

ÍNDICE

SEÇÃO 8: TESTES E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	1
Introdução	1
Filosofia de Testes	1
Testes de Aceitação.....	1
Testes de Comissionamento.....	2
Testes de Manutenção.....	2
Métodos e Ferramentas de Teste.....	3
Funções de Teste Fornecidas pelo Relé	3
Interface para Testes com Valores de Nível Baixo.....	4
Métodos de Teste	5
Teste com Auxílio dos LEDs de Sinalização.....	5
Testes via Operação dos Contatos de Saída.....	5
Procedimentos de Teste	5
Teste de Pickup do Elemento de Sobrecorrente do Enrolamento 1: 50P1P, 50P1H, 50Q1P, 50N1P, 50N1H, 51P1P, 51Q1P e 51N1P	5
Elemento de Sobrecorrente Temporizado Residual: 51N1T.....	6
Teste de Pickup do Elemento de Sobrecorrente do Enrolamento 2: 50P2P, 50P2H, 50Q2P, 50N2P, 50N2H, 51P2P, 51Q2P e 51N2P	7
Teste de Pickup do Elemento Diferencial: 87U, 87R	7
Teste da Inclinação (“Slope”) do Elemento Diferencial com Restrição: Ajustes SLP1 e SLP2.....	9
Porcentagem da Inclinação (“Slope”) de Restrição 1: Ajuste SLP1	9
Porcentagem da Inclinação (“Slope”) de Restrição 2: Ajuste SLP2.....	11
Teste da Função de Restrição por Harmônicas: Ajustes PCT2 e PCT4 (HRSTR = Y).....	11
Teste da Função de Bloqueio por Harmônicas: Ajustes PCT2, PCT4 e PCT5 (HRSTR = N).....	13
Autodiagnose do Relé	14
Solução de Problemas do Relé.....	16

Procedimento de Inspeção	16
Procedimento para a Solução de Problemas	17
Todos os LEDs do Painel Frontal Estão Apagados	17
Os Caracteres Não Podem Ser Visualizados na Tela do LCD do Relé.....	17
O Relé Não Responde aos Comandos Efetuados a Partir dos Dispositivos Conectados à Porta Serial.	17
O Relé Não Responde às Faltas	17
Calibração do relé	18
Assistência da Fábrica.....	18

FIGURAS

Figura 8.1: Interface para Testes com Valores de Nível Baixo	4
Figura 8.2: Teste da Inclinação (“Slope”) e Característica do Diferencial com Restrição Percentual.....	9

TABELAS

Tabela 8.1: Constantes de Compensação para Teste	8
Tabela 8.2: Autodiagnoses do Relé.....	15

SEÇÃO 8: TESTES E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

INTRODUÇÃO

Esta seção deve ser usada para determinar e estabelecer as rotinas de teste para o Relé SEL-587. Estão incluídas considerações sobre filosofias, métodos e ferramentas de teste. Exemplos de procedimentos de testes são apresentados para os valores limites de pickup do elemento de sobrecorrente temporizado, temporização do elemento de sobrecorrente temporizado, pickup do elemento diferencial, característica da inclinação (“slope”) do elemento diferencial com restrição e funções de bloqueio por harmônica. Os procedimentos para a solução de problemas no relé estão mostrados no final da seção.

FILOSOFIA DE TESTES

Os testes de um relé de proteção podem ser divididos em três categorias: aceitação, comissionamento e testes de manutenção. As categorias são diferenciadas de acordo com o momento, no ciclo de vida do relé, em que os testes são realizados, bem como com a complexidade dos mesmos.

Os parágrafos abaixo descrevem quando cada tipo de teste é executado, os objetivos dos testes nessa ocasião e as funções do relé que você precisa testar em cada etapa. Essas informações pretendem ser uma instrução para testar os relés SEL.

Testes de Aceitação

Quando: Quando o modelo do relé for qualificado para ser usado no sistema da empresa.

- Objetivo:
- a) Garantir que o relé atenda às especificações importantes referentes à performance que foram publicadas, tais como velocidade de operação e precisão dos elementos.
 - b) Garantir que o relé atenda aos requisitos da aplicação em que será utilizado.
 - c) Familiarizar-se com os ajustes e capacidades do relé.

O que testar: Todos os elementos de proteção e funções lógicas importantes para as aplicações em que será utilizado.

A SEL efetua testes de aceitação detalhados em todos os novos modelos e versões dos relés. Estamos certos de que os relés que entregamos atendem às especificações que foram publicadas. É importante que você efetue os testes de aceitação de um relé se você não estiver familiarizado com sua teoria de operação, lógicas dos esquemas de proteção ou ajustes. Isso assegura a precisão e a exatidão dos ajustes do relé quando você for executá-los.

Testes de Comissionamento

Quando: Quando da instalação de um novo sistema de proteção.

- Objetivo:
- a) Assegurar que todas as conexões dos sistemas ac e dc estejam corretas.
 - b) Assegurar que as funções do relé atendam ao que foi especificado, usando os seus ajustes.
 - c) Assegurar que todos os equipamentos auxiliares operem conforme projetados.

O que testar: Todas as entradas e saídas conectadas ou monitoradas; polaridade e rotação de fases das conexões de corrente ac; verificação geral dos elementos de proteção.

