



Testes dos Elementos Diferenciais do Relé SEL-487E

George Alexander, David Costello, Brad Heilman e Jason Young

INTRODUÇÃO

Este guia de aplicação descreve as diferenças entre o Relé de Proteção de Transformadores SEL-387 e o Relé de Proteção de Transformadores SEL-487E. O guia também descreve um método para testes dos elementos diferenciais usando uma corrente monofásica.

CÁLCULO DA CORRENTE DE RESTRIÇÃO

No SEL-387, a grandeza de restrição, IRT, é a soma das magnitudes das grandezas dos enrolamentos compensados dividida por dois.

$$IRT_{387} = 0.5 \cdot (|IAW1C| + |IAW2C|) \quad (1)$$

onde:

IAW_nC representa as grandezas dos enrolamentos compensados em “por unidade” (pu).

No SEL-487E e no Relé de Proteção de Transformadores SEL-787, a grandeza de restrição é a soma das magnitudes das grandezas dos enrolamentos compensados.

$$IRT_{487E} = (|IAW1C| + |IAW2C|) \quad (2)$$

Logo, para a mesma corrente aplicada, ajustes dos taps, e ajustes de compensação do ângulo, a magnitude da restrição no SEL-487E é duas vezes a do SEL-387. Para obter a mesma restrição efetiva nos dois relés, o ajuste da inclinação (“slope”) da restrição porcentual do SEL-487E é metade do mesmo ajuste no SEL-387. Por exemplo, um ajuste da inclinação de restrição de 50% no SEL-387 é idêntico ao ajuste da inclinação de restrição de 25% no SEL-487E.

CARACTERÍSTICA DA INCLINAÇÃO (“SLOPE”) DE RESTRIÇÃO ADAPTATIVA

No SEL-387, no Relé Diferencial de Transformadores SEL-587, e no SEL-787, a característica de inclinação (“slope”) dual é implementada conforme mostrado na Figura 1. O valor limite mínimo de operação é definido pelo ajuste de O87P. Quando a magnitude da grandeza de restrição for maior do que IRS0 e menor do que IRS1, o relé opera baseado no ajuste da Inclinação 1 (“Slope 1”). Quando a magnitude da grandeza de restrição for maior do que o ajuste de IRS1, a característica de operação muda da Inclinação 1 (“Slope 1”) para a Inclinação 2 (“Slope 2”).

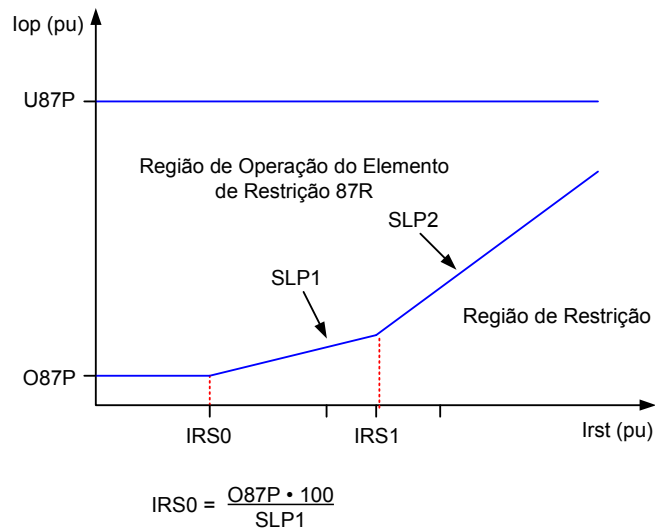


Figura 1 Característica de Inclinação Dual do SEL-387, SEL-587 e SEL-787

Ao testar o ajuste de O87P no SEL-387, a grandeza de restrição, Irst, tem que ser menor do que o valor de IRS0, conforme mostrado na Figura 1. IRS0 não é um ajuste, mas é definido pela intersecção de O87P e ajuste do percentual da Inclinação 1, SLP1. Para testar o ajuste da restrição da Inclinação 1, a corrente de restrição tem que ser maior do que IRS0 e menor do que IRS1. Para testar o ajuste da restrição da Inclinação 2, a corrente de restrição tem que ser maior do que IRS1. Observe que a característica da Inclinação 2 não passa pela origem.

O SEL-487E usa a Inclinação 1 ou a Inclinação 2, chaveando dinamicamente entre as duas inclinações de acordo com a lógica de detecção de falta. Ambas as características de inclinação passam pela origem, conforme mostrado na Figura 2.

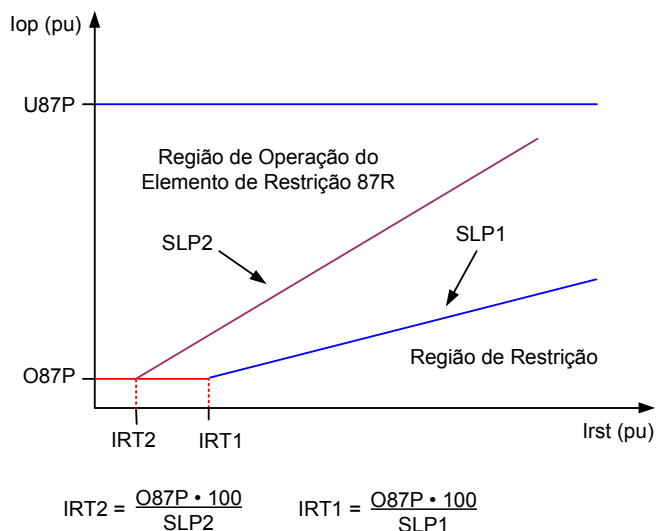


Figura 2 Característica de Inclinação Adaptativa do SEL-487E

A lógica que chaveia entre a Inclinação 1 e a Inclinação 2 é discutida subsequentemente, porém ela não é baseada somente na magnitude da corrente de restrição. A característica de inclinação adaptativa do SEL-487E está mostrada na Figura 2. A área entre SLP1 e SLP2 é uma região de operação se o relé estiver usando a Inclinação 1 e uma região de restrição se o relé estiver usando a Inclinação 2.

LÓGICA DE SELEÇÃO DA INCLINAÇÃO (“SLOPE”) DO SEL-487E

O objetivo deste guia de aplicação não é descrever em detalhes a lógica usada no SEL-487E para selecionar a Inclinação 1 ou a Inclinação 2. A Inclinação 1 é usada para condições normais de operação e para a maioria das faltas internas. A Inclinação 2 é um modo de alta segurança usado para a maioria das faltas externas e algumas faltas internas. O SEL-487E possui uma lógica para detecção de faltas internas e externas que é usada para selecionar a Inclinação 1 ou a Inclinação 2. A lógica de detecção de faltas internas também é usada para supervisionar os elementos diferenciais.

Quando as saídas da lógica de detecção de faltas externas (CONA, CONB ou CONC) são ativadas, o SEL-487E chaveia para a alta segurança da Inclinação 2 para os respectivos elementos diferenciais de fase. Sempre que estas saídas de detecção de faltas externas forem desativadas, o SEL-487E usa a Inclinação 1. A lógica de detecção de faltas externas é baseada na comparação da mudança na grandeza de operação (IOPRAR) e grandeza de restrição (IRTRA). Se o relé detectar uma alteração na grandeza de restrição sem uma mudança correspondente na grandeza de operação, a falta é declarada externa e a respectiva CON (ϕ) é ativada.

Quando as saídas da lógica de detecção de faltas internas (IFLTA, IFLTB ou IFLTC) são ativadas, os respectivos elementos diferenciais de fase são autorizados para operar. Se as saídas de detecção de faltas internas forem desativadas, os elementos diferenciais são bloqueados e não podem operar. Ver Figura 3.

