

8 – Proteções de corrente

8.1 – Origem da corrente de neutro

A origem da corrente de neutro (N) é definida através do parâmetro IN N/D programado na pasta **GERAL** do programa aplicativo de configuração e leitura do relé. O relé calcula numericamente a corrente de neutro através de soma vetorial das correntes das fases A, B e C ou mede através da entrada ID.

A imagem mostra a interface do software Pextron Controles Eletrônicos. No topo, há campos para 'Relé: URP5500-5/5501-5', 'Local: PEXTRON CONTROLES ELETRONICOS', 'OA: Ordem de Ajuste', 'OS: Ordem de Serviço', 'DATA: 01/01/2010', 'Equipamento: Bay 12' e 'Solicitante: Responsável e/ou solicitante'. Abaixo, há uma barra de navegação com opções como 'TERMO', 'CONFIGURAÇÕES', 'ENTRADAS', 'SAÍDAS', 'GERAL' (destacada), 'SET 1', 'SET 2', 'SET 3', 'SET 4', 'MEMÓRIA', 'MEDIÇÕES', '79 I2t', 'COMUNICAÇÃO' e 'DNP'. A aba 'GERAL' contém várias seções de configuração:

- Relação dos transformadores de medição:** RTC FN 1, RTCD 1, RTP 1.
- Sincronismo (25):** Delta F 0.199, Delta ANG 5, Delta V 3.
- Retorno de disco (51C):** Tdisco 0.097.
- Alimentação auxiliar(27-0):** Vca, V<<<27-0 76.
- Tempo check de disjuntor:** T62-BF (50BF) 0.046.
- Deteção de 2H:** Ih2/I 1.
- Acumulador de I2t (52):** Set Open 0, Tmp I2t 0.023, Alm I2t 10, Prel2tA 0, Prel2tB 0, Prel2tC 0.
- B.A. (Check da bobina de abertura):** T B.A. 0.097.
- 78 (Salto Vetorial):** VST 78 15, BLV 78 50.
- Set Inicial:** Set 1.
- Tempo tecla L/D:** TempLD 10.
- Origem da corrente de neutro (IN):** IN N/D 1 (destacado por um retângulo vermelho). Legend: 0 = Calculado, 1 = Medido.
- H.L.T.:** HLT F t 0.097, HLT N t 0.097, HLT GS t 0.097.
- FREQ. (81):** Fnominal 60, F filtro 2, JF bf 0.199, JF t 0.097. Tabela de valores para F<<1 fp, F<<2 fp, F>>1 fp, F>>2 fp e suas respectivas derivadas.
- R. A. (79):** Primeiro religamento, Segundo religamento, Terceiro religamento, Quarto religamento, Treset 5, TpulsoRA 0.148, TsincRA 10.
- Calendário e relógio (Relógio):** Campos para Ano, Mês, Dia, Hora, Minuto, Segundo.

Na base da tela, há uma barra amarela com o texto: 'Programação em tela = Arquivo (C:\Pextron\URP5500\URP550x_72a250_250V_V7_8_9_default.rcf)'. Abaixo disso, há opções de 'Tema Claro' e 'Tema Escuro', e status de 'Reconectando: 0', 'Tentativas: 0', 'TX' e 'RX'.

Figura 8.1: Pasta GERAL do programa aplicativo.

Parâmetro	Descrição do parâmetro	Faixa de ajuste	
IN N/D	Origem da corrente da unidade de neutro	0	neutro calculado numericamente
		1	neutro medido através da entrada ID

Tabela 8.1: Parâmetro para seleção da origem do neutro.

Notas:

- 1 – Com neutro calculado numericamente usar RTC FN como relação de TC.
- 2 – Com neutro medido através da entrada ID usar RTC D como relação de TC.

8.2 – Proteção de sobrecorrente

8.2.1 – Unidade instantânea

Relé de sobrecorrente com funções 50, 50N e 50Q/46.