A SEL efetua uma verificação funcional completa e calibração de cada relé antes que ele seja despachado. Isso garante o recebimento de um relé que opere correta e precisamente. Os testes de comissionamento devem verificar se o relé está corretamente conectado ao sistema de potência e a todos os equipamentos auxiliares. Confira as entradas e saídas dos sinais de controle. Verifique as entradas auxiliares do disjuntor, as entradas de controle do SCADA e as saídas de monitoração. Faça uma verificação das conexões ac para confirmar se as entradas de corrente do relé estão com magnitude e rotação de fases apropriadas.

Testes rápidos e sucintos com simulação de faltas confirmam se os ajustes do relé estão corretos. Não é necessário que sejam testados todos os elementos, temporizadores e funções do relé nesses testes.

No comissionamento, use o comando **METER DIF n** do relé para registrar os valores de operação e restrição medidos das correntes de carga. Use o comando **PULSE** para verificar a operação dos contatos de saída do relé.

Use o *Apêndice H: Formulário para Testes de Comissionamento do Relé SEL-587* para verificar se as conexões do TC e os ajustes estão corretos, quando da colocação do relé em serviço. O formulário mostra como o uso dos comandos do software ou o display do painel frontal pode substituir a necessidade dos tradicionais amperímetros e medidores para os ângulos de fase.

Testes de Manutenção

Quando: Em intervalos de tempo programados regularmente, ou quando houver indicação de um problema no relé ou no sistema.

- Objetivo:
- a) Assegurar que o relé esteja medindo as grandezas ac com precisão.
 - b) Assegurar que as lógicas dos esquemas e elementos de proteção estejam funcionando corretamente.
 - c) Assegurar que os equipamentos auxiliares estejam funcionando corretamente.

O que testar: Qualquer item que não tenha operado durante uma falta real ocorrida após a última manutenção.

Os relés SEL têm capacidade abrangente de autodiagnose e funções de medição, bem como funções detalhadas do relatório de evento, o que diminui a dependência da empresa dos testes de manutenção de rotina.

Use as funções referentes aos relatórios dos relés SEL como ferramentas de manutenção. Periodicamente verifique se o relé está efetuando medições de corrente corretas e precisas através da comparação da saída METER do relé com outras leituras de medidores daquele bay. Analise detalhadamente os relatórios de evento do relé após cada falta. Use os dados das correntes e dos elementos do relé do relatório de evento (oscilografia) para determinar se os elementos de proteção do relé estão operando corretamente. Utilize os dados de entrada e saída nos oscilogramas para determinar se o relé está habilitando as saídas nos instantes corretos e se os equipamentos estão operando corretamente. No final do intervalo entre suas manutenções, os únicos itens que precisam ser testados são aqueles que não operaram durante esse intervalo de manutenção.

O fundamento desta filosofia de testes é simples: Se o relé estiver ajustado e conectado corretamente, estiver medindo corretamente e nenhuma autodiagnose falhou, não há razão para testá-lo.

Sempre que ocorre uma falta, o sistema de proteção é testado. Use os dados do relatório de evento (oscilografia) para determinar as áreas que requerem atenção. Operações dos contatos auxiliares do disjuntor consideradas lentas e aumento ou variação do tempo de operação do disjuntor podem ser detectadas através de uma análise detalhada dos oscilogramas do relé.

Em função de os relés SEL serem microprocessados, as suas características de operação não se alteram ao longo do tempo. Os tempos de operação do elemento de sobrecorrente temporizado e diferencial de corrente são afetados somente pelos ajustes e sinais aplicados ao relé. Não é necessário verificar as características de operação como parte das verificações nas manutenções.

A SEL recomenda que os testes de manutenção nos relés SEL sejam limitados às instruções fornecidas acima. O tempo economizado pode ser utilizado para analisar os dados dos eventos e testar, de forma completa, os sistemas que estejam precisando de mais atenção.

MÉTODOS E FERRAMENTAS DE TESTE

Funções de Teste Fornecidas pelo Relé

As seguintes funções ajudam durante os testes do relé.

Comando METER	O comando METER mostra as correntes fornecidas ao relé em valores primários. Compare esses valores com outros dispositivos de precisão conhecida.
Comando EVENT	O relé gera um relatório de evento (oscilografia) de 15 ciclos em resposta às faltas ou perturbações. Cada relatório contém informações de corrente, estados dos elementos do relé e informações dos contatos de entrada e saída. Se você tem dúvidas na resposta do relé ou no seu método de testes, use o oscilograma para obter mais informações.

Comando TARGET	Use o comando TARGET n para visualizar o estado das entradas de controle, saídas e elementos do relé, individualmente, durante um teste.
Saídas Programáveis	As saídas programáveis possibilitam que você atue nos elementos do relé individualmente.

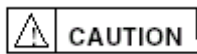
Para mais informações sobre essas funções e comandos, ver a **Seção 6** do Manual do Relé SEL-587: **“Operator Interface”**.

Interface para Testes com Valores de Nível Baixo

O Relé SEL-587 tem uma interface para testes com valor de nível baixo entre o módulo de entrada calibrado e o módulo de processamento calibrado separadamente. Você pode testar o relé em qualquer das duas maneiras: na convencional, aplicando sinais de corrente ac às entradas do relé ou aplicando sinais de tensão ac de baixa magnitude à interface para testes com valor de nível baixo. Acesse a interface para testes removendo o painel frontal do relé.