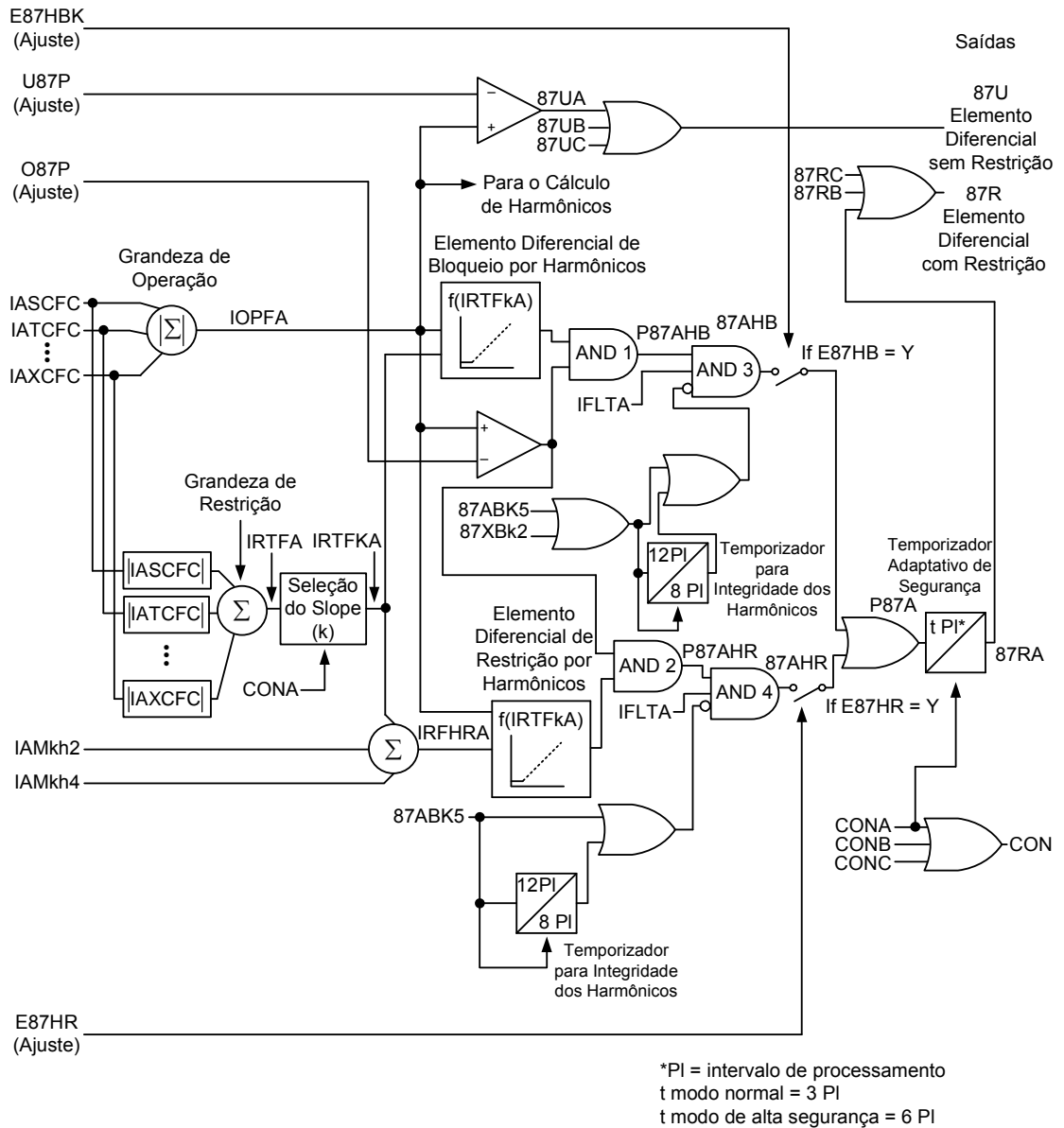


Figura 3 Elemento Diferencial da Fase-A Filtrado

Observe que a saída IFLT(ϕ) não é ativada continuamente. O Temporizador G da Figura 4 produz uma saída para 64 intervalos de processamento (2 ciclos). Após 2 ciclos, o sinal de IFLT(ϕ) é desativado por 0.5 ciclo antes de ser ativado por outros 2 ciclos. 87R(ϕ) será desativada sempre que IFLT(ϕ) for desativada, pois IFLT(ϕ) supervisiona a saída do respectivo diferencial de fase 87R(ϕ).

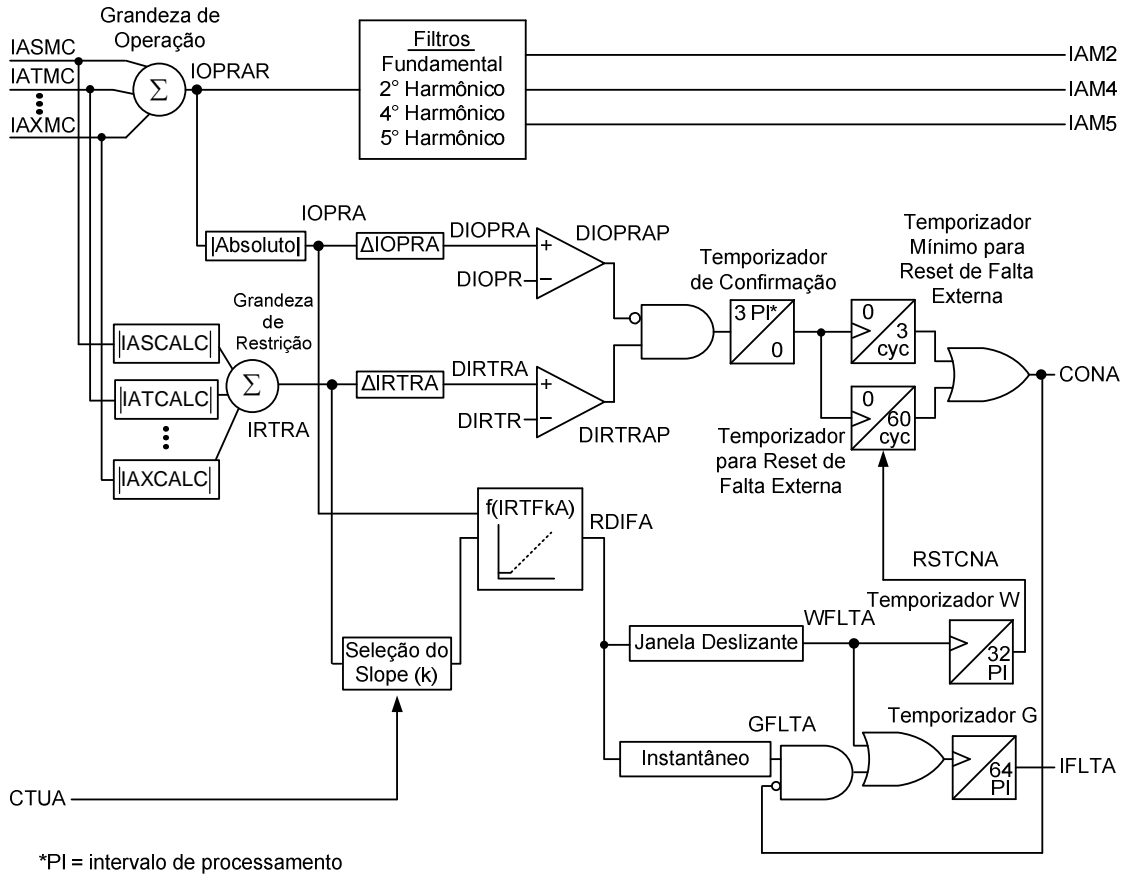


Figura 4 Lógica de Detecção de Faltas Internas e Externas da Fase-A

A Figura 5 mostra um gráfico dos sinais de uma falta interna na fase A. Observe que, embora 87RA seja desativado momentaneamente, o sinal de trip, TRPXFMR, é selado e não reseta. A janela de 2 ciclos é tempo suficiente para que o relé detecte a falta, emita um trip, e efetue o selo do sinal de trip.

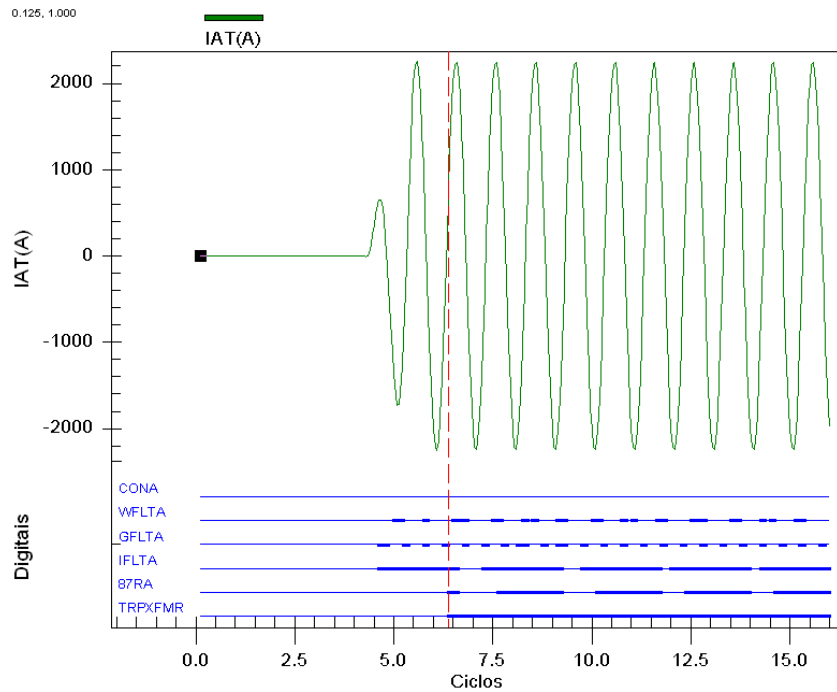


Figura 5 Dados do Evento do SEL-487E para uma Falta Interna

FILOSOFIA DOS TESTES

O relé diferencial SEL-487E pode incluir até cinco entradas de corrente trifásica. Embora seja possível injetar correntes em todos os enrolamentos simultaneamente, o teste proposto é executado em pares para simplificar os cálculos e os equipamentos de teste. Além disso, apenas uma corrente monofásica é injetada em cada um dos enrolamentos. Os procedimentos detalhados neste guia de aplicação permitem que os relés sejam testados com os ajustes de um relé em serviço. As entradas de corrente do SEL-487E são identificadas como S, T, U, W e X. Quaisquer dois desses enrolamentos podem ser usados no teste. Por conveniência, identificamos os enrolamentos de corrente como 1 e 2.

AJUSTES NECESSÁRIOS DO RELÉ

Os ajustes mostrados na Tabela 1 são necessários para calcular as correntes de teste do SEL-487E. Observe que se forem usados menos de cinco enrolamentos no cálculo do diferencial, os ajustes associados às correntes não utilizadas não são necessários.