8.2.1.1 – Ajustes disponíveis

A programação dos parâmetros é realizada nas pastas **SET 1**, **SET 2**, **SET 3** e **SET 4** do programa aplicativo de configuração e leitura do relé. A figura 8.2 sinaliza os parâmetros disponíveis da unidade instantânea para o **SET 1**.

Figura 8.2: Pasta SET 1 sinalizando a unidade instantânea.

Os ajustes de fase e neutro estão disponíveis nos parâmetros listados na tabela 8.2.

Parâmetro	Descrição do parâmetro	Faixa de ajuste	
I>>>F ip	Corrente de partida instantânea de fase 50	In = 1 A	0,04 ... 40 (x RTC FN) A
		In = 5 A	0,10 ... 100 (x RTC FN) A
I>>>F t	Tempo instantâneo de fase. 50	0,00 ... 1,00 s	
I>>>N ip	Corrente de partida instantânea de neutro 50N	In = 1 A	0,02 ... 40 A (x RTC FN) para IN N/D = 0 0,004 ... 10 A (x RTC D) para IN N/D = 1
		In = 5 A	0,048 ... 100 A (x RTC FN) para IN N/D = 0 0,012 ... 25 A (x RTC D) para IN N/D = 1

I>>>N t	Tempo instantâneo de neutro. 50N	0,00 ... 1,00 s	
I>>>Q ip	Corrente de partida instantânea de fase de sequência negativa. 50Q/46	In = 1 A	0,04 ... 40 (x RTC FN) A
		In = 5 A	0,10 ... 100 (x RTC FN) A
I>>>Q t	Tempo instantâneo de fase de sequência negativa. 50Q/46	0,025 ... 1,00 s	

Tabela 8.2: Parâmetros para ajuste da unidade instantânea.

8.2.1.2 – Funcionamento

Quando o valor da corrente em uma das entradas, ou em todas, for 2% acima do respectivo valor ajustado para partida (pick-up) da unidade o relé dispara a contagem de tempo da unidade. Se a corrente continuar acima do valor de partida por um tempo maior que o programado, a saída configurada na matriz fecha instantaneamente e permanece energizada até o valor de corrente atingir o valor de rearme (drop-out) de 98 % da corrente de partida. O tempo de atuação da unidade é menor que 50 ms.

8.2.1.3 – Sinalização

O estado da proteção é indicado nos leds da IHM local e na pasta **MEDIÇÕES** do programa aplicativo de configuração e leitura do relé.

Bandeiras							
	A	B	C	N	A	B	C
51	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
67	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
59	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
79	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	81	Q	GS
1	2	3	4	47	86	78	27-0

Figura 8.3: Sinalização da unidade Instantânea.

8.2.2 – Unidade temporizada

8.2.2.1 – Unidade temporizada de tempo dependente

Relé de sobrecorrente funções 51, 51N e 51Q/46.

8.2.2.1.1 – Ajuste da corrente de partida

A programação dos parâmetros é realizada nas pastas **SET 1**, **SET 2**, **SET 3** e **SET 4** do programa aplicativo de configuração e leitura do relé. A figura 8.4 sinaliza os parâmetros disponíveis da unidade temporizada para o **SET 1**.

Figura 8.4: Pasta SET 1 sinalizando a unidade temporizada de tempo dependente.

Os ajustes de fase e neutro estão disponíveis nos parâmetros listados nas tabelas 8.3, 8.4 e 8.5.