A Figura 8.1 mostra as conexões da interface de testes com nível menor. Ela também aparece na parte interna do painel frontal do relé. Remova o cabo de conexão (ribbon/flat cable) entre os dois módulos para acessar as saídas do módulo de entrada e as entradas do módulo de processamento (placa principal do relé).

Você pode testar o módulo de processamento do relé usando sinais do Sistema de Testes do Relé para Valores de Nível Baixo SEL-RTS (“SEL-RTS Low-Level Relay Test System”). Nunca aplique sinais de tensão maiores do que 6,2 volts pico-a-pico à interface de testes para valores baixos. A Figura 8.1 apresenta os fatores de escala dos sinais.



O relé contém dispositivos sensíveis à Descarga Eletrostática (ESD). Quando estiver trabalhando no relé com a tampa de cima ou a frontal removidas, as superfícies e a equipe de trabalho têm que estar corretamente aterradas ou podem ocorrer danos nos equipamentos.

Você pode testar o módulo de entrada de duas diferentes maneiras:

1. Meça as saídas do módulo de entrada com um voltímetro preciso e compare as leituras às de instrumentos precisos nos circuitos de entrada do relé, ou
2. Recoloque o cabo de conexão, pressione o botão <**METER**> do painel frontal e compare as leituras do relé às de outros instrumentos precisos nos circuitos de entrada do relé.

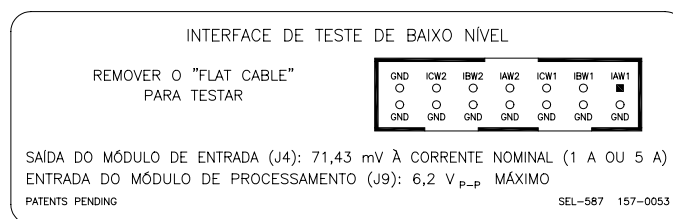


Figura 8.1: Interface para Testes com Valores de Nível Baixo

Métodos de Teste

Teste o pickup (atuação) e dropout (reset) dos elementos do relé usando um dos dois métodos: indicação dos LEDs / LCD do painel frontal e fechamento de contatos de saída.

Teste com Auxílio dos LEDs de Sinalização

Durante os testes use o acendimento dos LEDs de sinalização para determinar o estado dos elementos do relé. Usando o comando **TARGET**, ajuste as sinalizações do painel frontal para exibir o elemento que está sendo testado. Monitore o pickup e dropout do elemento observando os LEDs de sinalização.

Certifique-se de, após o teste, resetar as sinalizações do painel frontal, retornando-as ao default de sinalizações, antes de recolocar o relé em serviço. Isso pode ser feito pressionando o botão **<TARGET RESET>** do painel frontal ou enviando o comando **TAR R** a partir da porta serial.

Consulte a descrição do comando **TARGET** na *Seção 6* do Manual do Relé SEL-587: *“Operator Interface”* para maiores detalhes.

Testes via Operação dos Contatos de Saída

O relé pode ser ajustado para operar um contato de saída para testar um único elemento. Use o comando **SET L** para especificar um contato de saída (OUT1 a OUT4) para o elemento que está sendo testado.

Use esse método para verificar as temporizações de tempo-definido e temporizações associadas aos elementos de tempo-corrente.

Não se esqueça de retornar os ajustes corretos do relé quando você estiver pronto para colocar o relé em serviço.

PROCEDIMENTOS DE TESTE

Teste de Pickup do Elemento de Sobrecorrente do Enrolamento 1: 50P1P, 50P1H, 50Q1P, 50N1P, 50N1H, 51P1P, 51Q1P e 51N1P

Nota: Este exemplo testa o elemento de sobrecorrente de fase 50P1P do Enrolamento 1. Use o mesmo procedimento para testar o elemento de sobrecorrente de fase 50P1H do Enrolamento 1 e os elementos de sobrecorrente residual e de seqüência-negativa 50N1P, 50N1H, 51N1P, 50Q1P e 51Q1P.

Etapa 1. Execute o comando **SHOW** via painel frontal ou porta serial do relé e verifique o ajuste do elemento de sobrecorrente 50P1P do Enrolamento 1.

Etapa 2. Execute o comando **TARGET 2**. O Relé SEL-587 exibe agora o estado de vários elementos de sobrecorrente do Enrolamento 1 nos LEDs do painel frontal e display LCD, conforme mostrado abaixo. Quando estiver testando os ajustes de pickup do elemento de sobrecorrente temporizado, use o comando **TARGET 1** para visualizar o estado dos elementos 51P1P, 51N1P e 51Q1P. Consulte a Tabela 6.6 para mais informações sobre o comando **TARGET**.

Etiqueta de Sinalização	EN	87	50	51	A	B	C	N
TARGET 2 indica:	• 50P1P	• 50Q1P	• 50N1P	• 50P1T	• 50Q1T	• 50N1T	• 50P1H	• 50N1H

Etapa 3. Conecte uma fonte de corrente monofásica aos terminais 101 e 102, IAW1.

Etapa 4. Ligue a fonte de corrente de teste e lentamente aumente a magnitude da corrente aplicada até que o elemento 50P1P atue, fazendo com que o LED EN (50P1P) acenda. Observe a magnitude da corrente aplicada. Ela deve ser igual ao ajuste de 50P1P.

Elemento de Sobrecorrente Temporizado Residual: 51N1T

Nota: As etapas adotadas no exemplo para o teste do tempo de operação do elemento de sobrecorrente temporizado residual 51N1T do Enrolamento 1 podem ser aplicadas para testar os elementos de sobrecorrente temporizados 51P1T e 51Q1T do Enrolamento 1.

