

RPH3

Dispositivo para manobra controlada de disjuntor AT



Manual de operação

Volume 1
Descrição

D1620 Pt 03



REVISÕES

REVISÕES					
04	L. Pierry	F Faria	M Brandao	16/09/2019	Versão em português
03	J. Soubies-Camy	A. Fanget	D. Lequeux	17/12/2012	Corrigir diagramas de bypass, considerando o contato M4-J4: 2 e 3 como normalmente ABERTO
02	J. Soubies-Camy	A. Fanget	D. Lequeux	30/11/2012	Atualização de diagramas típicos de by pass Correção de terminais
01	J. Soubies-Camy	A. Fanget	D. Lequeux	04/06/2012	Emissão inicial
REV	EMITIDA	VERIFICADA	APROVADA	DATA	REVISÕES



Índice

REFERÊNCIAS	9
RPH3 MANUAL DO USUÁRIO	9
REFERÊNCIAS ADICIONAIS	9
INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA E ADVERTÊNCIA	10
MANUSEIO DE RPH3 COMO UM EQUIPAMENTO ELETRÔNICO	10
1-INTRODUÇÃO	12
1-1 Usando esse manual	12
2-APRESENTAÇÃO DA MANOBRA CONTROLADA	14
2-1 Manobra aleatória X Manobra controlada	14
2-2 Operações de fechamento controlado	18
2-3 Operações de abertura controlada	21
3-SOLUÇÃO GE PARA MANOBRA CONTROLADA: RPH3 TCR	23
3-1 Introdução	23
3-2 Dimensões	24
3-3 Diagrama funcional e distribuição de arquitetura	25
3-4 Operação do disjuntor – Recursos básicos para as aplicações TCR	28
3-4.1 Fonte de alimentação	32
3-4.2 Amostragem da tensão de referência	33
3-4.3 Detecção do modo do neutro do sistema	34
3-4.4 Captura de comandos de operação tripolar do disjuntor	35
3-4.5 Acionamento das bobinas do disjuntor	37
3-4.6 Medição dos tempos de operação do disjuntor	41
3-4.6-1 Método de medição #1: monitorando os contatos aux. do disjuntor (tipo a)	44
3-4.6-2 Método de medição #2: Monitoramento de correntes AT	46
3-4.7 Amostragem da corrente AT	48
3-4.8 Amostragem da tensão da linha AT	51
3-5 Compensação dos tempos de operação do disjuntor	53
3-5.1 Princípio geral	53
3-5.2 Contribuição da temperatura ambiente	55
3-5.2-1 Lei da compensação	55
3-5.2-2 Medição da temperatura ambiente	56
3-5.3 Medição da tensão de controle do disjuntor	57
3-5.3-1 Lei de compensação	57
3-5.3-2 Amostragem da tensão de alimentação das bobinas do CB	60
3-5.4 Contribuição da pressão do hidráulico	61
3-5.4-1 Lei da compensação	61
3-5.4-2 Amostragem da pressão hidráulica	63
3-5.5 Contribuição do tempo inativo do disjuntor	65
3-5.5-1 Lei de compensação	65
3-5.5-2 Medição do tempo inativo do disjuntor	66
3-5.6 Contribuição de todos os outros fatores: o controle adaptativo	67
3-5.6-1 Lei de compensação	67
3-6 Limitação da compensação	69
3-7 Limitação da compensação	70
3-7.1 Dados em tempo real	71



3-7.2 Sinalização de alarme	73
3-7.2-1 LED de estado verde: "1-Tensão de alimentação"	74
3-7.2-2 LED de estado verde: "2-Manobra"	74
3-7.2-2 LED de alarme vermelho: "3-Alarme do sistema"	75
3-7.2-4 LED de alarme vermelho: "4-Alarme de aplicação"	76
3-7.2-5 Contato de saída de alarme acionado por relé	78
3-7.3 Histórico de comutação do RPH3 (registros de operação do CB)	80
3-8 Rede, comunicação e relógio de tempo real	82
3-9 Definições de configuração	83
3-9.3 Dados relacionados com disjuntor	84
3-9.4 Dados relacionados ao RPH	86
3-9.5 Dados relacionados a sinalização dos alarmes	87
3-10 Variantes do RPH3	88
3-11 Descrição da pinagem	89
3-11.1 Bornes módulo M1	90
3-11.2 Bornes módulo M2	90
3-11.3 Bornes módulo M3	90
3-11.4 Bornes módulo M4	91
3-12 Diagramas de conexão	94
3-12.1 Aterramento da caixa, fonte de alimentação e modos de neutro do sistema	94
3-12.2 Tensão de referência	95
3-12.3 Sensores analógicos	95
3-12.4 Controle do disjuntor e by pass do RPH3	96
3-12.5 Contatos de alarme acionados por relé	100
3-13 Dados técnicos	101
4-NOTAS DE APLICAÇÃO	105
4-1 Escopo das aplicações de manobra controlada	105
4-2 Manobra de transformadores AT e reatores de 3 núcleos	106
4-2.1 Operação de fechamento	106
4-2.2 Operação de abertura	110
4-3 Manobra de reator shunt AT núcleo único não saturável	112
4-3.1 Operações de fechamento	112
4-3.2 Operações de abertura	112
4-4 Manobra de capacitores AT	113
4-4.1 Operação de fechamento	113
4-4.1-1 Banco único de capacitores	113
4-4.1-2 Banco de capacitores em contraposição (back to back)	114
4-4.2 Operação de abertura	114
4-5 Manobra de linhas de transmissão AT	115
4-5.1 Operação de fechamento	115
4-5.1-1 Linhas alimentadas por TPs indutivos	116
4-5.1-2 Linhas alimentadas por transformador de potencial capacitivos (TPCs)	118
4-5.1-3 Linhas compensadas por reatores	120
4-5.2 Manobras de abertura	121
4-6 Manobra de cargas indutivas com resistor de aterramento neutro (NGR)	122



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: O Sincronizador atua como o acionamento do disjuntor	14
Figura 2: comutação sincronizada versus comutação aleatória em cargas diferentes	15
Figura 3: Operação de fechamento controlado / exemplo em um grupo de reatores	16
Figura 4: energização síncrona de um reator shunt (tempos em 1 polo)	18
Figura 5: Fechamento do CB na tensão zero: tempo de pré-arco em função do RDDS e imprecisão mecânica do CB	19
Figura 6: Fechamento de CB no pico de tensão: tempo de pré-arco em função do RDDS e imprecisão mecânica do CB.	20
Figura 7: Abertura controlada de um reator de derivação (temporizações em 1 polo)	21
Figura 9: Vista traseira do RPH3	23
Figura 11 : Diagrama funcional simplificado do RPH3	25
Figura 12 : Tomada de segurança no módulo M3	26
Figura 14: Conexão Ethernet (M2-J3)	27
Figura 15: Máquina de estados finitos do RPH3 para aplicações TCR	28
Figura 16: processo de seleção do programa de manobra	31
Figura 17: Ajuste da estratégia de recuo angular Web IHM	31
Figura 18 : Tensão de alimentação do RPH3	32
Figura 19: Conexão da tensão de referência	33
Figura 20: exemplo de uso de seccionador para o neutro	34
Figura 21: Amostragem de comandos de manobra do CB antes de acionar as bobinas do CB	35
Figura 22: Filtragem de entradas do comando tripolar pelo controlador RPH3	35
Figura 23: Limites de tensão para filtragem de entradas lógicas	35
Figura 24: Entrada dos cabos de abertura e fechamento	36
Figura 25: Ligação das saídas de controle das bobinas do disjuntor: Diagrama MODO COMUM (disjuntor aberto)	37
Figura 26: Fiação das saídas de controle das bobinas do disjuntor: diagrama do MODO DIFERENCIAL posição aberta)	38
Figura 27: Web IHM: seleção do diagrama de fiação das bobinas do equipamento	38
Figura 28: Alarmes de autoteste (acessíveis na HMI da web)	39
Figura 29: Alarme de tensão de controle se não houver tensão CC no conector M3-J1 do RPH3	39
Figura 30: ajuste de duração de 3 impulsos de saída para fechamento	40
Figura 31 : definição dos tempos de operação	41
Figura 32: ajuste dos tempos de operação nominais do disjuntor (web IHM)	42
Figura 33: IHM da web: escolha do método preferido para medição de tempos de operação	42
Figura 34: faixa de validade do tempo de operação e tolerância	43
Figura 35: alarme acionado em caso de tempo de operação medido fora da faixa	43
Figura 36: Conexão dos contatos auxiliares do conjunto de manobra	44
Figura 37 : definição da diferença de tempo dos contatos auxiliares	44
Figura 38: ajuste da diferença de tempo dos contatos auxiliares	45
Figura 39: medição do tempo de operação	46
Figura 40: Análise da forma de onda até o início da corrente: exemplo para uma manobra de fechamento do polo	47
Figura 41: tomada de segurança na interface M3-J4	48
Figura 42: Interface de medição de corrente de alta tensão	48
Figura 43: Configurações da taxa de transformação atual (Web HMI)	49
Figura 44: Ajuste do limite de corrente de alta tensão instantâneo(valor de pico (web IHM)	49
Figura 45: Alarme instantâneo de corrente de alta tensão (web IHM)	50
Figura 46: Monitoramento em tempo real das correntes de alta tensão para fins de E & C	50
Figura 48: Configuração da taxa de transformação de TP para tensões de linha de alta tensão	51



Figura 49: Medições de tensão de linha de alta tensão	52
Figura 50 : compensações: exemplo de uma operação de fechamento	53
Figura 51: Ativação / desativação de contribuições de compensação	54
Figura 52: configuração da tabela de compensação de temperatura na web IHM (nível de acesso \geq Supervisor)	55
Figura 53: característica de compensação de temperatura: exemplo para operações de fechamento	55
Figura 54: Instalação típica do sensor de temperatura ambiente	56
Figura 55: IHM da web: ajuste dos fatores de escala do sensor de temperatura (nível de acesso \geq Supervisor)	56
Figura 56: IHM da web: configurações de compensação de tensão	58
Figura 57: características de compensação de tensão de alimentação das bobinas	59
Figura 58: interface de monitoramento da tensão de alimentação das bobinas	60
Figura 59: IHM da web: configurações de compensação de pressão	61
Figura 60: característica de compensação de pressão hidráulica	63
Figura 61: IHM da web: ajuste dos fatores de escala do sensor de pressão hidráulica (nível de acesso \geq Supervisor)	63
Figura 62: conectando sensores de pressão hidráulica	64
Figura 63: IHM da web: configurações de compensação de tempo inativo	65
Figura 64: característica da compensação do tempo inativo	66
Figura 66: IHM da web: ajuste do fator de ponderação do controle adaptativo	68
Figura 67: IHM da web: ajustando as compensações e o recurso de fixação do controle adaptativo	69
Figura 68: acessando dados em tempo real (web IHM)	70
Figura 69: acessando os últimos dados da manobra com RPH (web IHM)	70
Figura 70: LEDs frontais e contatos de saída de relé	73
Figura 71 : ciclo de processamento do alarme	74
Figura 72: definição da atribuição de alarmes através do software IHM da web	78
Figura 73: baixando os últimos 1025 registros de comutação (web IHM)	80
Figura 74: RPH software manager: RPH3 alternando dados detalhados e histórico de alarmes	81
Figura 75: Software RPH Manager: visualizador completo de formas de onda	81
Figura 76: Configurações da rede de IP do RPH3 e ajuste do relógio	82
Figura 77: configurações relacionadas aos sensores externos	83
Figura 78: Configurações relacionadas ao quadro: exemplo para fechar o disjuntor	84
Figura 79: Configurações de controle do RPH	86
Figura 80: Configurações relacionadas ao controle PoW: exemplo para fechamento de CB (programa de comutação = "modo de usuário")	87
Figura 81: Configurações relacionadas à sinalização de alarme - limites gerais	87
Figura 82: Configurações relacionadas à sinalização dos alarmes - limites do tempo de manobra e fixação das compensações	87
Figura 83: Atribuição dos terminais do RPH3	89
Figura 88: Diagrama by pass proibido em ambos os canais (variante modo comum)	96
Figura 89: diagrama by pass - proibido em ambos os canais (variante de modo diferencial)	96
Figura 90: diagrama de by pass - ativado nos dois canais (variante de modo comum)	97
Figura 91: diagrama de by pass - ativado nos dois canais (variante do modo diferencial)	97
Figura 92: diagrama de by pass - ativado apenas no fechamento do canal (variante de modo comum)	98
Figura 93: diagrama de by pass - ativado apenas no canal de fechamento (variante do modo diferencial)	98
Figura 94: diagrama de by pass - ativado somente no canal de abertura (variante de modo comum)	99
Figura 95: diagrama de by pass - ativado somente no canal de abertura (variante do modo diferencial)	99
Figura 96: Sinalização do CB e contatos de alarme acionados por relé: diagrama de fiação típico	100
Figura 109: Algoritmo RPH3 para religamento de linha em linhas de transmissão não compensadas, alimentadas por TP capacitivo.	118
Fig. 110 Religamento de linhas não compensadas alimentadas por TPC	119



Figura 112: Formas de onda de tensão - linhas com alto grau de compensação	121
Figura 113: Formas de onda de tensão - linhas com baixo grau de compensação	121
Figura 114: Aterramento do neutro para uma carga indutiva via um NGR	122



OBJETIVO DESTE DOCUMENTO

Este documento é um manual de serviço, fornecendo ao leitor informações sobre o dispositivo RPH3, a solução da GE Grid para manobra controlada de disjuntores de alta tensão. Este manual tem como objetivo apoiar os usuários finais do RPH3 no entendimento, instalação, uso e manutenção do RPH3.

DECLARAÇÃO DE AUTORIDADE JURÍDICA / DIREITOS AUTORAIS

Este manual, incluindo todas as ilustrações contidas neste documento, é protegido por direitos autorais. O uso deste manual por terceiros é proibido. A reprodução, tradução e divulgação pública, assim como o arquivamento ou alteração eletrônica e fotográfica, exigem o consentimento expresso por escrito da GE.

Os violadores são responsáveis por danos.

A GE reserva todos os direitos no caso de concessão de patente ou listagem de um projeto registrado. Os produtos de terceiros são sempre nomeados sem referência a direitos de patente. A existência de tais direitos não deve ser excluída.

A GE reserva-se o direito de modificar, sem aviso prévio, este manual ou as características do produto apresentado neste manual.



REFERÊNCIAS

RPH3 manual do usuário

- [1] NOT.200.8560_En Product description guide
- [2] NOT.200.8561_En Control interface application guide - "LINE" application
- [3] NOT.200.8562_En Control interface application guide - "TCR" application
- [4] NOT.200.8563_En Data manager application guide - "LINE" application
- [5] NOT.200.8564_En Data manager application guide - "TCR" application
- [6] NOT.200.8566_En Commissioning instructions - "TCR" application
- [7] NOT.200.8567_En Commissioning instructions - "LINE" application
- [8] NOT.200.8568_En End of life management

Referências adicionais

- [9] CIGRE Publication 262, "Controlled Switching of HVAC Circuit Breakers - Benefits & Economic Aspects", CIGRÉ Working Group A3.07, December 2004. ¹
- [10] CIGRE Publication 263, "Controlled Switching of HVAC Circuit Breakers - Guidance for Further Applications Including Unloaded Transformer Switching, Load and Fault Interruption and Circuit-Breaker Uprating", CIGRÉ Working Group A3.07, December 2004.
- [11] CIGRE Publication 264, "Controlled Switching of HVAC Circuit Breakers - Planning, Specification and Testing of Controlled Switching Systems", CIGRÉ Working Group A3.07, December 2004.

¹ CIGRE publications are available from CIGRE (Conference Internationale des Grands Réseaux Electriques Haute Tension) (International Conference on High Voltage Systems), 21, rue d'Artois, F 75008 Paris, France <http://www.cigre.org>



INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA E ADVERTÊNCIA



NOTA: Descargas eletrostáticas (ESD) podem causar danos irreversíveis no dispositivo RPH3. Observe as precauções de segurança necessárias ao manusear componentes vulneráveis a descargas eletrostáticas (EN 61340-5-1 e EN-61340-5-2, tanto quanto IEC 61340-5-1 e IEC 61340-5-2).



NOTA: Antes de ligar o aparelho elétrico, verifique se os cabos de conexão estão travados com segurança nos terminais do conector usando os parafusos integrados.



PERIGO DE CHOQUE ELÉTRICO, EXPLOSÃO OU ARCO VOLTAICO

- Desligue a energia antes de instalar, remover, ligar ou fazer manutenção.

- Confirme se a tensão de alimentação do produto e suas tolerâncias são compatíveis com as da rede.

- A instalação, uso e manutenção do RPH3 e produtos relacionados descritos neste manual devem ser restritos exclusivamente a engenheiros ou pessoas instruídas por eles, uma vez que os usuários do RPH3 também devem ser qualificados para operar sistemas de comutação de alta tensão.

- A GE Grid não assume nenhuma responsabilidade por quaisquer conseqüências decorrentes do uso deste produto.

NÃO APLICAR ESTAS INSTRUÇÕES PODE RESULTAR EM MORTE OU LESÕES GRAVES.

MANUSEIO DE RPH3 COMO UM EQUIPAMENTO ELETRÔNICO

O dispositivo RPH3 contém componentes elétricos e eletrônicos que ainda podem ser carregados após a desconexão. O usuário pode sofrer choque elétrico se as precauções e instruções não forem seguidas antes de manusear ou abrir a caixa do dispositivo.

- Antes de qualquer uso do dispositivo RPH3, ele deve ser aterrado através da conexão de aterramento funcional e do terminal / terminal de aterramento da carcaça.

- Antes de usar, verifique se todos os conectores do cabo estão firmemente travados no RPH3.

- No RPH3, a continuidade da fiação secundária dos transformadores de corrente é assumida por uma conexão interna dentro do conector (conexão "faça antes do freio"). Antes de remover esses conectores, evite danos à segurança pessoal e aos dispositivos dos transformadores de corrente.

TIRAR DA EMBALAGEM

Apesar da construção robusta geral do RPH3, ele deve ser manuseado com cuidado antes da instalação. Antes de aceitar o RPH3, deve-se verificar se há danos que possam ter se originado durante o transporte. Se você tiver motivos de reclamação, consulte a empresa de transporte e notifique a pessoa de contato habitual da GE Grid.



ARMAZENAGEM

Se o RPH3 não for instalado imediatamente após o recebimento, ele deve ser armazenado em um local livre de poeira e umidade na embalagem original. Se houver um saco de absorção de umidade na embalagem, mantenha-o como está. A eficiência do agente de secagem é prejudicada se a bolsa com o secante ficar exposta às condições do ambiente.

Antes de colocar o RPH3 na caixa novamente, aqueça levemente o saco de secagem para regenerar o agente de secagem.

Faixa de temperatura de armazenamento: -40 ° C a +70 ° C.

INSTALAÇÃO

O RPH3 deve ser instalado na sala de controle ou na sala de retransmissão da subestação. Sua posição deve ser escolhida para facilitar a inspeção, o que implica um fácil acesso às conexões traseiras do RPH3 em caso de necessidade.

O RPH3 deve estar bem iluminado e travado adequadamente no local da carcaça, levando em consideração o seu peso (deve-se ter cuidado com os problemas de distribuição de peso, especialmente no caso de uma instalação em um local exposto a grandes vibrações).

O controlador RPH3 pode ser instalado em um painel de distribuição ou em uma estrutura adequada com o material fornecido, ou um acessório especial está disponível para integração de rack de 19 "em caso de requisitos sísmicos.

Como o RPH3 pode ser localizado a várias centenas de metros do quadro de distribuição (por exemplo, na sala de controle), verifique se os requisitos observados no diagrama de alta tensão fornecidos pela GE Grid são respeitados e, especialmente, se não há injeções de corrente (mesmo alguns miliamperes como um dispositivo de supervisão de bobina) nas saídas do RPH3.

Qualquer que seja sua localização, o alojamento do RPH3 deve ser adequadamente aterrado antes de ser energizado.



1-INTRODUÇÃO

1-1 Usando esse manual

Este manual pretende fornecer ao leitor informações sobre a comutação controlada em geral e o modo como o dispositivo RPH3 opera. Ele deve ser usado como um guia para entender, instalar e usar o RPH3, mas não fornece informações detalhadas sobre a interface homem-máquina RPH3, que é descrita em manuais. Por favor, consulte os documentos [1] e [2].

Este manual de serviço descreve as funções e os recursos conforme assumidos pelo RPH3, apresenta uma aplicação típica, lista variantes de produtos disponíveis e todos os dados necessários (relacionados tanto ao próprio equipamento e seu ambiente) para um uso adequado do dispositivo.

1-2 Glossário de termos

Os seguintes termos e acrônimos são usados neste manual

Abreviação	Significado
AT	Alta tensão
CB	Disjuntor
Eqto	Equipamento
SE	Subestação
EIA	Inicialmente "Equipamento Isolado a Ar". Usado para disjuntor cuja base tecnologia é projetada para interromper correntes com câmaras com gás SF6 sob pressão. A extinção do arco ocorre entre os contatos do disjuntor na câmara com gás pressurizado, mas, entre as fases a isolamento é a ar.
GCB	Disjuntor para gerador: Disjuntores para aplicação específica para manobra em AT próximo a geradores de energia
TP	Transformador de potencial

Abreviação	Significado
Idle time	Quantidade de tempo entre duas operações consecutivas do disjuntor, durante as quais ele permanece na mesma posição.
Controle adaptativo	Ajuste dos tempos de operação do CB com base nos tempos de operação anteriores e no tempo ocioso do CB.
Compensação	Ajuste preditivo do tempo de operação do disjuntor baseadas na temperatura ambiente, tipo do mecanismo de acionamento, (hidráulico por exemplo) e nas condições da tensão de alimentação no momento que o CB inicia a operação. (IEC62271-302).
Nota: O controle adaptativo não faz parte da compensação.	
RDDS	"Rate of Decay of Dielectric Strength" Taxa de queda da rigidez dielétrica de um disjuntor. Esta é a taxa que a rigidez dielétrica decresce entre os contatos na operação de fechamento. Essa característica é importante Para avaliar o pré-arco antes da toque mecânico dos contatos. (Publicação CIGRÉ 262 a 264). Em outras palavras, o RDDS é o redução da suportabilidade dielétrica entre os contatos da câmara durante o fechamento do disjuntor
RRDS IEC62271-302	"Rate of Rise of Dielectric Strength" Taxa de crescimento da rigidez dielétrica entre os contatos da câmara do disjuntor durante a operação de abertura.
Operação síncrona IEEE C37.100	Operação de um dispositivo de manobra de maneira que os contatos são abertos ou fechados em um determinado ponto alvo sobre a onda da tensão de referência ou de uma onda de corrente.
Ponto Alvo no fechamento	Instante previsto para o toque mecânico dos contatos no fechamento
Ponto Alvo no estabelecimento	Instante previsto para o início da corrente no durante o fechamento
Ponto Alvo no no tripping	Instante previsto para a separação dos contatos durante a abertura pela proteção



abreviação	significado
tempo de estabelecimento IEC62271-302	CB inicialmente aberto, é o tempo entre o pulso na bobina de fechamento e o momento que a corrente começa a fluir através do polo em questão ("tempo de estab. do polo) ou através do primeiro polo (tempo de estab. do disjuntor). Isso faz com que o tempo normalmente inclua o tempo anterior ao arco time.
NOTE: qualquer atraso produzido por qualquer componente que não seja parte do circuito de fechamento não faz parte do tempo de estabelec. O tempo de atraso introduzido pelo RPH não é incluído no tempo de estabelecimento.	
Arc IEEE C37.100	Continuação da corrente entre os contatos do disjuntor, na abertura, após a separação dos contatos.
Duração da abertura IEEE C37.100	Duração do movimento mecânico do contato do CB da posição completamente fechado à posição totalmente aberto.
Tempo de abertura IEC62271-302	CBR inicialmente totalmente fechado, tempo entre o início da operação de abertura (impulso de abertura no comando), e o momento que os contatos de arco se separam em: - todos os polos (t de abert do CB) - um polo (t abertura do polo). Pode variar com a corrente de interrup.
NOTA1: qualquer atraso gerado por qualquer componente que não seja do circuito de abertura não faz parte do tempo de abertura. O tempo de atraso introduzido pelo RPH não é incluído no tempo de abertura.	
NOTE 2: disjuntores com disparo automático não possuem entradas de disparo; nesse caso, o tempo de disparo começa quando com o disjuntor na posição fechado, a corrente do circuito principal atinge o valor operacional do relé de sobrecorrente.	

abreviação	significado
tempo inativo	Tempo entre duas operações consecutivas do CB, entre as quais a posição não se alterou..
Controle Adaptativo	Ajuste dos tempos de operação do CB com base nos padrões das últimas operações (CB tempos de operação anteriores) e tempo inativo.
Compensação	Ajuste do tempo de operação do CB com base na temperatura ambiente (externa), características do mec de operação (pressão hidráulica se aplicável) e tensão de alimentação do auxiliar no momento que a operação do disjuntor iniciou (IEC62271-302).
NOTE : o controle adaptativo fica excluído da compensação.	
RDDS IEC62271-302	"Taxa de decréscimo da rigidez dielétrica" de um disjuntor. É a taxa que a rigidez dielétrica através do contatos durante o fechamento do disjuntor é reduzida a medida que os contatos se aproximam. Essa característica é importante para avaliação do tempo de pré arco antes do toque mecânico dos contatos. (CIGRÉ Publication 262 to 264). RDDS é a redução da suportabilidade dielétrica em função da redução do espaço entre os contatos no fechamento. use of Dielectric
RRDS IEC62271-302	Taxa de crescimento da rigidez dielétrica. O crescimento da rigidez dielétrica em função do aumento do espaço entre contatos na abertura.
Operação síncrona IEEE C37.100	Operação de um dispositivo de manobra de maneira que os contatos são abertos ou fechados em um determinado ponto na onda da tensão de referência.
Ponto alvo para fechamento	Instante previsto para o toque dos contatos AT durante a operação de fechamento.
Ponto alvo para fechamento	Instante previsto para o início da passagem da corrente no fechamento
Ponto alvo para abertura	Instante previsto para a separação dos contatos AT durante a abertura.

2-APRESENTAÇÃO DA MANOBRA CONTROLADA

2-1 Manobra aleatória X Manobra controlada

Os equipamentos de manobra de alta tensão podem ser controlados por vários dispositivos: de proteção e controle que possuem conexões com fio para suas bobinas de fechamento e disparo. Entre esses dispositivos, os "sincronizadores" podem ser usados para energizar as bobinas do equipamento de manobra de modo que as operações sejam otimizadas.

Os sincronizadores foram introduzidos nos anos 2000 como uma alternativa aos resistores de pré-inserção dispendiosos, pára-raios e reatores fixos, cuja função principal era limitar as correntes de fechamento e limitar os transitórios de tensão no equipamento e na carga que ocorrem durante a manobra aleatória do disjuntor. Existem muitas razões técnicas e econômicas para evitar ou limitar esses fenômenos, e assim usar o sincronizador RPH que atuam na origem da causa em vez de aplicar estratégias de amortecimento, como com equipamentos passivos.

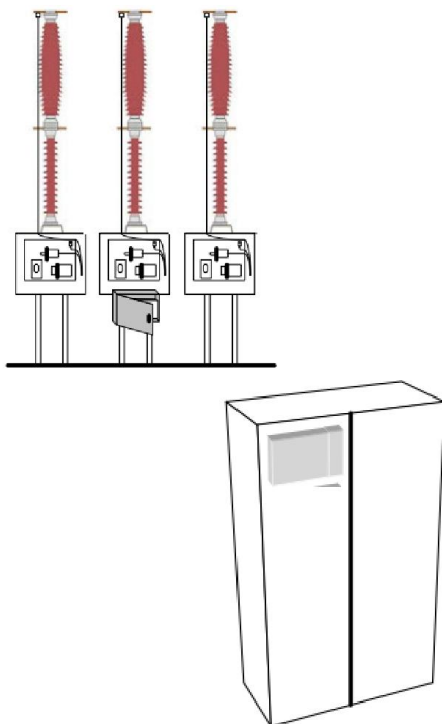


Figura 1: O Sincronizador atua como o acionamento do disjuntor

Correntes de fechamento elevadas podem levar esforços eletrodinâmicos e desarmes inesperados pela proteção, enquanto sobretensões podem levar a reacendimentos, reduzindo vida útil de pára-raios e diminuição da suportabilidade dielétrica dos equipamentos.