Fase

Parâmetro	Descrição do parâmetro	Faixa de ajuste	
I>F ip	Corrente de partida tempo dependente de fase. 51	In = 1 A	0,04 ... 2,60 (x RTC FN) A
		In = 5 A	0,04 ... 13 (x RTC FN) A
I>Fcurva	Tipo de curva de atuação para fase. 51	NI – MI – EI – IT – I2T – FLAT – USER	
I>F α	Constante α para a curva USER de fase. 51	0,020 ... 3,00	
I>F β	Constante β para a curva USER de fase. 51	0,000 ... 1,00	
I>F δ	Constante δ para a curva USER de fase. 51	0,000 ... 1,00	
I>F K	Constante K para a curva USER de fase. 51	0,10 ... 100	
I>F dt	Constante dt para a curva de fase. 51	0,01 ... 3,00	

Tabela 8.3: Parâmetros para ajuste da unidade temporizada de tempo dependente de fase.

Neutro

Parâmetro	Descrição do parâmetro	Faixa de ajuste	
$I_{>N} ip$	Corrente de partida tempo dependente de neutro. 51N	$I_n = 1 A$	0,02 ... 2,60 A (x RTC FN) para IN N/D = 0 0,004 ... 0,650 A (x RTC D) para IN N/D = 1
		$I_n = 5 A$	0,048 ... 13 A (x RTC FN) para IN N/D = 0 0,012 ... 3,25 A (x RTC D) para IN N/D = 1
$I_{>N} curva$	Tipo de curva de atuação para neutro. 51N	NI – MI – EI – IT – I ² T – FLAT – USER	
$I_{>N} \alpha$	Constante α para a curva USER de neutro. 51N	0,020 ... 3,00	
$I_{>N} \beta$	Constante β para a curva USER de neutro. 51N	0,000 ... 1,00	
$I_{>N} \delta$	Constante δ para a curva USER de neutro. 51N	0,000 ... 1,00	
$I_{>N} K$	Constante K para a curva USER de neutro. 51N	0,10 ... 100	
$I_{>N} dt$	Constante dt para a curva de neutro. 51N	0,01 ... 3,00	

Tabela 8.4: Parâmetros para ajuste da unidade temporizada de tempo dependente de neutro.

Sequência Negativa de Fase

Parâmetro	Descrição do parâmetro	Faixa de ajuste	
$I_{>Q} ip$	Corrente de partida tempo dependente de sequência negativa de fase. 51Q/46	$I_n = 1 A$	0,04 ... 2,60 (x RTC FN) A
		$I_n = 5 A$	0,04 ... 13,0 (x RTC FN) A
$I_{>Q} curva$	Tipo de curva de atuação para sequência negativa de fase. 51Q/46	NI – MI – EI – IT – I ² T – FLAT – USER	
$I_{>Q} \alpha$	Constante α para a curva USER de sequência negativa de fase. 51Q/46	0,020 ... 3,00	
$I_{>Q} \beta$	Constante β para a curva USER de sequência negativa de fase. 51Q/46	0,000 ... 1,00	
$I_{>Q} \delta$	Constante δ para a curva USER de sequência negativa de fase. 51Q/46	0,000 ... 1,00	
$I_{>Q} K$	Constante K para a curva USER de sequência negativa de fase. 51Q/46	0,10 ... 100	
$I_{>Q} dt$	Constante dt para a curva de sequência negativa de fase. 51Q/46	0,01 ... 3,00	

Tabela 8.5: Parâmetros para ajuste da unidade temporizada de tempo dependente de sequência negativa de fase.

Notas:

1 – Com correntes de entrada acima de 40 A de neutro para corrente nominal (I_n) de 1A, a atuação do relé da unidade temporizada tende ao tempo definido.

2 – Com correntes de entrada acima de 200A para corrente nominal (I_n) de 5A, a atuação do relé da unidade temporizada tende ao tempo definido.

8.2.2.1.2 – Funcionamento

Para que ocorra a partida da unidade temporizada de tempo definido dependente, a corrente da entrada deve ultrapassar em 1,02 vezes o valor ajustado para a corrente de partida (I_p). Se a corrente continuar acima do valor de partida por um tempo maior que o programado na curva do relé, a saída configurada na matriz fecha após tempo da curva e permanece energizado até o valor de corrente atingir o valor de rearme (drop-out) de 98 % da corrente de partida.