Etapa 1: Execute o comando **SHOW** e verifique os ajustes do relé para o elemento de sobrecorrente temporizado residual. Os ajustes de interesse são: 51N1P, 51N1C, 51N1TD, 51N1RS e 51N1TC.

Etapa 2: Usando o comando **SET L**, ajuste $OUT1 = 51N1T$. Conecte **OUT1** a um temporizador externo. Configure o temporizador para partir quando da aplicação de corrente e parar quando da operação do contato **OUT1**. Observe que qualquer um dos quatro contatos de saída, **OUT1** a **OUT4**, pode ser usado nesse teste.

Etapa 3: Conecte uma fonte de corrente monofásica aos terminais 101 e 102, IAW1.

Etapa 4: Calcule o tempo de operação esperado (tp) do elemento. Use os ajustes do elemento e as equações do tempo de operação mostradas na **Seção 3** do Manual do Relé SEL-587: **“Relay Elements”**. TD é o ajuste do dial de tempo, 51N1TD, e M é o múltiplo da corrente de pickup aplicada.

Por exemplo, se $51N1P = 2,2$ A, $51N1C = U3$ e $51N1TD = 4,0$, nós podemos usar a equação abaixo para calcular o tempo de operação esperado para $M = 3$ (corrente aplicada igual $M \cdot 51N1P = 6,6$ A):

$$tp = TD \cdot \left[0,0963 + \frac{3,88}{M^2 - 1} \right]$$

$$tp = 2,33 \text{segundos}$$

Etapa 5: Ajuste a fonte de corrente para fornecer $M \cdot 51N1P$ amperes e ligue-a. O temporizador deve partir. Quando o elemento de sobrecorrente atuar, OUT1 deve fechar, parando o temporizador. O tempo registrado deve ser aproximadamente igual ao tempo que você calculou na Etapa 4.

Nota: Se a emulação para reset do disco de indução do elemento de sobrecorrente temporizado estiver habilitada (51N1RS, 51P1RS ou 51Q1RS = Y), o elemento que está sendo testado pode levar algum tempo para resetar completamente. Se o elemento não estiver totalmente resetado quando você efetuar um segundo teste, o tempo de trip será menor do que o esperado. Para resetar um elemento antes de efetuar testes adicionais, execute o comando **RESET** na porta serial do relé ou o comando **EL** sob o botão de pressão MAINT no painel frontal do relé.

Teste de Pickup do Elemento de Sobrecorrente do Enrolamento 2: 50P2P, 50P2H, 50Q2P, 50N2P, 50N2H, 51P2P, 51Q2P e 51N2P

Nota: Para testar os elementos do Enrolamento 2, use o mesmo procedimento descrito para os elementos do Enrolamento 1, substituindo os ajustes e sinalizações apropriados para o Enrolamento 2.

Teste de Pickup do Elemento Diferencial: 87U, 87R

Nota: Este exemplo testa o elemento diferencial sem restrição 87U (elemento instantâneo). Use o mesmo procedimento para testar o elemento diferencial com restrição 87R. Quando estiver testando o elemento 87R, monitore 87R com o comando **TARGET 5** e use o ajuste O87P para calcular o valor de pickup.

Etapa 1. Execute o comando **SHOW** via painel frontal ou porta serial do relé e verifique o ajuste do elemento de corrente de operação instantânea sem restrição (U87P).

Etapa 2. Calcule o valor de pickup estimado para o elemento 87U multiplicando o ajuste U87P pelo ajuste TAP1 e pela constante de compensação A mostrada na tabela 8.1. Os ajustes TRCON e CTCON determinam as constantes A e B para os cálculos.

Para RZS = Y, o relé subtrai a corrente de seqüência-zero da corrente aplicada.

Para testes monofásicos:

$$I0 = \frac{1}{3}(Ia + Ib + Ic)$$

Se $Ib = 0$ e $Ic = 0$, então

$$I0 = \frac{1}{3}(Ia)$$

Então, para testes monofásicos, a corrente de teste aplicada deve ser aumentada para compensar a corrente de seqüência-zero subtraída.

Tabela 8.1: Constantes de Compensação para Teste

Ajuste TRCON	Ajuste CTCON	A RZS = Y	A RZS = N	B RZS = Y	B RZS = N
YY*	YY	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$
YDAC	YY	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	1,5	1
YDAB	YY	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	1,5	1
DABY	YY	1,5	1	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$
DACY	YY	1,5	1	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$
Todas as outras conexões		1,5	1	1,5	1

*ajuste de RZS oculto se TRCON = YY.

Etapa 3. Execute o comando **TARGET 5**. O Relé SEL-587 exhibe agora o estado de vários elementos diferenciais no painel frontal, conforme mostrado a seguir:

Etiqueta de Sinalização	EN	87	50	51	A	B	C	N
TARGET 5 indica:	• 87U1	• 87U2	• 87U3	• 87U	• 87R1	• 87R2	• 87R3	• 87R

Etapa 4. Conecte uma fonte de corrente monofásica aos terminais 101 e 102, IAW1.

Etapa 5: Ligue a fonte de corrente de teste e lentamente aumente a magnitude da corrente aplicada até que o elemento 87U atue, fazendo com que o LED 51 (87U) acenda. O LED se acende quando a corrente aplicada for igual ao valor calculado na Etapa 2.