A Figura 2 abaixo ilustra os principais benefícios da “comutação síncrona” (ou seja, comutação controlada por sincronizador RPH, em comparação com a “comutação aleatória” (ou seja, onde todas as bobinas de comutação são energizadas no mesmo instante) durante uma operação de fechamento:

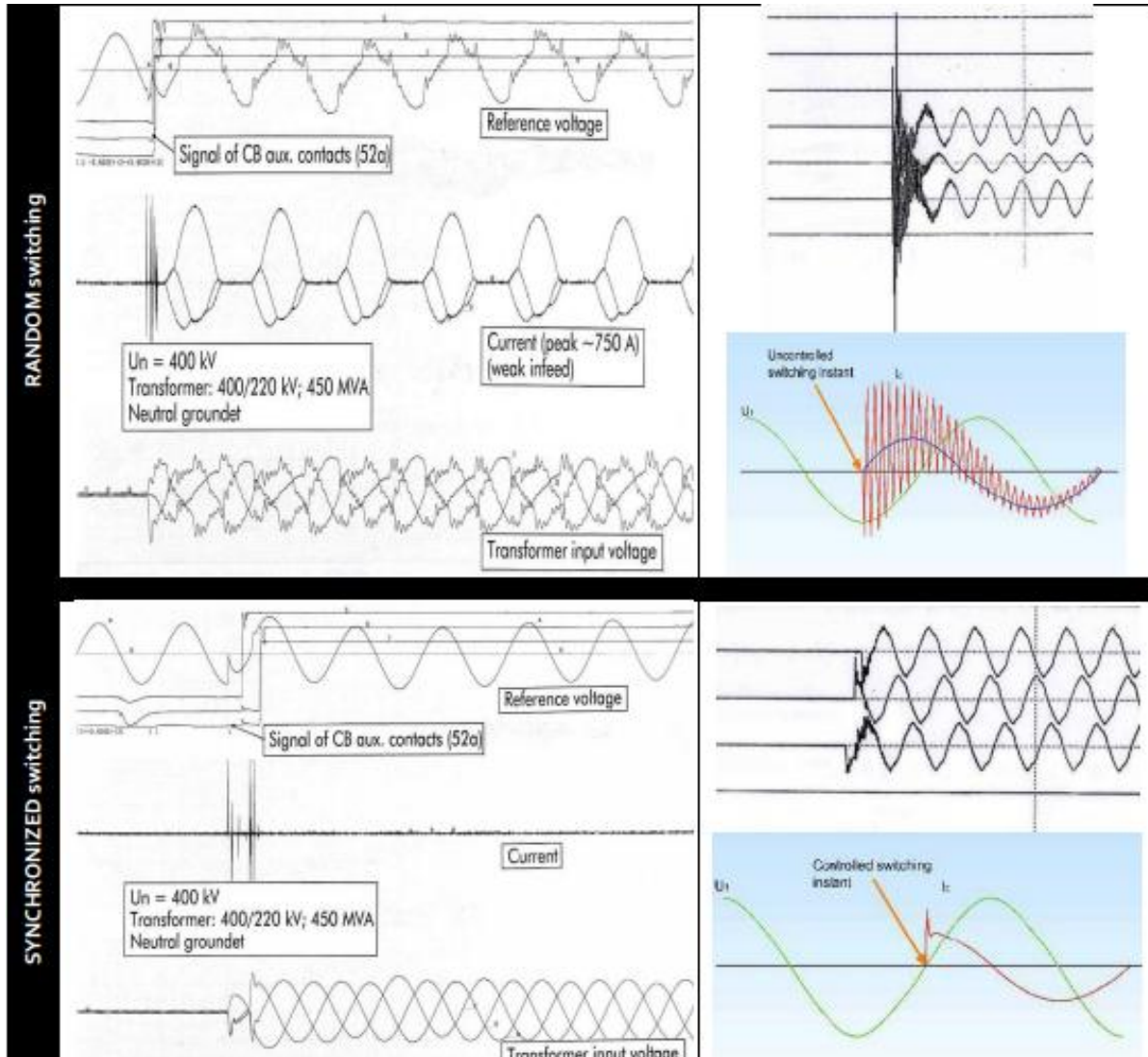


Figura 2: comutação sincronizada versus comutação aleatória em cargas diferentes

Para realizar a comutação síncrona, a principal característica de um sincronizador consiste em introduzir um retardo adequado entre o instante em que recebe um comando para operar disjuntor (comando de fechamento ou abertura) e o instante em que realmente energiza as bobinas, de tal maneira que a corrente no disjuntor se estabelece ou é interrompida em cada fase, nos pontos-alvo escolhidos. Este ponto alvo para a início / interrupção da corrente em cada pólo pode variar de uma aplicação para outra, dependendo principalmente do tipo de carga que está sendo comutada (reator, capacitores ...) e configuração do aterramento associado (aterrado, isolado).

A Figura 3 abaixo ilustra esse recurso para uma operação de fechamento (exemplo em uma carga indutiva):

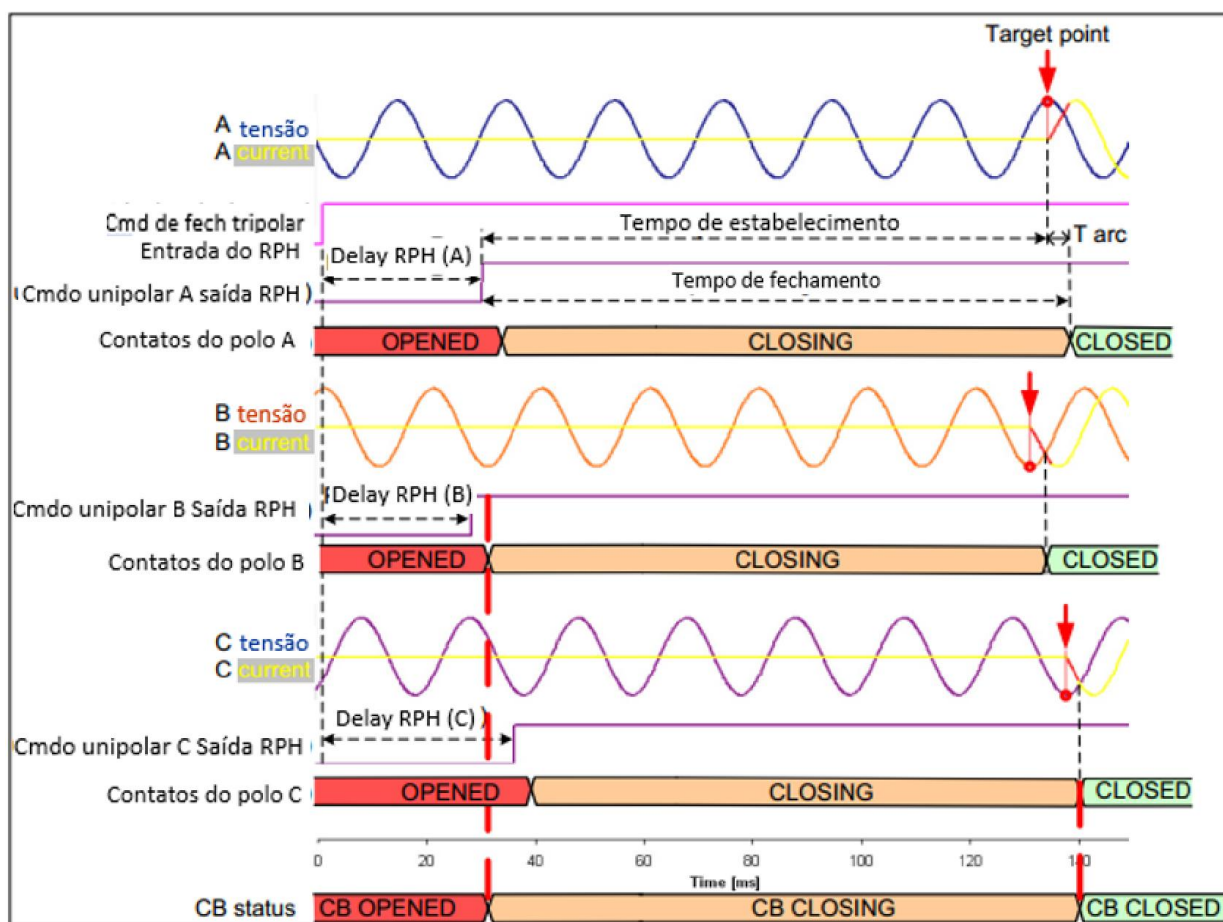


Figura 3: Operação de fechamento controlado / exemplo em um grupo de reatores

Uma vez recebido o comando, o sincronizador deve prever o tempo de fechamento ou abertura em cada pólo para introduzir o atraso adequado entre o comando de entrada tripolar e cada comando de saída unipolar (energizando as bobinas do CB), de modo que os fenômenos que possam ocorrer sejam tão limitados quanto possível (picos de tensão, correntes de inrush, risco de reacendimento ou arrancamento de corrente...).



Estes tempos de fechamento e abertura podem ser impactados significativamente pela variação de vários parâmetros, entre os quais:

Parâmetros relacionados ao ambiente:

- temperatura ambiente real
- tensão de alimentação das bobinas do CB

-...

Parâmetros relacionados ao equipamento:

- performance dinâmicos (durações operacionais, variações de envelhecimento, dispersões mecânicas, pressão hidráulica, etc.)
- estado inicial (aberto, fechado, indeterminado) e tempo ocioso
- rigidez dielétrica (RDDS, RRDS)

-...

Parâmetros relacionados à rede elétrica:

- impedância de carga (transformador, banco de capacitores, reatores de derivação, linhas de transmissão, etc.) e tipo de aterramento
- presença ou não de capacitores de equalização
- frequência real da rede, nível de tensão, nível de corrente
- taxa de variação da tensão através da distância entre contatos

-...

Dependendo da aplicação, alguns desses parâmetros podem ser estáticos (por exemplo, dispersões mecânicas) ou variáveis de acordo com diferentes leis (totalmente aleatórias, lineares...) de uma manobra do CB para outra.

Uma interação ideal entre o sincronizador e o equipamento é, portanto, o recurso fundamental para obter os resultados esperados para aplicações de manobra controlada.

IMPORTANTE: a comutação síncrona não é aplicável para ciclos rápidos de operações combinadas: O-C, O-CO, etc., já que estes ciclos são dedicados a situações de emergência, para as quais o CB deve abrir ou fechar o mais breve possível sob nenhuma condição.

2-2 Operações de fechamento controlado

Definir o ponto ideal na onda de tensão de cada fase para uma operação de fechamento síncrona requer considerar o seguinte:

- A impedância equivalente (tipo de carga + modo neutro) dos elementos do circuito a serem energizados.
- A tensão real através dos terminais do CB, isto é, entre a linha (de onde vem a energia) e os elementos de circuito a serem energizados.

O ponto ideal para o estabelecimento da corrente na onda de tensão de cada fase é definido pelo momento em que tanto a tensão de fase quanto a tensão do circuito estão no mesmo nível.

Exemplo: o ponto mais adequado para energizar um capacitor é quando a tensão da fase atinge o valor da tensão constante através do capacitor (0 (zero) V no caso de estar inicialmente descarregada).

Em qualquer caso, as condições de tensão devem ser consideradas em cada fase separadamente, assumindo que elas estejam defasadas 120 graus elétricos.

A Figura 4 abaixo fornece uma ilustração detalhada dos tempos envolvidos em 1 polo do CB durante uma operação de fechamento sincronizada (exemplo de energização de um reator de derivação).

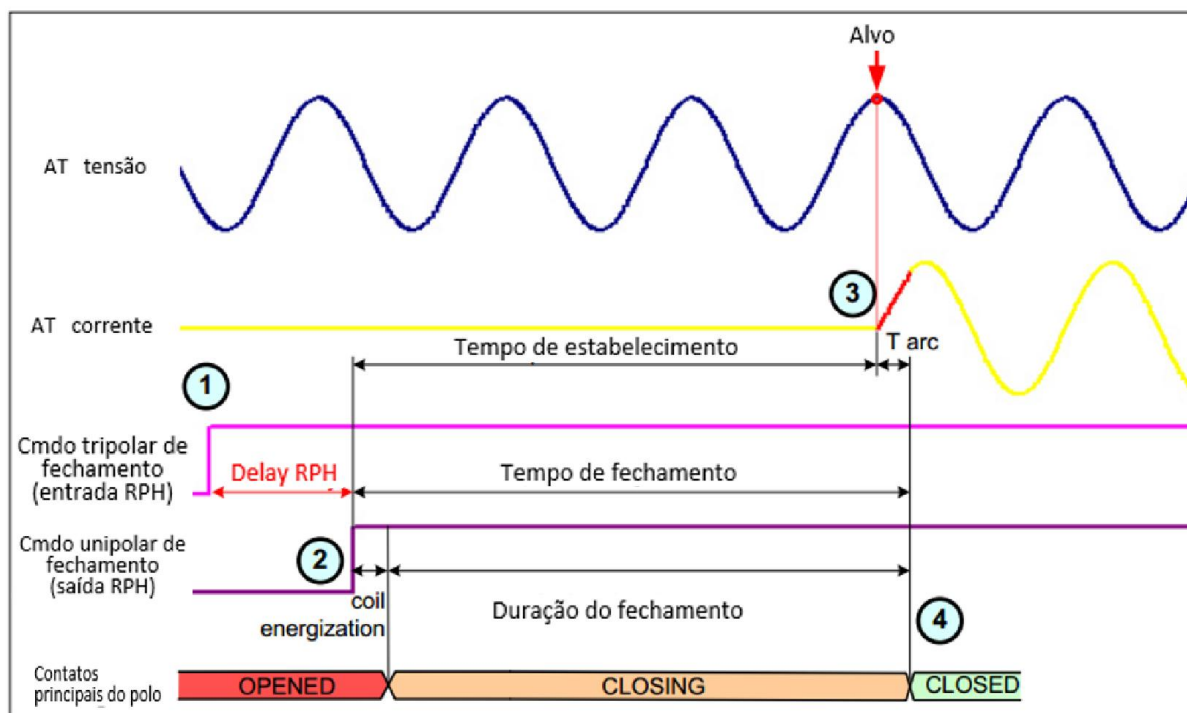


Figura 4: energização síncrona de um reator shunt (tempos em 1 polo)

Uma vez recebido um impulso válido em sua entrada de comando de fechamento (1), o sincronizador RPH pode selecionar na onda de tensão de fase o ponto alvo ideal para o início da passagem da corrente (3), sabendo que tipo de carga será energizada (e modo neutro associado), bem como o tempo de fechamento do polo.

Então calcula o atraso adequado a ser introduzido entre o impulso de entrada (comando tripolar) e o início da energização da bobina (2), levando em conta outros fatores de influência como temperatura ambiente ou nível real de tensão de alimentação da bobina, para que a corrente realmente comece a fluir no instante desejado (data do ponto alvo).

Como a capacidade de suportabilidade dielétrica do disjuntor está diminuindo com a distância entre seus contatos (RDDS), a corrente pode começar a fluir um pouco antes que os contatos se toquem (o circuito elétrico é fechado por um “pré-arco”).

Deve-se ter cuidado com esse fenômeno ao energizar um circuito, especialmente no caso de o ponto alvo estar localizado no cruzamento zero da tensão através do interruptor (como em cargas capacitivas), conforme ilustrado na Figura 5 abaixo:

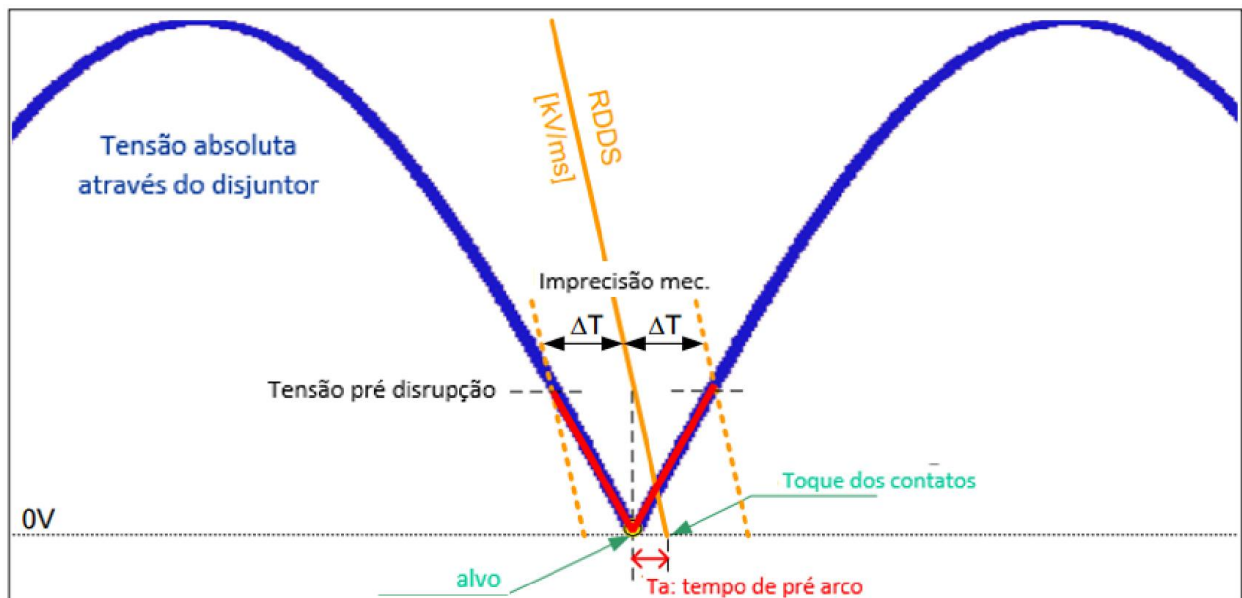


Figura 5: Fechamento do CB na tensão zero: tempo de pré-arco em função do RDDS e imprecisão mecânica do CB

Conforme observado na Figura 5 acima, as inclinações da tensão em ambos os lados do alvo são os mais elevados, ao contrário do que ocorre quando o alvo está localizado próximo a um pico da tensão (por exemplo, para transformadores ou reatores de núcleo comum).

Devido ao RDDS não ideal dos CBs e à imprecisão mecânica de uma operação de fechamento para outra (tolerância inevitável na duração do fechamento), é importante equilibrar o risco de transitórios ao longo de ambos os lados do alvo, de modo que a tensão pré-disrupção: $U_p = \hat{U} \cdot \sin(\omega \cdot \Delta T)$ é a mesma em ambos os lados do alvo.

Isso pode ser assumido pelo sincronizador RPH aplicando um tempo de pré-arco: $T_a = \frac{\hat{U} \cdot \sin(\omega \cdot \Delta T)}{RDDS}$

NOTA: a magnitude da tensão nos terminais do interruptor pode variar com o modo neutro (aterrado ou isolado) e a seqüência de fechamento entre os polos (como nos bancos de capacitores).

Conforme ilustrado na Figura 6 abaixo, a precisão da definição do tempo de pré-arqueamento é menos sensível ao energizar próximo a um pico de tensão: iniciar a corrente de 1 ms antes ou depois do pico real leva o pré-arco a iniciar abaixo de 95% pico de tensão, (81% a 2 ms): as sobretensões associadas não tem energia relevante.

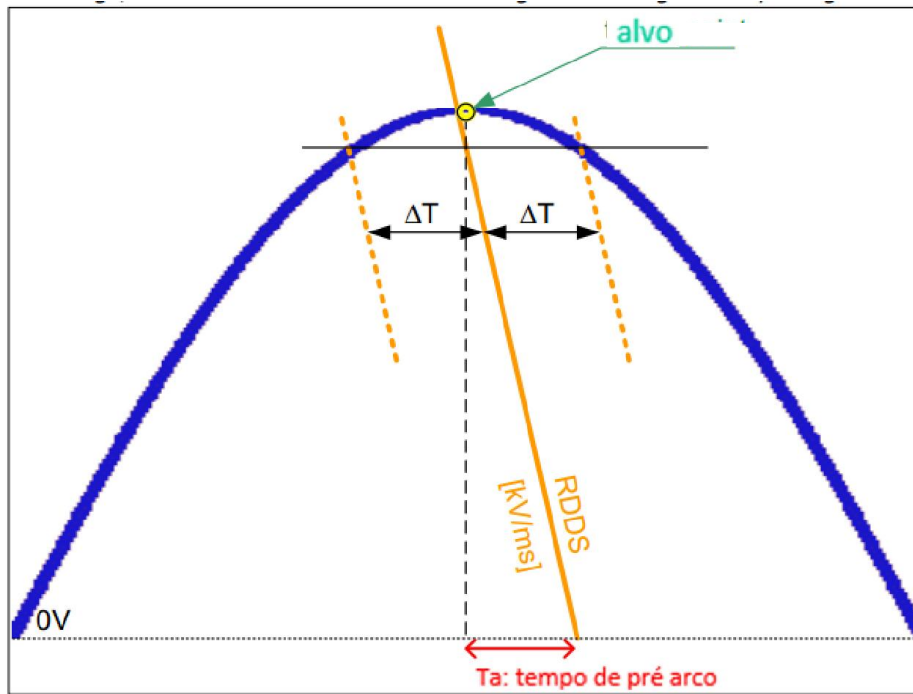


Figura 6: Fechamento de CB no pico de tensão: tempo de pré-arco em função do RDDS e imprecisão mecânica do CB.

O tempo de pré-arco aplicado pelo controlador RPH deve ser $T_a = \frac{\dot{U} \cdot \cos(\omega \cdot \Delta T)}{RDDS}$

2-3 Operações de abertura controlada

A escolha alvo para uma operação de abertura controlada em cada fase da onda de tensão depende apenas do tipo de carga e do modo neutro dos elementos do circuito a serem energizados.

O melhor ponto na onda de tensão para interrupção de corrente é definido por um momento de separação de contato que deve ocorrer em um tempo suficiente antes do ponto de cruzamento zero da onda de corrente de alta tensão, de forma que a abertura de contato no final do arco seja grande o suficiente para suportar a tensão restabelecida e, assim, evitar a reacendimento. Mas esse momento do alvo também não deve ser escolhida cedo demais para evitar o arrancamento da corrente (interrupção de corrente antes de sua passagem pelo zero) que resulta em elevada tensão de arco => elevado di/dt => sobretensões.

Exemplo: o ponto alvo mais adequado para a desenergização de um reator de derivação é quando a tensão de fase atinge seu pico (positivo ou negativo), o que corresponde a um zero de corrente (defasagem de 90° el).

Em qualquer caso, as condições de tensão devem ser consideradas em cada fase separadamente, assumindo que elas estão defasadas de 120° graus elétricos.

A Figura 7 abaixo fornece uma ilustração detalhada dos tempos envolvidos em 1 polo do CB durante uma operação de abertura controlada (exemplo de desligamento de um reator de derivação):

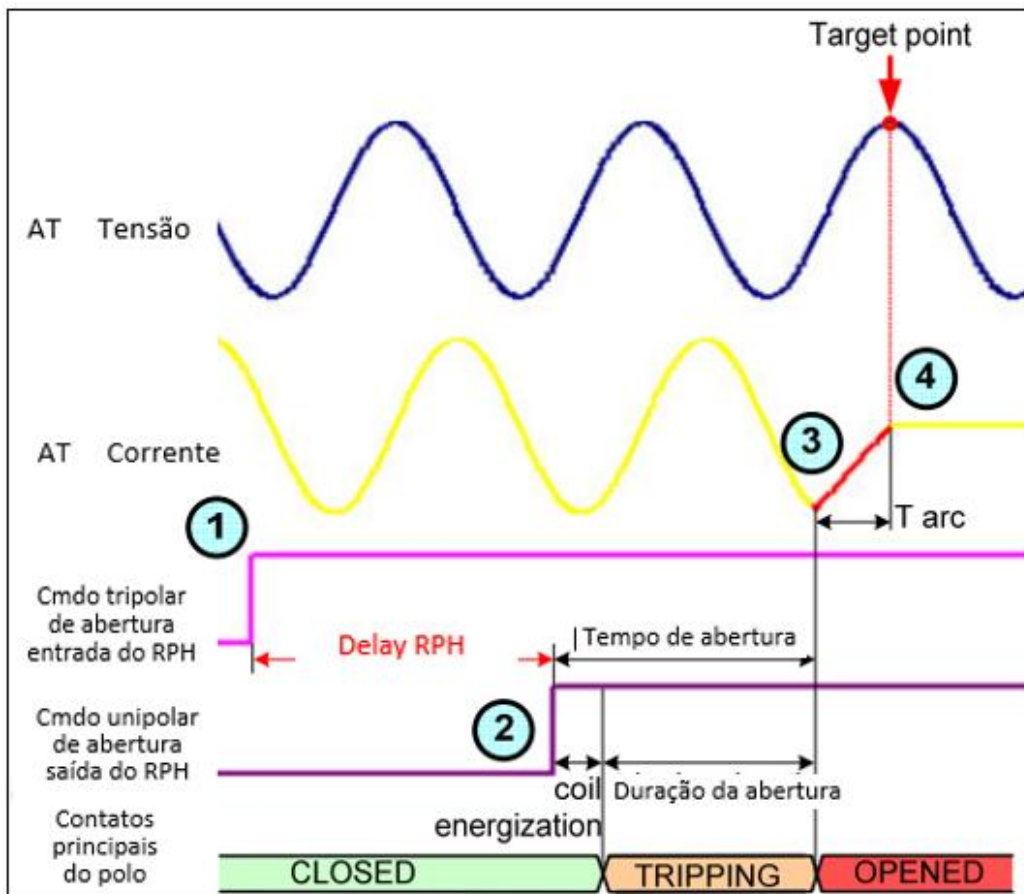


Figura 7: Abertura controlada de um reator de derivação (temporizações em 1 polo)



Uma vez recebido um impulso de abertura na entrada do RPH (1), o controlador próprio RPH seleciona o alvo na onda de tensão de fase para a interrupção de corrente (4), conhecendo o tipo de carga (e a configuração do neutro) bem como o tempo de abertura do polo.

Em seguida, calcula o atraso adequado a ser introduzido entre o impulso de entrada (comando tripolar) e o início da energização da bobina (2), levando em conta outros fatores de influência como o tempo ocioso do CB ou o nível real de tensão de alimentação da bobina, de modo que a corrente realmente termine fluindo no instante desejado (alvo).

3-SOLUÇÃO GE PARA MANOBRA CONTROLADA: RPH3 TCR

3-1 Introdução

O RPH3 é um dispositivo para manobra controlada em disjuntores AT. É um dispositivo independente composto de 5 módulos eletrônicos montados em uma caixa metálica, conforme ilustrado na Figura 8 e Figura 9 abaixo:



Fig. 8: RPH3 Vistas frontais

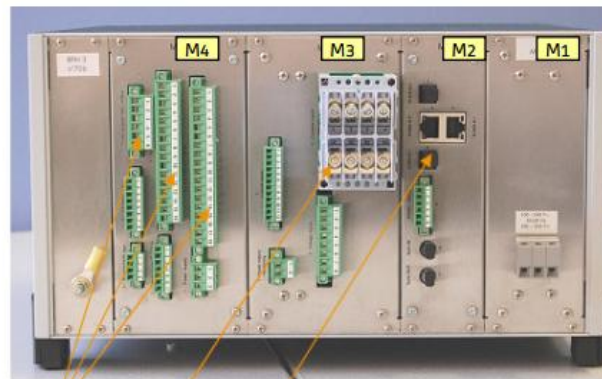


Fig. 9: RPH3 Vista traseira

Interfaces conexões

Conexão do TC

Portas de comunicação

Figura 9: Vista traseira do RPH3

Nota: o módulo M5 está localizado atrás do painel frontal do RPH3 que inclui os 4 LEDs frontais e o conector COM1.

O controlador RPH3 foi projetado para ser usado em dois diferentes escopos de aplicações:

- TCR: Para manobra de cargas convencionais: Transformadores, capacitores, reatores (e combinações)
- Linhas: Para manobra de linhas de transmissão, cujo comportamento de carga é muito mais complexo, pois depende profundamente das condições da rede “em tempo real” e características complexas de alimentação / consumo (geradores eólicos, transformadores com fluxo residual sensível...)

Sendo a plataforma de hardware do RPH3 única³, a versão de firmware a ser incorporada nesta plataforma deve ser selecionada de acordo com a manobra (consulte a seção 4 Notas de Aplicação, página 103).

