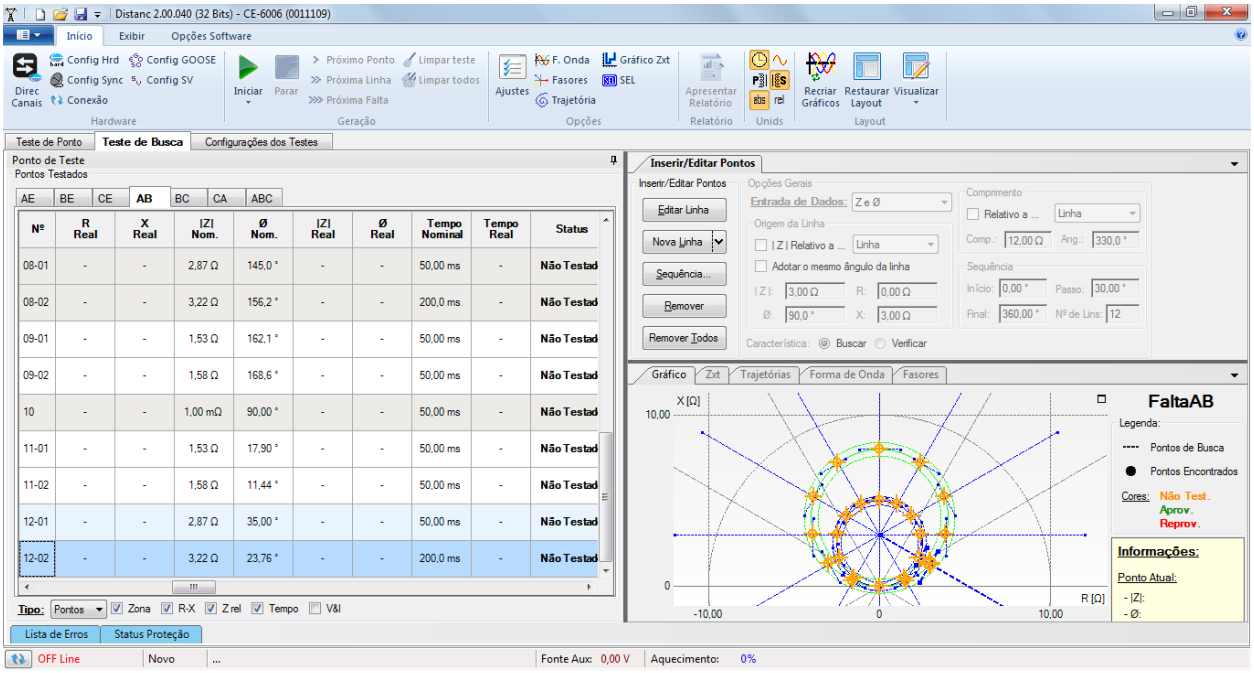

Figura 43

Inicie a geração clicando no ícone destacado a seguir ou através do atalho *"Alt + G"*.

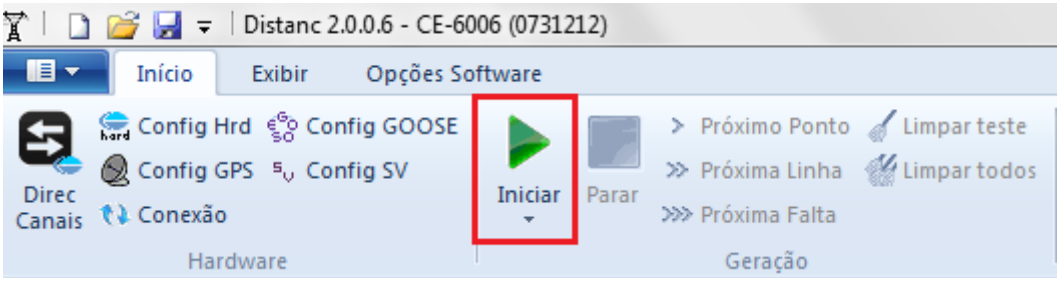

Figura 44

O resultado final é mostrado abaixo mostrando as características das zonas. Para aplicar um zoom clique com o botão esquerdo e arraste definindo a região a ser aumentada em seguida solte o botão.

9.2.4 Resultado Final Falta AB

Clicando na aba *"AE"* verifica-se o resultado final. Observa-se que todos os pontos estão dentro das tolerâncias dadas pelo fabricante de modo que o teste está aprovado.

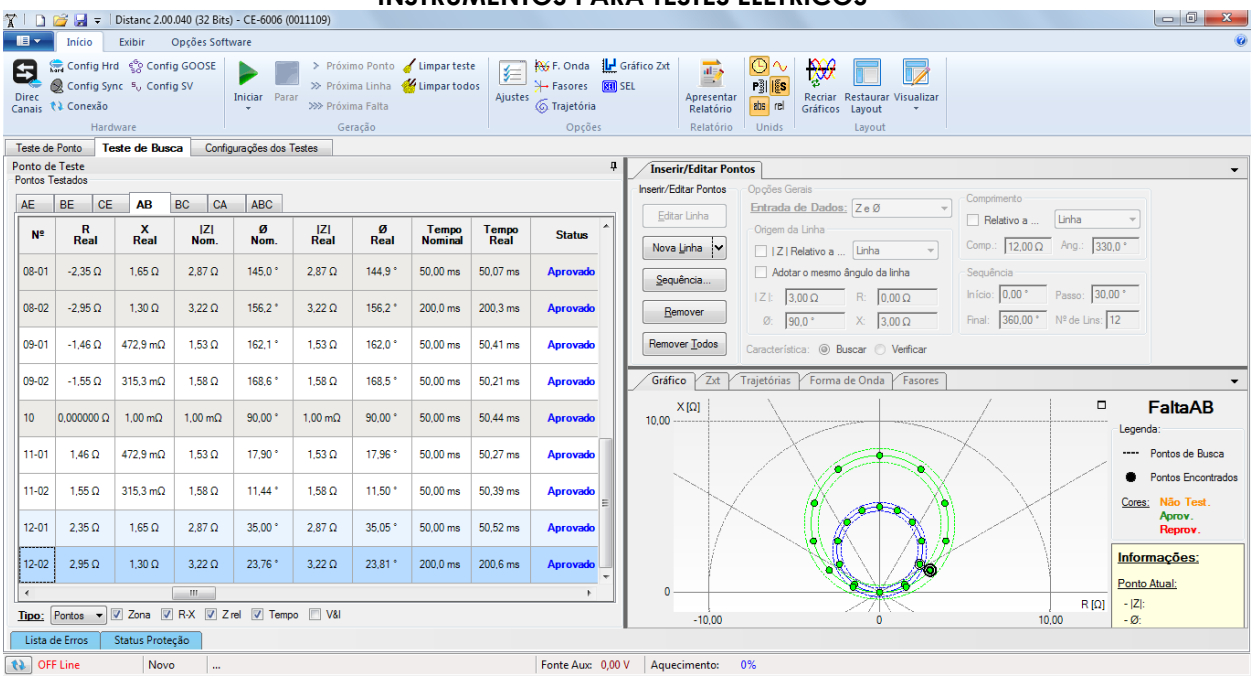

Figura 45

Antes de realizar o teste trifásico as zonas 3 e 4 (responsáveis por falta fase-fase) devem ser desativadas no software, pois interferem no teste trifásico. Para isso clique no ícone *"Ajustes"* e em seguida na opção *"Distância"*. Selecione a zona 3 e clique no botão editar e desmarque a opção *"Ativa"*. Repita a operação para zona 4.