Teste da Inclinação (“Slope”) do Elemento Diferencial com Restrição: Ajustes SLP1 e SLP2

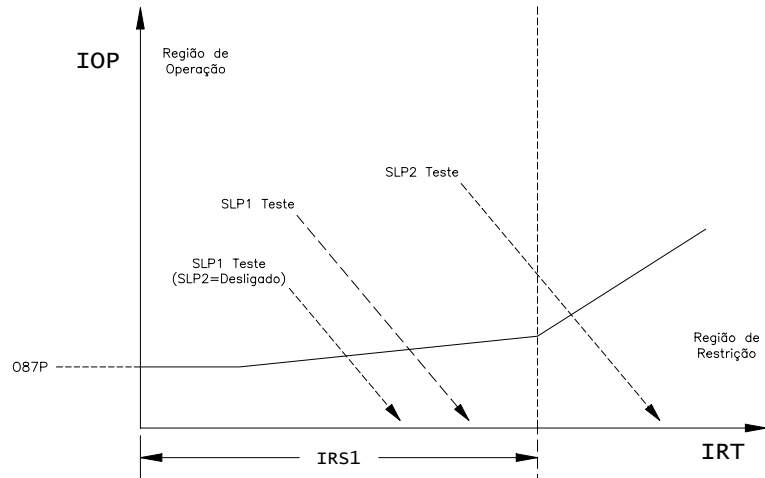


Figura 8.2: Teste da Inclinação (“Slope”) e Característica do Diferencial com Restrição Percentual

Porcentagem da Inclinação (“Slope”) de Restrição 1: Ajuste SLP1

- Etapa 1.** Execute o comando **SHOW** via painel frontal ou porta serial do relé e verifique o ajuste da Porcentagem da Inclinação de Restrição 1 (SLP1), o ajuste TAP1, o ajuste TAP2 e o ajuste do limite da corrente de restrição da inclinação 1 (IRS1).
- Etapa 2.** Execute o comando **TARGET 5**. O Relé SEL-587 exibe agora o estado de vários elementos diferenciais no painel frontal, conforme mostrado a seguir:

Etiqueta de Sinalização	EN	87	50	51	A	B	C	N
TARGET 5 indica:	• 87U1	• 87U2	• 87U3	• 87U	• 87R1	• 87R2	• 87R3	• 87R

- Etapa 3.** Conecte a fonte de corrente à entrada IAW1, polaridade no terminal 101 e não polaridade no terminal 102. Conecte uma segunda fonte de corrente à entrada IAW2, polaridade no terminal 107 e não polaridade no terminal 108.
- Etapa 4.** Calcule a corrente na entrada do Enrolamento 1 para o teste:

$$IAW1 = 0,8 \cdot IRS1 \cdot \left[1 + \frac{SLP1}{200} \right] \cdot TAP1 \cdot A$$

Esse cálculo faz com que o teste corte a característica diferencial em 80% do ajuste de IRS1. Ver Figura 8.2.

Se SLP2 = OFF (desligado), use a seguinte equação:

$$IAW1 = 2 \cdot O87P \cdot \left[\frac{100}{SLP1} + \frac{1}{2} \right] \cdot TAP1 \cdot A$$

Esse cálculo faz com que o teste corte a característica diferencial bem acima do ponto de interseção do ajuste 087P e SLP1. Ver Figura 8.2.

SLP1, IRS1, O87P e TAP1 são ajustes do relé e A é a constante de conexão mostrada na Tabela 8.1.

Etapa 5: Ligue a fonte de corrente de teste conectada à entrada do Enrolamento 1 (IAW1) com o valor de corrente igual ao calculado na Etapa 4. O LED A (87R1) vai acender logo que a corrente for aplicada à entrada do Enrolamento 1.

Etapa 6: Calcule a corrente estimada na entrada do Enrolamento 2 (IAW2) no valor limite de SLP1.

$$IAW2 = 0,8 \cdot IRS1 \cdot \left[1 - \frac{SLP1}{200} \right] \cdot TAP2 \cdot B$$

Se SLP2 = OFF, use a seguinte equação:

$$IAW2 = 2 \cdot O87P \cdot \left[\frac{100}{SLP1} - \frac{1}{2} \right] \cdot TAP2 \cdot B$$

SLP1, IRS1, O87P e TAP2 são ajustes do relé e B é a constante de conexão mostrada na Tabela 8.1.

Etapa 7: Ligue a fonte de corrente de teste conectada à entrada do Enrolamento 2 (IAW2) 180° defasada em relação à IAW1. Lentamente aumente a magnitude da corrente aplicada à entrada do Enrolamento 2 até que o elemento 87R1 resete, fazendo com que o LED A (87R1) apague completamente. Observe o valor da corrente aplicada à entrada do Enrolamento 2. Esse valor deve ser igual a corrente calculada na Etapa 6, $\pm 5\%$.

Nota: IRS1 deve ser maior do que $\frac{100}{0,8 \cdot SLP1} \cdot O87P$ se SLP2 não estiver ajustado em OFF.