3 A plataforma de hardware tem algumas variações. Consulte a seção 3-10 para mais detalhes (página 89)

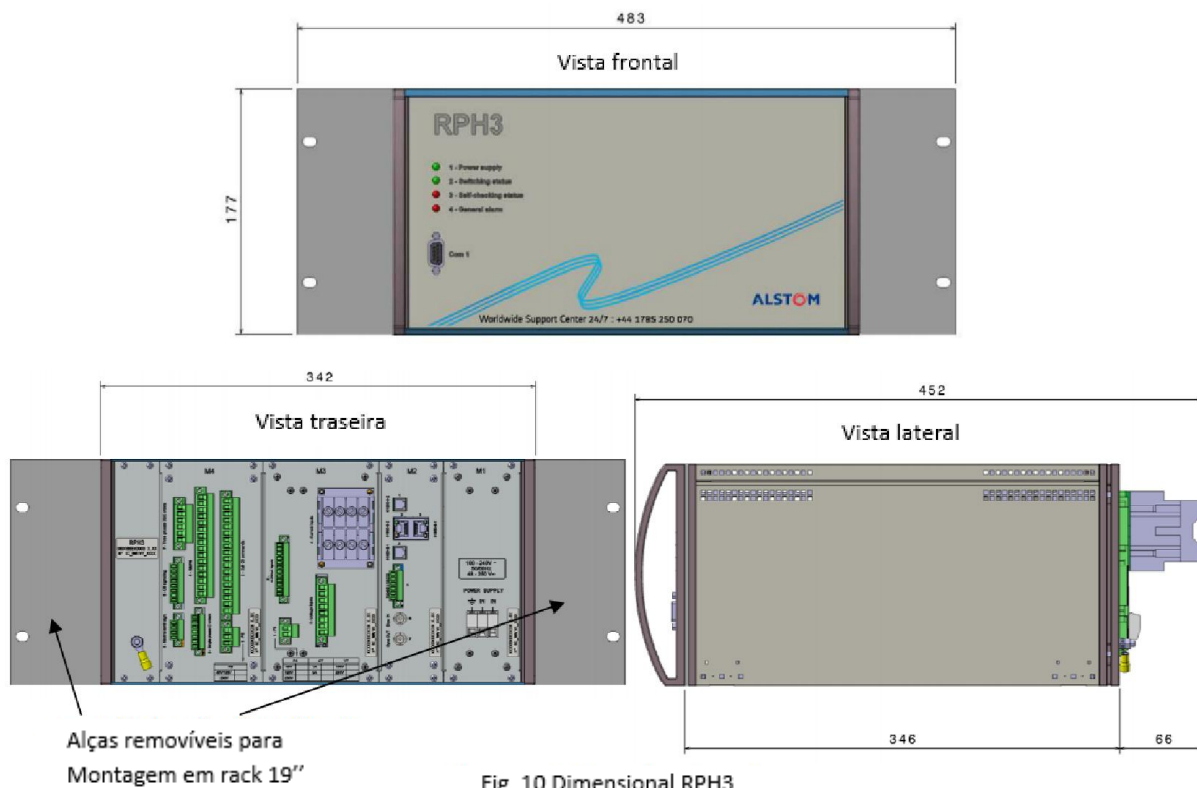
Esta seção é dedicada somente ao escopo de aplicações do TCR.

Para detalhes sobre aplicações de manobra de linhas, consulte o documento [3].

3-2 Dimensões

O invólucro do controlador RPH3 foi projetado para uma montagem em superfície vertical com suporte. Ver manual de instalação em painel. Ele é entregue com alças removíveis que permitem a montagem em um rack padrão de 19”.

As cotas na Figura 10 abaixo estão em mm:



3-3 Diagrama funcional e distribuição de arquitetura

Um diagrama funcional simplificado do controlador RPH3 dentro de seu ambiente típico é fornecido abaixo na Figura 11:

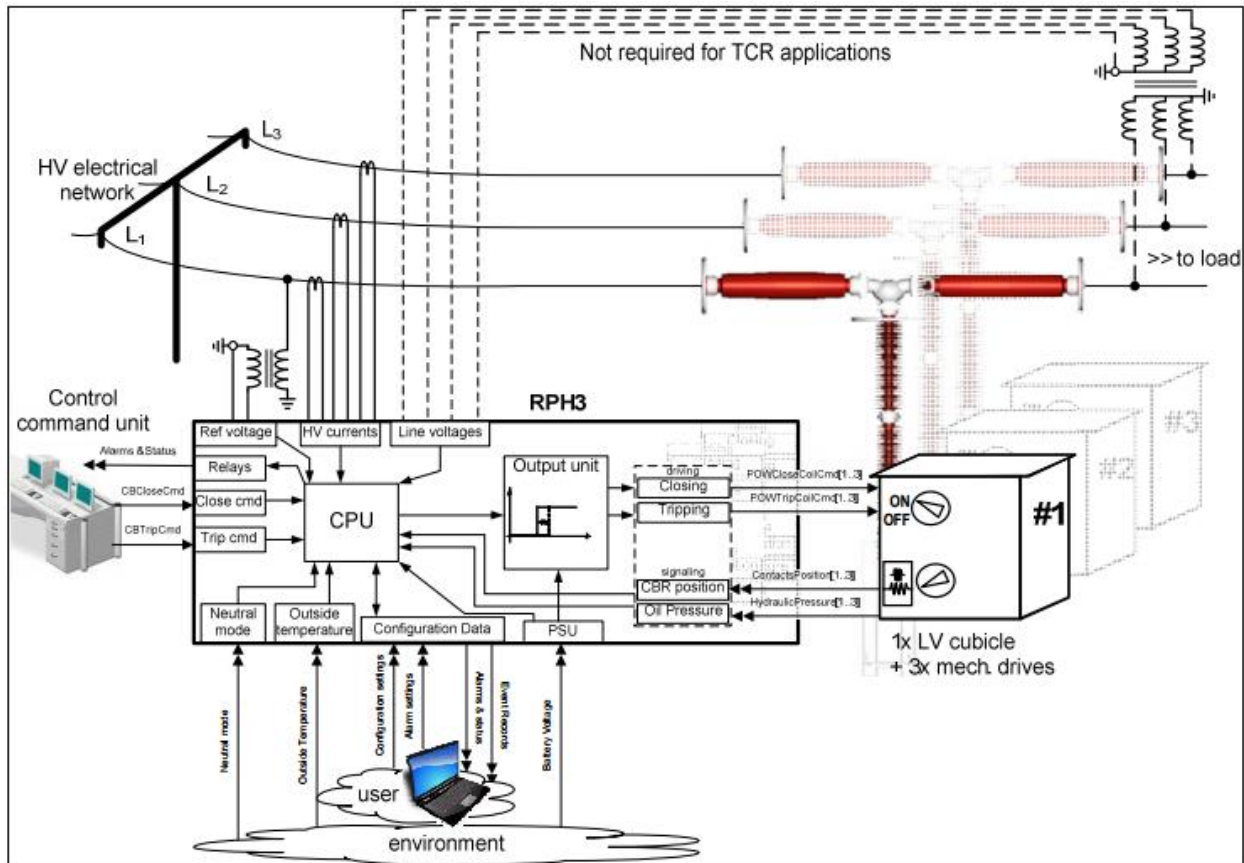


Figura 11 : Diagrama funcional simplificado do RPH3

O RPH3 é composto por um conjunto de 5 módulos eletrônicos que são montados em um invólucro:

- Módulo M1: Unidade de fonte de alimentação encarregada de fornecer cada módulo RPH3 com a energia adequada.
- Módulo M2: Unidade Central de Processamento, Comunicação e Sincronização: hospeda a CPU principal (DSP) e o sistema operacional integrado (Linux BSP), fornece acesso a recursos internos RPH3 (2xEthernet, 2xOptical, 1x RS232 / 485) e conexões ópticas para fins de sincronização.
- Módulo M3: Unidade de Aquisição de Entradas Analógicas encarregada de monitorar a temperatura interna do RPH3 e amostrar os sinais de entrada abaixo:
 - o Tensão de alimentação CC de bobinas CBR (para fins de monitoramento)
 - o Entradas de 4-20 mA (temperatura externa, pressões hidráulicas)
 - o Voltagem de referência AT
 - o Tensões e correntes de alta tensão AT
- Módulo M4 : unidade de sinalização e de comando das bobinas a gargo de
 - amostragem dos seguintes sinais:
 - o comando de entrada para manobra de fechamento CB



- comando de entrada para manobra de abertura CB
- configuração em modo neutro da carga do CB (aterrada, isolada ou desconhecida)
- estado dos contatos auxiliares do equipamento (contatos do tipo a, dos polos A, B e C)

o a emissão dos seguintes sinais de saída:

- 3 comandos de saída diferenciais para as bobinas de fechamento bobina de DJ (polos A, B e C)
- 3 comandos de saída diferenciais para as bobinas de abertura do DJ (polos A, B e C)
- 5 contatos de sinalização de alarme (1 relé monoestável + 4 relés biestáveis)
- Voltagem de +48 V para aquisição de contatos auxiliares do CB

- Módulo M5: unidade de gerenciamento do painel frontal responsável pelos LEDs no painel frontal e pelas portas de comunicação RS232 / 485 entre o conector frontal "Com1" e o módulo interno M2 (cabo plano de 20 fios HE10)

Como mostrado na Figura 12 abaixo, o RPH3 é fornecido com uma "tomada de segurança", conectada externamente em seu módulo M3 (entradas de amostragem de correntes de alta tensão). Isto é necessário para evitar qualquer risco de choque elétrico no caso de uma desconexão inesperada da interface RPH3 com os Transformadores de Corrente.



Figura 12 : Tomada de segurança no módulo M3

O RPH3 incorpora uma IHM dedicada em um servidor da Web seguro, que permite ao usuário acessar dados internos relevantes graças a um navegador da Web padrão⁴ como ajustes de configuração, arquivos de registro de eventos, dados e alarmes em tempo real, resultado das últimas manobras, etc.

O RPH3 pode ser conectado a uma rede IP através de sua interface Ethernet dedicada M2.J3 (cabo não incluído). O IHM deve ser acessado dessa forma, como endereço IP do RPH3⁵ é conhecido do usuário, bem como o nome de usuário e senha (mais detalhes sobre os níveis de acesso ao software são fornecidos no documento [1]).

Além disso, o RPH3 é fornecido com um software que roda em PC no Microsoft Windows © OS⁶: "Gestor RPH". Ele oferece facilidades para « download », leitura e plotagem gráfica até os últimos 1000 registros de eventos de unidades RPH3 às quais está conectado (através da rede IP).

4 Uma lista de navegadores da internet é fornecida no documento [1].

5 O RPH3 não suporta o protocolo DNS; seu endereço IP é basicamente estático. Ele vem com um endereço IP padrão que pode ser alterado por meio da IHM. Para mais detalhes, consulte o documento [1].

6 As versões suportadas pelo MS Windows© estão indicadas no documento [2].

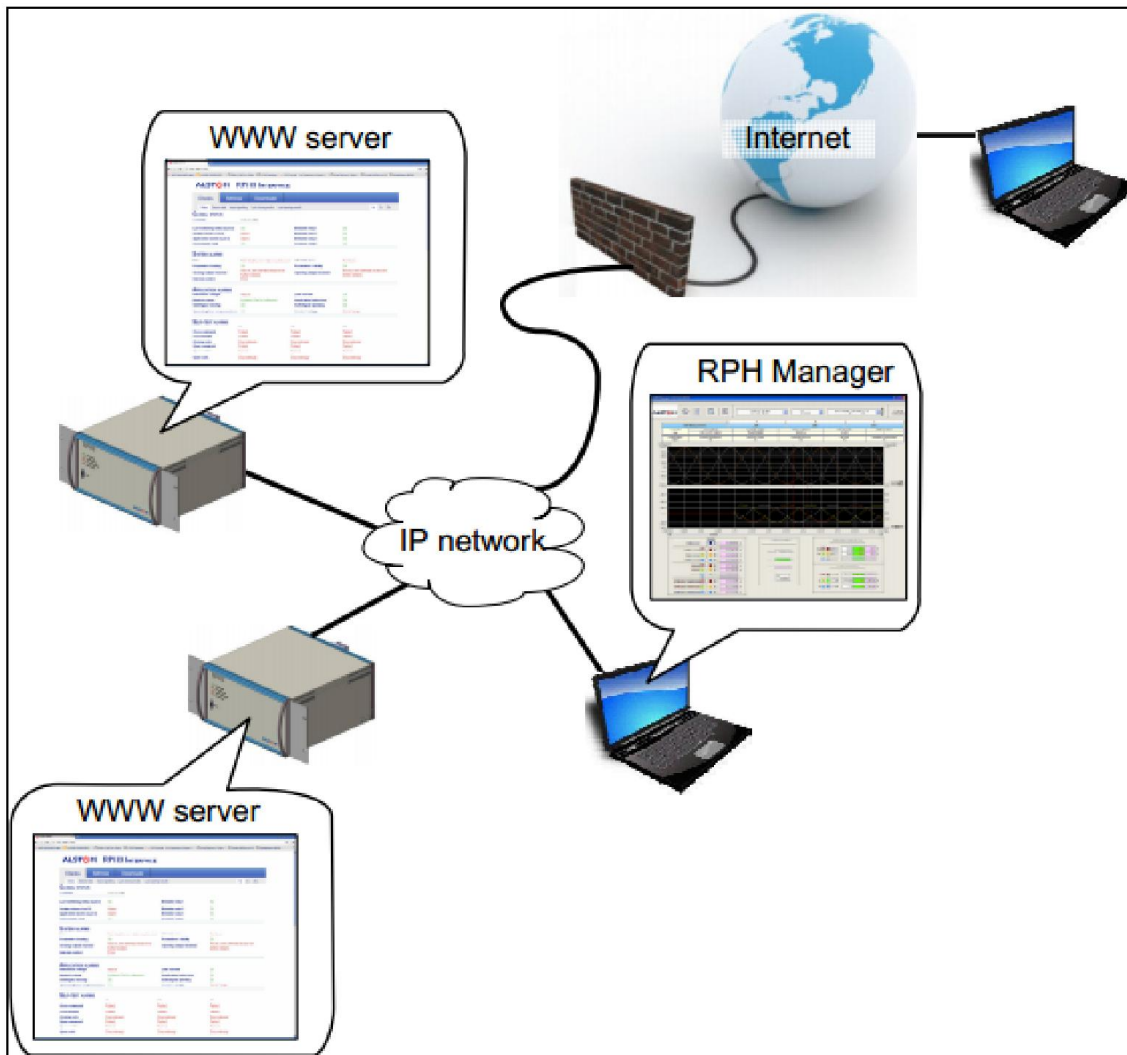


Figura 13 : RPH3 Distribuição IHM



Figura 14: Conexão Ethernet (M2-J3)



3-4 Operação do disjuntor – Recursos básicos para as aplicações TCR

Como um sincronizador, o RPH3 implementa as funcionalidades descritas na seção 2, página 15. Este manual também notas de aplicação na seção 4, página 103.

A manobra controlada, conforme assumida pelo controlador RPH3 dentro do escopo da aplicação do TCR, pode ser descrita pela Máquina de estados finitos simplificada abaixo (Figura 15):

Nota: máquina de estados finita é um modelo matemático usado para representar programas de computadores.

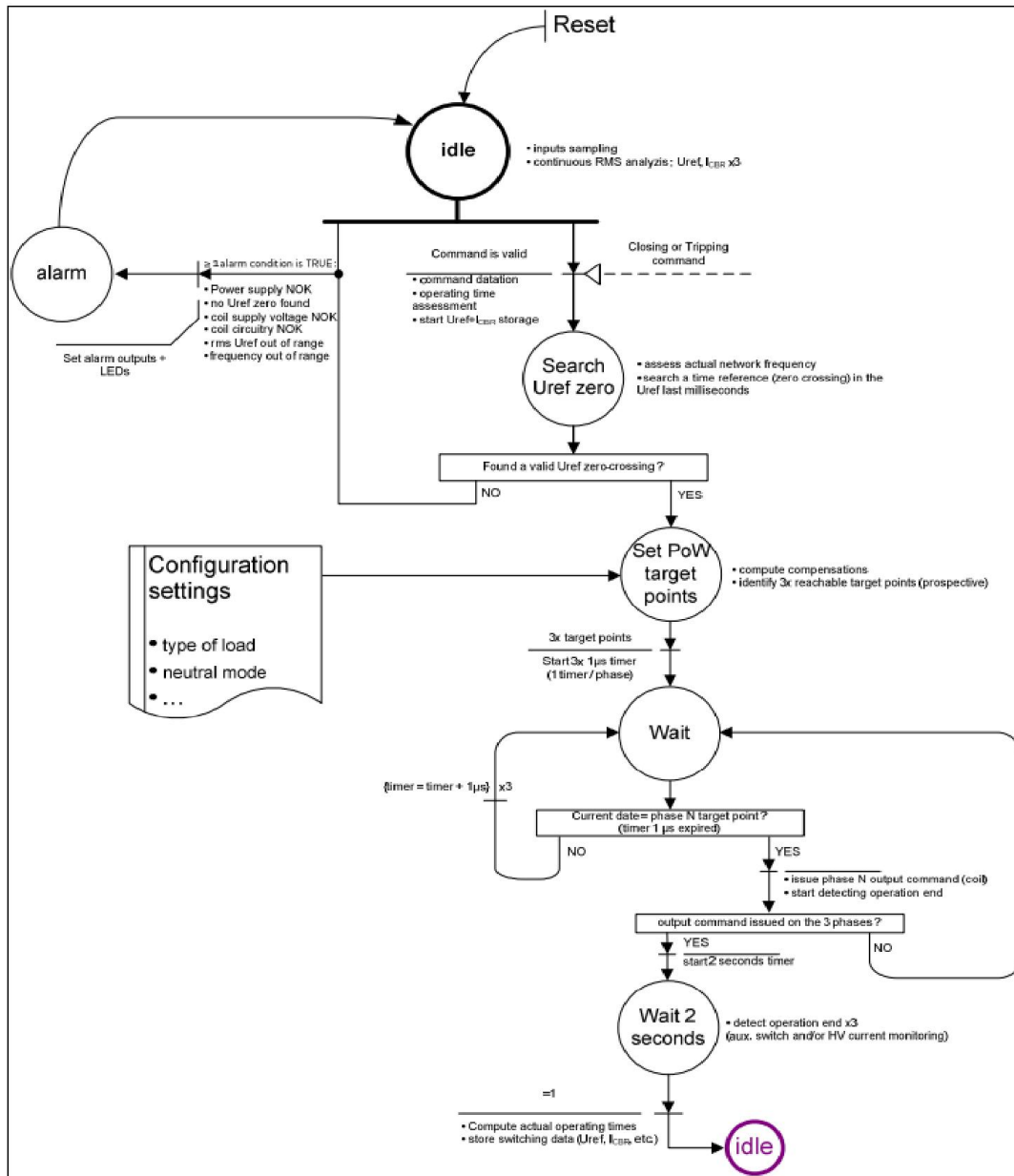


Figura 15: Máquina de estados finitos do RPH3 para aplicações TCR



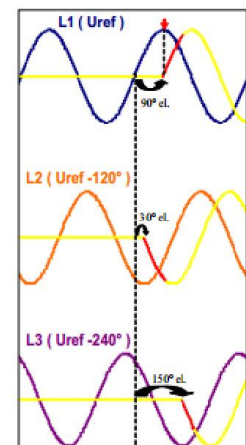
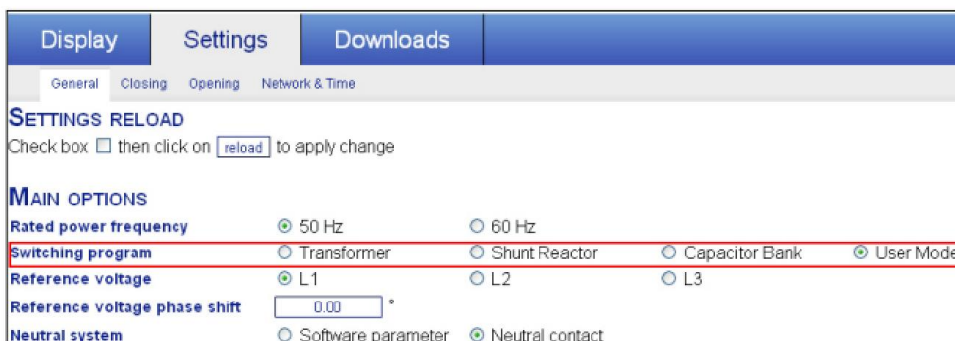
Uma vez que um comando válido foi recebido pela RPH3 e não há alarme ativado, ele seleciona uma referência de tempo na tensão de referência "Uref" (cruzamento zero da onda senoidal) e identifica o alvo mais adequado para a manobra a ser realizada. (1 alvo por fase, assumindo que as tensões são defasadas de 120 ° el. e que cada corrente é defasada de 90 ° da tensão associada).

Algumas condições de alarme são testadas no início da máquina de estado. Se para algumas dessas condições a condição de alarme for ≥ 1 , a operação é cancelada, o alarme associado é acionado e a máquina de estado retorna ao seu estado ocioso.

O RPH3 é capaz de gerenciar muito mais alarmes (consulte a seção 3-7, página 71), mas o algoritmo principal pode ser cancelado somente pelas condições mais críticas:

- **Fonte de alimentação NOK:** a fonte de alimentação RPH3 é monitorada continuamente nas polaridades internas a serem usadas para conversões analógico-digitais (0V / + 15V / -15V). Este alarme será acionado no caso a condição ≥ 1 destas tensões for medida fora do intervalo permitido (este intervalo pode ser ajustado por uma parametrização no software).
- **Não há zero na tensão de referência:** A tensão de referência não cruzou zero V encontrado: a tensão de referência não cruzou 0V nos últimos 200 milissegundos (análise de período de tempo)
- **Valor RMS da tensão de referêncnia RMS fora da faixa:** o valor RMS da tensão de referência é medido continuamente pela máquina de estados quando em estado inativo. Este alarme é acionado no caso de ter sido medido abaixo do valor limite (ajustado por uma configuração de software)
- **Tensão de alimentação da bobina NOK:** a tensão de alimentação da bobina foi medida fora da faixa permitida (essa faixa pode ser ajustada por um ajuste de software)
- **Não OK dos circuitos da bobina:** este alarme é acionado no caso seja ≥ 1 um dos 3 circuitos da bobina de saída, detectados como sem continuidade. Circuitos de fechamento e de abertura são continuamente monitorados pelo RPH3, enquanto a capacidade dos transistores MOSFET de saída do RPH3 de serem ligados / desligados é testada periodicamente (a cada 3 segundos).
- **Freqüência fora da faixa:** a freqüência real do sistema é monitorada continuamente pela máquina de estado quando em estado ocioso. Este alarme é acionado assim que esta freqüência foi medida fora da faixa permitida (50 Hz \pm 5% ou 60 Hz \pm 5%). A freqüência nominal (50Hz ou 60Hz) deve ser escolhida por uma configuração de software.

De acordo com as definições de configuração, o RPH3 aplica uma estratégia de manobra ou programa de manobra" para selecionar os alvos mais adequados para a manobra .



Cada um desses programas de comutação é descrito por um conjunto de deslocamentos angulares, identificando os pontos de destino PoW com relação à data de cruzamento de zero mais próxima da tensão de referência Uref.



A Tabela 1 abaixo fornece detalhes dos desvios angulares conforme aplicados pelos programas de comutação pré-definidos:

Strategy	Neutral mode	Operation	Uref			Uref + 120°			Uref + 240°		
			angular shift	time shift (ms)		angular shift	time shift (ms)		angular shift	time shift (ms)	
				@50Hz	@60Hz		@50Hz	@60Hz		@50Hz	@60Hz
Transformer	grounded	closing	90°	5	4.2	180°	10	8.3	180°	10	8.3
		tripping	90°	5	4.2	30°	1.7	1.4	150°	8.3	6.9
	isolated	closing	90°	5	4.2	0°	0	0	0°	0	0
		tripping	90°	5	4.2	180°	10	8.3	180°	10	8.3
Reactor	grounded	closing	90°	5	4.2	30°	1.7	1.4	150°	8.3	6.9
		tripping	90°	5	4.2	30°	1.7	1.4	150°	8.3	6.9
	isolated	closing	90°	5	4.2	0°	0	0	0°	0	0
		tripping	90°	5	4.2	180°	10	8.3	180°	10	8.3
Capacitor	grounded	closing	0°	0	0	120°	6.7	5.6	60°	3.3	2.8
		tripping	90°	5	4.2	30°	1.7	1.4	150°	8.3	6.9
	isolated	closing	180°	10	8.3	90°	5	4.2	90°	5	4.2
		tripping	90°	5	4.2	180°	10	8.3	180°	10	8.3

Tabela 1: RPH3 - Programas de manobra pré definidos

NOTA 1: estes retardos são dados apenas para frequências nominais. Os retardos reais são computados de acordo com a frequência real do sistema medida pelo próprio RPH3. Assim, qualquer desvio de frequência é considerado.

NOTA 2: O programa do Usuário pode ser selecionado em vez dos pré-definidos. Dá a oportunidade de sintonizar cada deslocamento angular através da web IHM para cobrir necessidades específicas (cargas com energia armazenada inicialmente ...). No entanto, é altamente recomendável usar uma estratégia predefinida quando aplicável.

NOTA 3: os desvios angulares são independentes dos tempos (pré-) de arco; eles localizam os **alvos** da operação (momento de **estabelecimento ou interrupção** real da corrente, por exemplo o momento de **início** do arco), mas não no momento do toque ou separação mecânica dos contatos.



O programa de manobra deve ser seleccionado através da web IHM de acordo com o processo abaixo

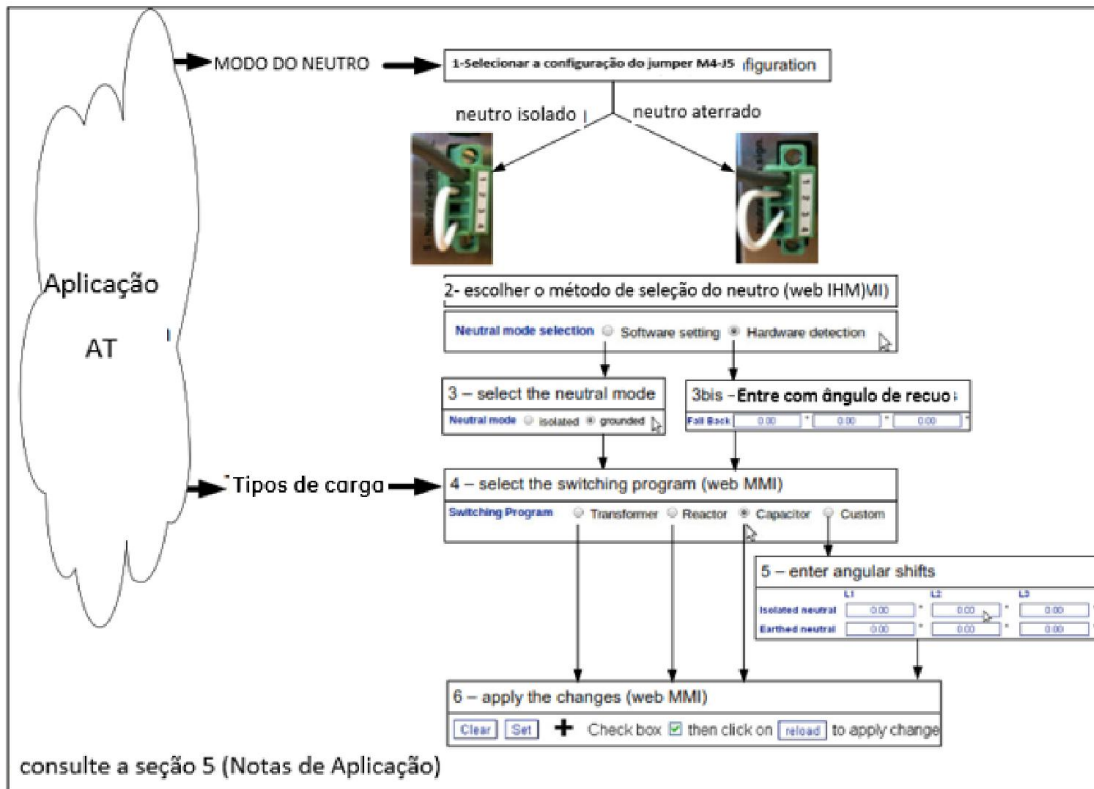


Figura 16: processo de seleção do programa de manobra

Uma estratégia pré-definida de ângulo de recuo (backup) está disponível para ajuste através da web IHM. Ele deve ser aplicado pelo controlador RPH3 para comutação CB, caso não seja possível identificar o modo neutro do sistema (se for detectado pelo hardware)

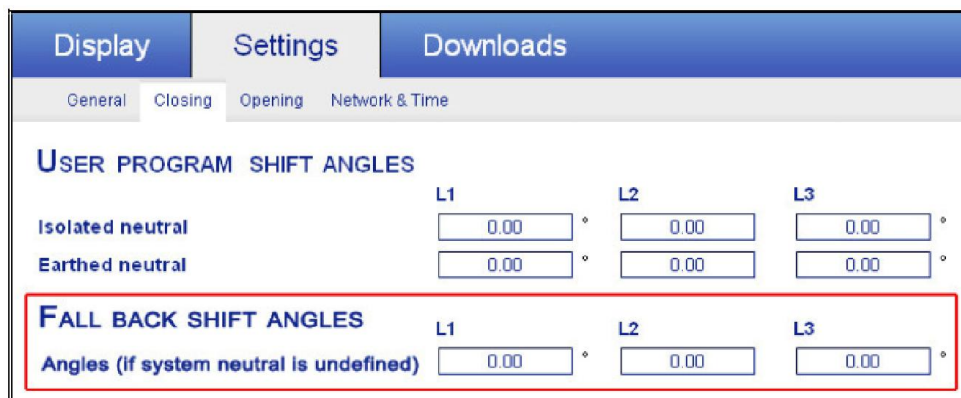


Figura 17: Ajuste da estratégia de recuo angular Web IHM

As seções a seguir apresentam as interfaces do RPH3 aos principais sinais necessários para obter os recursos básicos de manobras do RPH.