O tempo de atuação depende do valor da corrente. Quanto maior for o valor da corrente acima do valor de partida menor será o tempo de atuação (IEC 60255-3 e IEC 60255-151). A equação 1 caracteriza a unidade temporizada de tempo dependente para fase e neutro.

$$t = \frac{K \times dt}{(M^\alpha - \beta)} + \delta \times dt \quad (\text{equação 1})$$

Onde:

- t - tempo de atuação teórica.
- K - constante que caracteriza a curva.
- dt - dial de tempo.
- M - múltiplo da corrente de atuação (corrente de entrada / corrente de partida).
- α - constante que caracteriza a curva.
- δ - constante que caracteriza a curva.
- β - constante que caracteriza a curva.

A tabela 8.6 fixa as constantes para as curvas normalizadas.

Curva	Constantes			
	K	α	β	δ
Normalmente inversa (NI)	0,14	0,02	1	0
Muito inversa (MI)	13,5	1	1	0
Extremamente inversa (EI)	80	2	1	0
IT	60	1	0	0
I ² T	540	2	0	0
FLAT	1	0	0	0

Tabela 8.6: Constantes para curvas normalizadas unidade temporizada de tempo dependente.

Quando o parâmetro que define a curva é programado em NI, MI, EI, IT, I²T e FLAT o relé fixa automaticamente as constantes da curva. Para programação em USER, o usuário determina as constantes da curva e gera curvas intermediárias.

8.2.2.1.3 – Exemplos de curvas normalizadas

Os anexos relacionados na tabela 8.7 exemplificam curvas normalizadas.

Anexo 1	Normalmente inversa (NI)
Anexo 2	Muito inversa (MI)
Anexo 3	Extremamente inversa (EI)
Anexo 4	Curva IT
Anexo 5	Curva I2T

Tabela 8.7: Anexos de curvas normalizadas da unidade temporizada de tempo dependente.

8.2.2.1.4 – Sinalização

O estado da proteção é indicado nos leds da IHM local e na pasta **MEDIÇÕES** do programa aplicativo de configuração e leitura do relé.

8.2.2.2 – Unidade temporizada de tempo definido

Relé de sobrecorrente funções 51, 51N e 51GS.

8.2.2.2.1 – Ajuste da corrente de partida

A programação dos parâmetros é realizada nas pastas **SET 1**, **SET 2**, **SET 3** e **SET 4** do programa aplicativo de configuração e leitura do relé. A figura 8.5 sinaliza os parâmetros disponíveis da unidade temporizada para o **SET 1**.

Figura 8.5: Pasta SET 1 do programa aplicativo sinalizando a unidade temporizada de tempo definido.

Os ajustes de fase, neutro e sensor de terra estão disponíveis nos parâmetros listados na tabela 8.8.

Parâmetro	Descrição do parâmetro	Faixa de ajuste	
I>> F ip	Corrente de partida tempo definido de fase. 51	In = 1 A	0,04 ... 40 (x RTC FN) A
		In = 5 A	0,10 ... 100 (x RTC FN) A
I>>F t	Tempo definido de fase. 51	0,10 ... 240 s	
I>>N ip	Corrente de partida tempo definido de neutro 51N	In = 1 A	0,02 ... 40 A (x RTC FN) para IN N/D = 0 0,004 ... 10 A (x RTC D) para IN N/D = 1
		In = 5 A	0,048 ... 100 A (x RTC FN) para IN N/D = 0 0,012 ... 25 A (x RTC D) para IN N/D = 1
I>>N t	Tempo definido de neutro. 51N	0,10 ... 240 s	
I>>GS ip	Corrente de partida tempo definido de sensor de terra. 50GS/51GS	In = 1 A	0,0039 ... 10 (x RTC D) A
		In = 5 A	0,02 ... 50 (x RTC D) A
I>>GS t	Tempo definido de sensor de terra. 50GS/51GS	0,00 ... 240 s	

Tabela 8.8: Parâmetros para ajuste da unidade temporizada de tempo definido.