Tabela 1 Ajustes do Relé Necessários para os Testes

ECTC TERM =	TAPS =
TSCTC =	TAPT =
TTCTC =	TAPU =
TUCTC =	TAPW =
TWCTC =	TAPX =
TXCTC =	DIOPR =
O87P =	DIRTR =
SLP1 =	87QP =
SLP2 =	SLPQ1 =
U87P =	

TESTE DO DIFERENCIAL DE FASE SEM RESTRIÇÃO (U87)

Somente uma corrente monofásica é injetada em uma entrada do enrolamento para testar o elemento diferencial sem restrição.

Step 1

Selecione um enrolamento e uma fase para o teste (S, T, U, W ou X).

Step 2

Calcule a corrente de pickup de U87.

$$IW1 = U87P \cdot TAP1 \cdot A \quad (3)$$

onde:

$IW1$ é a corrente de teste injetada no pickup do enrolamento selecionado (S, T, W, U ou X).

$U87P$ é o ajuste de pickup do diferencial sem restrição em múltiplos do TAP.

$TAP1$ é o ajuste do tap para o enrolamento que está sendo testado (TAPS, TAPT, TAPW, TAPU ou TAPX).

A é uma constante selecionada na Tabela 2. $TnCTC$ é o ajuste de compensação do enrolamento para o enrolamento de corrente que está sendo testado.

Tabela 2 Valores das Constantes A e B

Ajuste $TnCTC$	A (Enrolamento 1)	B (Enrolamento 2)
0	1	1
1, 3, 5, 7, 9, 11	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$
6, 12	1.5	1.5
2, 4, 8, 10	3.0	3.0

Step 3

Monitore o “Relay Word bit” 87UA, 87UB ou 87UC, dependendo da fase que está sendo testada.

Step 4

Inicie com uma corrente de 0 A, e aumente a corrente até que 87UA seja ativado. Este valor deve estar na faixa de $\pm 5\%$ do valor calculado.

Atenção: A corrente de teste resultante pode ser superior ao valor da característica nominal contínua do relé (três vezes a corrente nominal). Para correntes acima do valor nominal contínuo, o tempo máximo em segundos que a corrente de teste pode ser aplicada sem provocar danos pode ser aproximada através de (4).

$$T_{\max} = \frac{10000}{\left(\frac{I_{\text{test}}}{I_{\text{nom}}}\right)^2} \quad (4)$$

onde:

I_{test} é a corrente calculada em (3).

I_{nom} é a corrente nominal (1 ou 5 A).

TESTE DO PICKUP DO DIFERENCIAL DE FASE COM RESTRIÇÃO (O87)

Somente uma corrente monofásica é injetada em uma entrada do enrolamento para testar o elemento diferencial com restrição.

Step 1

Selecione um enrolamento e uma fase para o teste (S, T, U, W ou X).

Step 2

Calcule o pickup de 87Rn.

$$IW1 = O87P \cdot TAP1 \cdot A \quad (5)$$

onde:

$IW1$ é a corrente de teste injetada no pickup do enrolamento selecionado (S, T, W, U ou X).

$O87P$ é o ajuste de pickup do diferencial com restrição em pu do TAP.

TAP1 é o ajuste do tap para o enrolamento que está sendo testado (TAPS, TAPT, TAPW, TAPU ou TAPX).

A é uma constante selecionada na Tabela 2. Tn_{CTC} é a compensação do enrolamento para o enrolamento de corrente que está sendo testado.

Step 3

Monitore o “Relay Word bit” 87RA, 87RB ou 87RC, dependendo da fase que está sendo testada.

Step 4

Inicie com uma corrente de 0 A, e aumente a corrente até que 87RA seja ativado. Este valor deve estar na faixa de $\pm 5\%$ do valor calculado.

TESTE DA INCLINAÇÃO 1 (“SLOPE 1”)

O elemento diferencial porcentual é testado através da injeção de correntes monofásicas em duas entradas dos enrolamentos. As correntes são injetadas nos enrolamentos em pares. As duas correntes estarão em fase ou 180 graus fora de fase, dependendo dos ajustes de compensação do SEL-487E.

Step 1

Selecione uma magnitude da corrente de restrição. A corrente de restrição, IRT, tem que ser maior do que IRT1 na Figura 2, portanto o teste é baseado na Inclinação 1.

$$IRT_{min} = O87P \cdot \frac{100}{SLP1} \quad (6)$$

Step 2

Calcule as correntes do Enrolamento 1 e Enrolamento 2 para o teste. A corrente do Enrolamento 2 é fixa e a magnitude da corrente do Enrolamento 1 é variada para determinar o ponto de operação.

$$IW2 = 0.5 \cdot IRT_{test} \cdot \left(1 - \frac{SLP1}{100}\right) \cdot TAP2 \cdot B \quad (7)$$

onde:

IW2 é a corrente de teste do Enrolamento 2 para o enrolamento selecionado (S, T, W, U ou X).

IRT_{test} é o valor da IRT escolhida na Etapa 1 (“Step 1”).

SLP1 é o ajuste da Inclinação 1 (“Slope 1”).

TAP2 é o ajuste do tap do Enrolamento 2.

B é a constante determinada na Tabela 2.

O ângulo de IW2 será 0 grau ou 180 graus, conforme determinado na Tabela 3.

Tabela 3 Ângulo de IW2

$ T1CTC - T2CTC $	Ângulo de IW2
0, 1, 2, 10, 11, 12	0 grau
4, 5, 6, 7, 8	180 graus
3, 9	Ver Nota

Na Tabela 3, $|T1CTC - T2CTC|$ é a magnitude absoluta da diferença entre os dois ajustes de compensação dos enrolamentos.

Nota: Se $|T1CTC - T2CTC|$ for igual a 3 ou 9, as correntes de teste nos dois enrolamentos têm que ser injetadas em diferentes fases. Ver Tabela 4 para detalhes.

Tabela 4 Seleção dos Enrolamentos do Teste

$T1CTC - T2CTC$	IW1	IW2
-3 ou 9	Fase B a 180 graus	Fase A a 0 grau
3 ou -9	Fase B a 0 grau	Fase A a 0 grau

A magnitude de IW1 no ponto de operação é a seguinte:

$$IW1_{op} = 0.5 \cdot IRT_{test} \cdot \left(1 + \frac{SLP1}{100}\right) \cdot TAP1 \cdot A \quad (8)$$

onde:

IW1_{op} é a corrente de teste do Enrolamento 1 no ponto de operação.

IRT_{test} é o valor de IRT escolhido na Etapa 1 (“Step 1”).

SLP1 é o ajuste da Inclinação 1 (“Slope 1”).

TAP1 é o ajuste do tap do Enrolamento 1.

A é a constante determinada na Tabela 2.

O ângulo de IW1 é 180 graus.

Step 3

Para iniciar o teste, aplique o valor de IW2 calculado em (7) no Enrolamento 2 e o valor de $0.80 \cdot IW1$ calculado em (8) no Enrolamento 1.

Step 4

Aumente lentamente a magnitude de IW1 até que o elemento apropriado 87R_n seja ativado. A corrente IW1 deve ser $IW1_{op} \pm 5\%$. Conforme mostrado na Figura 5, o elemento 87R_n não permanecerá ativado.

Nota: É possível que, devido aos ajustes do relé, as correntes aplicadas inicialmente façam com que o relé chaveie para o modo de alta segurança (SLP2). Neste caso, as correntes têm que ser

aplicadas por, pelo menos, 1 segundo, antes de aumentar IW1. Verifique o status do “Relay Word bit” CON para confirmar se o modo de alta segurança foi selecionado.

TESTE DA INCLINAÇÃO 2 (“SLOPE 2”)

Para testar o ajuste de SLP2, é necessário forçar o SEL-487E para entrar no modo de alta segurança. O SEL-487E permanecerá no modo de alta segurança por um mínimo de 3 ciclos e um máximo de 60 ciclos. Como o relé não permanece no modo de alta segurança, o procedimento de teste é diferente do procedimento usado para SLP1. Isso não permite tempo suficiente para variar lentamente as correntes como no teste da Inclinação 1. Devido à natureza transitória do modo de alta segurança, usamos simulação de estado para este teste. Um procedimento de teste alternativo que não requer simulação de estado é apresentado no Apêndice A.

O teste completo consiste em duas partes; cada parte é composta por dois estados. O primeiro estado de cada teste faz com que o SEL-487E chaveie para o modo de alta segurança. O segundo estado testa a característica da Inclinação 2. O primeiro teste aplica uma falta acima da zona de operação de SLP1, mas abaixo da Inclinação 2. Esta é uma condição de não-trip para o período de tempo que o relé está no modo de alta segurança da Inclinação 2. Como o modo de alta segurança é transitório, o SEL-487E dá trip com uma temporização de aproximadamente 800 milissegundos. O segundo teste mostra que o relé dá trip baseado na característica de SLP2, sem temporização, aplicando as correntes do Estado 2 que estão acima da característica da Inclinação 2.

O relé seleciona o modo de alta segurança (SLP2) quando a mudança na corrente de restrição (IRT) for maior do que o ajuste DIRTR e a mudança no sinal de operação (IOP) for menor do que o ajuste DIOPR. O ajuste default para ambos DIOPR e DIRTR é de 1.2 pu do TAP. Observe que os sinais diferenciais de operação e restrição são calculados usando-se correntes instantâneas não filtradas, enquanto o diferencial real é calculado usando filtro dos sinais de 60 Hz. Isso resulta numa diferença de magnitude entre os sinais de $\sqrt{2}$. A região hachurada na Figura 6 representa as correntes que vão resultar no modo de alta segurança. Esta figura assume que não há corrente aplicada ao relé antes do teste. A área varia de acordo com os ajustes reais do relé (O87P, DIOPR, DIRTR, SLP1 e SLP2).