3-4.1 Fonte de alimentação

O controlador RPH3 monitora continuamente a tensão com a qual é alimentado, a partir do qual gera tensões CC internas para operar.

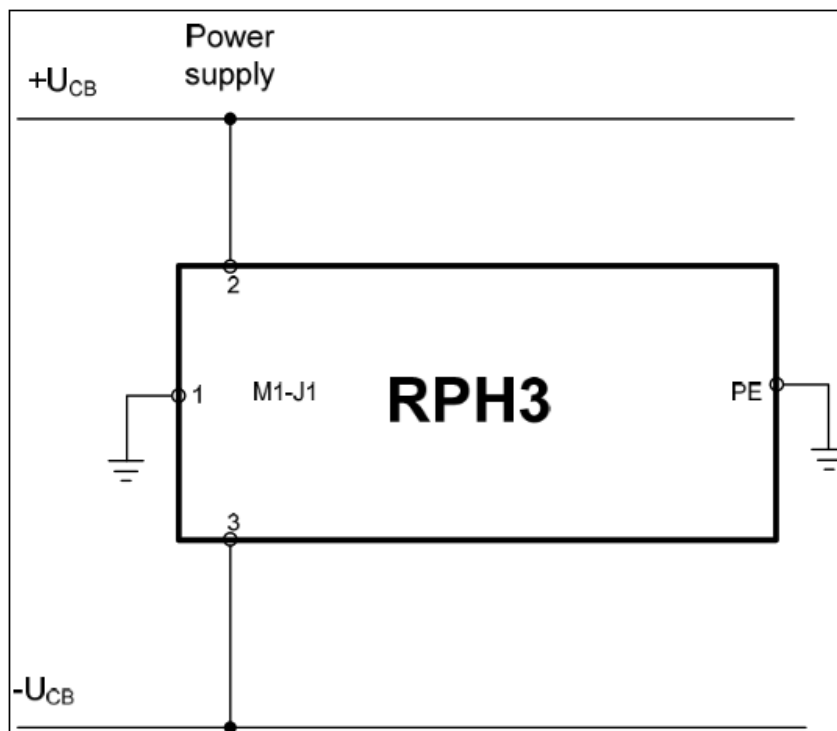


Figura 18 : Tensão de alimentação do RPH3

As características do RPH3 nesta interface são dadas abaixo:

Rated characteristics	Min	Typical	Max	Unit
M1-J1 connector		<i>screw terminals – AWG22-10</i>		
Impedância de entrada	900	-	1200	kΩ
frequency	45	50/60	66	Hz
amplitude (AC)	100	-	240	Vrms
amplitude (DC)	48	-	353	V
Consumo de energia	-	-	20	W
Nível de isolamento	2000	-	-	Vrms

Caso tenha sido detectado que a tensão de alimentação está fora da faixa permitida (a ser ajustada por configurações de software através do web IHM) o RPH3 aciona um alarme, desliga um LED dedicado no seu painel frontal e abre sua saída monoestável NF contato (M4-J4: 2 e M4-J4: 3).

NOTA: por razões de segurança e confiabilidade, a caixa do controlador RPH3 deve ser aterrada através do parafuso de aterramento dedicado "PE".

3-4.2 Amostragem da tensão de referência

A “tensão de referência” é uma tensão CA fornecida por um TP, que deve ser uma imagem em tempo real da alta tensão presente na fase de referência do sistema trifásico.

Esta tensão deve ser usada como uma referência de tempo pelo RPH3, que deve introduzir o retardo adequado em cada fase (como descrito na seção 2) a partir do momento em que a tensão de referência cruzar 0V depois que o comando de entrada foi recebido pelo RPH.

NOTA 1: o RPH3 assume que existe uma defasagem permanente de 120 °elétricos entre as 3 fases do sistema, e cada corrente de fase é de 90 graus elétricos deslocada de sua tensão associada:

L1 = voltagem de referência
L2 = L1 + 120 ° el.
L3 = L1 + 240 ° el.

NOTA 2: a designação da fase de alta tensão (L1, L2 ou L3) pode ser selecionada por meio de uma configuração na web HMI. Consulte o documento [1] para mais detalhes.

NOTA 3: Uma configuração de software pode ser ajustada durante o comissionamento do RPH3 para compensar mudanças de fase inesperadas introduzidas por leiautes complexos do “bay” entre a tensão AT e os terminais de entrada do RPH3 (M3-J3: 7 e M3- J3: 8). Este pode ser o caso, por exemplo, se a tensão de referência é fornecida pelo enrolamento secundário (BT) de um transformador de potência do gerador.

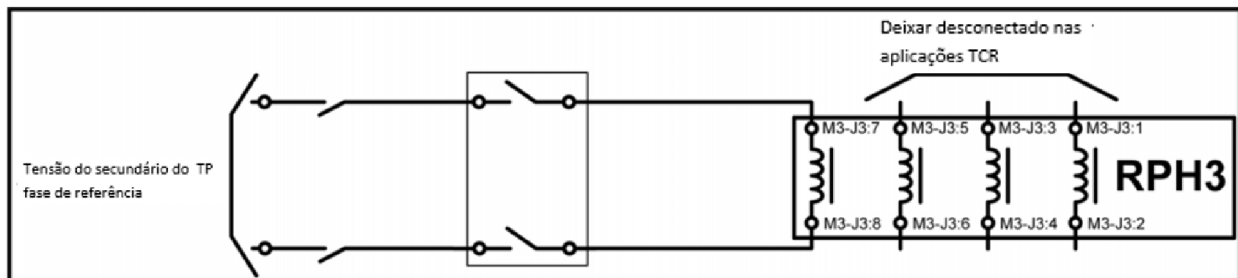


Figura 19: Conexão da tensão de referência

NOTA 4: As características do RPH3 nesta interface são dadas abaixo:

Rated characteristics	Min	Typical	Max	Unit
M3-J3 connector		<i>MSTB 2.5/8-STF-5.08</i>		
Impedância de entrada	-	8	-	kΩ
frequency	45	50/60	66	Hz
amplitude (option 1)	15	100/√3	150	Vrms
amplitude (option 2)	30	220/√3	250	Vrms
Consumo de energia do RPH3 nessa entrada	-	-	2	VA
Nível de isolamento (medida entre os enrolamentos de entrada e saída)	2000	-	-	V
Erro de medição	-	-	1	%

3-4.3 Detecção do modo do neutro do sistema

Conforme descrito na Figura 16 (página 33), uma configuração de software deve ser definida via HMI da Web para permitir que o controlador RPH3 para identificar o modo neutro da aplicação (aterrado ou isolado) que tenha um impacto direto na definição de pontos alvo de PoW.

Esse modo neutro pode ser detectado por um dos dois métodos:

- Seja por configuração de software (Web HMI): o usuário escolhe se o neutro da rede está aterrado ou isolado.
- Ou uma configuração de hardware de jumper externo no conector traseiro do M4-J5:

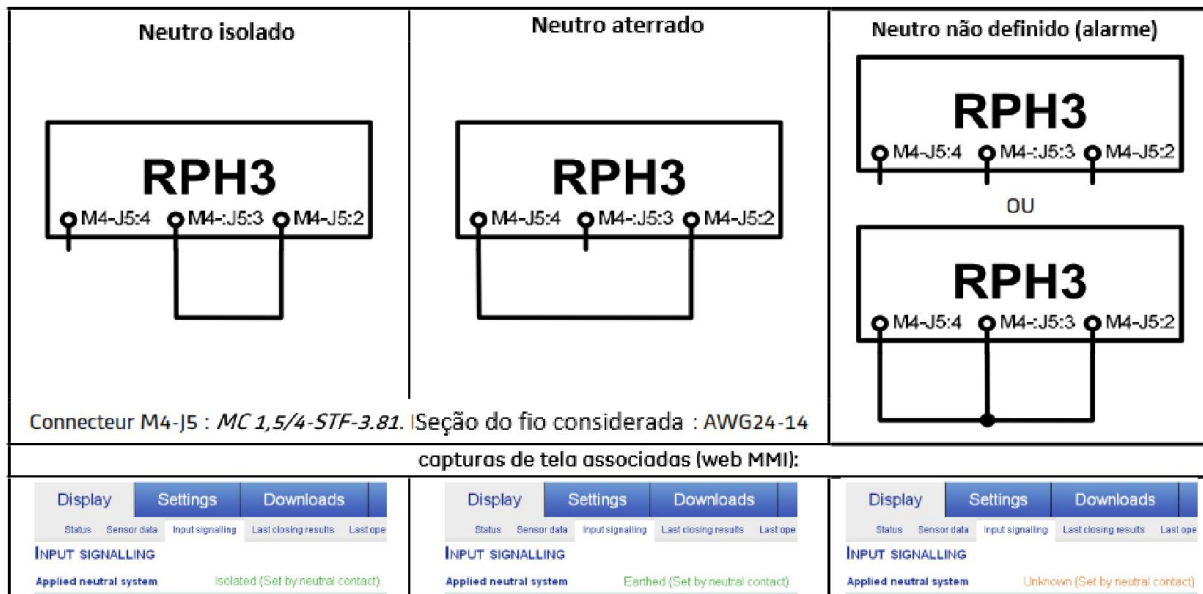


Tabela 2: detecção do modo do neutro

No caso de o modo neutro ser indefinido, o RPH3 não pode executar manobra controlada; se receber um comando de operação enquanto o alarme associado estiver ativo, ele aplicará uma estratégia de comutação de backup predefinida, para a qual os pontos de destino do PoW devem ser definidos pelas configurações do software através do IHM da web: consulte a Figura 17.

A detecção por hardware do modo do neutro é útil caso o sistema de neutro possa ser "dinamicamente" alterado graças a um seccionador

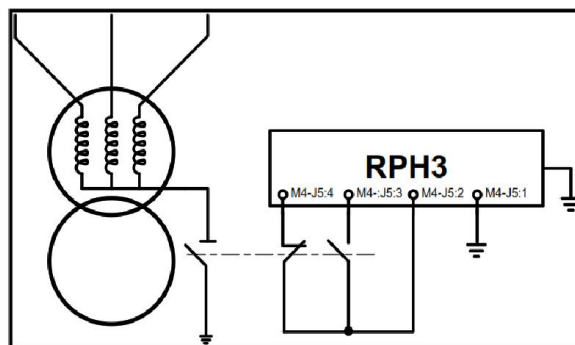


Figura 20: exemplo de uso de seccionador para o neutro

3-4.4 Captura de comandos de operação tripolar do disjuntor

O controlador RPH3 deve receber comandos tripolares como impulsos lógicos de tensão de qualquer controle dispositivo :

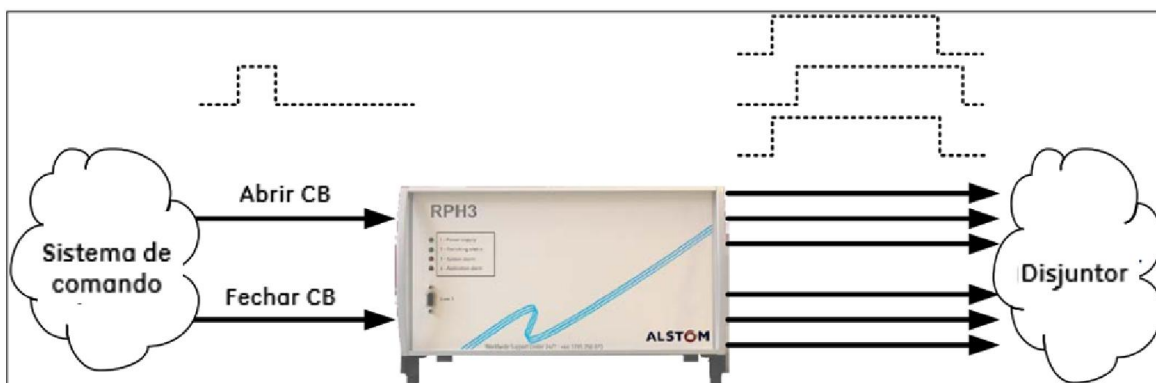


Figura 21: Amostragem de comandos de manobra do CB antes de acionar as bobinas do CB

As entradas associadas são opto-isoladas e protegidas contra polaridade reversa.

Um impulso de tensão nessas entradas é considerado válido pelo controlador RPH3, desde que o nível DC seja mantido $\geq U_{th}$ por um período de duração $\geq T_h$ após sua borda de subida positiva:

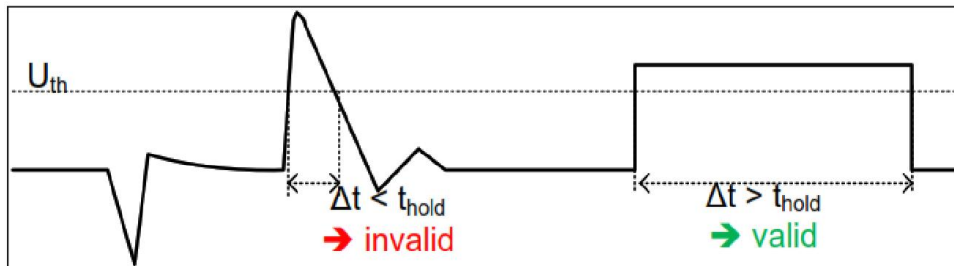


Figura 22: Filtragem de entradas do comando tripolar pelo controlador RPH3

NOTA 1: thold é ajustável através da web IHM (nível de acesso > Usuário). Seu valor padrão é 80 ms.

NOTA 2: U_{th} não é ajustável; seu nível depende da variante considerada de RPH3 (consulte a seção 3-10):

RPH3 variant	RPH3-PS48-CTy	RPH3-PS125-CTy	RPH3-PS250-CTy
value of U_{th}	17 V	43 V	87 V

Figura 23: Limites de tensão para filtragem de entradas lógicas

NOTA 3: O mesmo filtro é automaticamente aplicado pelo controlador RPH3 em todas as suas entradas lógicas (valor único de thold para todas as entradas).

NOTA 4: no caso de rebotes nestas entradas, a última onda ascendente é considerada pelo controlador RPH3 para o instante do início do impulso.



NOTA 5: a duração dos impulsos de acionamento das bobinas do CB (conforme emitido pelo RPH3) é independente da duração dos comandos de entrada. Pode ser ajustado através da web IHM, conforme descrito na seção 0, página 39.

NOTA 6: caso um comando de entrada seja mantido $\geq U_{th}$ por uma duração grande (por exemplo, vários segundos), o controlador RPH3 prossegue para uma única operação do CB somente; uma onda de subida é necessária em uma entrada de comando para a operação a ser processada.

NOTA 7: Se um pulso de comando válido foi detectado pelo RPH3, o tempo de processamento associado é de aproximadamente 4 segundos (gravação do sinal). Qualquer outro impulso válido que possa ser detectado enquanto um anterior está sendo processado seria descartado pelo controlador RPH3.

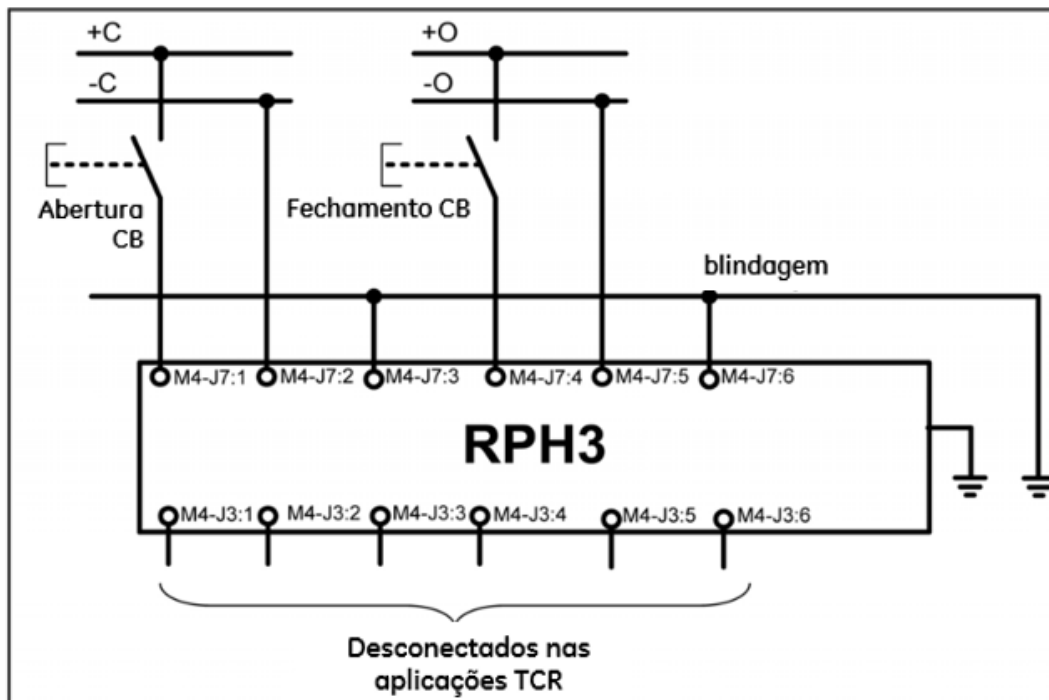


Figura 24: Entrada dos cabos de abertura e fechamento

ADVERTÊNCIA: Os 7 pinos do conector de entrada M4-J3 devem permanecer desconectados para aplicações de TCR. Eles devem ser usados apenas para aplicativos "line". **NUNCA conecte pulsos de controle de três polos a esses pinos, pois eles danificarão o controlador RPH3.**

Recursos do RPH3 nesta interface:

Caractéristiques nominales	Mini	Type	Maxi	Unité
Connecteur M4-J7 (Comandos de abertura e fechamento do CB)				<i>MSTB 2.5/6-STF-5.08</i>
Impedância de entrada	10	-	-	MΩ
Limite de detecção de amplitude (U_{th})	17	-	87	V _{CC}
Duração de impulso válido (t_{hold})	1	80	-	ms
Consumo de energia do RPH3 nesta entrada	2	-	-	VA

3-4.5 Acionamento das bobinas do disjuntor

Para acionamento das bobinas do CB, a energia nunca é retirada do controlador RPH3:

- nem da entrada da supervisão da tensão de alimentação das bobinas (conector M3-J1)
- nem dos comandos tripolares de entrada (conector M4-J7)
- nem da fonte de alimentação RPH3 (conector M1-J1)

O controlador RPH3 tira 100% da energia necessária de um conector de entrada dedicado (M4-J1) para acionar as bobinas CB através de seu conector M4-J2.

Isto não afeta a conformidade do RPH3 com o equipamento: esta estratégia de gerenciamento de energia garante a capacidade RPH3 para controlar um disjuntor independente do fabricante.

Cada bobina de disjuntor é acionada por um módulo de saída dedicado robusto baseado em transistores MOSFET, cuja o desempenho de comutação é calibrado na fábrica.

Um módulo de controle é fornecido pela bobina do disjuntor a ser controlado: cada módulo é independente dos outros módulos.

Para maior flexibilidade de integração, o controlador RPH3 oferece dois diagramas de conexão Bobinas de aparelho: **modo comum** e **modo diferencial**.

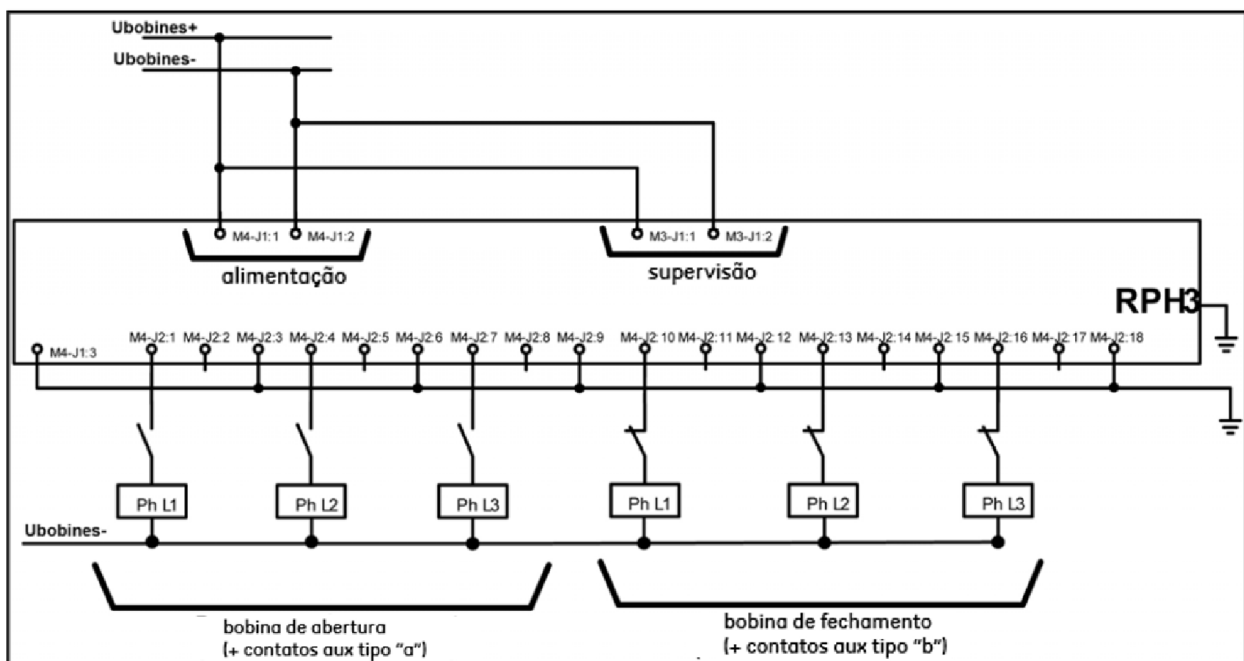


Figura 25: Ligação das saídas de controle das bobinas do disjuntor: Diagrama MODO COMUM (disjuntor aberto)

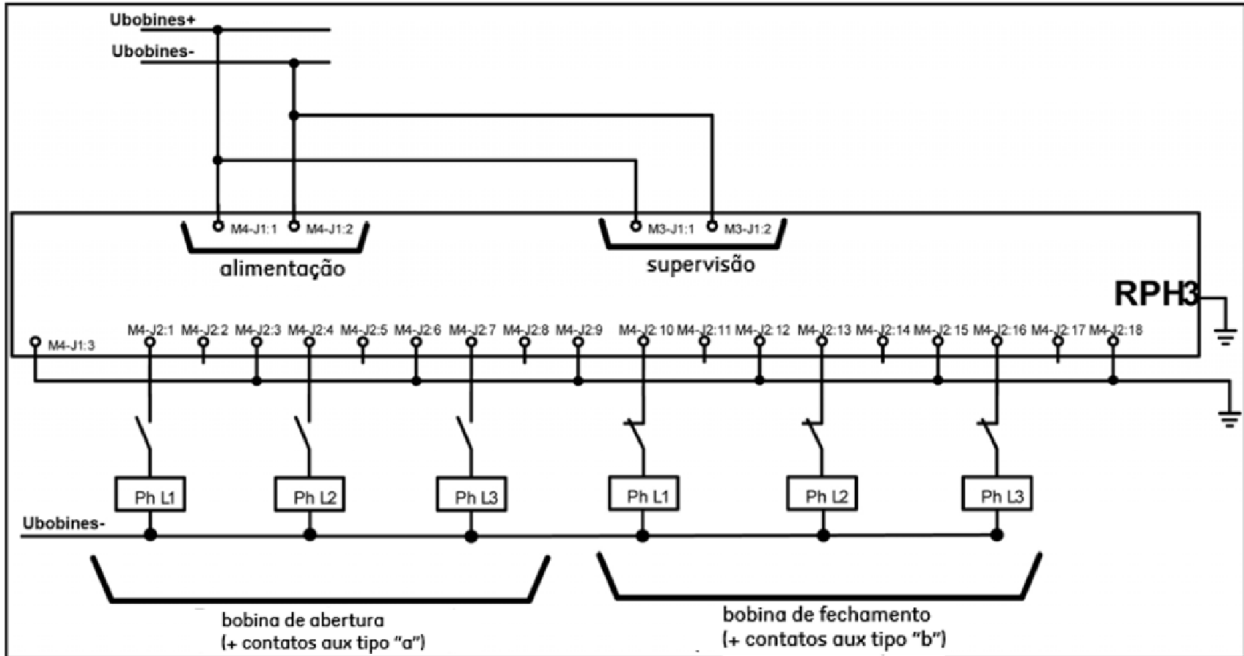


Figura 26: Fiação das saídas de controle das bobinas do disjuntor: diagrama do MODO DIFERENCIAL posição aberta)

Uma configuração de software do controlador RPH3 deve ser definida através da HMI da web de acordo com o esquema de conexão escolhido (consulte a Figura 27 abaixo):

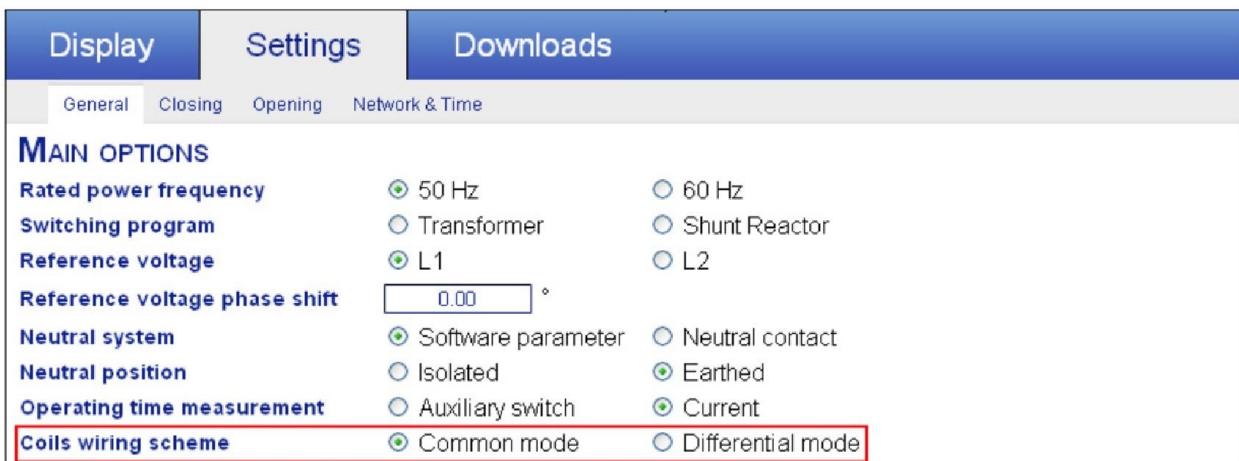


Figura 27: Web IHM: seleção do diagrama de fiação das bobinas do equipamento

Graças ao seu projeto, cada um desses módulos oferece os seguintes recursos de diagnóstico contínuo:

- Estado dos transistores MOSFET (capacidade ou não de acionamento das bobinas do disjuntor)
- Verificação de continuidade dos circuitos de fechamento e abertura do disjuntor

O controlador RPH3 pode, assim, disparar alarmes do sistema em caso de falha de MOSFET ou bobinas danificadas, evitando assim situações indesejadas (por exemplo, discrepância entre os polos).