NOTA: Sobrecorrente instantânea de sensor de terra (50GS) é habilitada quando o parâmetro I>>GS t for igual a 0.

8.2.2.2.2 – Funcionamento

Para que ocorra a partida da unidade temporizada de tempo definido independente, a corrente da entrada deve ultrapassar em 1,02 vezes o valor ajustado para a corrente de partida (Ip). Se a corrente continuar acima do valor de partida por um tempo maior que o programado, a saída configurada na matriz fecha após tempo da programado e permanece energizado até o valor de corrente atingir o valor de rearme (drop-out) de 98 % da corrente de partida.

8.2.2.2.3 – Sinalização

O estado da proteção é indicado nos leds da IHM local e na pasta **MEDIÇÕES** do programa aplicativo de configuração e leitura do relé.

Bandeiras							
A	B	C	N	A	B	C	
51	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	27
50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	32
67	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	37
59	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				81	Q	GS	
79	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	1	2	3	4	47	86	78 27-0

Figura 8.6: Sinalização da unidade tempo definido

8.3 – Proteção de subcorrente

8.3.1 – Unidade temporizada de tempo definido

Relé de subcorrente função 37.

8.3.2 – Ajuste da corrente de partida

A programação dos parâmetros é realizada nas pastas **SET 1**, **SET 2**, **SET 3** e **SET 4** do programa aplicativo de configuração e leitura do relé. A figura 8.7 sinaliza os parâmetros disponíveis da proteção de subcorrente de fase para o **SET 1**.

Figura 8.7: Pasta SET 1 do programa aplicativo sinalizando a unidade de subcorrente.

Os ajustes de fase, neutro e sensor de terra estão disponíveis nos parâmetros listados na tabela 8.9.

Parâmetro	Descrição do parâmetro	Faixa de ajuste	
I<< F ip	Corrente de partida tempo definido de fase de subcorrente. 37	In = 1 A	0,04 ... 40 (x RTC FN) A
		In = 5 A	0,10 ... 100 (x RTC FN) A
I<<F t	Tempo definido de fase de subcorrente. 37	0,10 ... 240 s	

Tabela 8.9: Parâmetros para ajuste da unidade de subcorrente.

8.3.3 – Funcionamento

Para que ocorra a partida da unidade de subcorrente, a corrente da entrada deve ser menor que 0,98 vezes o valor ajustado para a corrente de partida (Ip). Se a corrente continuar abaixo do valor de partida por um tempo maior que o programado, a saída configurada na matriz fecha após tempo programado e permanece energizado até o valor de corrente atingir o valor de rearme (drop-out) de 102 % da corrente de partida.

8.3.4 – Sinalização

O estado da proteção é indicado nos leds da IHM local e na pasta **MEDIÇÕES** do programa aplicativo de configuração e leitura do relé.

8.4 – Restrição por tensão

Relé de restrição de sobrecorrente de fase por tensão (50v/51v/67v).

8.4.1 – Ajuste da tensão de restrição

A programação do parâmetro é realizada nas pastas **SET 1**, **SET 2**, **SET 3** e **SET 4** do programa aplicativo de configuração e leitura do relé. A figura 8.8 sinaliza o parâmetro disponível da proteção de sobrecorrente de fase com restrição por tensão para o **SET 1**.

Figura 8.8: Pasta SET 1 sinalizando a unidade de sobrecorrente tempo dependente com restrição por tensão.

O ajuste está disponível no parâmetro listado na tabela 8.10.

Parâmetro	Descrição do parâmetro	Faixa de ajuste
I>F VR	Tensão de restrição de sobrecorrente temporizada de fase. 50v/51v/67v	2,00 ... 250 (x RTP) V

Tabela 8.10: Parâmetro para ajuste da unidade de sobrecorrente tempo dependente de fase com restrição por tensão.