Porcentagem da Inclinação (“Slope”) de Restrição 2: Ajuste SLP2

- Etapa 1.** Execute o comando **SHOW** via painel frontal ou porta serial do relé e verifique os seguintes ajustes: Porcentagem da Inclinação de Restrição 2 (SLP2), TAP1, TAP2 e Limite da Corrente de Restrição da Inclinação 1 (IRS1).
- Etapa 2.** Execute o comando **TARGET 5**. O Relé SEL-587 exibe agora o estado de vários elementos diferenciais no display do painel frontal.
- Etapa 3.** Conecte a fonte de corrente à entrada IAW1, polaridade no terminal 101 e não polaridade no terminal 102. Conecte uma segunda fonte de corrente à entrada IAW2, polaridade no terminal 107 e não polaridade no terminal 108.
- Etapa 4.** Calcule a corrente na entrada do Enrolamento 1 para o teste:

$$IAW1 = 1,2 \cdot IRS1 \cdot \left[1 + \frac{SLP1 + 0,2 \cdot SLP2}{1,2 \cdot 200} \right] \cdot TAP1 \cdot A$$

Esse cálculo faz com que o teste corte a característica diferencial em 120% do ajuste de IRS1. Ver Figura 8.2.

IRS1, SLP1, SIP2 e TAP1 são ajustes do relé e A é a constante de compensação mostrada na Tabela 8.1.

- Etapa 5:** Ligue a fonte de corrente de teste conectada à entrada do Enrolamento 1 (IAW1) com o valor de corrente igual ao calculado na Etapa 4. O LED A (87R1) vai acender logo que a corrente for aplicada à entrada do Enrolamento 1.
- Etapa 6:** Calcule a corrente estimada na entrada do Enrolamento 2 (IAW2) no valor limite de SLP2.

$$IAW2 = 1,2 \cdot IRS1 \cdot \left[1 - \frac{SLP1 + 0,2 \cdot SLP2}{1,2 \cdot 200} \right] \cdot TAP2 \cdot B$$

SLP1, SLP2, IRS1 e TAP2 são ajustes do relé e B é a constante de compensação mostrada na Tabela 8.1.

- Etapa 7:** Ligue a fonte de corrente de teste conectada à entrada do Enrolamento 2 (IAW2) 180° defasada em relação à IAW1. Lentamente aumente a magnitude da corrente aplicada à entrada do Enrolamento 2 até que o elemento 87R1 resete, fazendo com que o LED A (87R1) apague completamente. Observe o valor da corrente aplicada à entrada do Enrolamento 2. Esse valor deve ser igual a corrente calculada na Etapa 6, $\pm 5\%$.

Teste da Função de Restrição por Harmônicas: Ajustes PCT2 e PCT4 (HRSTR = Y)

- Nota:** Esse teste requer uma fonte de corrente capaz de gerar correntes de segunda e quarta harmônicas. Este exemplo testa a função de restrição por segunda-harmônica. Use o mesmo procedimento para testar a função de restrição por quarta-harmônica.

- Etapa 1.** Execute o comando **SHOW** via painel frontal ou porta serial do relé e verifique a Porcentagem de Restrição por Segunda-Harmônica (PCT2).
- Etapa 2.** Execute o comando **TARGET 5**. O Relé SEL-587 exibe agora o estado de vários elementos diferenciais nos LEDs do painel frontal e display LCD, conforme indicado a seguir:

Etiqueta de Sinalização	EN	87	50	51	A	B	C	N
TARGET 5 indica:	• 87U1	• 87U2	• 87U3	• 87U	• 87R1	• 87R2	• 87R3	• 87R

- Etapa 3.** Conecte a fonte de corrente à entrada IAW1, terminais 101 e 102. Conecte uma segunda fonte de corrente, em paralelo com a primeira fonte, à entrada IAW1, terminais 101 e 102.
- Etapa 4.** Ligue a primeira fonte de corrente de teste conectada à entrada do Enrolamento 1 (IAW1) com uma corrente igual ao valor de ajuste de TAP1 multiplicado pela constante de compensação A mostrada na Tabela 8.1. O LED N (87R) vai acender logo que a corrente for aplicada ao relé.
- Etapa 5:** O teste a seguir aplica a injeção de uma harmônica de cada vez, isto é, somente a segunda ou a quarta harmônica, e não ambas. Ajuste HRSTR = Y (Relé SEL-587-1). Ajuste a segunda fonte de corrente para corrente de segunda-harmônica (120Hz para NFREQ = 60 e 100Hz para NFREQ = 50). Ligue a segunda fonte de corrente de teste conectada à entrada do Enrolamento 1 (IAW1). Começando com zero de corrente, lentamente aumente a magnitude da corrente aplicada até que o elemento 87R resete, fazendo com que o LED N (87R) apague completamente. Observe o valor da corrente aplicada pela segunda fonte de teste. Calcule a porcentagem do valor de harmônica para uma inclinação com a seguinte equação ($\pm 5\% \pm 0,10$ A (relé de 5 A) ou $\pm 5\% \pm 0,02$ A (relé de 1 A)):

$$IIF2 = [IOP1 - IRT1 \cdot f(SLP)] \cdot \frac{PCT2}{100}$$

$$\text{e \% de harmônica} = \frac{IIF2}{IOP1} \cdot 100(\%)$$

Para condições de inrush, a corrente é normalmente aplicada a um lado do transformador, e a equação é simplificada, conforme:

$$\% \text{ de harmônica} = PCT2 \left(1 - \frac{SLP1}{200} \right)$$

Por exemplo, SLP1 = 50 %, PCT2 = 20 %.

$$\% \text{ de harmônica} = 20 \left(1 - \frac{50}{200} \right) = 15\%$$

Para valores referentes à segunda inclinação, use a seguinte equação:

$$\% \text{ de harmônica} = \left(\frac{PCT2}{200} \right) \cdot \left(200 - SLP2 - \frac{IRS1}{IRT} (SLP1 - SLP2) \right)$$

Por exemplo, inclinação 1 = 25%, inclinação 2 = 60%, PCT2 = 20%, IRS1 = 3 e escolha IRT = 6.

$$\% \text{ de harmônica} = \left(\frac{20}{200} \right) \cdot \left(200 - 60 - \frac{3}{6} (25 - 60) \right) = 15,75\%$$

Nota: As segunda e quarta harmônicas são combinadas para formar o valor de restrição.