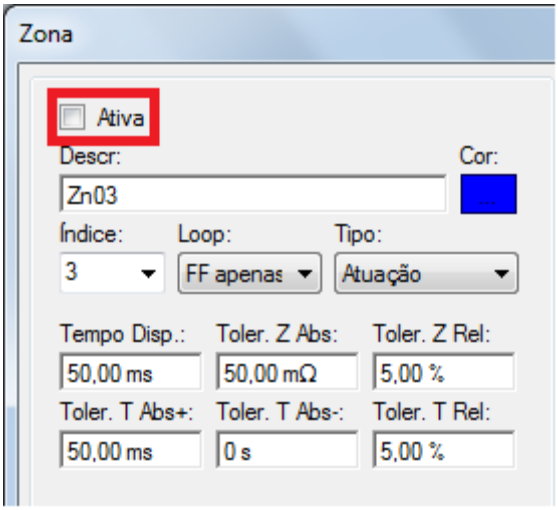

Figura 46

9.2.5 Loop Trifásico

Clique na aba *"Teste de Busca"* destacado de verde na figura anterior e em seguida, na aba *"Inserir/Editar Pontos"* clique no botão *"Sequência"*. Escolha os tipos de falta nesse caso somente faltas trifásicas, ou seja, ABC.

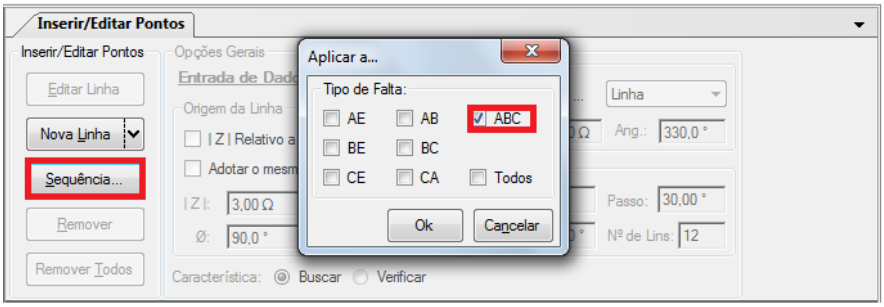

Figura 47

Escolha um ponto inicial como sendo a origem, ajuste um valor de comprimento, escolha um ângulo inicial, final e o passo. Desse modo as linhas de busca são traçadas de forma automática.

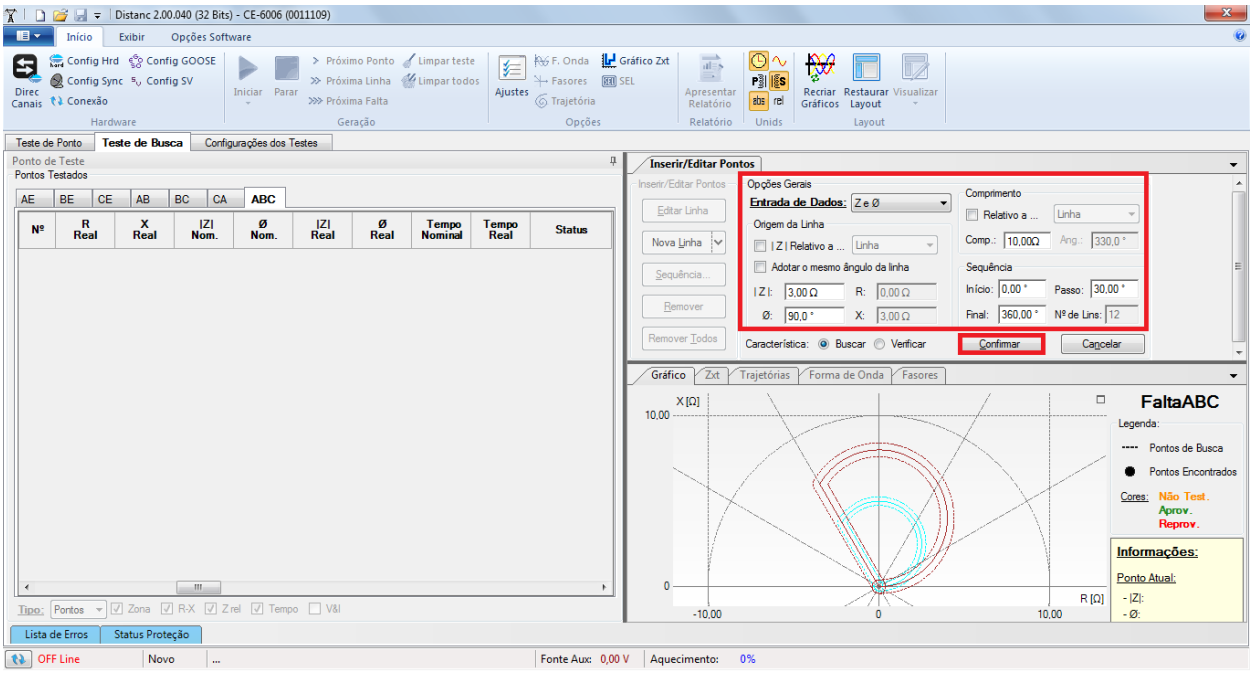

Figura 48

Clicando no botão *"Confirmar"* as seguintes linhas de busca são criadas.