Conforme mostrado na Figura 28 abaixo, os resultados dessas verificações automáticas são acessíveis através da IHM baseada na web (eles também podem ser configurados para o controle de contatos de saída de alarme: consulte a seção 3-7, página 72):

Display				Settings				Downloads			
Status				Sensor data				Input signalling			
				Last closing results				Last opening results			
SELF-TEST ALARMS											
		L1		L2		L3					
Close command		Failed		Failed		Failed					
Close enable		Failed		Failed		Failed					
Closing coils		Discontinuity		Discontinuity		Discontinuity					
Open command		Failed		Failed		Failed					
Open enable		Failed		Failed		Failed					
Open coils		Discontinuity		Discontinuity		Discontinuity					

Figura 28: Alarmes de autoteste (acessíveis na HMI da web)

NOTA 1: Todos esses alarmes do sistema são acionados pelo controlador RPH3 (veja a imagem acima) se a tensão CC estiver presente no conector M3-J1 (entrada da supervisão), mas não no conector M4-J1 (entrada de controle da bobina). Por outro lado, todos esses alarmes são desativados se a tensão CC estiver presente no conector M4-J1, mas não no conector M3-J1. Nesse caso, o controlador RPH3 aciona um alarme de aplicativo específico (veja abaixo):

Display				Settings				Downloads			
Status				Sensor data				Input signalling			
				Last closing results				Last opening results			
APPLICATION ALARMS											
Reference voltage	Ok			Line current	Ok			No	3s	20s	
Neutral system	Earthed (Set by software)			Application behaviour	Ok						
Switchgear closing	Ok			Switchgear opening	Ok						
Operating time compensations	OK			Control voltage	Out of range						

Figura 29: Alarme de tensão de controle se não houver tensão CC no conector M3-J1 do RPH3

Consulte a seção 3-7, página 72 para mais detalhes sobre este alarme.

NOTA 2: O monitoramento da continuidade da bobina fornecido pelo RPH3 não impede o uso de outro equipamento externo de monitoramento da bobina, **desde que as seguintes precauções necessárias sejam seguidas.**

- A corrente total que flui através de cada bobina nunca deve ser suficiente para provocar operações inesperadas do disjuntor (corrente de ativação) ou para impedir que a trava da bobina retorne à sua posição inativa (corrente de retenção).

É necessário garantir uma separação elétrica entre todos os dispositivos de monitoramento, a fim de evitar interações entre o recurso de monitoramento RPH3 e de dispositivos externos (por exemplo, usar diodos / opto-isoladores).

- O diagrama de ligação entre as saídas RPH3 e as bobinas do disjuntor deve ser "COMMON MODE" (na configuração do software RPH3 e no diagrama de conexão real).



Se uma ou mais destas condições não forem cumpridas: **NÃO use equipamento externo para monitorar a continuidade das bobinas** para evitar o trip inesperado de alarmes de continuidade.

NOTA 3: Independentemente da duração do pulso de comando tripolar de entrada de 3 polos (desde que seja longo o suficiente para ser válido), o RPH3 emite 3 pulsos de saída com um tempo predefinido de 80 ms cada, o que pode ser ajustado pelo usuário final (via web HMI), conforme mostrado na Figura 30 abaixo.

NOTA 4: A IHM da web RPH3 fornece um único ajuste de duração de impulso de saída para cada grupo de 3 comandos de saída unipolares (1 grupo para comandos de fechamento + 1 grupo para comandos de abertura). No entanto, este tempo de duração pode ser definido para diferentes valores para manobras de fechamento e abertura.

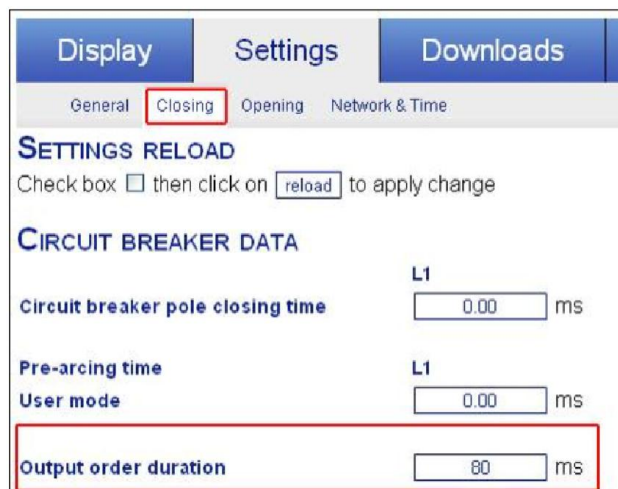


Figura 30: ajuste de duração de 3 impulsos de saída para fechamento

As características do RPH3 nesta interface são dadas abaixo:

Rated characteristics	Min	Typical	Max	Unit
M4-J1 connector (Tensão das bobinas do disjuntor)		<i>MSTB 2,5/3-STF-5.08</i>		
Impedância de entrada	-	1100	-	kΩ
voltage amplitude (AC)	48	-	250	V
voltage amplitude (DC)	33	-	300	V
corrente máxima configurada para esta entrada (para 300 ms max.)	-	-	30	A
Nível de isolamento	2000	-	-	V
M3-J1 connector (Monitoramento de tensão de alimentação das bobinas do CB)		<i>MSTB 2,5/2-STF</i>		
Impedância de entrada	-	63	-	kΩ
Amplitude da tensão de entrada	48	-	250	V _{DC}
Consumo de energia do RPH3 nesta entrada	-	-	2	VA
Nível de isolamento	2000	-	-	V

3-4.6 Medição dos tempos de operação do disjuntor

O tempo de operação de um determinado polo do disjuntor é definido como a quantidade de tempo entre o momento em que a bobina de fechamento ou abertura está sendo energizada (impulso ascendente) e o momento em que os contatos principais do polo tocam-se mecanicamente (operação de fechamento) ou separam-se (operação de abertura). Isso é ilustrado na Figura 31 abaixo:

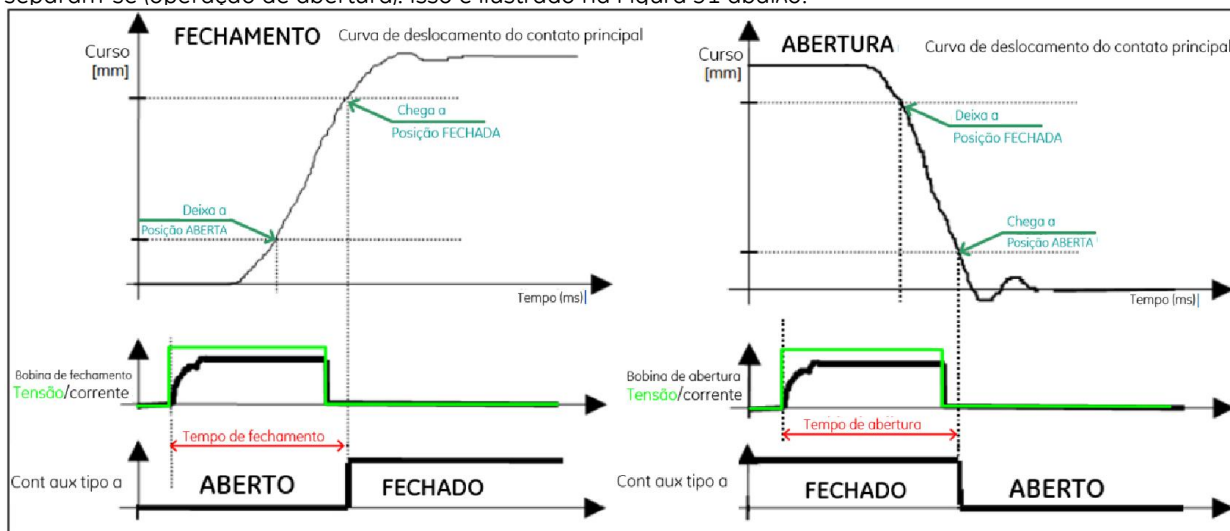


Figura 31 : definição dos tempos de operação

Vários parâmetros podem afetar o desempenho dinâmico de um disjuntor e, portanto, o seu tempo de operação de uma operação para outra, entre as quais:

- Temperatura ambiente
- tensão de alimentação da bobina CB
- Pressão do hidráulico no mecanismo (quando aplicável)
- Tempo ocioso do CB (quantidade de tempo entre operações consecutivas de CBs hidráulicos, se aplicável)
- Imprecisão mecânica inevitável (por exemplo, velocidade de operação)
- etc

O controlador RPH3 deve levar em consideração esses parâmetros ao avaliar os alvos aplicáveis para uma determinada operação de CB (1 ponto de destino por polo), a fim de garantir uma comutação síncrona eficiente do RPH.

Portanto, o RPH3 mede com precisão o tempo de operação real em cada pólo durante uma operação do CB, a fim de compará-lo com o esperado, conforme previsto por um algoritmo interno:

$$t_{OP_expected} = t_{OP_rated} + \Delta t_{compensat\tilde{o}es} + \Delta t_{adaptive_contro}$$

$$\Delta t_{OP} = |t_{OP_expected} - t_{OP_measure}|$$

Onde :

- $t_{OP_expected}$ é o tempo de operação esperado do pólo, conforme previsto pelo RPH3
- t_{OP_rated} é o tempo nominal de operação do pólo (configuração do software através da web IHM como mostrado na Figura 31 abaixo, ajustada no comissionamento do RPH3)
- $\Delta t_{compensat\tilde{o}es} + \Delta t_{adaptive_control}$ é a quantidade de tempo extra (que pode ser <0) devido à influência de desses parâmetros específicos. Consulte as secções 3-5 (página 55) para mais detalhes.
- $t_{OP_measured}$ é o tempo real de operação do polo, medido durante uma operação do CB
- Δt_{OP} é a diferença de tempo absoluta entre $t_{OP_expected}$ e $t_{OP_measured}$.

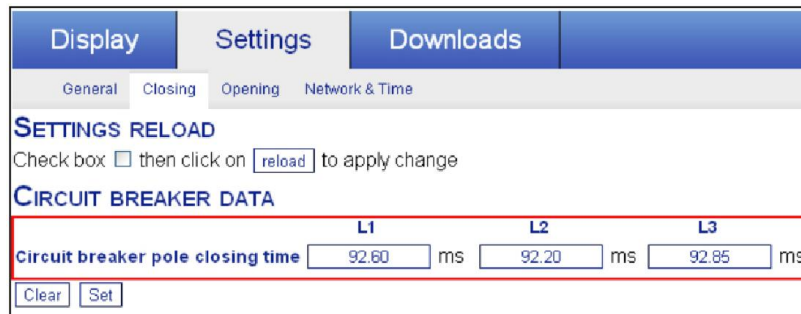


Figura 32: ajuste dos tempos de operação nominais do disjuntor (web IHM)

Como não pode acessar diretamente os contatos principais do CB (que estão sob alta tensão), o RPH3 oferece dois métodos diferentes para medir os tempos de operação:

- detecção dos instantes de comutação de contatos auxiliares do disjuntor (interface M4-J6)
- detecção dos instantes de interrupção / estabelecimento da corrente de alta tensão dentro da (s) câmara (s) de interrupção do pólo graças aos transformadores de corrente externos (interface M3-J4).

O usuário final pode escolher seu método preferido graças a uma configuração de software na web IHM:

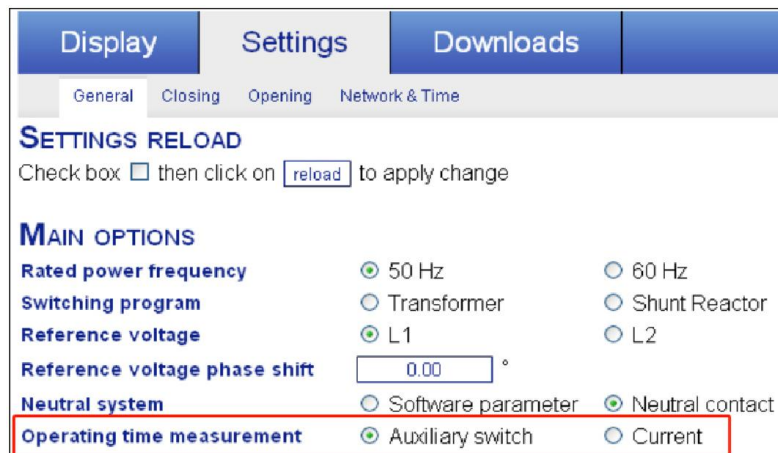


Figura 33: IHM da web: escolha do método preferido para medição de tempos de operação

No entanto, ambos os métodos são usados pelo RPH3 através de processos de medição paralelos, de modo que no caso de um falhar (levando um valor irrelevante de ΔTOP), o resultado do outro é automaticamente considerado para tratamentos adicionais.

NOTA 1: caso o método que falhou não seja o preferido, o RPH3 não dispara nenhum alarme visível para o usuário final. No entanto, se o método preferencial falhou, o RPH3 aciona um alarme de aplicação (“alarme de fechamento do CBI” ou “alarme de abertura do CBI”: consulte a seção 3-7, página 72) e considera o resultado do método alternativo (se válido) para avaliar ΔTOP .

NOTA 2: qualquer que seja o método selecionado, TOP_measured é comparado pelo RPH3 a um intervalo permitido (a ser ajustado através do IHM da web, conforme mostrado na Figura 34 abaixo).



Display		Settings		Downloads	
General Closing Opening Network & Time					
SETTINGS RELOAD					
Check box <input type="checkbox"/> then click on <input type="button" value="reload"/> to apply change					
OPERATING TIME MEASUREMENT					
Auxiliary contact time-shift	L1	L2	L3		
	<input type="text" value="0.00"/> ms	<input type="text" value="0.00"/> ms	<input type="text" value="0.00"/> ms		
Current thresholds	Detection	Dating			
	<input type="text" value="500.0"/> A (rms)	<input type="text" value="100.0"/> A			
Closing measurement limits	Min	Max	Operating time tolerance		
	<input type="text" value="0.00"/> ms	<input type="text" value="200.00"/> ms	<input type="text" value="0.00"/> ms		
<input type="button" value="Clear"/> <input type="button" value="Set"/>					

Figura 34: faixa de validade do tempo de operação e tolerância

Após cada operação CB, os valores obtidos de TOP_measured e ΔTOP são testados para cada pólo pelo cumprimento das condições abaixo:

- $Min \leq TOP_measured \leq Max$
- $\Delta TOP \leq tolerância$

Assim que uma ou mais dessas condições não forem atendidas, um alarme é acionado pelo RPH3, conforme mostrado na Figura 35:

Display		Settings		Downloads	
Status Sensor data Input signalling Last closing results Last opening results					
GLOBAL STATUS					
Firmware	TCR V 0.40				
Last switching status (Led 2)	Ok	Bistable relay 1	Ok		
System alarms (Led 3)	Alarm	Bistable relay 2	Ok		
Application alarms (Led 4)	Alarm	Bistable relay 3	Ok		
Monostable relay	Ok	Bistable relay 4	Ok		
APPLICATION ALARMS					
Reference voltage	Not ok	Line current	Ok		
Neutral system	Unknown (Set by neutral contact)	Application behaviour	Ok		
Switchgear closing	Ok	Switchgear opening	Ok		
Operating time compensations	OK	Control voltage	Out of range		

Figura 35: alarme acionado em caso de tempo de operação medido fora da faixa

3-4.6-1 Método de medição #1: monitorando os contatos aux. do disjuntor (tipo a)

O controlador RPH3 fornece um conector de interface (M4-J6) para os contatos auxiliares do CB (tipo a):

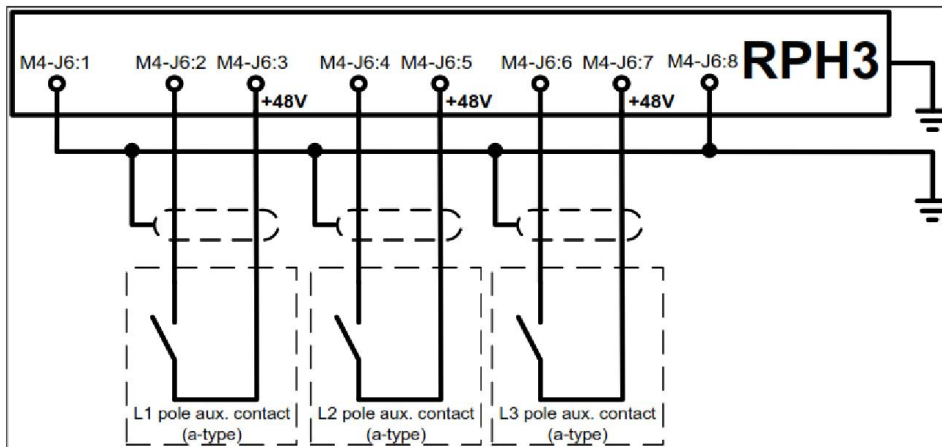


Figura 36: Conexão dos contatos auxiliares do conjunto de manobra

O RPH3 fornece continuamente uma tensão de +48V DC para os contatos auxiliares (M4-J6: 3/5/7). De acordo com o estado do CB monitorada (totalmente fechada ou aberta), o contato auxiliar associado (tipo a) é fechado ou aberto para que a tensão de polarização esteja presente ou não no terminal de entrada dedicado RPH3 (M4-J6: 2, 4 ou 6).

Para que o RPH3 avalie o momento do toque ou da separação dos contatos principais do polo durante uma operação do CB, ele adiciona aritmeticamente um retardo de tempo ($\Delta_{main \rightarrow aux}$ in ms) ao momento de mudança de estado do contato auxiliar (subida ou descida do tensão de entrada), conforme mostrado na Figura 37 abaixo:

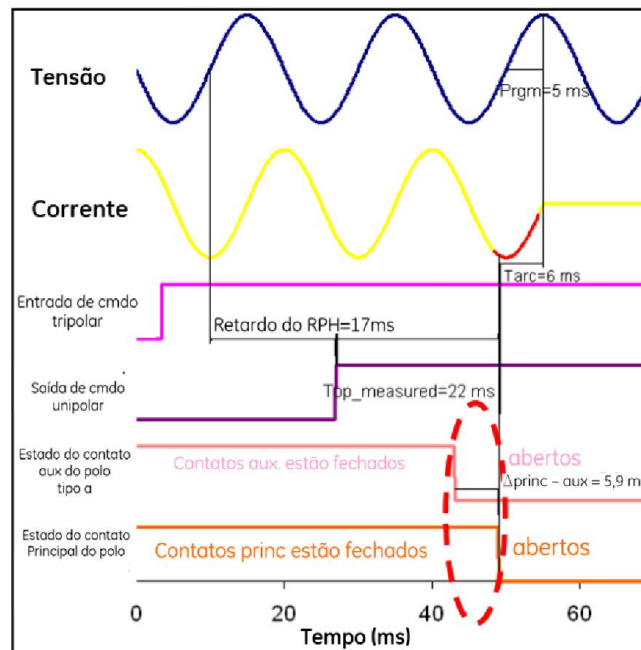


Figura 37 : definição da diferença de tempo dos contatos auxiliares

O valor da diferença de tempo $\Delta_{princ \rightarrow aux}$ depende das características do disjuntor. Deve ser medido várias vezes em cada polo do CB separadamente, em condições normais do local (temperatura externa).



O valor médio entre estas medições deve ser ajustado nas definições de configuração do RPH3 através do web IHM, conforme ilustrado abaixo:

SETTINGS RELOAD			
Check box <input type="checkbox"/> then click on <input type="button" value="reload"/> to apply change			
OPERATING TIME MEASUREMENT			
Auxiliary contact time-shift	L1	L2	L3
	<input type="text" value="0.00"/> ms	<input type="text" value="0.00"/> ms	<input type="text" value="0.00"/> ms
Current thresholds	Detection	Dating	
<input type="text" value="500.0"/> A (rms)	<input type="text" value="100.0"/> A		
Closing measurement limits	Min	Max	Operating time tolerance
	<input type="text" value="0.00"/> ms	<input type="text" value="200.00"/> ms	<input type="text" value="0.00"/> ms
<input type="button" value="Clear"/> <input type="button" value="Set"/>			

Figura 38: ajuste da diferença de tempo dos contatos auxiliares

NOTA 1: Esta diferença de tempo é considerada constante pelo RPH3, independente das condições de temperatura e da idade do mecanismo de acionamento do disjuntor.

NOTA 2: Durante as operações de abertura do disjuntor, o contato auxiliar de um determinado polo deve abrir ANTES dos contatos principais mecanicamente separados ($\Delta_{princ} \rightarrow aux > 0$), enquanto que deve fechar um pouco APÓS os contatos principais se tocarem durante as operações de fechamento do disjuntor ($\Delta_{princ} \rightarrow aux < 0$). No entanto, somente valores sem sinal (positivos) devem ser inseridos nas áreas da Web HMI.

]



3-4.6-2 Método de medição #2: Monitoramento de correntes AT

O controlador RPH3 oferece outro método para medir os tempos de chaveamento dos polos do disjuntor. Este método consiste em medir o fluxo da corrente HT através de seus principais contatos, a fim de detectar o tempo de interrupção / estabelecimento por meio da análise da forma de onda.

Esta análise é baseada em uma avaliação contínua eficaz da corrente alternada antes / após a manobra do pólo e na detecção instantânea do limite excedido, conforme mostrado na Figura 39 abaixo:

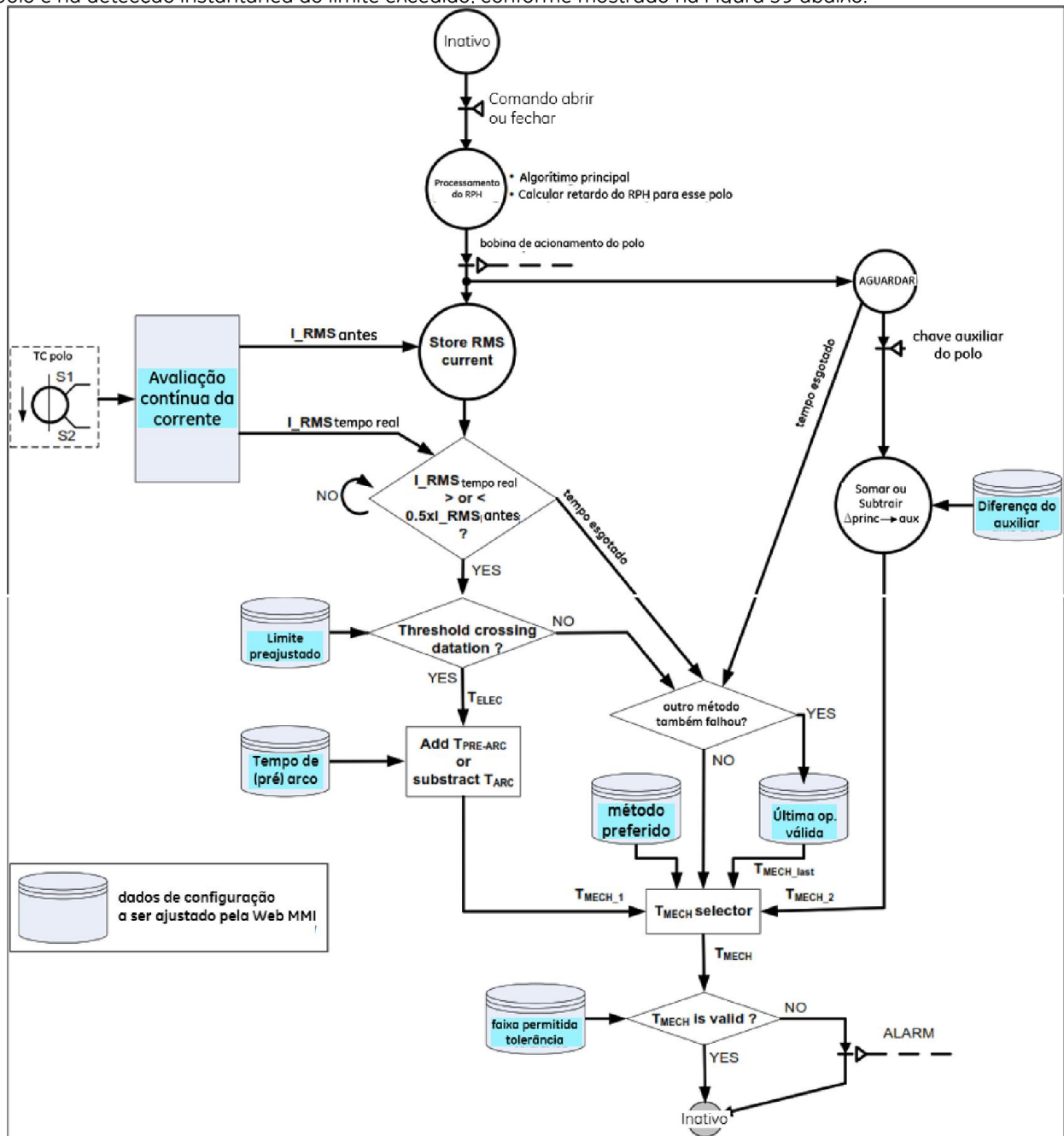


Figura 39: medição do tempo de operação

Durante uma operação de fechamento de pólo: assim que a corrente RMS sobe acima do ajustado “limite de detecção” IRMS_TH, o evento de inicialização da corrente é datado quando seu valor instantâneo cruza o pre-ajustado “limite do dado”, conforme ilustrado na Figura 40 abaixo.

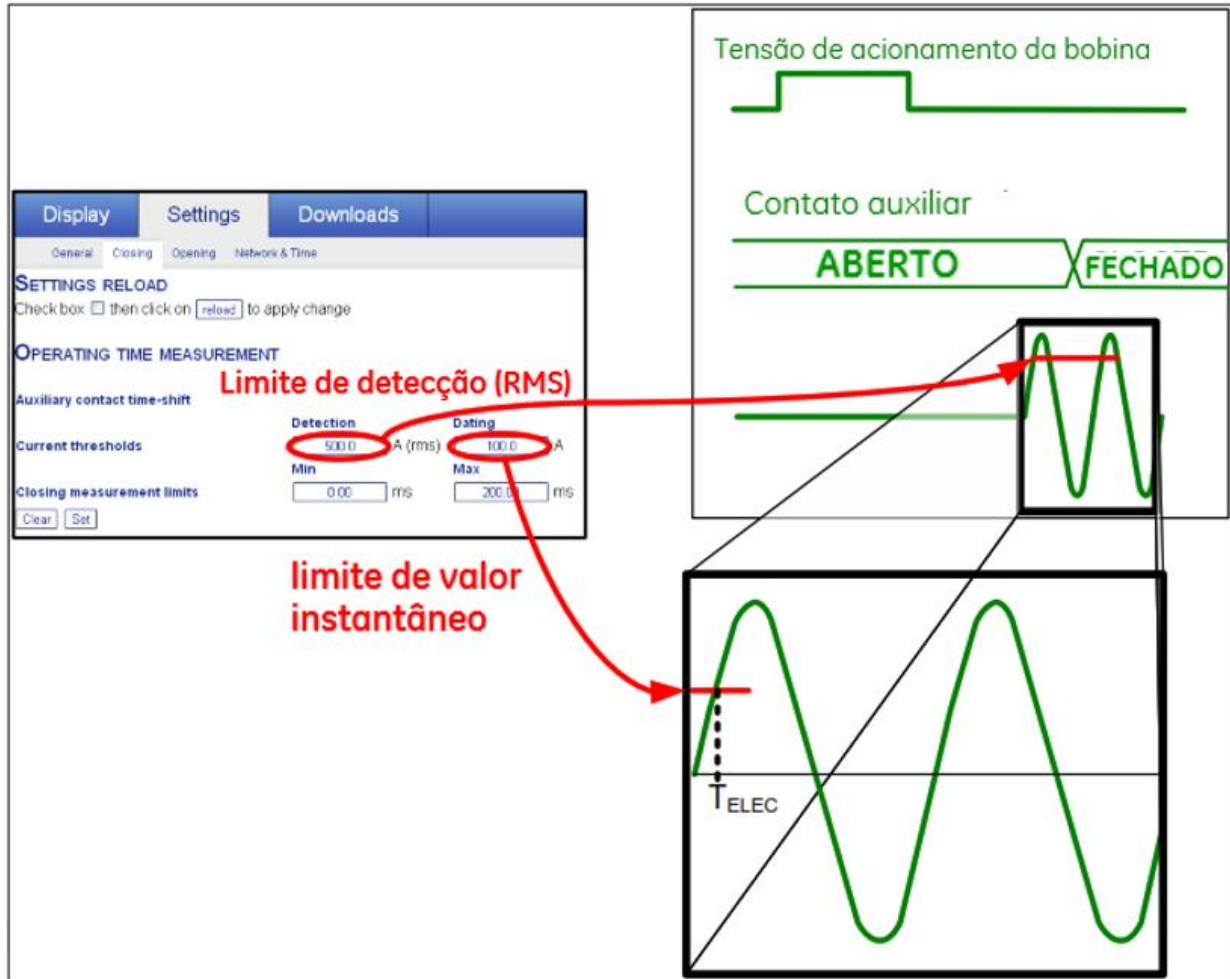


Figura 40: Análise da forma de onda até o início da corrente: exemplo para uma manobra de fechamento do polo

Da mesma forma durante a operação de abertura: assim que a corrente RMS cair abaixo de IRMS_TH, a corrente de interrupção é datado quando seu valor instantâneo cruza o ITH.