Nota: Este procedimento de teste é válido somente se O87P for menor do que DIOPR.

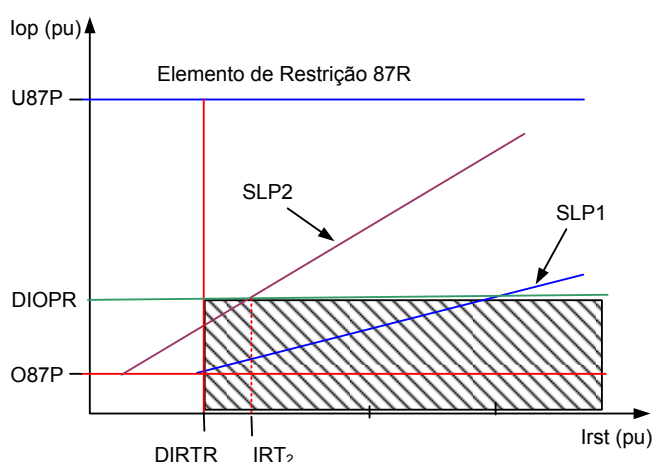


Figura 6 Região do Modo de Alta Segurança

Step 1

Para facilitar o teste, selecione um valor de IRT no meio de DIRTR e IRT₂.

$$IRT_{test1} = \frac{0.5}{\sqrt{2}} \cdot \left(DIRTR + \frac{DIOPR}{SLP2} \cdot 100 \right) \quad (9)$$

Step 2

Calcule as correntes do Enrolamento 1 e Enrolamento 2 para o Estado 1. As correntes do Estado 1 são as mesmas para o Teste 1 e Teste 2.

$$IW1 = 0.555 \cdot IRT_{test1} \cdot TAP1 \cdot A \quad (10)$$

onde:

IW1 é a corrente de teste do Enrolamento 1.

IRT_{test1} é o valor de IRT escolhido na Etapa 1 (“Step 1”).

TAP1 é o ajuste do tap do Enrolamento 1.

A é a constante determinada na Tabela 2.

O ângulo de IW1 é 180 graus. A magnitude de IW2 é a seguinte:

$$IW2 = 0.445 \cdot IRT_{test1} \cdot TAP2 \cdot B \quad (11)$$

onde:

IW2 é a corrente de teste do Enrolamento 1.

IRT_{test1} é o valor de IRT escolhido na Etapa 1 (“Step 1”).

TAP2 é o ajuste do tap do Enrolamento 2.

B é a constante determinada na Tabela 2.

O ângulo de IW2 é 0 grau ou 180 graus, conforme determinado na Tabela 3. Uma duração de 10 ciclos é sugerida para o Estado 1.

Step 3

Para o Teste 1, Estado 2, selecione um valor de IRT_{test2} para o teste do Estado 2. IRT_{test2} deve ser maior do que o seguinte:

$$IRT_{test2} > \frac{DIOPR}{\sqrt{2}} \cdot \frac{100}{SLP2} \quad (12)$$

As correntes dos enrolamentos para o teste são as seguintes:

$$IW1 = 0.5 \cdot IRT_{test2} \cdot \left(1 + \frac{0.95 \cdot SLP2}{100} \right) \cdot TAP1 \cdot A \quad (13)$$

$$IW2 = 0.5 \cdot IRT_{test2} \cdot \left(1 - \frac{0.95 \cdot SLP2}{100} \right) \cdot TAP2 \cdot B \quad (14)$$

Os ângulos são os mesmos do Estado 1. O diferencial não será ativado se as correntes de teste forem aplicadas por menos de 800 milissegundos. Uma duração de 10 ciclos é sugerida. O relé não deve dar trip mesmo que esta corrente esteja acima da característica de SLP1. Se a corrente for aplicada por mais de 1 segundo, CON vai resetar e o relé dará trip na Inclinação 1 (SLP1).

Step 4

Para o Teste 2, Estado 2:

$$IW1 = 0.5 \cdot IRT_{test2} \cdot \left(1 + \frac{1.05 \cdot SLP2}{100} \right) \cdot TAP1 \cdot A \quad (15)$$

$$IW2 = 0.5 \cdot IRT_{test2} \cdot \left(1 - \frac{1.05 \cdot SLP2}{100} \right) \cdot TAP2 \cdot B \quad (16)$$

Os ângulos são os mesmos do Estado 1. O relé deve dar trip imediatamente, pois esta corrente está acima da característica de SLP2.

Monitoramento da Operação do Relé Durante os Teste da Inclinação 2

O SEL-487E inclui três elementos diferenciais de corrente de fase separados, 87RA, 87RB e 87RC. Quando uma corrente monofásica é usada para testar o relé, cada um desses elementos diferenciais pode ver as correntes, dependendo dos ajustes do relé. É provável que mais de um elemento diferencial opere, e eles vão operar em níveis diferentes. A Figura 7 mostra a resposta do SEL-487E ao comando **MET DIF**.

Relay 1	Date: 02/02/2009 Time: 13:13:38.257				
Station A	Serial Number: 2008274315				
Operate Currents (per unit)			Restraint Currents (per unit)		
IOPA	IOPB	IOPC	IRTA	IRTB	IRTC
0.51	1.26	0.75	3.51	2.76	0.75

Figura 7 Resposta ao MET DIF do Exemplo

Neste exemplo, o elemento 87RA estava sendo testado; contudo, os elementos 87RB e 87RC operam antes de 87RA. A Figura 8 mostra o status dos "Relay Word bits" 87Rn para as correntes da Figura 7.

=>tar 87RA							
P87A	P87B	P87C	87RA	87RB	87RC	87R	*
0	1	1	0	1	1	1	0

Figura 8 Resposta ao TAR 87RA do Exemplo

A Figura 8 mostra que os elementos diferenciais 87RB e 87RC podem ser ativados quando o elemento 87RA estiver sendo testado. Como os elementos 87RB e 87RC podem ser ativados no teste de SLP2, o SEL-487E pode dar trip mesmo que 87RA não seja ativado. Como as correntes de teste são aplicadas por apenas 800 milissegundos, não é possível usar o comando **TAR** para monitorar o status do “Relay Word bit” 87RA. Contudo, é possível usar os relatórios de evento do SEL-487E ou o Registrador Sequencial de Eventos (“Sequential Events Recorder” – SER) para verificar o status dos elementos diferenciais e modo de alta segurança.

A Figura 9 é um gráfico do teste de SLP2 no qual 87RA não opera, embora o relé tenha dado trip porque 87RB e 87RC foram ativados durante o teste. Uma discussão adicional sobre o monitoramento dos elementos diferenciais durante o teste está incluída no Apêndice B.

A Figura 9 mostra a operação de CONA, que chaveia o elemento 87RA para o modo de alta segurança (SLP2). Como resultado, o “Relay Word bit” 87RA não é ativado. No entanto, como a mudança para o modo de alta segurança é efetuada numa base por diferencial (“per-differential”), 87RB e 87RC não mudam para o modo de alta segurança e são ativados durante o teste, provocando uma saída de trip.

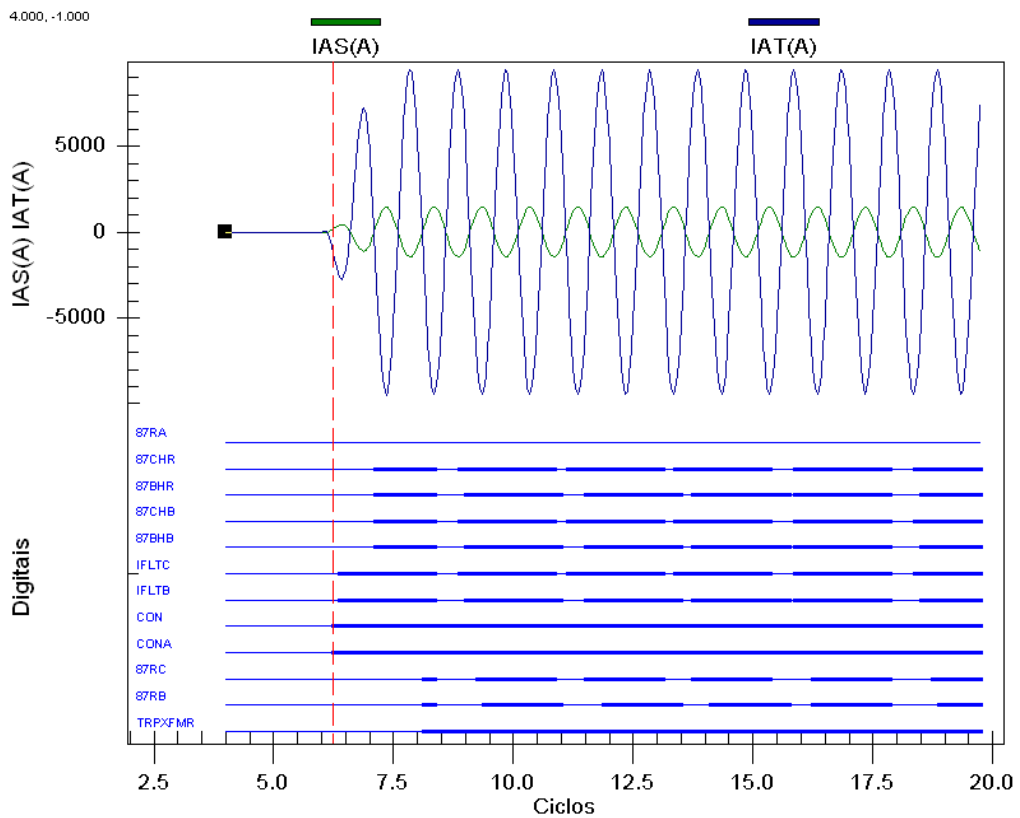


Figura 9 Relatório de Evento do Exemplo

TESTE DO DIFERENCIAL DE SEQUÊNCIA-NEGATIVA

O elemento diferencial de sequência-negativa é incluído no SEL-487E para fornecer uma proteção mais sensível para as faltas internas entre espiras. A lógica do diferencial de sequência-negativa está mostrada na Figura 10.