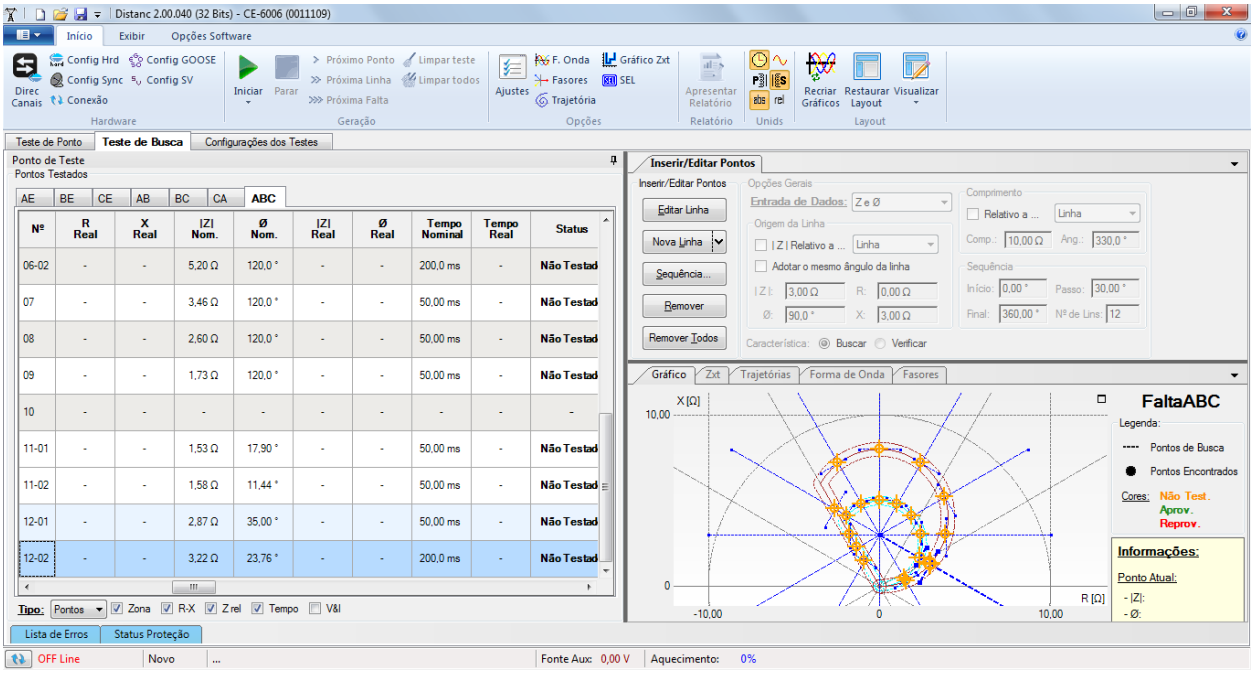

Figura 49

Inicie a geração clicando no ícone destacado a seguir ou através do atalho *"Alt + G"*.

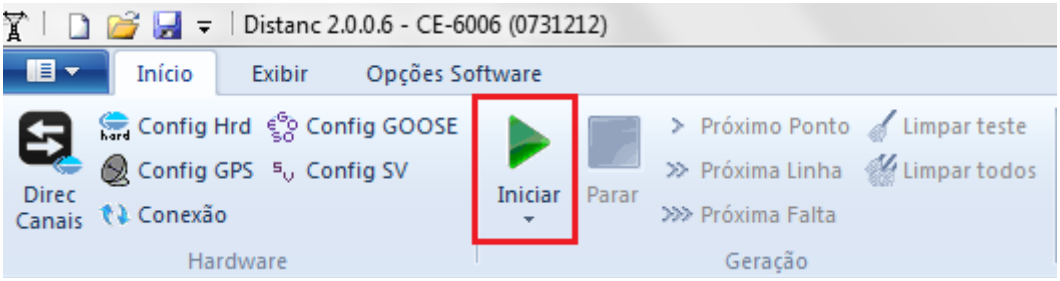

Figura 50

O resultado final é mostrado abaixo mostrando as características das zonas. Para aplicar um zoom clique com o botão esquerdo e arraste definindo a região a ser aumentada em seguida solte o botão.

9.2.6 Resultado Final Falta AB

Clicando na aba *"ABC"* verifica-se o resultado final. Observa-se que todos os pontos estão dentro das tolerâncias dadas pelo fabricante de modo que o teste está aprovado.

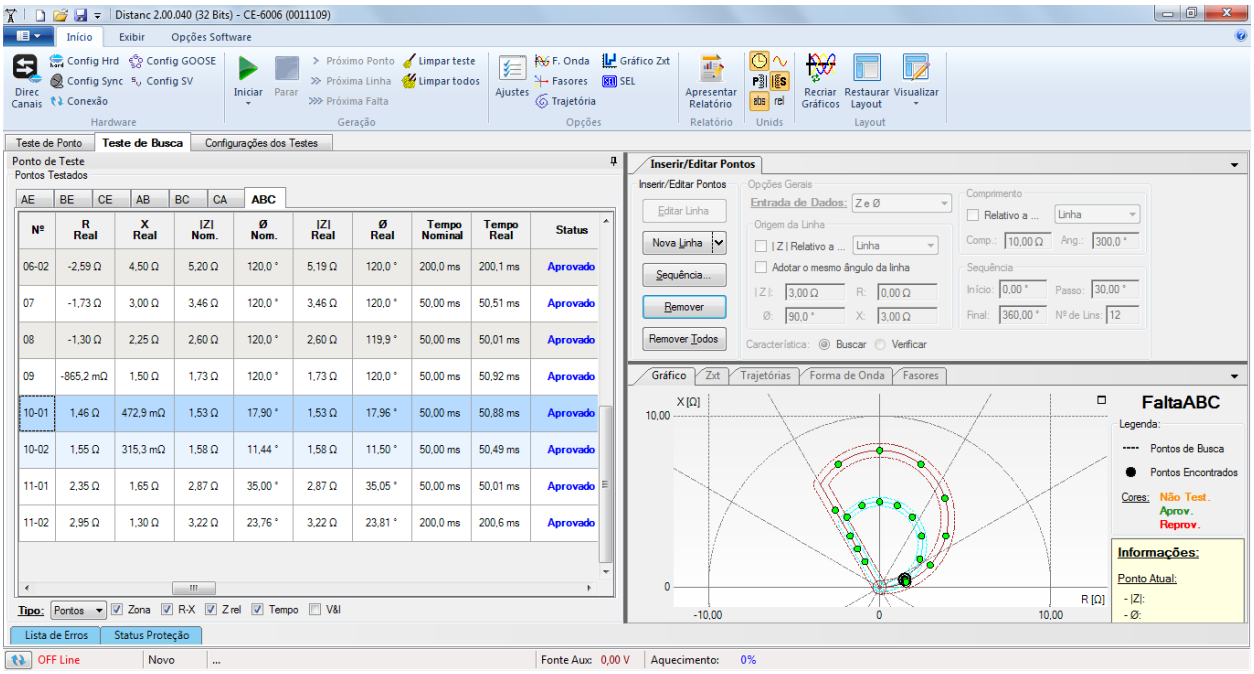

Figura 51

10. Relatório

Após finalizar o teste clique no ícone destacado na figura anterior ou através do comando *"Ctrl +R"* para chamar a tela de pré-configuração do relatório. Escolha a língua desejada assim como as opções que devem fazer parte do relatório.