Ambos os limites devem ser ajustados através de configurações de software (web IHM):

- 1 par de limites para operações de fechamento
- 1 par de limites para operações de abertura

Os mesmos limites se aplicam a cada polo. Valores recomendados são dados abaixo:

$$0.3 \leq \frac{I_{RMS_TH}}{I_{RATED}} \leq 0.5$$

$$0.1 \leq \frac{I_{TH}}{I_{PEAK}} \leq 0.2$$

Tabela 3: valores recomendados para os limites atuais (método de medição de tempos de operação # 2)

3-4.7 Amostragem da corrente AT

O controlador RPH3 deve ser conectado à interface dedicada externa (conector M3-J4 + soquete de segurança).



Figura 41: tomada de segurança na interface M3-J4

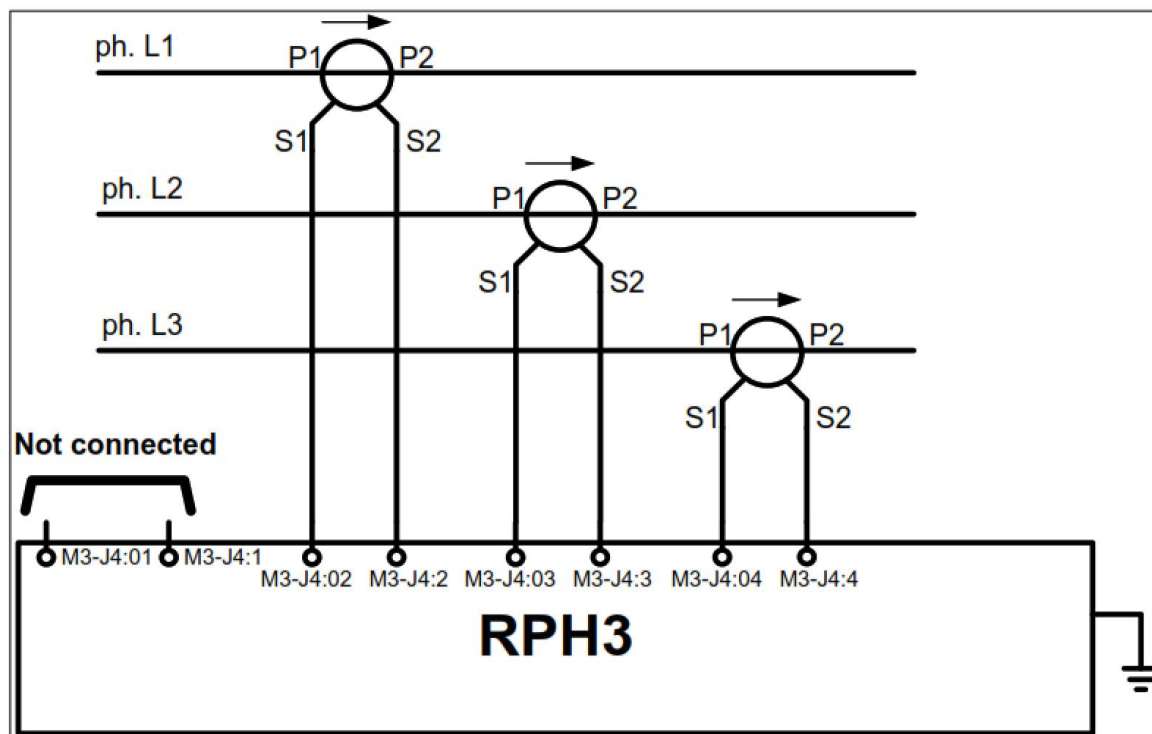


Figura 42: Interface de medição de corrente de alta tensão

Os TCs de medição recomendados devem ser precisos (classe de precisão recomendada: 0,5 / 1/3), adequados para aplicações de 50/60 Hz e ter uma corrente de saída nominal (enrolamento secundário) de 1 A ou 5 A (potência de saída ≈ 5 VA).

Por razões de segurança, é importante evitar que as pessoas da manutenção sofram sobretensões espúrias que possam aparecer nos terminais do TC durante a desconexão do enrolamento secundário. Este soquete de segurança garante um curto-circuito no enrolamento secundário do TC na desconexão, de modo que tais sobretensões não possam aparecer.



A relação de transformação de corrente deve ser conhecida pelo controlador RPH3 para permitir que ele calcule a corrente AT que realmente flui através de cada pólo do disjuntor. Estas configurações devem ser ajustadas pelo usuário ao comissionar o RPH3 através da Web HMI, como mostrado abaixo:

The screenshot shows the 'Settings' tab of the RPH3 Web HMI. Under the 'Rated Levels' section, the 'Current' row is highlighted with a red box. It shows a primary current of 2000 A (rms) and a secondary current of 1 A (rms), with a radio button selected for 1 A. The 'Reference voltage phase-phase' is set to 512.500 kV (rms) for the primary and 114.285 V (rms) for the secondary. There are 'Clear' and 'Set' buttons at the bottom of the section.

	Primary	Secondary
Reference voltage phase-phase	512.500 kV (rms)	114.285 V (rms)
Current	2000 A (rms)	1 A (rms) (selected)

Figura 43: Configurações da taxa de transformação atual (Web HMI)

Graças a esta relação de transformação, o controlador RPH3 é capaz de calcular a corrente instantânea em cada pólo durante manobra do dispositivo e compará-lo continuamente com um limiar pré-definido, ajustável através da HMI baseada na mostrado na Figura 44 abaixo:

The screenshot shows the 'Settings' tab of the RPH3 Web HMI. Under the 'Alarms Thresholds' section, the 'Primary current peak' row is highlighted with a red box. It shows a maximum value of 1000 A. The 'Control voltage' is set to 300 V, and the 'Min' value is 35 V. There are 'Clear' and 'Set' buttons at the bottom of the section.

	Max	Min
Primary current peak	1000 A	
Control voltage	300 V	35 V

Figura 44: Ajuste do limite de corrente de alta tensão instantâneo(valor de pico (web IHM)



Caso esta corrente exceda o limite predefinido, o controlador RPH3 dispara um alarme e o mantém ativo até o próximo comando de operação ser recebido:



Figura 45: Alarme instantâneo de corrente de alta tensão (web IHM)

Para fins de montagem e comissionamento o RPH3 também oferece um monitoramento "em tempo real" das correntes de AT por meio de sua interface web HMI, como mostrado abaixo:

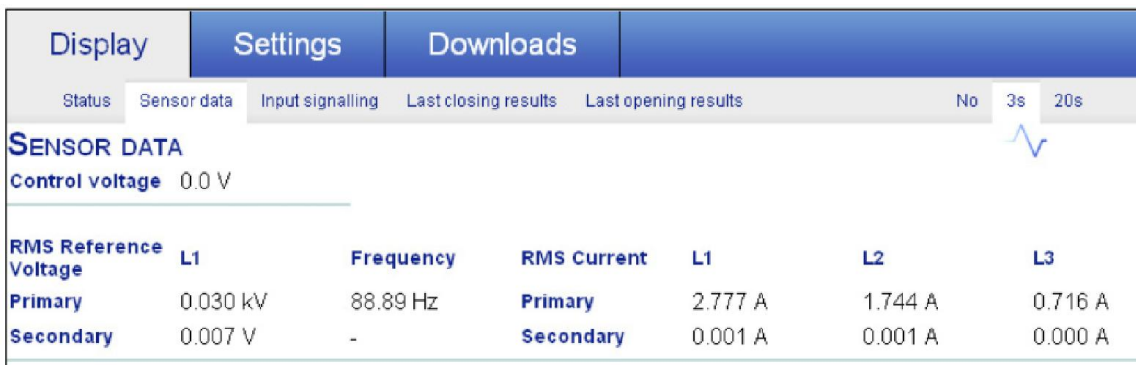


Figura 46: Monitoramento em tempo real das correntes de alta tensão para fins de E & C

As características do RPH3 nesta interface são dadas abaixo:

Rated characteristics	Min	Typical	Max	Unit
M3-J4 connector		<i>MSTB 2,5/3-STF-5,08</i>		
impedância de entrada diferencial (entre os terminais de conexão S1 e S2) ;)	0	0	0.1	Ω
current amplitude	-	1 or 5	-	A
Consumo de energia RPH3 nesta entrada	-	5	-	VA
Insulation level	2000	-	-	V

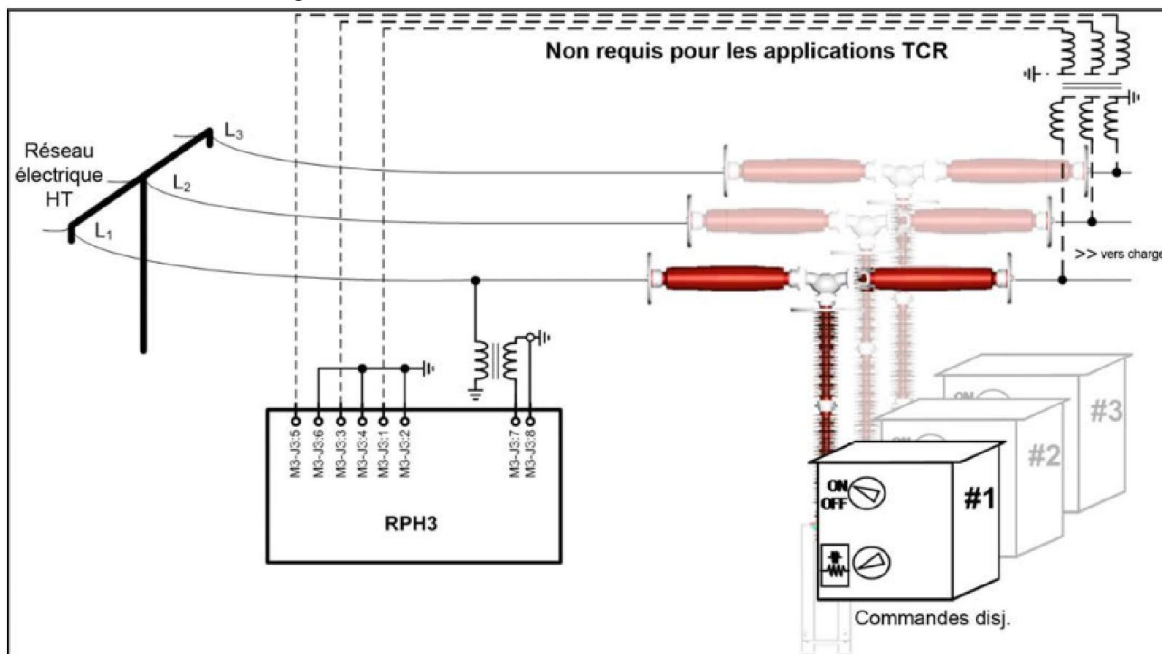
3-4.8 Amostragem da tensão da linha AT

O controlador RPH3 pode amostrar as 3 tensões de linha de alta tensão graças aos TPs dedicados, cujos enrolamentos primários devem ser conectados aos terminais do disjuntor no lado onde os circuitos serão (des) energizados estão localizados.

Embora não seja solicitado para aplicações de TCR, esta conexão é obrigatória para aplicações de manobra de linha, para que o RPH3 possa calcular a tensão de batimento através de cada polo do disjuntor em operações de religamento (consulte a seção 4-5 página 119 para detalhes).

As tensões CA fornecidas por esses TPs são imagens em tempo real das tensões trifásicas do sistema

Figura 47: Conexão da interface de tensões de linha HV



NOTA 1: Os TPs devem ser escolhidos de maneira que a tensão eficaz através de seus enrolamentos secundários (conectado ao RPH3) seja $100V / \sqrt{3}$ (opção VT100) ou $220V / \sqrt{3}$ (opção VT220).

NOTA 2: Para aplicações de manobra de linha (firmware "RPH3-L"), as relações do TP devem ser ajustados por uma configuração de software (via web HMI), conforme mostrado abaixo:

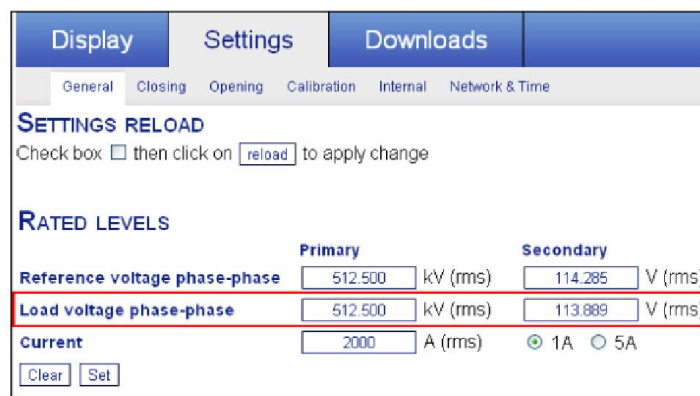


Figura 48: Configuração da taxa de transformação de TP para tensões de linha de alta tensão



NOTA 3: Para fins de comissionamento e manutenção, os níveis de tensão reais são acessíveis através do IHM da web (somente níveis de acesso autorizados):

Display		Settings		Downloads	
Status	Sensor data	Input signalling	Last closing results	Last oper	
SENSOR DATA					
0V	0.0000 V	+15V		15.0425 V	
Control voltage	0.0 V	Hydraulic drive pressure		L1	-97.41 bars
RMS Reference Voltage	L1	Frequency		RMS Current	
Primary	0.026 kV	84.56 Hz		Primary	
Secondary	0.006 V	-		Secondary	
RMS Voltage Line	L1	L2		L3	
Primary	0.033 kV	0.024 kV		0.083 kV	
Secondary	0.007 V	0.005 V		0.019 V	

Figura 49: Medições de tensão de linha de alta tensão

As características do RPH3 nesta interface são dadas abaixo:]

Rated characteristics	Min	Typical	Max	Unit
M3-J3 connector		<i>MSTB 2.5/8-STF-5.08</i>		
Impedância de entrada	-	8	-	kΩ
frequency	20	-	60	Hz
Tensão de entrada (opção VT100)	15	$100/\sqrt{3}$	150	Vrms
Tensão de entrada (opção VT220)	30	$220/\sqrt{3}$	330	Vrms
Consumo de energia RPH3 nesta entrada	-	-	2	VA
Nível de isolamento	2000	-	-	V
Erro de medição	-	-	1	%



3-5 Compensação dos tempos de operação do disjuntor

3-5.1 Princípio geral

O tempo de operação de cada polo do CB durante abertura e fechamento depende significativamente de vários fatores:

- temperatura ambiente
- tensão de alimentação das bobinas CB
- Pressão hidráulica (para CB com mecanismos de acionamento hidráulico)
- Tempo ocioso do CB (quantidade de tempo entre 2 operações de CB sucessivas - somente para CBs hidráulicos)
- Outros fatores (desempenho dinâmico, envelhecimento, etc.)

Ao processar um comando de operação do disjuntor, o RPH3 deve levar em consideração esses fatores ao prever o tempo de operação esperado em cada polo CB, a fim de garantir o estabelecimento / interrupção da corrente AT nos momentos previstos:

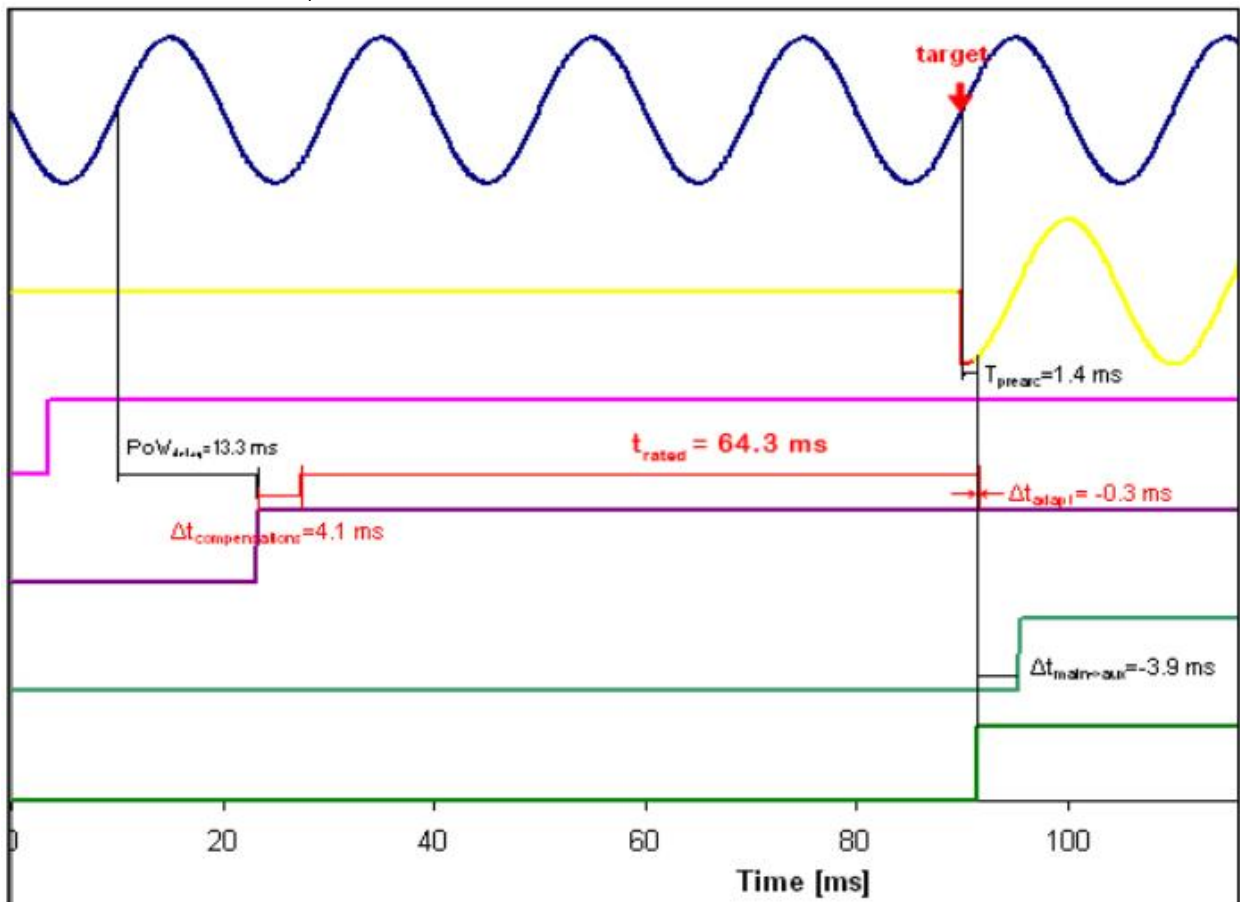


Figura 50 : compensações: exemplo de uma operação de fechamento

$$t_{\text{operation}} = t_{\text{rated}} + \Delta t_{\text{compensations}} + \Delta t_{\text{adapt}}$$



Onde:

t_{operation} = tempo da manobra esperado para o pólo do disjuntor, conforme previsto pelo RPH

t_{rated} = Tempo de manobra do polo medido no local durante o comissionamento do disjuntor em condições nominais o mais próximo possível das condições nominais (temperatura = 20 ° C, tensão da bobina = U_{rated}, pressão hidráulica = P_{rated}, etc.)...

Δt_{compensat} = algumas das compensações de tempo devido a fatores que podem ser medidos / avaliados por pelo RPH3 e cumprindo as leis de compensação lineares:

- temperatura ambiente
- Tensão de alimentação das bobinas do CB
- Pressão hidráulica (para disjuntor com mecanismos de controle hidráulico)
- Tempo ocioso do disjuntor (tempo entre 2 manobras sucessivas - somente para disjuntores hidráulicos)

Δt_{adapt} = soma das compensações de tempo devido a todos os outros fatores que não podem ser controlados de forma adaptativa por processos independentes ou de acordo com as leis de compensação estocástica (envelhecimento do disjuntor, etc.).

Cada uma dessas contribuições para o tempo total de compensação de uma manobra para um dado pólo pode ser ativada ou desativada independentemente por meio de uma configuração de software no HMI da web:

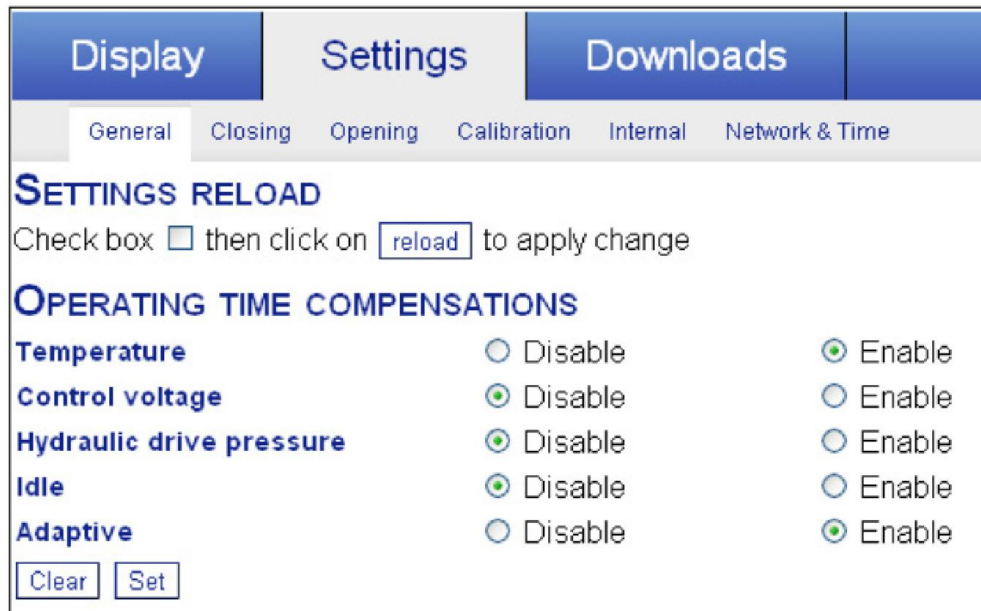


Figura 51: Ativação / desativação de contribuições de compensação

As seções a seguir descrevem a avaliação dessas diferentes contribuições pelo controlador RPH3.



3-5.2 Contribuição da temperatura ambiente

Para aplicações externas, a temperatura ambiente pode afetar significativamente o desempenho do disjuntor: em linhas gerais CBs são mais lentos em baixas temperaturas.

3-5.2-1 Lei da compensação

Para cada tipo de operação (fechamento do CB e abertura do CB) o controlador RPH3 incorpora uma tabela de 11 valores de tempo de compensação indexado por temperaturas (passo de 10 °C), que deve ser ajustado através do RPM3 web IHM durante o comissionamento (nível de acesso ≥ Supervisor), conforme ilustrado abaixo:

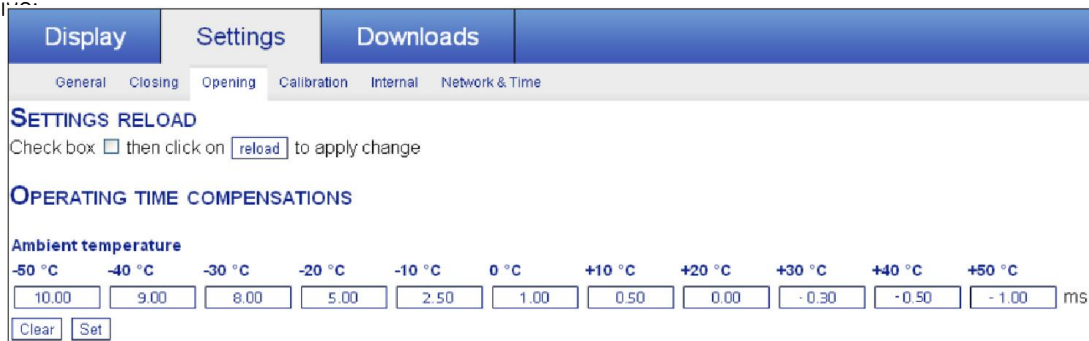


Figura 52: configuração da tabela de compensação de temperatura na web IHM (nível de acesso ≥ Supervisor)

Esta tabela fornece a contribuição (em ms) da compensação do tempo de operação do polo para uma dada temperatura ambiente, graças a uma interpolação linear entre 2 pontos adjacentes na curva abaixo:

Tabela de compensação de temperatura (Fechamento do CB)

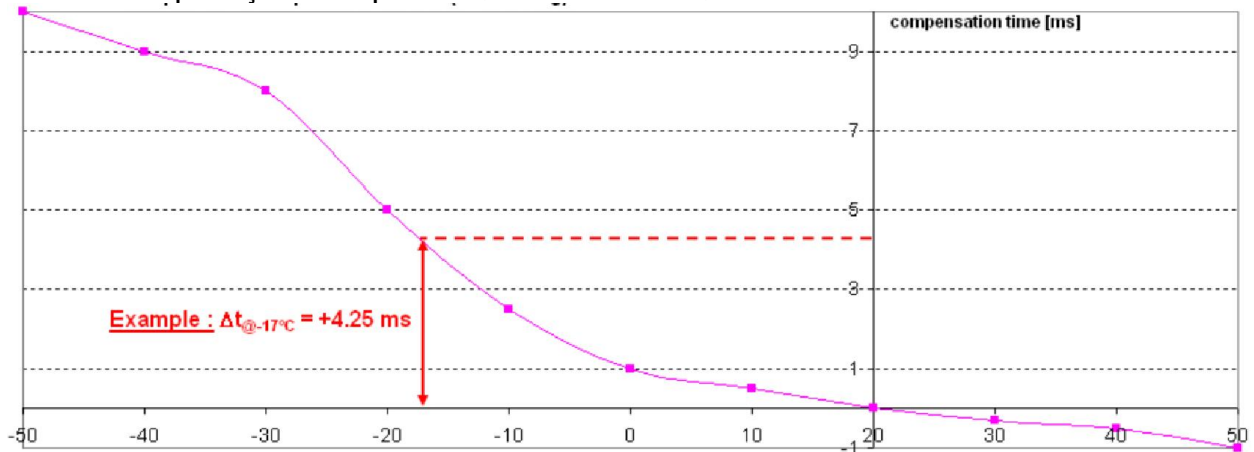


Figura 53: característica de compensação de temperatura: exemplo para operações de fechamento

NOTA: as tabelas de compensação podem ser preenchidas com diferentes valores para as manobras de abertura e fechamento

3-5.2-2 Medição da temperatura ambiente

O RPH3 faz a amostragem contínua da temperatura ambiente com um sensor dedicado que precisa ser instalado externamente, em um lugar sem exposição direta à luz solar ou ao vento. O sensor deve ser alimentado pelo próprio RPH3 (saída + 24Vcc).