Teste da Função de Bloqueio por Harmônicas: Ajustes PCT2, PCT4 e PCT5 (HRSTR = N)

Nota: Esse teste requer uma fonte de corrente capaz de gerar correntes de segunda, quarta e quinta harmônicas. Este exemplo testa a função de bloqueio **por** segunda-harmônica. Use o mesmo procedimento para testar a função de bloqueio **por** quarta e quinta harmônicas.

Etapa 1. Execute o comando **SHOW** via painel frontal ou porta serial do relé e verifique a Porcentagem de Bloqueio por Segunda Harmônica (PCT2).

Etapa 2. Execute o comando **TARGET 5**. O Relé SEL-587 exibe agora o estado de vários elementos diferenciais nos LEDs do painel frontal e display LCD, conforme indicado a seguir:

Etiqueta de Sinalização	EN	87	50	51	A	B	C	N
TARGET 5 indica:	•	•	•	•	•	•	•	•
	87U1	87U2	87U3	87U	87R1	87R2	87R3	87R

Etapa 3. Conecte a fonte de corrente à entrada IAW1, terminais 101 e 102. Conecte uma segunda fonte de corrente, em paralelo com a primeira fonte, à entrada IAW1, terminais 101 e 102.

Etapa 4. Ligue a primeira fonte de corrente de teste conectada à entrada do Enrolamento 1 (IAW1) com uma corrente igual ao valor de ajuste de TAP1 multiplicado pela

constante de compensação A mostrada na Tabela 8.1. O LED N (87R) vai acender logo que a corrente for aplicada ao relé.

Etapa 5: Ajuste HRSTR = N (Relé SEL-587-1). Ajuste a segunda fonte de corrente para corrente de segunda-harmônica (120Hz para NFREQ = 60 e 100Hz para NFREQ = 50). Ligue a segunda fonte de corrente de teste conectada à entrada do Enrolamento 1 (IAW1). Começando com zero de corrente, lentamente aumente a magnitude da corrente aplicada até que o elemento 87R resete, fazendo com que o LED N (87R) apague completamente. Observe o valor da corrente na segunda fonte de teste. Efetue a divisão do valor da corrente da segunda fonte pelo valor da corrente da primeira fonte, e em seguida multiplique o resultado da divisão por 100; isso deve resultar num valor igual ao ajuste de PCT2, $\pm 5\% \pm 0,10$ A (relé de 5 A) ou $\pm 5\% \pm 0,02$ A (relé de 1 A):

$$PCT2 = \frac{IAW1(\text{segunda} - \text{harmônica})}{IAW1(\text{fundamental})} \cdot 100$$

AUTODIAGNOSES DO RELÉ

O relé executa uma variedade de autodiagnoses. O relé efetua as seguintes ações corretivas para condições fora da tolerância (ver Tabela 8.2):

- Proteção Desabilitada: O relé desabilita os elementos de sobrecorrente e a lógica de abertura / fechamento. Todos os contatos de saída são desenergizados. O LED EN do painel frontal é apagado.
- Saída ALARM: O contato de saída ALARM sinaliza uma condição de alarme indo para seu estado desenergizado. Se o contato de saída ALARM for um contato tipo B (normalmente fechado), ele fecha para uma condição de alarme ou se o relé for desenergizado. Se o contato de saída ALARM for um contato tipo A (normalmente aberto), ele abre para uma condição de alarme ou se o relé for desenergizado. A sinalização de condição de alarme pode ser através de pulsos de cinco segundos (Pulso – “Pulsed”) ou permanente (Selada – “Latched”).
- O relé gera automaticamente relatórios de STATUS na porta serial para avisos e falhas.
- O relé exibe mensagens de falhas no display do LCD do relé para falhas.

Use o comando **STATUS** da porta serial ou o botão de pressão STATUS no painel frontal para visualizar o status das autodiagnoses do relé.

Tabela 8.2: Autodiagnoses do Relé

Autodiagnose	Condição	Limites	Proteção Desabilitada	Saída ALARM	Descrição
IA, IB, IC, IN Offset	Aviso	30mV	Não	Pulso	Mede o offset dc de cada canal de entrada de corrente a cada 0,2 segundos.
Master Offset	Aviso	20mV	Não	Pulso	Mede o offset dc na A/D a cada 0,2 segundos.
+5V PS	Falha	30mV	Sim	Selada	Mede a alimentação de +5 volts a cada 0,2 segundos.
	Aviso	+4,75 V +5,25 V	Não	Pulso	
±5V REG	Falha	+4,70 V +5,50 V	Sim	Selada	Mede a alimentação de 5 volts regulada a cada 0,2 segundos.
	Aviso	±4,65 V ±5,35 V	Não	Pulso	
±10V PS	Falha	±8,00 V ±12,00 V	Sim	Selada	Mede a alimentação de 10 volts a cada 0,2 segundos.
	Aviso	±9,00 V ±11,00 V	Não	Pulsed	
VBAT	Falha	+2,10 V +6,00 V	Não	Pulso	Mede a bateria do relógio de Tempo Real a cada 0,2 segundos.
	Aviso	+2,25 V +5,00 V	Não	Pulso	
TEMP	Falha	-50°C +100°C	Sim	Selada	Mede a temperatura da referência de tensão A/D a cada 0,2 segundos.
	Aviso	-40°C +85°C	Não		
RAM	Falha		Sim	Selada	Executa um teste “read/write” no sistema da RAM a cada 60 segundos.
ROM	Falha	checksum	Sim	Selada	Executa um teste de “checksum” na memória dos programas do relé a cada 0,2 segundos.