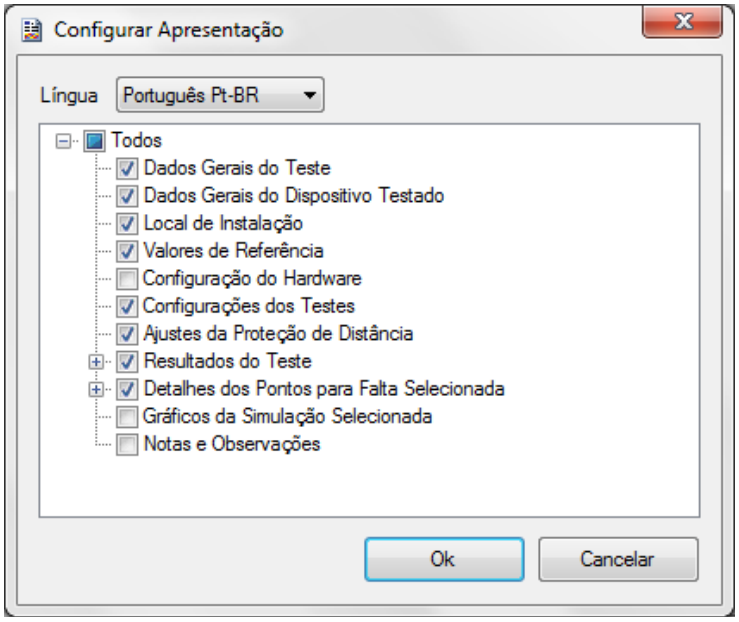

Figura 52

Figura 53

APÊNDICE A

A.1 Designações de terminais

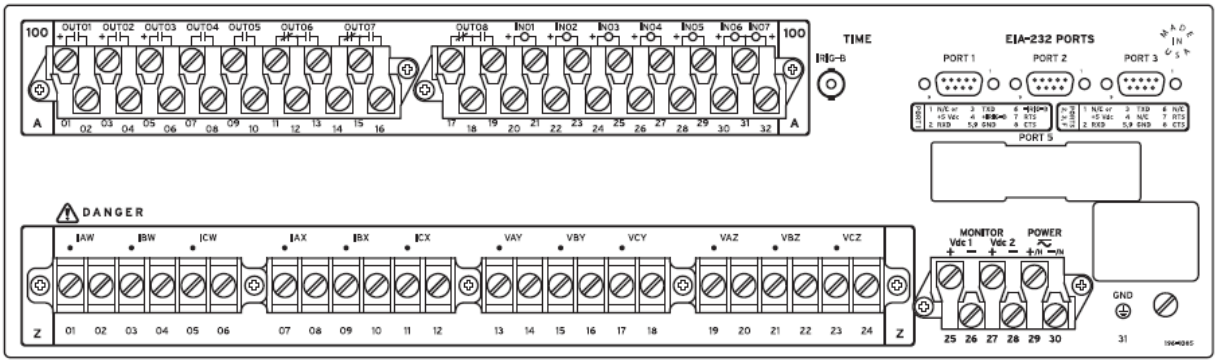

Figura 54

A.2 Dados Técnicos

Mho Phase Distance Elements

Zones 1-5 Impedance Reach

Setting Range

5 A Model:	OFF, 0.05 to 64 Ω secondary, 0.01 Ω steps
1 A Model:	OFF, 0.25 to 320 Ω secondary, 0.01 Ω steps

Sensitivity

5 A Model:	0.5 A_{p-p} secondary
1 A Model:	0.1 A_{p-p} secondary (Minimum sensitivity is controlled by the pickup of the supervising phase-to-phase overcurrent elements for each zone.)
Accuracy (Steady State):	±3% of setting at line angle for SIR (source-to-line impedance ratio) < 30 ±5% of setting at line angle for 30 ≤ SIR ≤ 60
Zone 1 Transient Overreach:	<5% of setting plus steady-state accuracy
SEL-421-5 Maximum Operating Time:	0.8 cycle at 70% of reach and SIR = 1
SEL-421-4 Maximum Operating Time:	1.5 cycle at 70% of reach and SIR = 1

Mho Ground Distance Elements

Zones 1-5 Impedance Reach

Mho Element Reach

5 A Model:	OFF, 0.05 to 64 Ω secondary, 0.01 Ω steps
1 A Model:	OFF, 0.25 to 320 Ω secondary, 0.01 Ω steps

Sensitivity

5 A Model:	0.5 A secondary
1 A Model:	0.1 A secondary (Minimum sensitivity is controlled by the pickup of the supervising phase and residual overcurrent elements for each zone.)
Accuracy (Steady State):	±3% of setting at line angle for SIR < 30 ±5% of setting at line angle for 30 ≤ SIR ≤ 60
Zone 1 Transient Overreach:	<5% of setting *plus* steady-state accuracy
SEL-421-5 Maximum Operating Time:	0.8 cycle at 70% of reach and SIR = 1
SEL-421-4 Maximum Operating Time:	1.5 cycle at 70% of reach and SIR = 1

APÊNDICE B

Ao testar um ponto dentro da zona de atuação do relé existem situações onde a atuação é esperada e o relé não atua, pois o algoritmo de direcionalidade bloqueia. Esse algoritmo não pode ser desabilitado pelo usuário de modo a estar sempre ativo. Para verificar a direcionalidade o relé considera diversos fatores como: corrente nominal, frequência nominal, relação de transformação do TCs, se a função de subtensão está habilita etc... A figura 55 mostra todos os parâmetros que interferem nessa direcionalidade.

Para facilitar entendimento dos fatores que interferem na direcionalidade a CONPROVE aprimorou os softwares *"Distanc"* e o *"Manual"* de modo a mostrar se um determinado ponto esta dentro da região direta ou reversa.

Para exemplificar utiliza-se somente a zona-1 fase-terra. No momento de cadastrar as zonas devem ser cadastrados valores que interferem na direcionalidade. Para isso clique no ícone destacado da figura a seguir.