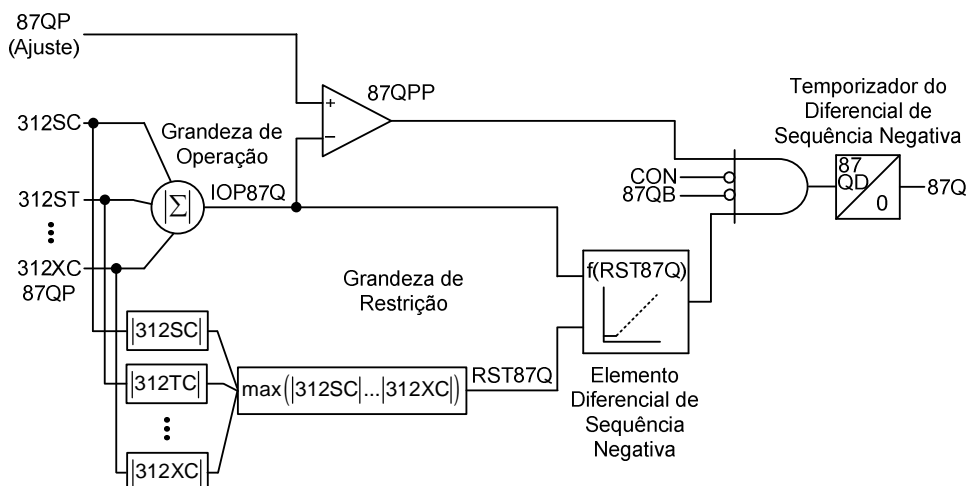


Figura 10 Lógica do Diferencial de Sequência-Negativa do SEL-487E

Há várias diferenças importantes entre os elementos diferenciais de fase e sequência-negativa. Em primeiro lugar, o elemento diferencial de sequência-negativa usa três vezes a corrente de sequência-negativa de cada entrada de enrolamento para suas grandezas de operação e restrição. A grandeza de sequência-negativa compensada de cada enrolamento é derivada de todas as três correntes de fase compensadas nas entradas dos respectivos enrolamentos ($3I2kC = IakC + a2 \cdot IBkC + a \cdot ICkC$; onde k é o enrolamento S, T, U, V ou W). Isso adiciona um grau de complexidade no teste do elemento; contudo, o elemento de sequência-negativa pode ser testado apenas com correntes monofásicas. Em segundo lugar, a grandeza de restrição, RST87Q, é a magnitude **máxima** das correntes de sequência-negativa compensadas para cada um dos enrolamentos incluídos no diferencial de sequência-negativa, não a soma, uma vez que isso é para os elementos diferenciais de fase. Em terceiro lugar, a saída do elemento diferencial de sequência-negativa (87Q) é baseada numa característica de restrição porcentual com inclinação simples. Ela não tem a Inclinação 2 de alta segurança que faz parte do diferencial de fase.

Entretanto, conforme mostrado na Figura 10, a saída 87Q tem sua operação bloqueada pelo “Relay Word bit” CON que é ativado para faltas externas detectadas pelo elemento diferencial de fase. CON é o “OU” (OR) da lógica de detecção de falta externa de fase individual (CONA, CONB, CONC). Como resultado, sempre que um ou mais elementos diferenciais de fase chavearem para o modo de alta segurança da Inclinação 2, o diferencial de sequência-negativa será bloqueado. 87Q é também bloqueado sempre que um ou mais elementos diferenciais de fase detectarem uma condição de harmônicos, causando a ativação do “Relay Word bit” 87QB. O diferencial de sequência-negativa não inclui um elemento diferencial sem restrição.

Teste do Pickup do Diferencial de Sequência-Negativa

Apenas uma corrente monofásica é injetada para testar o valor limite do pickup do elemento diferencial de sequência-negativa. Uma corrente monofásica gera uma grandeza de corrente de sequência-negativa (3I2) da mesma magnitude.

Step 1

Selecione um enrolamento e uma fase para o teste (S, T, U, W ou X).

Step 2

Calcule a corrente do enrolamento necessária para ultrapassar a corrente de pickup mínima de 87Q.

$$IW1 = 87QP \cdot TAP1 \quad (17)$$

onde:

IW1 é a corrente de teste injetada no Enrolamento 1 no pickup do enrolamento selecionado (S, T, W, U ou X).

87QP é o ajuste do pickup do diferencial de sequência-negativa em pu do TAP.

TAP1 é o ajuste do tap para o Enrolamento 1 (TAPS, TAPT, TAPW, TAPU ou TAPX).

Step 3

Monitore o “Relay Word bit” 87Q.

Step 4

Inicie com a corrente 0 A, e aumente a corrente até que o “Relay Word bit” 87Q seja ativado. Este valor deve estar entre $\pm 5\%$ do valor calculado.

Teste do Diferencial Baseado em SLPQ1

A inclinação do elemento diferencial de sequência-negativa com restrição porcentual é testada usando-se duas correntes monofásicas. As correntes são injetadas nos enrolamentos em pares. O ângulo da corrente de fase do Enrolamento 1 é ajustado em 180 graus e o ângulo da corrente de fase do Enrolamento 2 é determinado pelos ajustes da compensação dos enrolamentos no SEL-487E. A corrente do Enrolamento 2 é fixa, e a corrente do Enrolamento 1 é variada para medir a inclinação da característica.

Step 1

Selecione a magnitude da grandeza de restrição. A grandeza de restrição, RST87Qtest, tem que ser maior do que RST87Qmin, onde:

$$RST87Q_{min} = 87QP \cdot \frac{100}{SLPQ1} \quad (18)$$

Step 2

Calcule as correntes do Enrolamento 1 e Enrolamento 2 para o teste. A corrente do Enrolamento 2 é fixa, e a magnitude da corrente do Enrolamento 1 é variada para determinar o ponto de operação.

$$IW2 = RST87Q_{test} \cdot TAP2 \quad (19)$$

onde:

IW2 é a corrente de teste do Enrolamento 2.

RST87Q_{test} é o valor de RST87Q escolhido na Etapa 1 (“Step 1”).

TAP2 é o ajuste do tap para o Enrolamento 2.

O ângulo de IW2 é determinado na Tabela 5.

Tabela 5 Ângulo de Teste de IW2

T2CTC – T1CTC	Ângulo de IW2 (graus)
0	0
1 ou -11	30
-1 ou 11	-30
2 ou -10	60
-2 ou 10	-60
4 ou -8	120
-4 ou 8	-120
5 ou -7	150
-5 ou 7	-150
6	180

Na Tabela 5, T2CTC – T1CTC é a diferença entre os dois ajustes de compensação dos enrolamentos. Para outros ajustes de T_nCTC, o ângulo de IW2 é o seguinte:

$$IW2_{\text{angle}} = (T2CTC - T1CTC) \cdot 30 \quad (20)$$

A magnitude de IW1 no ponto de operação é a seguinte:

$$IW1_{\text{op}} = RST87Q_{\text{test}} \cdot \left(1 - \frac{SLPQ1}{100}\right) \cdot TAP1 \quad (21)$$

onde:

IW1_{op} é a corrente de teste do Enrolamento 1 no ponto de operação da inclinação SLPQ1.

RST87Q_{test} é o valor de IRT escolhido na Etapa 1 (“Step 1”).

SLPQ1 é o ajuste da inclinação do diferencial de sequência-negativa.

TAP1 é o ajuste do tap para o Enrolamento 1.

O ângulo de IW1 é 180 graus.

Nota: Devido aos ajustes do relé, é possível que as correntes aplicadas inicialmente façam com que o relé chaveie para o modo de alta segurança (o “Relay Word bit” CON é ativado). Neste caso, as correntes têm que ser aplicadas por, pelo menos, 1 segundo, antes de variar a corrente IW1. Verifique se os “Relay Word bits” CON e 87QB não são ativados.

Step 3

Para iniciar o teste, aplique o valor de IW2 calculado em (20) para o ângulo da Tabela 5, baseando-se nos ajustes de compensação (T2CT e T1CTC) para o Enrolamento 2 e o valor de 1.1 • IW1_{op} calculado em (21) para o Enrolamento 1.

Step 4

Reduza lentamente a magnitude de IW1 até que o elemento 87Q seja ativado. A corrente IW1 deve ser $IW1_{op} \pm 5\%$.

CÁLCULOS DOS TESTES DO EXEMPLO

Esta seção demonstra os cálculos da corrente de teste para os ajustes do SEL-487E mostrados na Tabela 6.