Autodiagnose	Condição	Limites	Proteção Desabilitada	Saída ALARM	Descrição
CR_RAM	Falha	checksum	Sim	Selada	Executa um teste de “checksum” na cópia ativa dos ajustes do relé a cada 0,2 segundos.
EEPROM	Falha	checksum	Sim	Selada	Executa um teste de “checksum” na cópia não volátil dos ajustes do relé a cada 0,2 segundos.
As autodiagnoses seguintes são executadas por um circuito dedicado no microprocessador e na placa principal do Relé SEL-587. Falhas nesses testes desligam o microprocessador e não são mostradas no relatório de STATUS.					
Cristal do Microprocessador	Falha		Sim	Selada	O relé monitora o cristal do microprocessador. Se o cristal falhar, o relé exibe “CLOCK STOPPED” no display LCD. O teste é efetuado continuamente.
Microprocessador	Falha		Sim	Selada	O microprocessador examina cada instrução, acesso à memória e interrupção dos programas. O relé exibe “VECTOR nn” no LCD quando da detecção de uma instrução inválida, acesso à memória ou interrupção espúria. O teste é efetuado continuamente.
+5V PS Sub/Sobre Tensão	Aviso	+4,65 V +5,95 V	Sim	Selada	Um circuito na placa principal do SEL-587 monitora a alimentação de 5 volts. Na detecção de uma falha, o circuito força o microprocessador a resetar.

SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DO RELÉ

Procedimentos de Inspeção

Execute por completo os seguintes procedimentos antes de retirar o relé de serviço. Após ter terminado a inspeção, dê início aos *Procedimentos para a Solução de Problemas*.

1. Meça e registre a tensão de alimentação nos terminais de entrada de alimentação.
2. Verifique visualmente se a fonte de alimentação está ligada. Não desligue o relé.

3. Meça e registre a tensão em todas as entradas de controle.
4. Meça e registre o estado de todos os relés de saída.

Procedimentos para a Solução de Problemas

Todos os LEDs do Painel Frontal Estão Apagados

1. Não existe fonte de alimentação na entrada ou o fusível está rompido.
2. Falha na autodiagnose.

Os Caracteres Não Podem Ser Visualizados na Tela do LCD do Relé

1. O relé está desenergizado. Verifique visualmente se o contato ALARM está fechado.
2. O contraste do LCD está desajustado. Siga as etapas abaixo para ajustar o contraste.
 - a) Remova o painel frontal do relé, retirando os três parafusos existentes.
 - b) Pressione qualquer botão do painel frontal. O relé deve ligar a iluminação de fundo do LCD.
 - c) Localize o potenciômetro de ajuste do contraste que está adjacente ao LED EN.
 - d) Use uma chave de fendas pequena para ajustar o potenciômetro.
 - e) Recoloque o painel frontal do relé.

O Relé Não Responde aos Comandos Efetuados a Partir dos Dispositivos Conectados à Porta Serial.

1. O equipamento de comunicação não está conectado ao relé.
2. O relé ou o equipamento de comunicação está com taxas de transmissão incorretas ou um outro parâmetro de comunicação está incompatível, incluindo erro de cablagem.
3. A porta serial do relé recebeu um comando XOFF, interrompendo a comunicação. Digite <CTRL>Q para enviar um comando XON ao relé e reiniciar a comunicação.

O Relé Não Responde às Faltas

1. O relé está ajustado incorretamente.
2. Os ajustes das fontes de teste estão incorretos.
3. Existe erro na fiação de entrada do TC.
4. A fiação das entradas analógicas entre o secundário do transformador e a placa principal está com mau contato ou com defeito.
5. A autodiagnose do relé está com defeito.

CALIBRAÇÃO DO RELÉ

O Relé SEL-587 é calibrado na fábrica. Se você suspeitar que o relé está descalibrado, por favor, contate a fábrica.

ASSISTÊNCIA DA FÁBRICA

Os funcionários e proprietários da Schweitzer Engineering Laboratories dedicam-se a tornar o sistema elétrico de potência mais seguro, mais confiável e mais econômico.

Agradecemos seu interesse pelos produtos SEL e nos comprometemos a garantir sua satisfação. Em caso de dúvidas, por favor entre em contato com:

Schweitzer Engineering Laboratories
2350 NE Hopkins Court
Pullman, WA USA 99163-5603
Tel: (509) 332-1890
Fax: (509) 332-7990

Oferecemos serviço rápido, cortês e profissional.

Gostaríamos de receber comentários e sugestões sobre novos produtos, ou melhoria nos produtos, que possam nos ajudar a tornar o seu serviço mais fácil.