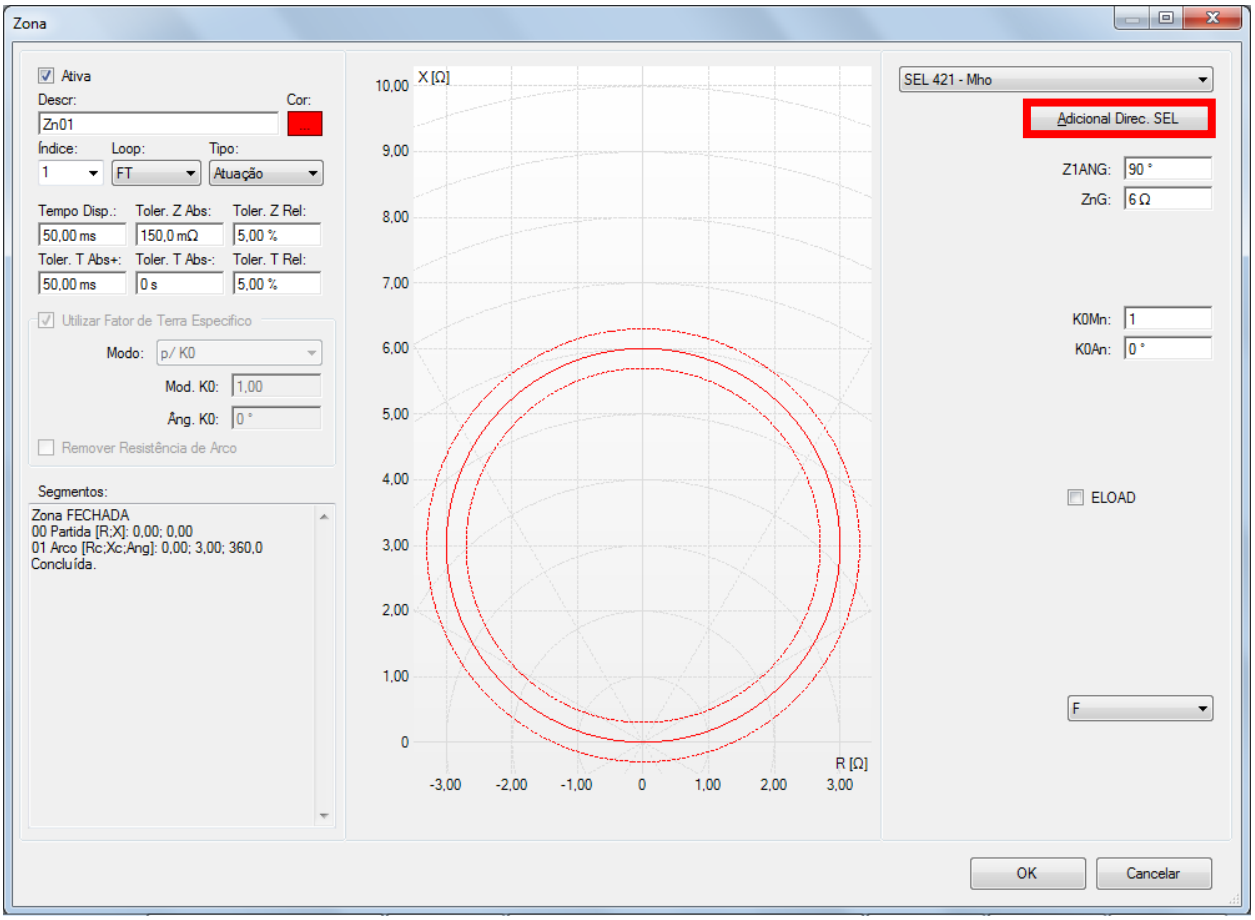

Figura 55

Os ajustes mostrados na figura a seguir são exatamente aqueles que estão configurados no relé.

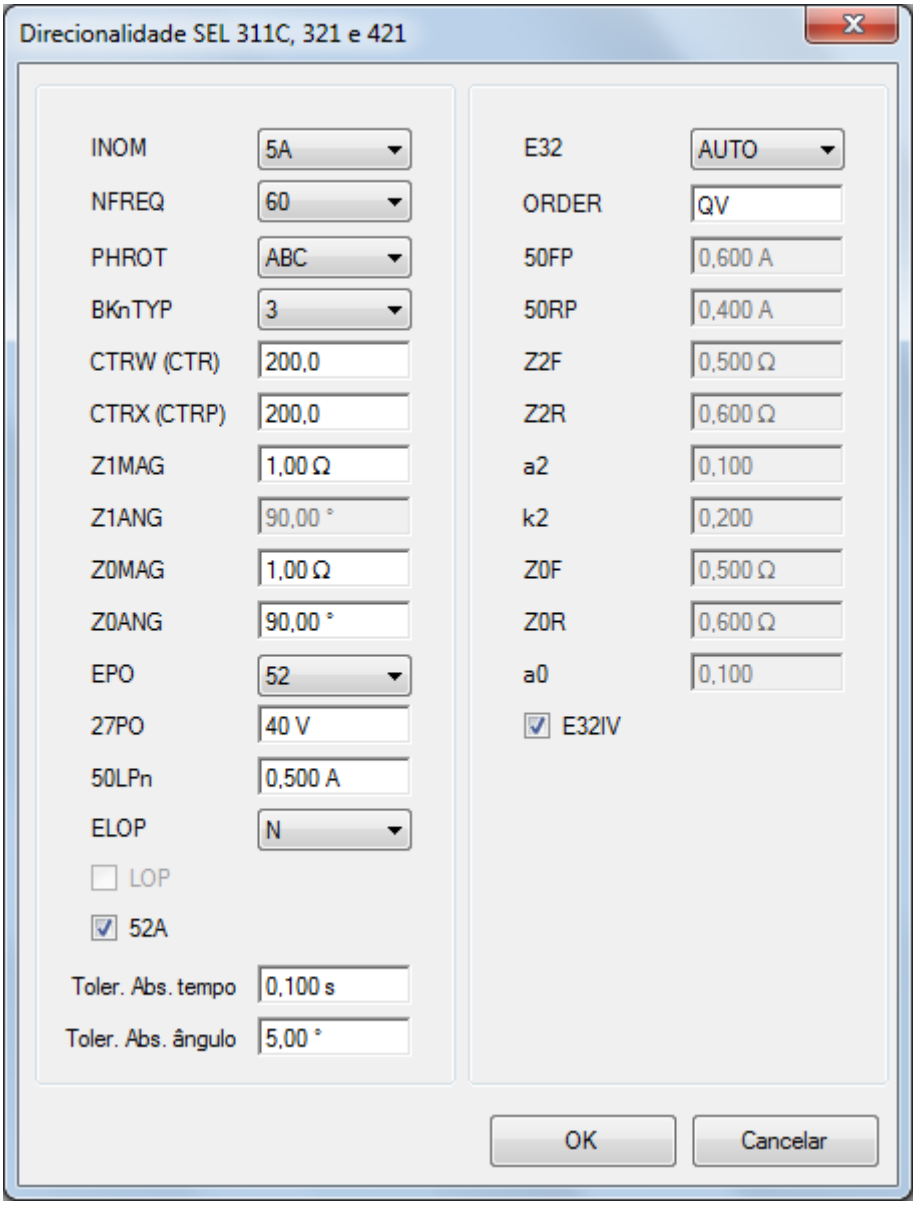

Figura 56

Em *"Configurações dos Testes"* na opção *"Modo de Teste"* ao invés de usar o modo inteligente utiliza-se o modo com I constante e com valor igual a 10,0A.