Tabela 6 Ajustes do SEL-487E em Serviço

ECTC TERM = S, T	TAPS = 1.74
TSCTC = 11	TAPT = 6.97
TTCTC = 12	TAPU = NA
TUCTC = NA	TAPW = NA
TWCTC = NA	TAPX = NA
TXCTC = NA	DIOPR = 1.2
O87P = 0.3	DIRTR = 1.2
SLP1 = 12.5	87QP = 0.10
SLP2 = 25	SLPQ1 = 10
U87P = 8	

Assumir que os enrolamentos S são IW1 e os enrolamentos T são IW2.

Teste do Diferencial de Fase sem Restrição (U87P)

Para o teste de U87P no Enrolamento S:

$$IW1 = U87P \cdot TAPS \cdot A \quad (22)$$

$$IW1 = 8 \cdot 1.74 \cdot \sqrt{3} \quad (23)$$

$$IW1 = 24.11 \quad (24)$$

Aplique IW1 ao enrolamento S. Aumente a corrente monofásica IW1 a partir de zero até que o “Relay Word bit” 87U seja ativado. Repita o teste nos outros enrolamentos habilitados para o diferencial, conforme necessário.

Teste do Pickup do Diferencial de Fase com Restrição (O87P)

$$IW1 = O87P \cdot TAPS \cdot A \quad (25)$$

$$IW1 = 0.3 \cdot 1.74 \cdot \sqrt{3} \quad (26)$$

$$IW1 = 0.90 \quad (27)$$

Teste da Inclinação 1 (SLP1)

$$IRT_{\min} = 0.87P \cdot \frac{100}{SLP1} \quad (28)$$

$$IRT_{\min} = 0.3 \cdot \frac{100}{12.5} \quad (29)$$

$$IRT_{\min} = 2.4 \quad (30)$$

Assumir IRT igual a 4 para o teste.

$$IW2 = 0.5 \cdot IRT_{\text{test}} \cdot \left(1 - \frac{SLP1}{100}\right) \cdot TAP2 \cdot B \quad (31)$$

$$IW2 = 0.5 \cdot 4 \cdot \left(1 - \frac{12.5}{100}\right) \cdot 6.97 \cdot 1.5 \quad (32)$$

$$IW2 = 18.29 \quad (33)$$

Aplique IW2 ao enrolamento de corrente T. Como a diferença nos ajustes de compensação $TnCTC$ dos enrolamentos escolhidos é 1, o ângulo da corrente do Enrolamento 2 é 0 grau, conforme Tabela 3. A magnitude de IW1 no ponto de operação é a seguinte:

$$IW1_{\text{op}} = 0.5 \cdot IRT_{\text{test}} \cdot \left(1 + \frac{SLP1}{100}\right) \cdot TAP1 \cdot A \quad (34)$$

$$IW1_{\text{op}} = 0.5 \cdot 4 \cdot \left(1 + \frac{12.5}{100}\right) \cdot 1.74 \cdot \sqrt{3} \quad (35)$$

$$IW1_{\text{op}} = 6.78 \quad (36)$$

IW1 é aplicada ao enrolamento S para 180 graus. A corrente inicial é a seguinte:

$$IW1 = 0.8 \cdot IW1_{\text{op}} \quad (37)$$

$$IW1 = 5.4 \quad (38)$$

Aumente a corrente monofásica IW1 a partir do valor inicial até que o “Relay Word bit” do diferencial da fase apropriada, 87RA, 87RB ou 87RC, seja ativado baseado na fase que está sendo testada. Repita o teste para as outras fases e outros pares de enrolamentos, conforme necessário.

Teste da Inclinação 2 (SLP2)

Determine IRTtest1.

$$IRT_{\text{test}1} = \frac{0.5}{\sqrt{2}} \cdot \left(DIRTR + \frac{DIOPR}{SLP2} \cdot 100 \right) \quad (39)$$

$$IRT_{\text{test}1} = \frac{0.5}{\sqrt{2}} \cdot \left(1.2 + \frac{1.2}{25} \cdot 100 \right) \quad (40)$$

$$IRT_{\text{test}1} = 2.12 \quad (41)$$

Teste 1

Determine as corrente para o Estado 1.

$$IW1 = 0.555 \cdot IRT_{test1} \cdot TAP1 \cdot A \quad (42)$$

$$IW1 = 0.555 \cdot 2.12 \cdot 1.74 \cdot 1.73 \quad (43)$$

$$IW1 = 3.55 \quad (44)$$

O ângulo de IW1 é 180 graus.

$$IW2 = 0.445 \cdot IRT_{test1} \cdot TAP2 \cdot B \quad (45)$$

$$IW2 = 0.445 \cdot 2.12 \cdot 6.97 \cdot 1.5 \quad (46)$$

$$IW2 = 9.87 \quad (47)$$

O ângulo de IW1 0 é grau, conforme Tabela 3. Determine as correntes para o Estado 2. A corrente mínima para IRTtest2 é a seguinte:

$$IRT_{test2} > \frac{DIOPR}{\sqrt{2}} \cdot \frac{100}{SLP2} \quad (48)$$

$$IRT_{test2} > \frac{1.2}{\sqrt{2}} \cdot \frac{100}{25} \quad (49)$$

$$IRT_{test2} > 3.4 \quad (50)$$

Para este teste, assumir IRTtest2 igual a 6. As correntes dos enrolamentos para o teste do Estado 2 são as seguintes:

$$IW1 = 0.5 \cdot IRT_{test2} \cdot \left(1 + \frac{0.95 \cdot SLP2}{100}\right) \cdot TAP1 \cdot A \quad (51)$$

$$IW1 = 0.5 \cdot 6 \cdot \left(1 + \frac{0.95 \cdot 25}{100}\right) \cdot 1.74 \cdot 1.73 \quad (52)$$

$$IW1 = 11.19 \quad (53)$$

$$IW2 = 0.5 \cdot IRT_{test2} \cdot \left(1 - \frac{0.95 \cdot SLP2}{100}\right) \cdot TAP2 \cdot B \quad (54)$$

$$IW2 = 0.5 \cdot 6 \cdot \left(1 - \frac{0.95 \cdot 25}{100}\right) \cdot 6.97 \cdot 1.5 \quad (55)$$

$$IW2 = 23.92 \quad (56)$$

Os ângulos são os mesmos do Estado 1.

Tabela 7 Valores do Teste 1

	Estado 1	Estado 2
IW1	3.55 a 180 graus	11.19 a 180 graus
IW2	9.87 a 0 grau	23.92 a 0 grau
Duração	10 ciclos	10 ciclos

Teste 2

Os valores do Estado 1 para o Teste 2 são os mesmos usados no Teste 1. Para este teste, assumir IRTtest2 igual a 6 (o mesmo valor usado no Teste 1). As correntes dos enrolamentos para o teste do Estado 2 são as seguintes:

$$IW1 = 0.5 \cdot IRT_{test2} \cdot \left(1 + \frac{1.05 \cdot SLP2}{100}\right) \cdot TAP1 \cdot A \quad (57)$$

$$IW1 = 0.5 \cdot 6 \cdot \left(1 + \frac{1.05 \cdot 25}{100}\right) \cdot 1.74 \cdot 1.73 \quad (58)$$

$$IW1 = 11.41 \quad (59)$$

$$IW2 = 0.5 \cdot IRT_{test2} \cdot \left(1 - \frac{1.05 \cdot SLP2}{100}\right) \cdot TAP2 \cdot B \quad (60)$$

$$IW2 = 0.5 \cdot 6 \cdot \left(1 - \frac{1.05 \cdot 25}{100}\right) \cdot 6.97 \cdot 1.5 \quad (61)$$

$$IW2 = 23.13 \quad (62)$$

Os ângulos são os mesmos do Estado 1.

Tabela 8 Valores do Teste 2

	Estado 1	Estado 2
IW1	3.55 a 180 graus	11.41 a 180 graus
IW2	9.87 a 0 grau	23.13 a 0 grau
Duração	10 ciclos	10 ciclos

A Figura 11 é um gráfico do arquivo do evento do Teste 1. É importante observar que o SEL-487E deu trip durante o Estado 1. No entanto, o trip foi o resultado dos elementos diferenciais 87RB e 87RC. O teste foi efetuado para o elemento diferencial 87A; o elemento diferencial 87RA não operou durante o Estado 1 ou Estado 2. Conforme mencionado anteriormente, ao executar um teste com corrente monofásica, é importante monitorar os “Relay Word bits” apropriados. Este teste demonstra que o SEL-487E é seguro para uma falta logo abaixo da característica da Inclinação 2 quando ele está no modo de alta segurança.