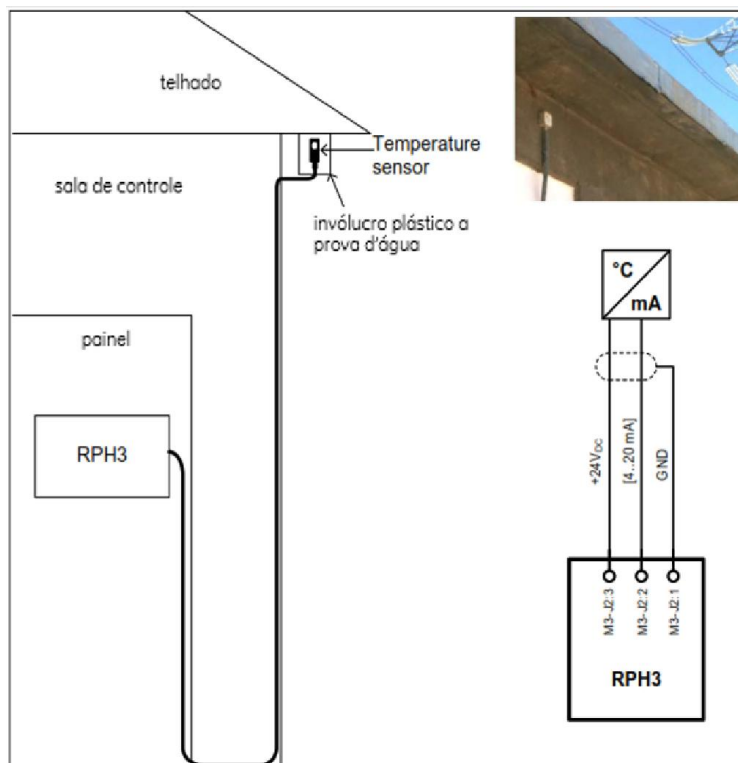


Figura 54: Instalação típica do sensor de temperatura ambiente

Todos os tipos de sensores de temperatura podem ser instalados, desde que suas interfaces com o RPH3 sejam um sinal analógico padrão [4 ... 20 mA] (+24 V). Os fatores de escala devem ser ajustados via HMI da web:

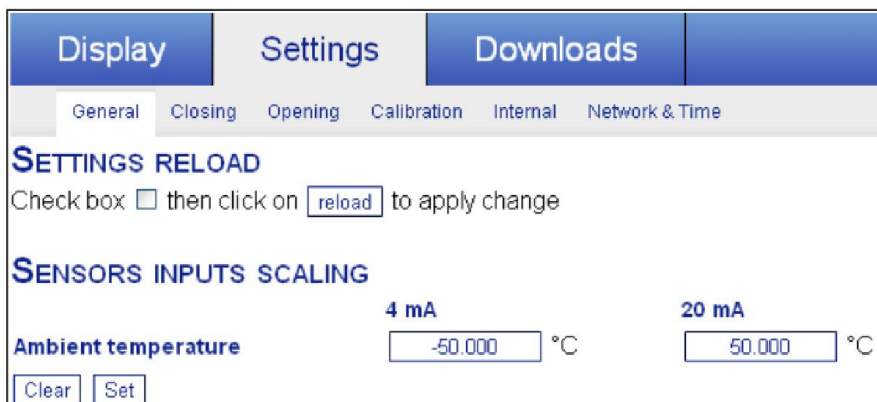


Figura 55: IHM da web: ajuste dos fatores de escala do sensor de temperatura (nível de acesso ≥ Supervisor)



As características do RPH3 nesta interface são dadas abaixo:

Caractéristiques nominales	Mini	Type	Maxi	Unité
Connecteur M3-J2		<i>MC 1,5/12-STF-3.5</i>		
Impedância de entrada (pinos 2:1)	99	100	101	Ω
Impedância de entrada (pinos 2:3, pinos 1:3)	16	-	-	kΩ
tensão de alimentação do sensor	-	24	-	V _{CC}
Corrente de entrada (como fornecida pelo sensor)	-	[4...20]	-	mA
Potência de saída (como fornecida para o sensor)	-	-	2	VA
erro de medição	-	-	3	%

3-5.3 Medição da tensão de controle do disjuntor

Os atuadores do disjuntor são geralmente feitos de bobinas de acionamento do mecanismo graças às forças magnéticas (lei de Lenz): a carga mecânica é proporcional ao quadrado da corrente. Como a taxa de crescimento da corrente é U / L - onde L é a indutância da bobina e U a tensão de controle aplicada à bobina - qualquer alteração no nível de tensão afeta diretamente a carga mecânica e, portanto, o tempo de operação. Essa influência é compensada pelo controlador RPH3.

3-5.3-1 Lei de compensação

Para cada tipo de operação (fechamento do disjuntor e abertura do disjuntor), o controlador RPH3 calcula como uma quantidade de tempo $\Delta t_{\text{voltage}}$ tensão a ser adicionada ao tempo de operação nominal esperado de um polo do comutador graças à fórmula abaixo:

$$\Delta t_{\text{voltage}} = \left(\frac{U_{\text{rated}}}{U_{\text{meas}}} - 1 \right) \cdot kU \cdot \text{Top}_{\text{rated}}$$

Onde:

U_{rated} = tensão nominal de alimentação das bobinas (ajuste de software na HMI da web).

U_{meas} = tensão de alimentação real das bobinas amostradas pelo controlador RPH3 no momento que ele recebe o impulso do comando de operação.

Top_{rated} = tempo de operação nominal do polo do disjuntor medido sob condições nominais **U = U_{rated}** durante uma operação do CB da mesma natureza (ou seja, durante uma manobra) abertura do disjuntor no caso do comando abrir, ou por outro lado uma manobra de fechamento.

kU = fator de compensação percentual (configuração de software na HMI da web).



Figura 56: IHM da web: configurações de compensação de tensão

Para obter informações, kU deve ser avaliado durante o comissionamento (ou ensaios de tipo do disjuntor) como:

$$kU[\%] = \frac{(Top)_{U_{low}} - (Top)_{U_{rated}}}{\left(\frac{U_{rated}}{U_{low}} - 1\right) \cdot (Top)_{U_{rated}}} \cdot 100$$

$\{(Top)_{U_{rated}}; U_{rated}\}$ = é o ponto de operação nominal do pólo em questão (tensão das bobinas = U_{rated})

$\{(Top)_{U_{low}}; U_{low}\}$ = é um outro ponto de operação do mesmo pólo, obtido enquanto as bobinas são fornecidas com tensão inferior a **U_{rated}** (todos os outros parâmetros são os mesmos, ou seja, temperatura ambiente, pressão hidráulica, etc.)

NOTA: o fator **kU** pode ser ajustado para valores diferentes para operações de abertura e fechamento



Exemplo de cálculo de kU para operações de fechamento: caso do disjuntor T155-2 CB equipado com um acionamento hidráulico.

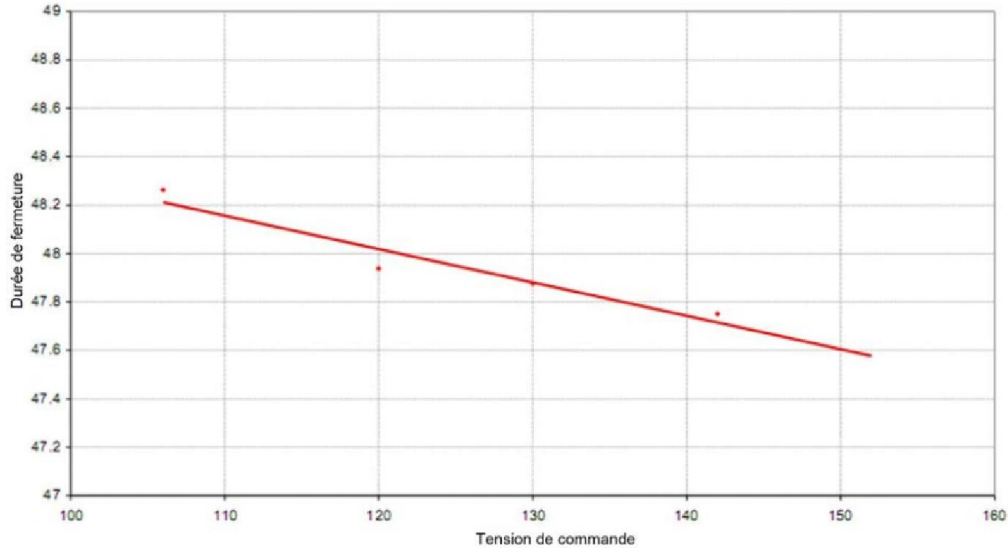


Figura 57: características de compensação da tensão de alimentação das bobinas

- Ponto de operação 1 (medição em condições nominais): $\{(Top)_{U_{rated}} = 47.9ms; U_{rated} = 125V\}$

- Ponto de operação 2 (condições nominais + baixa tensão): $\{(Top)_{U_{low}} = 48.3ms; U_{low} = 100V\}$

⇒ Fator de compensação de tensão

$$kU = \frac{48.3 - 47.9}{\left(\frac{125}{100} - 1\right) \cdot 47.9} = 3.3\%$$

3-5.3-2 Amostragem da tensão de alimentação das bobinas do CB

O controlador RPH3 (módulo M3) é capaz de medir sozinho a tensão de alimentação das bobinas. Nenhum equipamento adicional é necessário, conforme ilustrado abaixo:

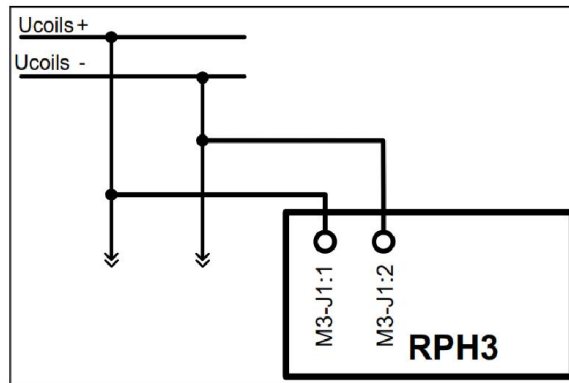


Figura 58: interface de monitoramento da tensão de alimentação das bobinas

As características do RPH3 nesta interface são dadas abaixo:

Rated characteristics	Min	Typical	Max	Unit
M3-J2 connector		<i>MSTB 2,5/2-STF</i>		
Impedância de entrada	-	63	-	kΩ
Amplitude da tensão de entrada	48	-	250	V _{DC}
Consumo de energia do RPH3 nessa entrada	-	-	2	VA
Nível de isolamento	2000	-	-	V
Erro de medição	-	-	3	%



3-5.4 Contribuição da pressão do hidráulico

O tempo de operação de um polo do disjuntor depende diretamente da quantidade de energia disponível em seu sistema de acionamento durante a operação em questão.

Portanto, mecanismos baseados em molas são projetados para operar em energia constante (proporcional ao quadrado de carga da mola, que é um parâmetro geométrico), enquanto a energia disponível em acumuladores de acionamentos hidráulicos pode não ser a mesma de uma operação para outra.

Portanto, o controlador RPH3 deve medir continuamente a pressão do hidráulico através de sensores externos e avaliar sua contribuição para a compensação do tempo de operação.

3-5.4-1 Lei da compensação

Para cada tipo de operação (fechamento CB e disparo CB), o controlador RPH3 calcula um $\Delta t_{\text{pressur}}$ como uma quantidade de tempo a ser adicionada ao tempo de operação nominal estimado do polo do disjuntor através da seguinte fórmula:

$$\Delta t_{\text{pressure}} = \left(\frac{P_{\text{rated}}}{P_{\text{meas}}} - 1 \right) \cdot kP \cdot T_{\text{op rated}}$$

P_{rated} = nível nominal da pressão hidráulica (ajuste no software na web IHM)

P_{meas} = nível real da pressão hidráulica, conforme amostra feita pelo RPH3 no momento que recebeu o impulso do comando de operação

$T_{\text{op rated}}$ = tempo de operação nominal do pólo CB em causa, medido sob condições nominais em

$P = P_{\text{rated}}$ = durante uma operação CB da mesma natureza (ou seja, durante uma operação de abertura do Disjuntor, caso o comando seja abrir ou no fechamento, se for o caso.

kP = fator de compensação como porcentagem (ajuste na web IHM).

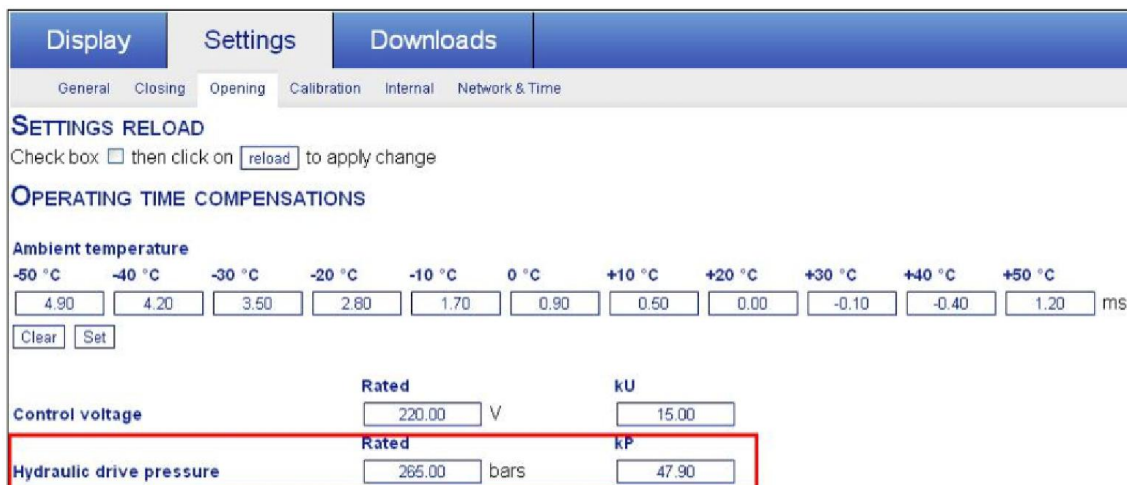


Figura 59: IHM da web: configurações de compensação de pressão



NOTA: o fator kP pode ser ajustado para diferentes valores para operações de abertura e fechamento

Para obter informações, o kP deve ser calculado durante o comissionamento (ou ensaios de tipo de disjuntores) como:

$$kP[\%] = \frac{(T_{op})_{P_{low}} - (T_{op})_{P_{rated}}}{\left(\frac{P_{rated}}{P_{low}} - 1\right) \cdot (T_{op})_{P_{rated}}} \cdot 100$$

Onde

$\{(T_{op})_{P_{rated}}; P_{rated}\}$ = é o ponto de operação nominal do polo em questão (pressão hidráulica = P_{rated})

$\{(T_{op})_{P_{low}}; P_{low}\}$ = é um outro ponto de operação do mesmo pólo, obtido enquanto a pressão no(s) acumulador(es) hidráulico(s) do polo em questão é menor que P_{rated} (todos os outros parâmetros sendo o mesmo, ou seja, a temperatura ambiente, tensão de alimentação das bobinas, etc.)



Exemplo de avaliação kP para manobras de fechamento: caso do disjuntor T155-2 equipado com comando hidráulico

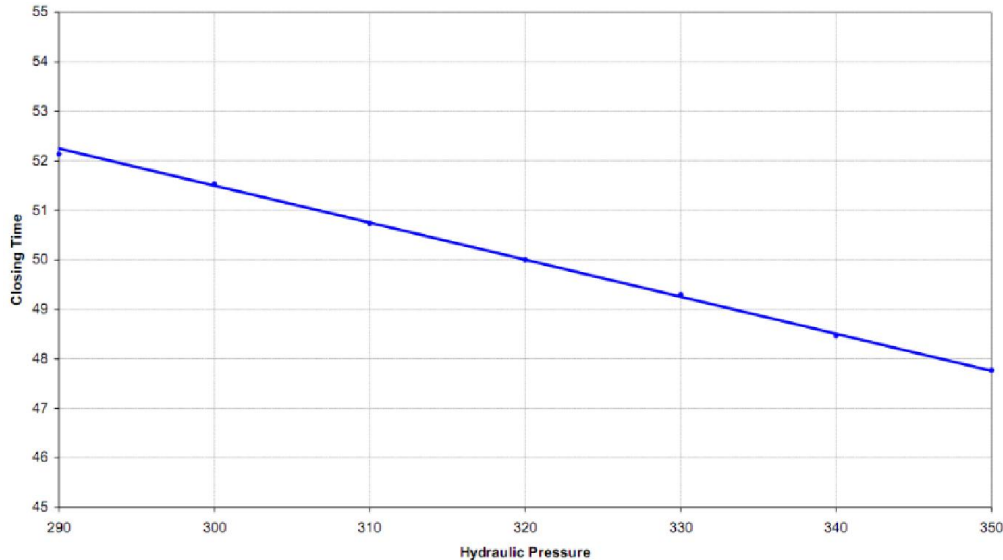


Figura 60: característica de compensação de pressão hidráulica

- Ponto de operação 1 (medição sob condições nominais): $\{(T_{op})_{P_{rated}} = 47.6\text{ms} \mid P_{rated} = 350\text{b}\}$

- Ponto de operação # 2 (condições nominais + baixa pressão) $\{(T_{op})_{P_{low}} = 53.1\text{ms} \mid P_{low} = 280\text{b}\}$

→ Fator de compensação de pressão

$$kP = \frac{53.1 - 47.6}{\left(\frac{350}{280} - 1\right) \cdot 47.6} = 46.2\%$$

3-5.4-2 Amostragem da pressão hidráulica

Qualquer tipo de sensor de pressão pode ser instalado, desde que sua interface com o RPH3 seja um padrão [4... 20 mA] (+ 24V) sinal analógico. Os fatores de escala devem ser ajustados através da web IHM:

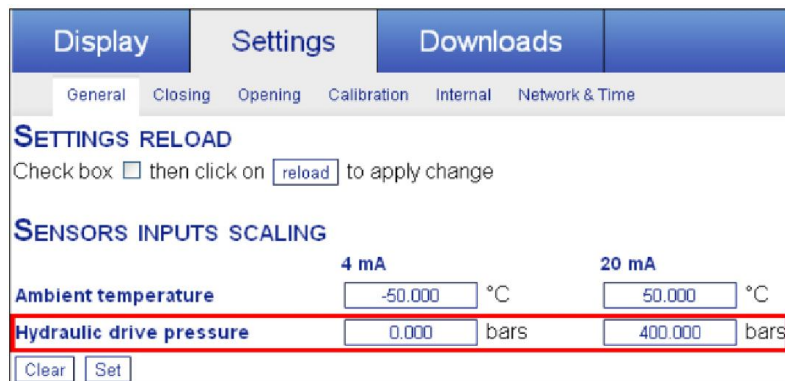


Figura 61: IHM da web: ajuste dos fatores de escala do sensor de pressão hidráulica (nível de acesso ≥ Supervisor)

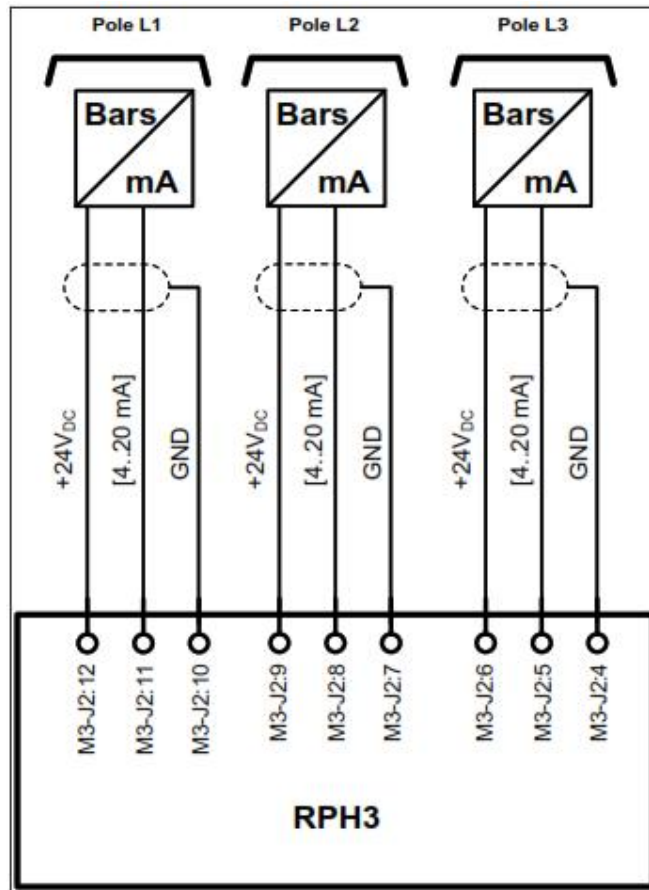


Figura 62: conectando sensores de pressão hidráulica

As características do RPH3 nesta interface são dadas abaixo:

Rated characteristics	Min	Typical	Max	Unit
M₃-J₂ connector		<i>MC 1,5/12-STF-3.5</i>		
impedância de entrada (pinos 5: 4, pinos 8: 7, pinos 11:10)	99	100	101	Ω
impedância de entrada (pinos 6: 4, pinos 9: 7, pinos 12:10)	16	-	-	kΩ
tensão de alimentação dos sensores	-	24	-	V _{DC}
corrente de entrada (como entregue por cada sensor)	-	[4...20]	-	mA
potência de saída (conforme entregue a cada sensor)	-	-	2	VA
Erro de medição	-	-	3	%



3-5.5 Contribuição do tempo inativo do disjuntor

Uma compensação específica deve ser habilitada (configuração de software no IHM da web) caso o disjuntor não opere com frequência. O tempo de inatividade (inativo) de um disjuntor tem uma influência significativa em seus tempos de operação, especialmente se acionado por um mecanismo hidráulico.

3-5.5-1 Lei de compensação

Como assumido pelo controlador RPH3, a compensação da contribuição do tempo inativo para os tempos de operação do equipamento baseia-se nas conclusões técnicas do Cigré, de acordo com a fórmula abaixo, considerando Δt_{idle} como uma quantidade de tempo a ser adicionada ao tempo de operação nominal esperado de um dado polo de disjuntor:

$$\Delta t_{idle} = A \left(1 - e^{-\frac{T_{idle}}{B}} \right)$$

Onde :

A e **B** = parâmetros inteiros a serem ajustados no software através da web IHM (por padrão A = 2ms e B = 10 dias). Valores precisos dos parâmetros A e B devem ser medidos durante os ensaios de tipo do disjuntor pelo fabricante.

Tidle = quantidade de tempo (em dias) decorrida desde a última operação do disjuntor.

Ambient temperature	-50 °C	-40 °C	-30 °C	-20 °C	-10 °C	0 °C	+10 °C	+20 °C
	4.90	4.20	3.60	2.80	1.70	0.90	0.50	0.00

Control voltage	Rated	220.00 V	kU	15.00
Hydraulic drive pressure	Rated	265.00 bars	kP	47.90
Idle	Coefficient A	2.0 ms	Coefficient B	10.0 days

Figura 63: IHM da web: configurações de compensação de tempo inativo

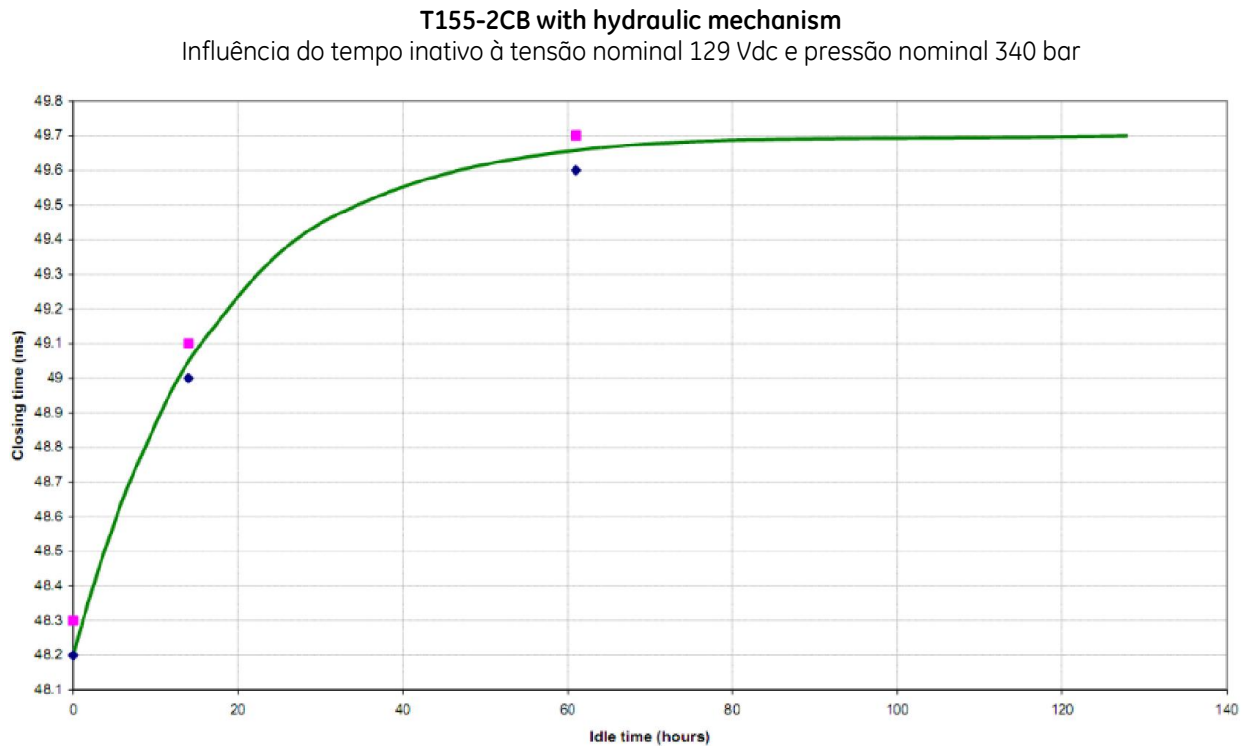


Figura 64: característica da compensação do tempo inativo

NOTA: Os fatores A e B podem ser ajustados com valores diferentes para a abertura e fechamento.

3-5.5-2 Medição do tempo inativo do disjuntor

O tempo inativo T_{idle} do disjuntor é medido pelo próprio controlador RPH3 como a quantidade de tempo (em dias) decorrida desde a última operação do equipamento. Ele é reinicializado toda vez que o disjuntor é operado, qualquer que seja o tipo de operação (abertura ou fechamento).



3-5.6 Contribuição de todos os outros fatores: o controle adaptativo

A longo prazo, o tempo de operação de um dado disjuntor pode variar de uma operação para outra, mesmo se as principais condições ambientais forem mantidas constantes (temperatura ambiente, pressão hidráulica, etc.)

O desvio restante pode ser devido a vários outros fatores que não podem ser avaliados com precisão (envelhecimento, esforços eletro-dinâmicos, etc.). No entanto, a combinação desses fatores pode afetar significativamente o tempo de operação do pólo, introduzindo assim uma diferença de tempo entre o tempo de operação esperado (conforme previsto ANTES da operação) e a real (medida após a operação).

Portanto, o controlador RPH3 incorpora um recurso específico para compensar esse tempo extra (isto é, diminuir esse desvio após algumas operações): esse recurso é chamado de "controle adaptativo".

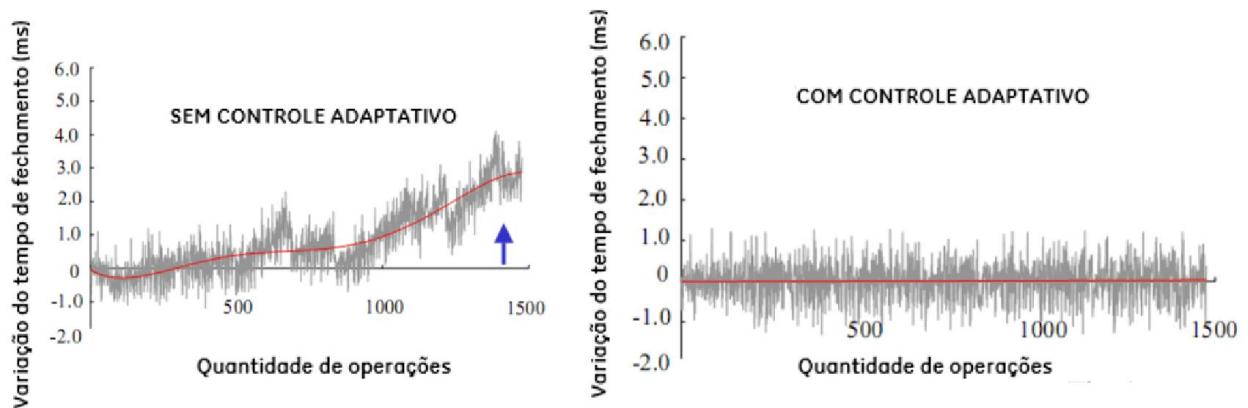


Figura 65: efeitos do controle adaptativo

3-5.6-1 Lei de compensação

A contribuição adaptativa de um dado pólo para uma dada operação (N) é definida como uma fração da diferença de tempo entre o tempo de operação previsto durante a última operação similar (N-1) e a atual (medida pelo controlador RPH3).