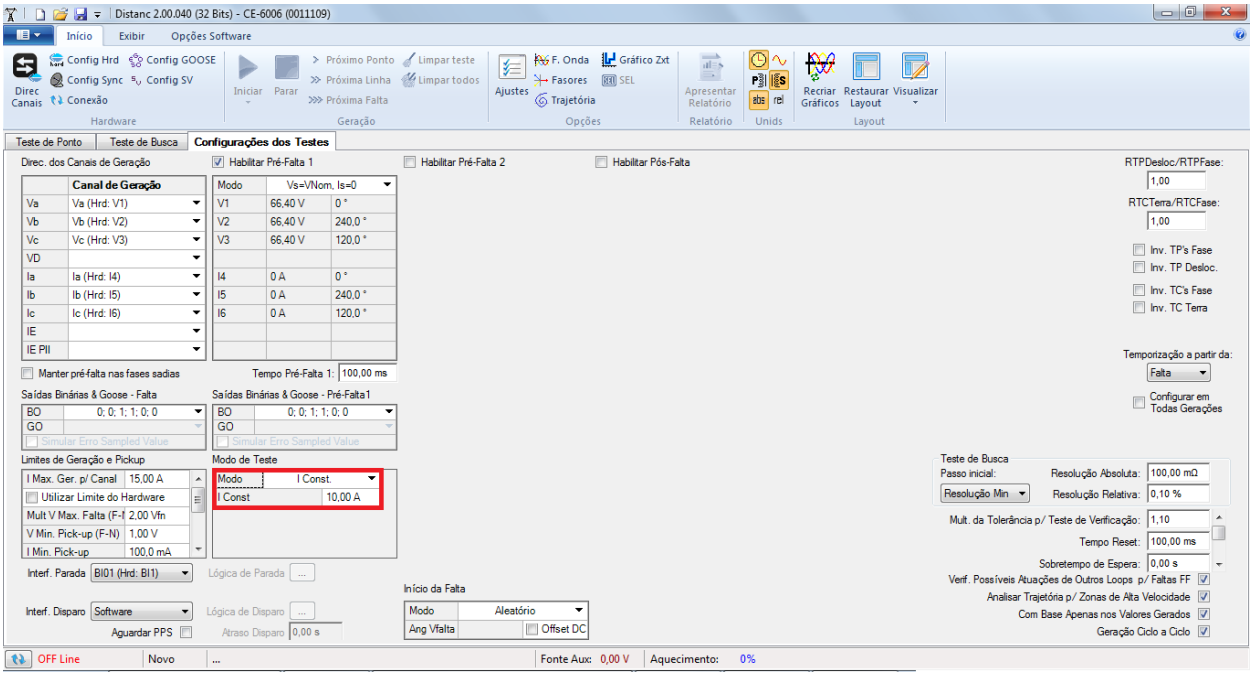

Figura 57

Ao inserir uma sequência de falta a terra com os seguintes ajustes:

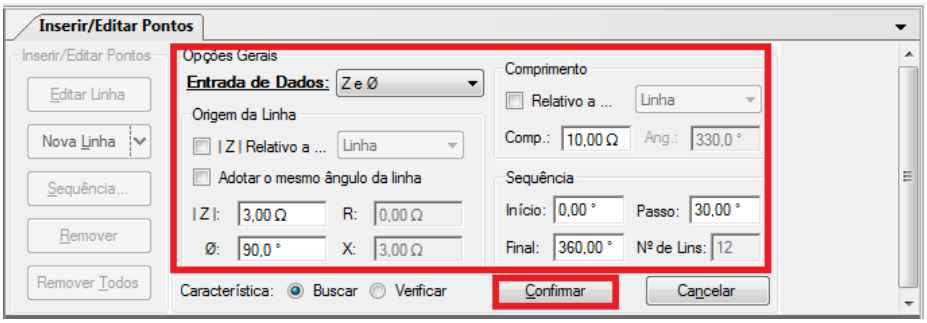

Figura 58

Clicando no botão *"Confirmar"* as seguintes linhas de busca são criadas automaticamente.

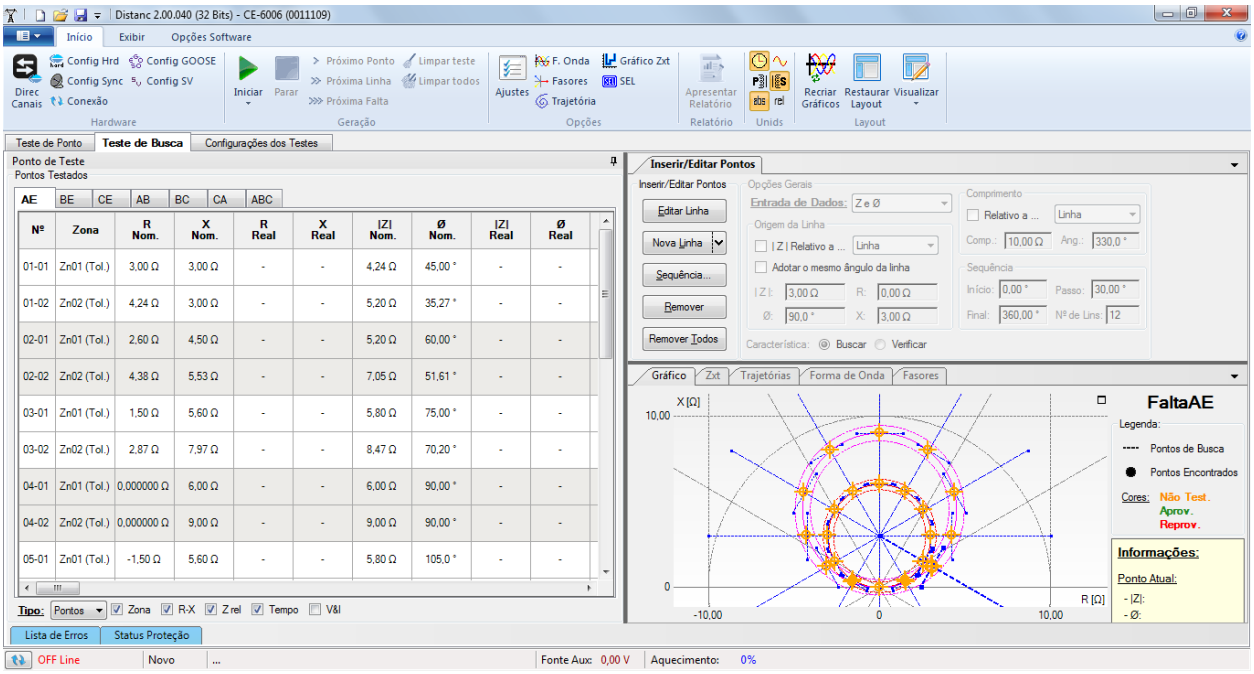

Figura 59

No canto inferior esquerdo desabilite todos os seguintes campos:

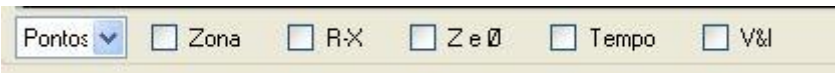

Figura 60

Isso facilita para observar os status dos pontos antes de serem testados. A figura a seguir mostra o atual status desses pontos.

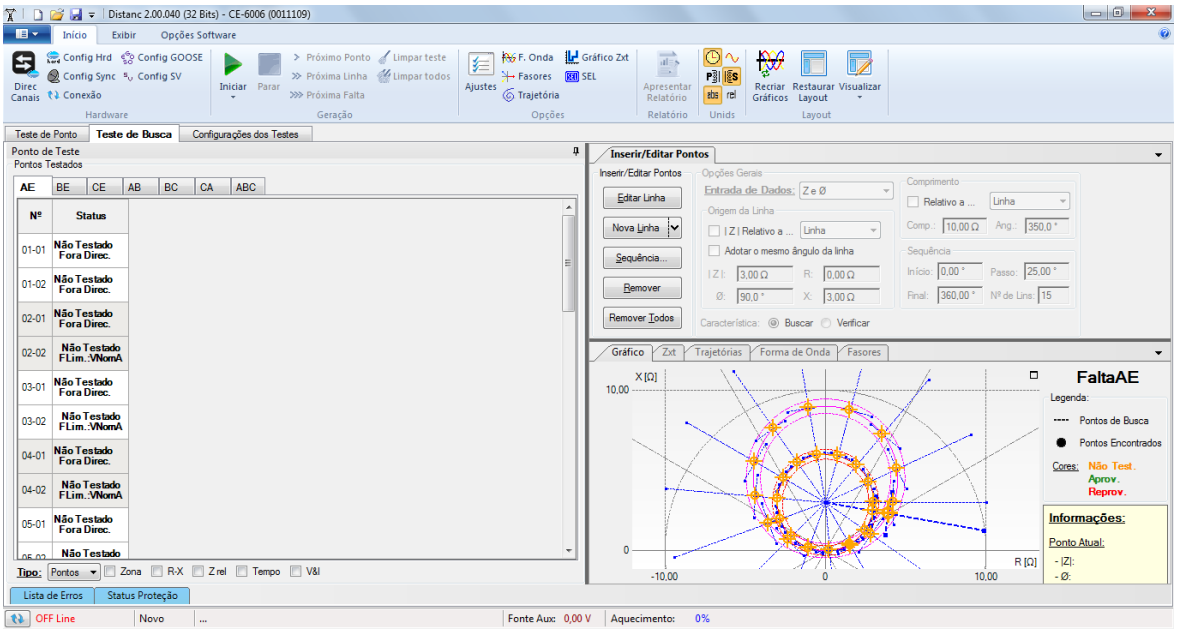

Figura 61

Ao lado esquerdo percebe-se que os pontos de 1 a 7 estão com o status *"Não Testado Fora Direc"* e mesmo que o usuário efetue a geração esse pontos não serão testados. Para obter mais informações selecione um ponto (1 por exemplo) e em seguida clique no ícone da *"SEL"*. A figura a seguir será mostrada.