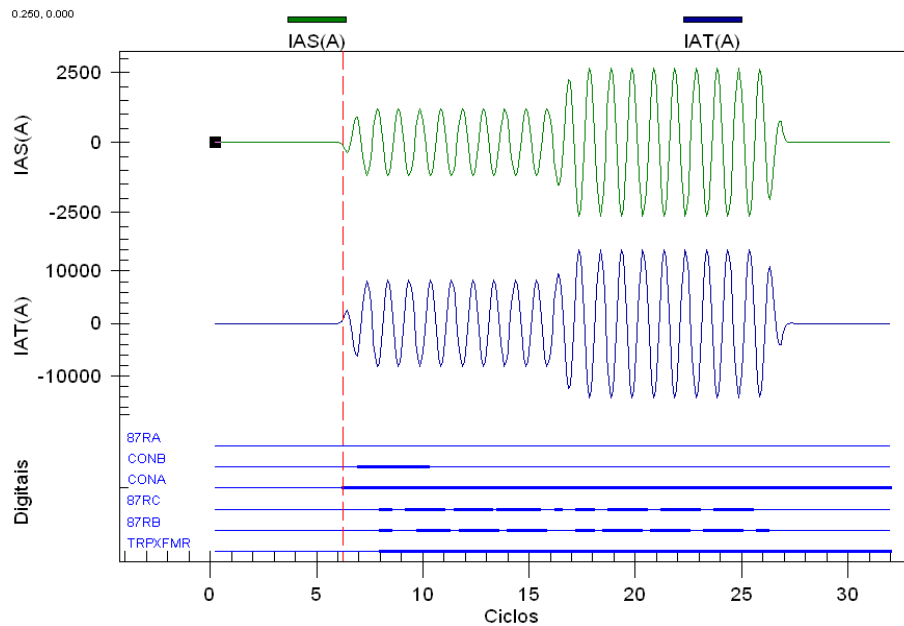


Figura 11 Gráfico do Evento do Teste 1

A Figura 12 é um gráfico do arquivo do evento do Teste 2. Neste teste, o elemento diferencial 87RA operou conforme esperado durante o Estado 2. Este teste demonstra que o SEL-487E opera para uma falta acima da característica da Inclinação 2 quando ele está no modo de alta segurança.

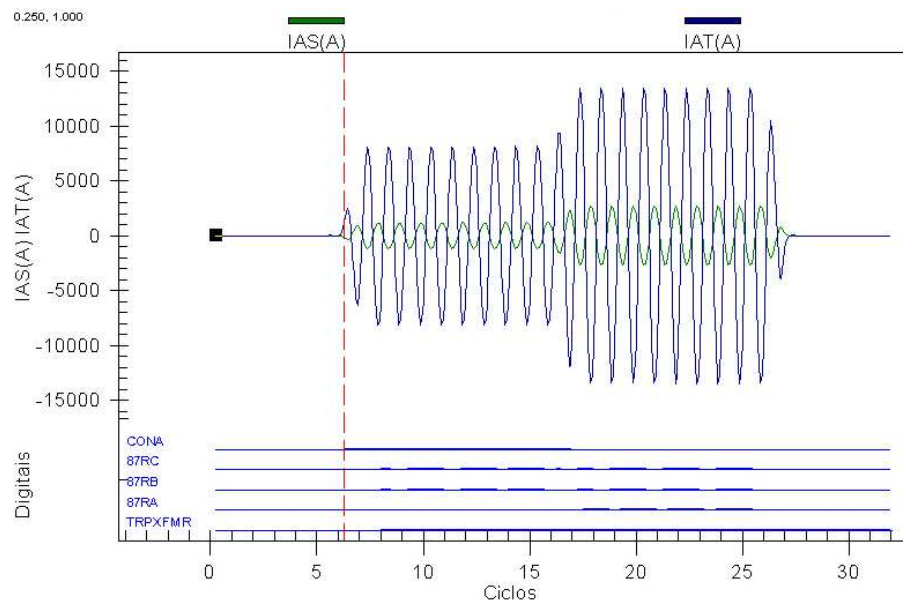


Figura 12 Gráfico do Evento do Teste 2

Teste do Pickup do Diferencial de Sequência-Negativa (87QP)

Aumente a corrente monofásica IW1 a partir de zero até que o “Relay Word bit” 87Q seja ativado. Neste ponto, IW1/TAP1 deve estar entre $\pm 5\%$ do ajuste do relé 87QP. Repita o teste para todas as entradas dos enrolamentos habilitados para o diferencial.

$$IW1 = 87QP \cdot TAPn \quad (63)$$

$$IW1 = 0.1 \cdot 1.74 \quad (64)$$

$$IW1 = 0.174 \quad (65)$$

Teste da Inclinação do Elemento de Sequência-Negativa com Restrição (SLPQ1)

A grandeza mínima de restrição é a seguinte:

$$RST87Q_{\min} = 87QP \cdot \frac{100}{SLPQ1} \quad (66)$$

$$RST87Q_{\min} = 0.1 \cdot \frac{100}{10} \quad (67)$$

$$RST87Q_{\min} = 1 \quad (68)$$

Assumir $RST87Q_{\text{test}} = 2$.

$$IW2 = RST87Q_{\text{test}} \cdot TAP2 \quad (69)$$

$$IW2 = 2 \cdot 6.97 \quad (70)$$

$$IW2 = 13.94 \quad (71)$$

TTCTC = 12 e TSCTC = 11, logo T2CTC – T2CTC = 1. O ângulo de IW2 é 30 graus.

$$IW1_{\text{op}} = RST87Q_{\text{test}} \cdot \left(1 - \frac{SLPQ1}{100}\right) \cdot TAP1 \quad (72)$$

$$IW1_{\text{op}} = 2 \cdot \left(1 - \frac{10}{100}\right) \cdot 1.74 \quad (73)$$

$$IW1_{\text{op}} = 3.13 \quad (74)$$

O ângulo de IW1 é 180 graus. A corrente inicial é a seguinte:

$$IW1_{\text{inicial}} = 1.1 \cdot 3.13 \quad (75)$$

$$IW1_{\text{inicial}} = 3.45 \quad (76)$$

Reduza a corrente IW1 até que o “Relay Word bit” 87Q seja ativado. Repita o teste para as outras fases e pares de enrolamentos habilitados para o diferencial, conforme necessário.

CONCLUSÃO

Este guia de aplicação apresenta as diferenças entre os elementos diferenciais dos Relés SEL-387 e SEL-487E e sua operação. Ele também apresenta técnicas e exemplos para testes dos elementos diferenciais do Relé SEL-487E usando correntes monofásicas. Em geral, o valor mínimo de pickup, diferencial sem restrição e os elementos diferenciais baseados na Inclinação 1 (“Slope 1”) dos Relés SEL-387 e SEL 487E usam técnicas muito similares. Os testes do diferencial baseado na Inclinação 2 (“Slope 2”) são significativamente diferentes, porque as características da Inclinação 2 nos dois relés operam de forma completamente diferente. Os testes do elemento diferencial de sequência-negativa são exclusivos para o SEL-487E.

Para ajudar no cálculo das grandezas de teste usadas nos testes do SEL-487E, uma planilha Excel está disponível para *download* junto com este guia de aplicação em <http://www.selinc.com>.

APÊNDICE A: TESTE ALTERNATIVO DA INCLINAÇÃO 2

Este procedimento de testes não requer simulação de estado. Como a simulação de estado não é usada, a faixa dos valores que podem ser usados para IRT é limitada. Dois testes são executados. O primeiro teste tem um sinal de operação acima da Inclinação 1 e abaixo da Inclinação 2. O relé ativa o “Relay Word bit” CON e entra no modo de alta segurança. Se a corrente for aplicada por menos de 800 milissegundos, o relé não vai dar trip. Se a corrente for aplicada por mais de 1 segundo, o “Relay Word bit” CON será desativado e o relé vai dar trip na Inclinação 1. O segundo teste aplica uma corrente de operação acima da Inclinação 2. O relé dá trip baseado na Inclinação 2, sem temporização.

O valor de IRT tem que estar entre os seguintes valores:

$$IRT_{\min} = \frac{DIRTR}{\sqrt{2}} \quad (77)$$

$$IRT_{\max} = \frac{DIOPR \cdot 100}{\sqrt{2} \cdot SLP2} \quad (78)$$

Step 1

Para facilitar o teste, selecione um valor de IRT no meio de DIRTR e IRT₂.

$$IRT_{\text{test1}} = \frac{0.5}{\sqrt{2}} \cdot \left(DIRTR + \frac{DIOPR}{SLP2} \cdot 100 \right) \quad (79)$$

Step 2

Selecione um valor de IOP que esteja no meio entre a Inclinação 1 e a Inclinação 2.

$$IOP_{\text{test1}} = IRT_{\text{test1}} \cdot \frac{SLP1 + SLP2}{200} \quad (80)$$

Step 3

Calcule as correntes do Enrolamento 1 e Enrolamento 2 para o Teste 1.

$$IW1 = \frac{IOP_{\text{test1}} + IRT_{\text{test1}}}{2} \cdot TAP1 \cdot A \quad (81)$$

onde:

IW1 é a corrente de teste do Enrolamento 1.

IRT_{test1} é o valor de IRT escolhido na Etapa 1 (“Step 1”).

TAP1 é o ajuste do tap para o Enrolamento 1.

A é a constante determinada na Tabela 2.

O ângulo de IW1 é 180 graus. A magnitude de IW2 é a seguinte:

$$IW2 = \frac{IOP_{\text{test1}} - IRT_{\text{test1}}}{2} \cdot TAP2 \cdot B \quad (82)$$

onde:

IW2 é a corrente de teste do Enrolamento 1.

IRTtest1 é o valor de IRT escolhido na Etapa 1 (“Step 1”).

TAP2 é o ajuste do tap para o Enrolamento 2.

B é a constante determinada na Tabela 2.

O ângulo de IW2 é 0 grau ou 180 graus, conforme determinado na Tabela 3.

Step 4

Aplique as correntes ao relé. O “Relay Word bit” CON é ativado por 1 segundo. Após 1 segundo, CON é desativado, e o relé dá trip baseado na Inclinação 1.