8.4.2 – Funcionamento

Redução na tensão pode indicar uma falta no sistema elétrico e ser utilizada para aumentar a sensibilidade de atuação do relé de sobrecorrente por tempo dependente. Neste caso o tempo de atuação depende também da tensão alternada aplicada nos bornes VA-COMUM, VB-COMUM ou VC-COMUM do relé para cada fase. A influência desta tensão na curva de atuação caracteriza

uma tensão de restrição que influenciam as correntes de partida do relé nas unidades 50, 51 e 67, e segue a equação de uma reta a seguir.

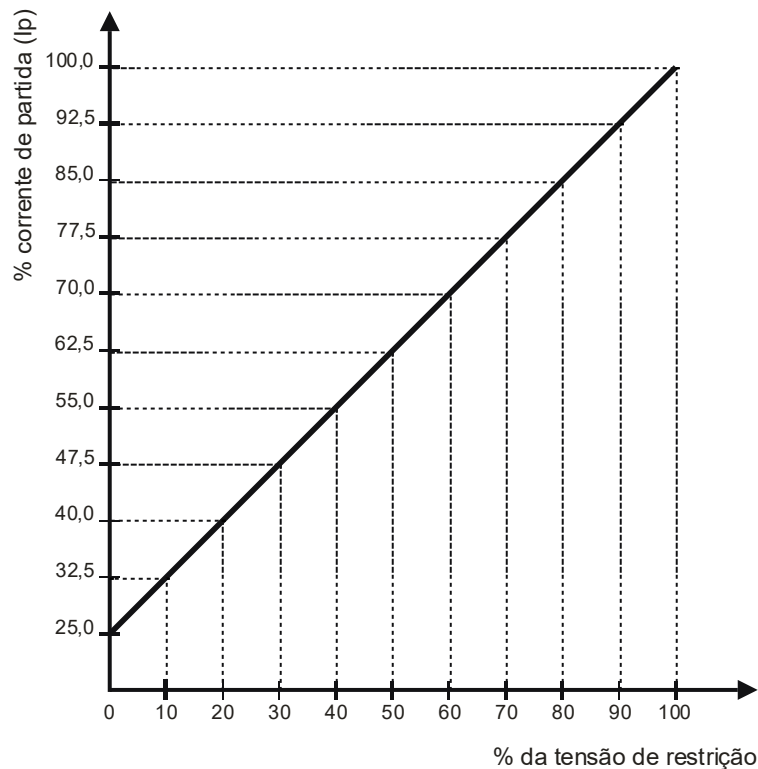


Figura 8.9: Curva de atuação da tensão de restrição.

Analisando a curva da figura 8.9 de atuação da tensão de restrição verificamos as condições de restrição para a fase A estabelecida na tabela 8.11.

Tensão aplicada V (V1-V2)	Corrente de partida (Ip)	Condição
0 Vca	0,25 x Ip	restrição máxima
> valor do parâmetro I>F VR	1,00 x Ip	sem restrição

Tabela 8.11: Condições de restrição para a fase A.

A equação 1 da unidade temporizada de tempo dependente de fase é alterada conforme a equação 2.

$$t = \frac{K \times dt}{\left[\frac{I}{Ip \times \left(\left(\frac{0,75 \times V}{Vp} \right) + 0,25 \right)} \right]^{\alpha} - \beta} + \delta \times dt$$

(equação 2)

Onde:

- t - tempo de atuação teórica.

K - constante que caracteriza a curva.

dt - dial de tempo.

I - corrente na entrada do relé.

Ip - corrente de partida.

α - constante que caracteriza a curva.
- V - tensão de restrição.

Vp - tensão de restrição plena programada no parâmetro I>F VR.

δ - constante que caracteriza a curva.