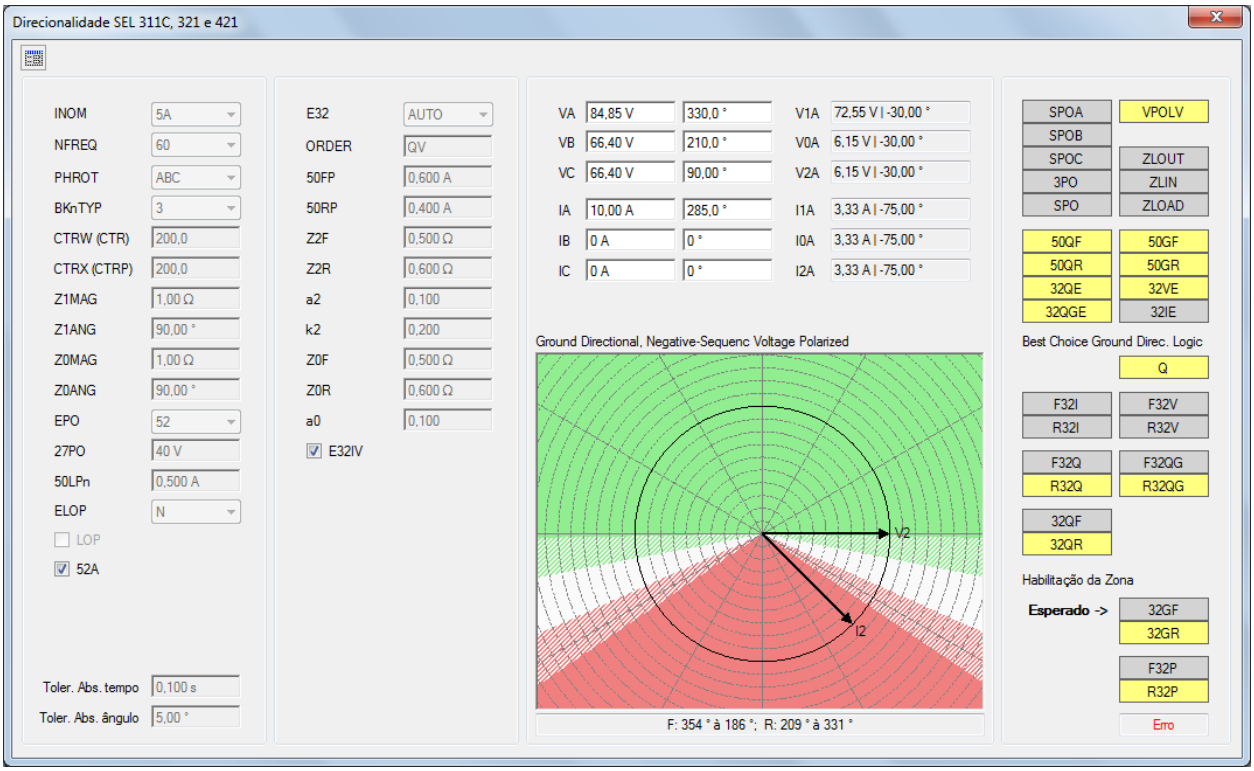

Figura 62

As duas primeiras colunas são os ajustes do relé. A terceira coluna mostra a polarização da tensão e corrente de sequência negativa. Como nesse caso a corrente I2 não está dentro da região verde (direta) o relé não irá atuar. Isso ocorre mesmo que o software Distanc esteja mostrando que existe um ponto de intersecção na linha. Para que não gere dúvidas o software bloqueia o teste. Caso o usuário queira analisar como ficam as regiões (direta e reversa), pode-se variar livremente os valores de módulos e ângulos de tensões e correntes. A figura mostra a direcionalidade quando se altera o módulo de VA e IA pela metade, ou seja, 42,43 volts e 5 amperes de maneira a testar o mesmo ponto.

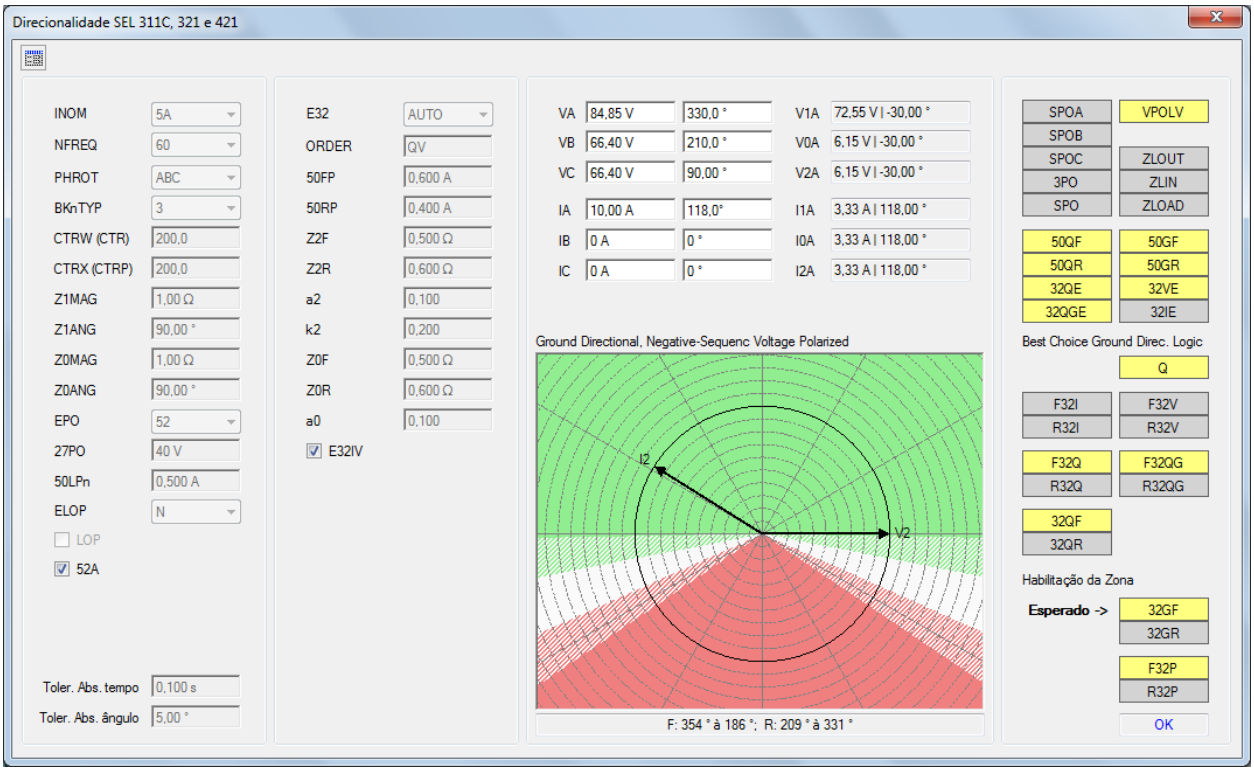

Figura 63

Com esses valores de corrente e tensão o ponto pode ser perfeitamente testado. Portanto o usuário deve tomar muito cuidado quando for testar as zonas do relé SEL 421 de maneira a evitar falsos diagnósticos.

APÊNDICE C

Equivalência de parâmetros do software e o relé em teste.

Software Distanc		Relé SEL 421	
Parâmetro	**Figura**	**Parâmetro**	**Figura**
Mod K0	25	K0M1 Zone 1 ZCS Factor Magnitude	14
Ang K0	25	K0A1 Zone 1 ZCS Factor Angle	14
Zn1		Mho Ground Distance Element Reach	
Z1ANG	26	Z1ANG Positive – Sequence Line Impedance Magnitude	8
ZnG	26	Z1MG Zone 1	13
K0Mn	26	K0M1 Zone 1 ZCS Factor Magnitude	14
K0An	26	K0A1 Zone 1 ZCS Factor Angle	14
Tempo_Disp	26	Z1GD Zone 1 Time Delay	15

Software Distanc		Relé SEL 421	
Parâmetro	**Figura**	**Parâmetro**	**Figura**
Zn2		Mho Ground Distance Element Reach	
Z1ANG	27	Z1ANG Positive – Sequence Line Impedance Magnitude	8
ZnG	27	Z2MG Zone 2	13
K0Mn	27	K0M1 Zone 1 ZCS Factor Magnitude	14
K0An	27	K0A1 Zone 1 ZCS Factor Angle	14
Tempo_Disp	27	Z2GD Zone 2 Time Delay	15
Zn3		Mho Phase Distance Element Reach	
Z1ANG	28	Z1ANG Positive – Sequence Line Impedance Magnitude	8
ZnP	28	Z1MP Zone 1	11
Tempo_Disp	28	Z1PD Zone 1 Time Delay	12
Zn4		Mho Phase Distance Element Reach	
Z1ANG	29	Z1ANG Positive – Sequence Line Impedance Magnitude	8
ZnP	29	Z2MP Zone 2	11
Tempo_Disp	29	Z2PD Zone 2 Time Delay	12

As zonas Zn5 e Zn6 possuem os mesmos ajustes das zonas Zn4 e Zn5. O detalhe a ser verificado é o momento de cadastrar essas zonas no software Distanc. A opção "Loop" deve ser ajustada em "ABC".