Step 5

Para o Teste 2, um valor de IOP no meio entre a Inclinação 2 e DIOPR é selecionado. É assumido que DIOPR está com o ajuste default de 1.2.

$$IOP_{test2} = \frac{IRT_{test1} + \frac{1.2}{\sqrt{2}}}{2} \quad (83)$$

Step 6

Calcule as correntes do Enrolamento 1 e Enrolamento 2 para o Teste 2.

$$IW1 = \frac{IOP_{test2} + IRT_{test1}}{2} \cdot TAP1 \cdot A \quad (84)$$

onde:

IW1 é a corrente de teste do Enrolamento 1.

IRTtest2 é o valor de IRT escolhido na Etapa 5 (“Step 5”).

TAP1 é o ajuste do tap para o Enrolamento 1.

A é a constante determinada na Tabela 2.

O ângulo de IW1 é 180 graus. A magnitude de IW2 é a seguinte:

$$IW2 = \frac{IOP_{test2} - IRT_{test1}}{2} \cdot TAP2 \cdot B \quad (85)$$

onde:

IW2 é a corrente de teste do Enrolamento 1.

IRTtest2 é o valor de IRT escolhido na Etapa 5 (“Step 5”).

TAP2 é o ajuste do tap para o Enrolamento 2.

B é a constante determinada na Tabela 2.

O ângulo de IW2 é 0 grau ou 180 graus, conforme determinado na Tabela 3.

Step 7

Aplique as correntes ao relé. O “Relay Word bit” CON é ativado momentaneamente. O relé dá trip na Inclinação 2, sem o retardo de 1 segundo.

APÊNDICE B: MONITORAMENTO DA OPERAÇÃO DO RELÉ DURANTE O TESTE

Monitoramento dos “Relay Word Bits” Durante o Teste

Conforme mostrado nos relatórios de evento da Figura 5, Figura 9, Figura 11 e Figura 12, os “Relay Word bits” dos diferenciais 87RA, 87RB e 87RC não são ativados continuamente quando o relé está no estado de trip. Se um contato de saída for designado para ser conectado a um equipamento de teste automático, é desejável ter um contato que seja ativado continuamente. Conforme observado anteriormente, a saída de trip não pode ser usada porque ela pode ser ativada se um dos diferenciais de outra fase for ativado.

É possível usar as equações de controle SELOGIC[®] programáveis para tornar os diferenciais de fase contínuos para o propósito de teste. A Figura 13 mostra os ajustes necessários para usar o temporizador PCT11 para fornecer um dropout de 2 ciclos. Este dropout estendido mantém a saída PCT11 ativada continuamente durante o teste. Ao invés de monitorar o “Relay Word bit” 87RA diretamente, use o “Relay Word bit” PCT11Q para indicar a ativação do elemento diferencial.

```
PCT11PU := 0.000000
PCT11DO := 2.000000
PCT11IN := 87RA
```

Figura 13 Lógica da Proteção

Uma lógica similar pode ser usada para os “Relay Word bits” 87RB e 87RC.

Considerações dos Pontos do SER

É também possível usar o SER do SEL-487E para monitorar a operação de vários elementos durante os testes. Um arquivo do SER usado como amostra está mostrado na Figura 14. Observe que há múltiplas entradas, pois 87RA não está ativado continuamente. Se as correntes de teste forem aplicadas ao relé por um tempo prolongado, os dados do SER do início da sequência do teste podem ser sobrescritos pelos eventos posteriores. Isso pode ser evitado usando a lógica descrita em (13) ou usando os ajustes “chatter criteria” do SER, conforme mostrado na Figura 15. A Figura 16 mostra o mesmo registro de teste da Figura 14, porém o uso dos ajustes “chatter criteria” reduziu o número de operações do diferencial registradas durante o teste.

#	DATE	TIME	ELEMENT	STATE
35	10/23/2009	07:45:48.4019	CONA	ASSERTED
34	10/23/2009	07:45:48.4039	50SP1	Asserted
33	10/23/2009	07:45:48.4039	50TP1	Asserted
32	10/23/2009	07:45:48.4309	DIFF TRIP	ASSERTED
31	10/23/2009	07:45:48.5749	CONA	DEASSERTED
30	10/23/2009	07:45:48.5874	87RA_TRIP	Asserted
29	10/23/2009	07:45:48.6084	87RA_TRIP	Deasserted
28	10/23/2009	07:45:48.6184	87RA_TRIP	Asserted
27	10/23/2009	07:45:48.6459	87RA_TRIP	Deasserted
26	10/23/2009	07:45:48.6559	87RA_TRIP	Asserted
25	10/23/2009	07:45:48.6604	87Q	ASSERTED
24	10/23/2009	07:45:48.6834	87RA_TRIP	Deasserted
23	10/23/2009	07:45:48.6934	87RA_TRIP	Asserted
22	10/23/2009	07:45:48.7209	87RA_TRIP	Deasserted
21	10/23/2009	07:45:48.7309	87RA_TRIP	Asserted
20	10/23/2009	07:45:48.7584	87RA_TRIP	Deasserted
19	10/23/2009	07:45:48.7684	87RA_TRIP	Asserted
18	10/23/2009	07:45:48.7959	87RA_TRIP	Deasserted
17	10/23/2009	07:45:48.8104	87RA_TRIP	Asserted
16	10/23/2009	07:45:48.8374	87RA_TRIP	Deasserted
15	10/23/2009	07:45:48.8519	87RA_TRIP	Asserted
14	10/23/2009	07:45:48.8789	87RA_TRIP	Deasserted
13	10/23/2009	07:45:48.8934	87RA_TRIP	Asserted
12	10/23/2009	07:45:48.9209	87RA_TRIP	Deasserted
11	10/23/2009	07:45:48.9309	87RA_TRIP	Asserted
10	10/23/2009	07:45:48.9584	87RA_TRIP	Deasserted
9	10/23/2009	07:45:48.9684	87RA_TRIP	Asserted
8	10/23/2009	07:45:48.9959	87RA_TRIP	Deasserted
7	10/23/2009	07:45:49.0104	87RA_TRIP	Asserted
6	10/23/2009	07:45:49.0374	87RA_TRIP	Deasserted
5	10/23/2009	07:45:49.0519	87RA_TRIP	Asserted
4	10/23/2009	07:45:49.0664	87RA_TRIP	Deasserted
3	10/23/2009	07:45:49.0684	87Q	DEASSERTED
2	10/23/2009	07:45:49.0874	50SP1	Deasserted
1	10/23/2009	07:45:49.0874	50TP1	Deasserted

Figura 14 Relatório do SER Usado como Amostra

SER Chatter Criteria

ESERDEL Automatic Removal of Chattering SER Points
 Select: Y, N

SER Chatter Criteria

SRDLCNT Number of Counts Before Auto-Removal
 Range = 2 to 20

SRDLTIM Time for Auto-Removal (seconds)
 Range = 0.1 to 30.0

Figura 15 “Chatter Criteria” do SER

#	DATE	TIME	ELEMENT	STATE
14	10/23/2009	07:57:13.0131	CONA	ASSERTED
13	10/23/2009	07:57:13.0151	50SP1	Asserted
12	10/23/2009	07:57:13.0151	50TP1	Asserted
11	10/23/2009	07:57:13.0441	DIFF TRIP	ASSERTED
10	10/23/2009	07:57:13.1881	CONA	DEASSERTED
9	10/23/2009	07:57:13.2006	87RA_TRIP	Asserted
8	10/23/2009	07:57:13.2211	87RA_TRIP	Deasserted
7	10/23/2009	07:57:13.2296	87RA_TRIP	Auto-Removed
6	10/23/2009	07:57:13.2736	87Q	ASSERTED
5	10/23/2009	07:57:13.6816	87Q	DEASSERTED
4	10/23/2009	07:57:13.6986	50SP1	Deasserted
3	10/23/2009	07:57:13.6986	50TP1	Deasserted
2	10/23/2009	07:57:14.1658	87RA_TRIP	Auto-Reinstated
1	10/23/2009	07:57:14.1658	87RA_TRIP	Deasserted

Figura 16 SER Após “Chatter Criteria”

ASSISTÊNCIA DA FÁBRICA

Apreciamos o seu interesse nos produtos e serviços da SEL. Se houver qualquer dúvida ou comentário, por favor, entre em contato com:

SEL - Schweitzer Engineering Laboratories, Comercial Ltda
Rodovia SP 340 - Campinas / Mogi Mirim, Km 118,5 - Prédio 11
Campinas / SP – CEP: 13.086-902
Tel: (19) 3515.2000 Fax: (19) 3515.2011
www.selinc.com.br suporte@selinc.com

SUPORTE TÉCNICO SEL HOT LINE
Tel: (19) 3515.2010
E-mail: suporte@selinc.com

© 2010 por Schweitzer Engineering Laboratories, Inc.
Todos os direitos reservados.

Todos os nomes das marcas ou produtos que aparecem neste documento são marcas comerciais ou marcas comerciais registradas de seus respectivos proprietários. Nenhuma marca comercial da SEL pode ser usada sem permissão por escrito.

Os produtos SEL que aparecem neste documento podem estar protegidos por patentes dos EUA e de outros países.

SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES, INC.

2350 NE Hopkins Court • Pullman, WA 99163-5603 USA
Tel: +1.509.332.1890 • Fax: +1.509.332.7990
www.selinc.com • info@selinc.com

AG2010-07