β - constante que caracteriza a curva.

8.5 – Emulação de disco de relé eletromecânico

Relé de sobrecorrente temporizado com controle de torque (51C).

8.5.1 – Ajuste do tempo de retorno do disco

A programação do parâmetro é realizada na pasta **GERAL** do programa aplicativo de configuração e leitura do relé. A figura 8.10 sinaliza o parâmetro disponível para a unidade de sobrecorrente com controle de torque (51C).

Figura 8.10: Pasta GERAL - parâmetro da unidade de sobrecorrente com controle de torque (51C).

O ajuste está disponível no parâmetro listado na tabela 8.12.

Parâmetro	Descrição do parâmetro	Faixa de ajuste
Tdisco	Tempo de retorno de disco	0,10 ... 10 s

Tabela 8.12: Parâmetro para ajuste da unidade de sobrecorrente com controle de torque (51C).

8.5.2 – Funcionamento

O relé pode emular a operação de retorno do disco de relé eletromecânico, permitindo otimizar a coordenação da proteção do relé com relés eletromecânicos para curto evolutivo. O valor programado no parâmetro **Tdisco** é subtraído do tempo de atuação calculado na unidade de sobrecorrente temporizada no caso de repetição da falta para simular a operação do disco do relé eletromecânico. A figura 8.11 exemplifica a influência da posição do disco no tempo de atuação de um relé eletromecânico.

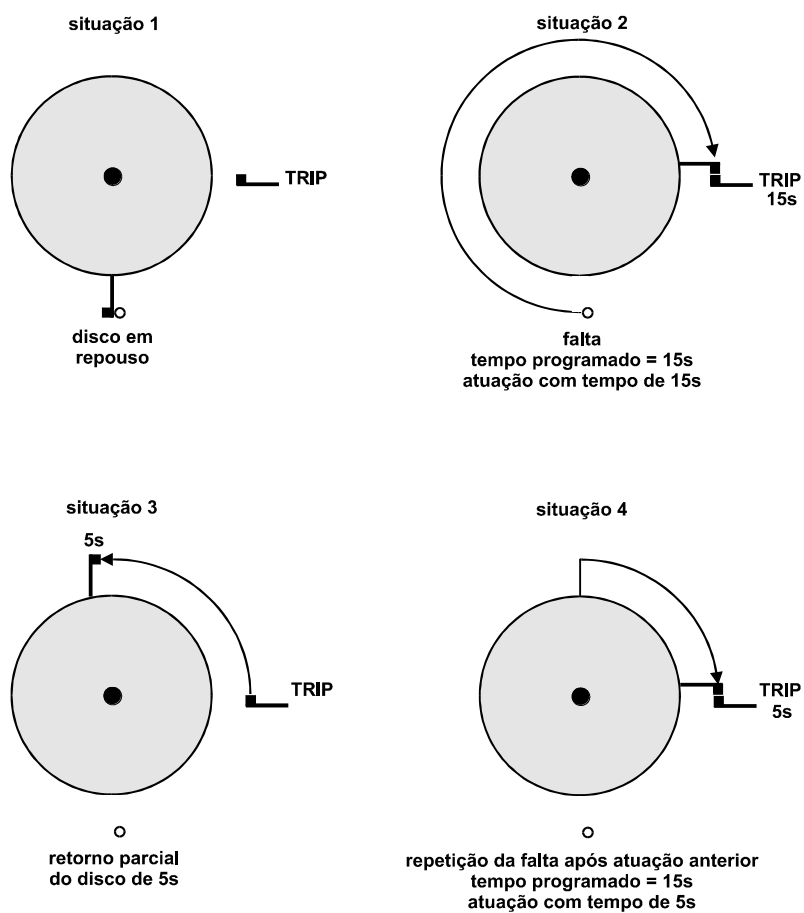


Figura 8.11: Simulação da atuação de relé eletromecânico.