A contribuição adaptativa para o número de operação N é calculada da seguinte forma

$$\Delta t_{\text{adapt } N} = K \cdot (t_{\text{measured } N-1} - t_{\text{commissioning}} - \Delta t_{\text{compensations } N-1}) + (1 - K) \cdot \Delta t_{\text{adapt } N-1}$$

Onde :

- K = fator de ponderação. Deve ser escolhido no intervalo [0,0; 0,5] para que o loop de controle adaptativo seja mais rápido ou mais lento: quanto mais próximo de 0,5 menos operações são necessárias para que a contribuição adaptativa seja compensada (mas a precisão é menor). Quanto mais próximo de 0,0 mais operações serão necessárias, mas o algoritmo é mais preciso.

K = 0,3 é a configuração padrão recomendada pela GE Grid



$t_{\text{measured } N-1}$ = tempo de operação do pólo em questão, medido pelo RPH3 após a última operação similar (ou seja, abertura ou fechamento)

$t_{\text{comissioning}}$ = tempo de operação nominal do polo em questão, medido com um equipamento separado durante o comissionamento do disjuntor no local

$\Delta t_{\text{compensations } N-1}$ = soma das compensações calculadas no polo em questão pelo controlador RPH3 durante a última operação similar: inclui todas as compensações (em relação à temperatura ambiente, pressão hidráulica, tempo ocioso e tensão de alimentação das bobinas) calculadas na operação de CB similar anterior (N-1).

The screenshot shows the 'Settings' tab of the RPH3 web interface. Under the 'OPERATING TIME COMPENSATIONS' section, there are several parameters: Ambient temperature (ranging from -50 °C to +20 °C), Control voltage (220.00 V), Hydraulic drive pressure (350.00 bars), Idle (2.0 ms), Maximum instantaneous total (10.00 ms), Adaptive (0.3), and Maximum adaptive (10.00 ms). The 'Adaptive' parameter is highlighted with a red box.

Figura 66: IHM da web: ajuste do fator de ponderação do controle adaptativo

NOTA: o fator de ponderação de controle adaptativo K é exclusivo para as operações de fechamento e abertura.



3-6 Limitação da compensação

Vários fatores podem levar o tempo de operação de um determinado polo do CB a mudar bruscamente de 1 operação para o próximo (manutenção, testes, distúrbios inesperados, etc.).

Em tais casos, o controlador RPH3 deve ativar alguns alarmes (consulte a seção 3-7, página 72). Mas essas situações também podem “corromper” as compensações de tempo e o recurso de controle adaptativo, já que levariam uma grande diferença entre o tempo de operação esperado (previsto) e o real (medido após a operação). A fim de evitar os altos valores de $\Delta t_{compensations}$ e Δt_{adapt} para “sobredimensionar” artificialmente a previsão do próximo tempo de operação para a próxima operação do disjuntor, o RPH3 usa uma função de “limitação”, que limita essa diferença de tempo a valores máximos absolutos (em ms) que podem ser ajustados pela configuração do software através da web IHM.

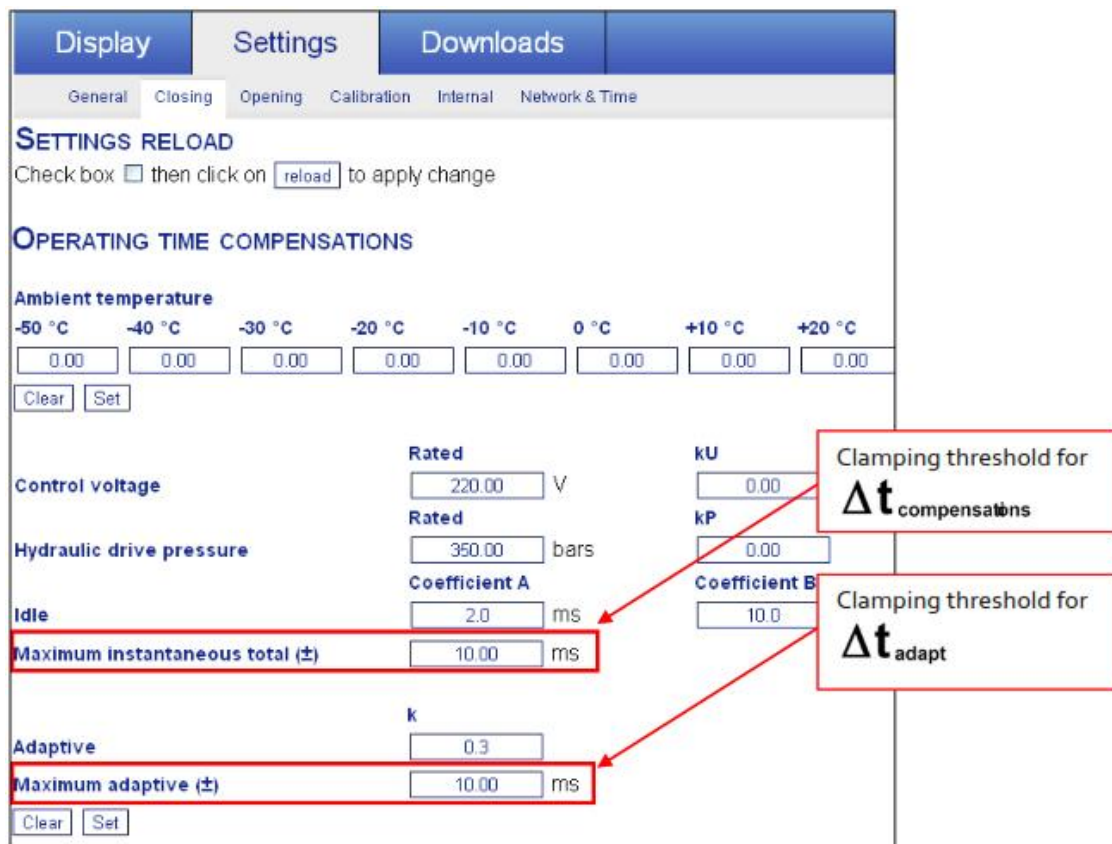


Figura 67: IHM da web: ajustando as compensações e o recurso de fixação do controle adaptativo

NOTA 1: Os dois limites de “fixação” são definidos como valores absolutos, de modo que o sinal de $\Delta t_{compensations}$ e Δt_{adapt} são respeitados pelas funções de limitação.

NOTA 2: Os limites de “fixação” são definidos uma vez para manobras de abertura e fechamento. É impossível aplicar às manobras de fechamento um valor limiar diferente do das manobras de abertura.



3-7 Limitação da compensação

O controlador RPH3 é capaz de fornecer ao usuário informações úteis sobre seu próprio status (diagnóstico automático), o status do disjuntor e o histórico do aplicativo (registros das manobras).

Esses dados são acessíveis no modo “tempo real” (por exemplo, medições atualizadas periodicamente e status atual dos alarmes) ou no modo “evento datado” (por exemplo, registros de manobras, histórico de alarmes).

O IHM RPH3 (software integrado) fornece acesso a dados em tempo real (incluindo o status atual de todos os alarmes) e também aos dados associados à tentativa mais recente de operação com manobra controlada (memória não volátil).

Display	Settings	Downloads	refresh rate
Status	Sensor data	Input signaling	Last closing results
			Last opening results
<div style="text-align: right;"> NO 3s 20s </div>			
SENSOR DATA			
0V	0.0000 V	+15V	15.0425 V
Control voltage	0.0 V		
		Hydraulic drive pressure	
		L1	L2
		-97.41 bars	-97.41 bars
		L3	
		-97.41 bars	
RMS Reference Voltage	L1	Frequency	RMS Current
			L1
Primary	0.026 kV	84.56 Hz	2.777 A
			L2
Secondary	0.006 V	-	1.744 A
			L3
			0.716 A
			Primary
			0.001 A
			Secondary
			0.001 A
			0.000 A
RMS Voltage Line	L1	L2	L3
Primary	0.033 kV	0.024 kV	0.085 kV
Secondary	0.007 V	0.005 V	0.019 V

Figura 68: acessando dado:

CLOSING CHANNEL			
Operation aborted			
Counter	0	Last	Thu Jan 1 00:00:00 1970
		Alarms	No Error
Operation launched			
Counter	0	Last	Thu Jan 1 00:00:00 1970
		Alarms	No Error
Commands programmed	0	L1	L2
Commands sent	0	0	0
Start	0 µs	End	0 µs
Processing signal	0 µs		
Zero crossing index	0.000	Measured Frequency	0.000 Hz
Zero crossing frequency	0.000 Hz	Targeted zero crossing	0 µs
Operation	L1	L2	L3
Switching	Done	Done	Done
Processing	Ready for next operation	Ready for next operation	Ready for next operation
Tripolar order	0 µs		
Expected commands sent	L1	L2	L3
Commands sent	0 µs	0 µs	0 µs
Mostets stage 1 command	0 µs	0 µs	0 µs
Mostets stage 2 enable	0 µs	0 µs	0 µs
Auxiliary contact	0 µs	0 µs	0 µs
Current detection	0 µs	0 µs	0 µs
Switching Detection	0 µs	0 µs	0 µs

Figura 69: acessando os últimos dados da manobra com RPH (web IHM)



3-7.1 Dados em tempo real

Os dados as seguir são acessíveis no modo tempo real através do RPH3 Web IHM

Dados dos sensores		unit
Medição de tensão de alimentação de bobinas (DC)		V
Pressão de acionamento hidráulico (1 medição / fase)		Bars
Temperatura ambiente		°C
Identificação da fase de referência (L1, L2 ou L3)		-
Medição de tensão de referência no enrolamento secundário do TP (valor RMS)		V
Tensão de referência no enrolamento primário do TP (valor RMS, avaliado a partir da medição no secundário do TP)		kV
Medição de tensão de referência no enrolamento secundário do TP (valor RMS)		Hz
Medição de corrente através do enrolamento secundário do TC (valor RMS, 1 medição / fase)		A
Corrente AT que flui através do enrolamento primário do TC (valor eficaz, 1 avaliação / fase da medição no secundário do TC)		kA
Sinalização das principais entradas e configurações	possible values	
Programa de manobra a ser aplicado durante a próxima operação do disjuntor	TRANSFORMER, REACTOR, CAPACITOR, USER PROGRAM	
Ângulos de deslocamento associados para operações de fechamento do CB	° (angular)	
Ângulos de deslocamento associados para operações de abertura do CB	° (angular)	
Status do modo neutro do sistema, como detectado pelo RPH3 Hardware (fio) ou configurado pelo software MMI	UNKNOWN, EARTHED, ISOLATED	
Estratégia preferida para medição do tempo de operação	HV CURRENT, AUX. CONTACTS	
Lista de contribuições atualmente ativadas para os tempos de operação do disjuntor	AMBIENT TEMPERATURE, CONTROL VOLTAGE, HYDRAULIC DRIVE PRESSURE, CB IDLE TIME, ADAPTIVE CONTROL	
Status dos contatos auxiliares do quadro (1 contato auxiliar / polo CB)	OPEN, CLOSED, UNKNOWN	
Global Status	possible values	
Versão de firmware	TCR VX.YY, LINE VX.YY	
Resultado última manobra (led vermelho frontal "2 - status da manobra")	OK, ALARM	
Relé de alarme "tudo ou nada" (relé monoestável)	OK, ALARM	
Relé de alarme "flip-flop" (biestável) #1	OK, ALARM	
Relé de alarme "flip-flop" (biestável) #2	OK, ALARM	
Relé de alarme "flip-flop" (biestável) #3	OK, ALARM	
Relé de alarme "flip-flop" (biestável) #4	OK, ALARM	
Alarme do sistema (led vermelho frontal "3 - alarme do sistema")	OK, ALARM	
Alarme de aplicação (led vermelho frontal "4 - Alarme de aplicação")	OK, ALARM	



Detalhes dos alarmes do sistema	valores possíveis
Data	Confiável não confiável
Estado da calibração U/I	OK, Não efetuado
Carregamento dos parâmetros	OK, Não OK
Validade dos parâmetros	OK, Não OK
Estado da saída do fechamento do RPH3 (auto-teste interno)	OK, Não OK
Estado da saída da abertura do RPH3 (auto-teste interno)	OK, Não OK
Contrôle interno (auto-teste)	OK, ERRO
Estado das entradas dos sensores analógicos (4-20 mA)	OK, ao menos um não funciona
Detalhes dos alarmes da aplicação	valores possíveis
Tensão de referência	OK, FREQUÊNCIA FORA FAIXA, AMPLITUDE FORA FAIXA
Valor de crista da corrente AT (medido durante a última manobra)	OK, FORA DA FAIXA DEFINIDA
Modo do neutro do sistema como detectado pelo RPH3 (com fio) ou definido pelo software na Web MMI	DESCONHECIDO, ATERRADO, ISOLADO
Comportamento da aplicação (resultados de autoteste do algoritmo interno)	OK, ETAPA ALGO X ALARME
Tempo de fechamento do equipamento (medido em cada polo do disjuntor durante a última manobra de fechamento: consulte a seção 0, página 42) 0, page 42) <ul style="list-style-type: none"> ✓ $\text{Min} \leq T_{\text{OP_measured}} \leq \text{Max} ?$ ✓ $\Delta T_{\text{OP}} \leq \text{tolerância} ?$ 	OK, ALARME
Tempo de abertura do equipamento (medida em cada polo do disjuntor durante a última manobra de abertura: consultar a secção 0, page 42) <ul style="list-style-type: none"> ✓ $\text{Min} \leq T_{\text{OP_measured}} \leq \text{Max} ?$ ✓ $\Delta T_{\text{OP}} \leq \text{tolerância} ?$ 	OK, ALARME
Limitação da compensação de tempo de manobra (consultar a section 0, page 70) : <ul style="list-style-type: none"> ✓ $\text{Min} < \Delta t_{\text{compensations}} < \text{Max} ?$ ✓ $\text{Min} < \Delta t_{\text{adapt}} < \text{Max} ?$ 	OK, COMPENSAÇÃO FORA DA FAIXA, CONTROLE ADAPTATIVO FORA DA FAIXA
Tensão de controle (tensão de alimentação CC das bobinas, valor instantâneo medido) <ul style="list-style-type: none"> ✓ $\text{Min} < U_{\text{meas}} < \text{Max} ?$ 	OK, FORA DA FAIXA DO DEFIN PELO USUÁRIO
Temperatura ambiente (valor instantâneo medido) <ul style="list-style-type: none"> ✓ $\text{Min} < \text{Temperatura ambiente} < \text{Max} ?$ 	OK, FORA FAIXA DEF P USUÁRIO
Pressão do comando hidráulico (valores instantâneos medidos em cada comando hidráulico) <ul style="list-style-type: none"> ✓ $\text{Min} < P_{\text{meas}} \text{ (L1)} < \text{Max} ?$ ✓ $\text{Min} < P_{\text{meas}} \text{ (L2)} < \text{Max} ?$ ✓ $\text{Min} < P_{\text{meas}} \text{ (L3)} < \text{Max} ?$ 	OK, FORA FAIXA DEF P USUÁRIO

Detalhes dos alarmes do auto teste	valores possíveis
Autodiagnóstico da habilidade do RPH3 de fechar cada polo do disjuntor (resultado do teste)	OK, FALHOU
Autodiagnóstico da habilidade do RPH3 de abrir cada polo do disjuntor (resultado do teste)	OK, FALHOU
Resultado do autodiagnóstico de ativação do fechamento do disjuntor (para cada polo)	OK, FALHOU
Resultado do auto-diagnóstico de ativação da abertura do disjuntor (para cada polo)	OK, FALHOU
Resultado do teste de continuidade das bobinas de fechamento do disjuntor (para cada polo)	OK, Discontinuidade
Resultado do teste de continuidade das bobinas de abertura do disjuntor (para cada polo)	OK, Discontinuidade

NOTA 1: O tempo de atualização de dados pode ser ajustada via HMI da web da seguinte maneira:

- 0 (sem atualização),
- 3 segundos
- ou 20 segundos

NOTA 2: Para instalação, comissionamento, manutenção e calibração de fábrica, a Web HMI do RPH3 oferece níveis adicionais, permitindo acesso a outros dados em tempo real (somente para usuários avançados).

3-7.2 Sinalização de alarme

O controlador RPH3 inclui 2 indicadores visuais (LEDs vermelhos em seu painel frontal) e 5 contatos de saída acionados por relé que são dedicados à sinalização de alarme (ou seja, alertar o usuário caso os alarmes sejam acionados pelo controlador RPH3).

Seu painel frontal também inclui 2 LEDs adicionais de status verde (para acender enquanto uma operação normal estiver em andamento).

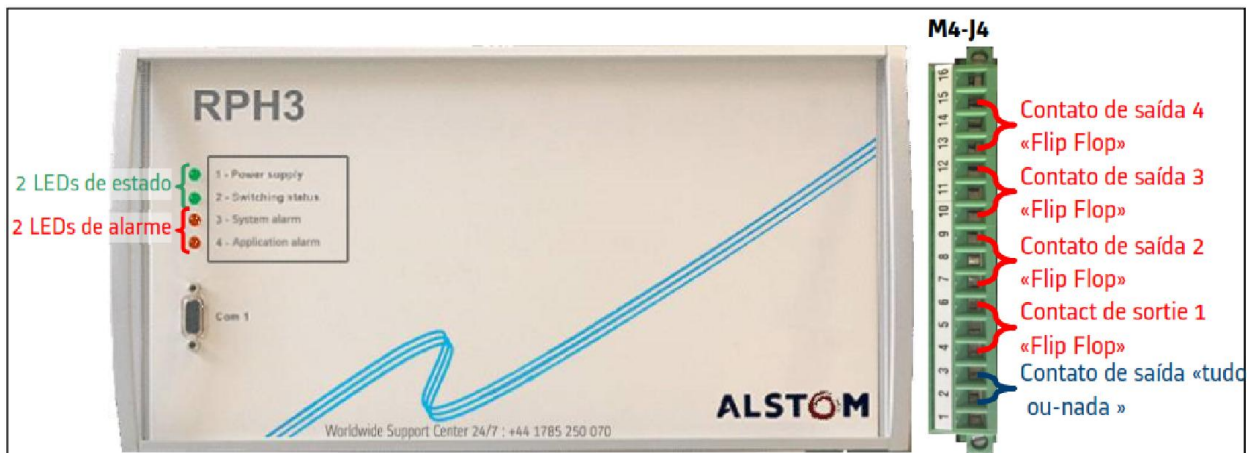


Figura 70: LEDs frontais e contatos de saída de relé



O termo "alarme" é usado para um sinal que pode ser ativado pelo controlador RPH3 se mais que uma condição for cumprida em um determinado momento. O ciclo de processamento do RPH3 para alarmes acionáveis e o seguinte:

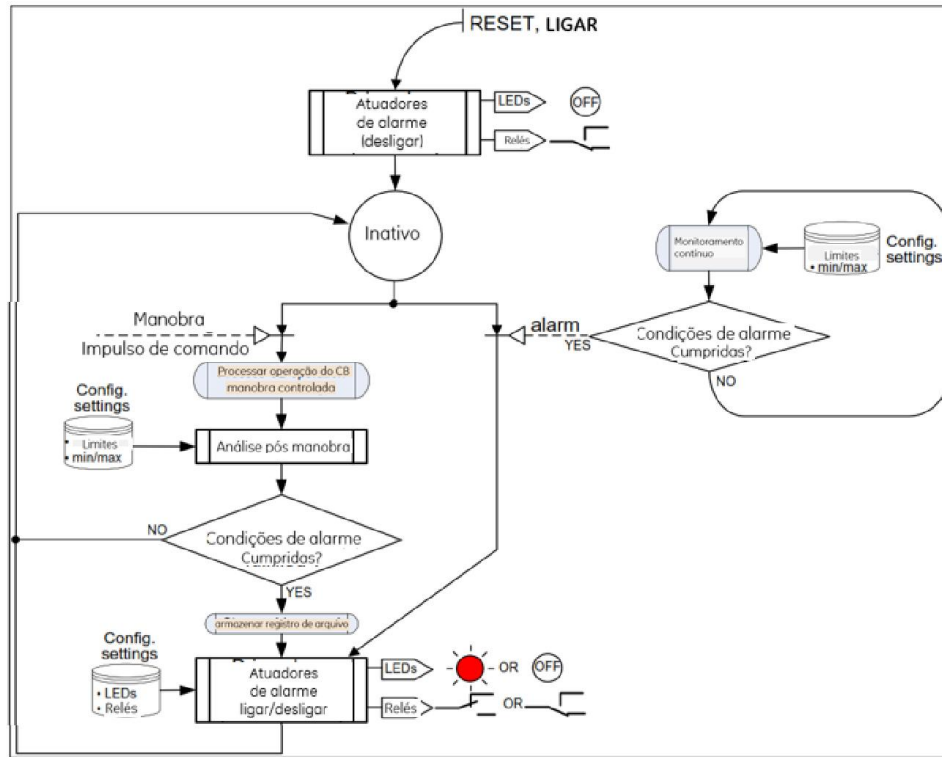


Figura 71 : ciclo de processamento do alarme

3-7.2-1 LED de estado verde: "1-Tensão de alimentação"

Este indicador visual está associado a um recurso de monitoramento contínuo da fonte de alimentação RPH3: ele é ligado e mantido ON enquanto a energia disponível nos terminais M1-J1 for suficiente para operação normal, (veja a Figura 82, página 92). Ele está DESLIGADO, caso o volume disponível esteja fora da faixa permitida (esse intervalo depende da variante considerada do RPH3: consulte a seção 3-10, página 91).

3-7.2-2 LED de estado verde: "2-Manobra"

Este indicador visual está desligado enquanto nenhuma manobra controlada do disjuntor estiver em andamento. Está ligado enquanto uma manobra controlada está sendo processada pelo RPH3, e mantida por ~ 4 segundos (até o final de processo de gravação de sinais: consulte a seção 3-7.3 página 82 para explicações adicionais).

AVISO: Esta luz **não** é um alarme; seu status (ON ou OFF) não significa que um problema ocorreu durante a última operação de manobra controlada. Na verdade, ele é acionado como um LED de "atividade", indicando que uma operação de manobra controlada está sendo processado pelo controlador RPH3.



3-7.2-2 LED de alarme vermelho: "3-Alarme do sistema"

Este indicador visual está associado ao grupo de alarmes "nível de sistema": ele é ligado assim que uma ou mais condições abaixo forem atendidas (consulte a Tabela 4) e permanece ativo até que nenhuma dessas condições seja atendida (função lógica OU entre as condições de alarme):

Condições para acionar alarmes do sistema	
Designação	Descrição
Data	A data atual não foi corretamente definida utilizar o MMI para o ajuste .
Calibração U/I	Um problema foi detectado nas calibrações internas de corrente e tensão efetuadas na fábrica na fabricação do RPH3. Contatar a GE Grid.
Colocar os parâmetros	Um problem foi detectado no processo de carregamento do softwares. Reiniciar o RPH3. Se o alarme ainda estiver ativo, contatar a GE Grid.
Validade dos parâmetros	Um problema foi detectado na lógica do software. Religar o RPH3. Se o alarme ainda estiver ativo, contatar a GE Grid.
Abrir canal de saída	Um problema foi detectado pela função de monitoramento contínuo do canal de controle de abertura do CB: descontinuidade no circuito de abertura do disjuntor externo ou problema interno do RPH3 com os transistores chaveadores MOSFET. Verifique a continuidade do circuito monitorado, desconecte o equipamento adicional de monitoramento de continuidade e reinicie o controlador RPH3. Se este alarme ainda estiver aceso, verifique se a configuração do software "Diagrama da fiação da bobina" está ajustada corretamente de acordo com as conexões de cabo reais entre o conector RPH3 M4-J2 e as bobinas de abertura do equipamento (diagrama " modo comum "ou" modo diferencial ").
Fechar canal de saída	Um problema foi detectado pela função de monitoramento do canal de controle de fechamento do disjuntor: descontinuidade no circuito de fechamento do disjuntor ou problema interno do RPH3 com os transistores chaveadores de manobra MOSFET. Verifique a continuidade do circuito monitorado, desconecte o equipamento adicional de monitoramento de continuidade e reinicie o controlador RPH3. Se este alarme ainda estiver aceso, verifique se a configuração do software "Diagrama da fiação da bobina" está ajustada corretamente de acordo com as conexões de cabo reais entre o conector RPH3 M4-J2 e as bobinas de abertura do equipamento (diagrama " modo comum "ou" modo diferencial "
Auto-teste do RPH3	Uma falha interna foi detectada. Reinicie o RPH3. Se o alarme ainda estiver ativado, contatar a GE Grid.
Sensores analógicos	Foi detectado um problema na interface com fio do controlador RPH3 com um ou mais sensores(es) analógico(s). Verifique as conexões cde todos os sensores externos (sensor de temperatura, TC, TP, sensores de pressão hidráulica 4-20 mA, ...) e reinicie o controlador RPH3. Se este alarme ainda estiver ligado, verifique as configurações do RPH3 para esses sensores (verifique se a compensação de temperatura está desativada se nenhum sensor de temperatura estiver conectado, etc.)

Tabela 4: Condições de acionamento do LED frontal de alarme "3 - Alarme do sistema"

NOTA: Os alarmes do sistema não podem ser manualmente "limpos" ou "limpos". O único método desligar esta luz consiste em identificar a origem deste alarme e resolver o problema associado.



3-7.2-4 LED de alarme vermelho: "4-Alarme de aplicação"

Este indicador visual está associado ao grupo de alarme "nível de aplicações": ele é ativado assim que ≥ 1 das condições abaixo forem atendidas (consulte a Tabela 5) e permanece aceso automaticamente até que nenhuma dessas condições esteja ativada. está preenchido (função lógica OU entre as condições de alarme):

Condições de ativação dos alarmes de aplicação	
Designação	Descrição
Tensão de referência	A tensão de referência a foi medida fora da faixa pelo controlador RPH3(em frequência ou em amplitude) pour período > 200 ms. Verificar a forma de onda da tensão de de referência.
Corrente de linha	A corrente da linha AT foi medida fora do intervalo pelo controlador RPH3 (em fase ou amplitude). Verifique a conexão do TC para medição da corrente. Se nenhum TC for conectado ao RPH3 (medição do tempo de operação através dos contatos auxiliares do disjuntor em vez da medição da corrente de linha), desative a opção de monitoração da corrente (veja a Figura 33 na página 44) tente novamente manobrar o equipamento. Caso contrário, ajuste a faixa permitida para a corrente de linha através da HMI da web (configurações de CT de medição: consulte a Figura 43 na página 51). Se o alarme ainda estiver ligado, entre em contato com a GE Grid para verificar a calibração U / I.
Sistema de neutro	O sistema de neutro detectado pelo controlador RPH3 através de um fio no conector M4-J5, não corresponde à configuração esperada (por exemplo, foi detectada como aterrada ou indefinida quando deveria ser isolado). Verifique se o fio de conexão está conectado corretamente ao conector M4-J5 e se é adequado para o modo neutro da aplicação final.
Comportamento da aplicação	O algoritmo da aplicação principal interna do RPH3 apresenta uma falha. Reiniciar o RPH3. Se o alarme ainda estiver ativo, contatar a GE Grid.
Última manobra de fechamento do disjuntor.	A medição dos tempos de fechamento do equipamento encontrou fora da faixa em ≥ 1 polo (s) do disjuntor durante a última manobra de fechamento: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se $Max < T_{OP_measured}$ ✓ Ou $T_{OP_measured} < Min$ ✓ Ou $\Delta T_{OP} > tolerância$ consulte a secção 0 (pag 42) para mais detalhes sobre $T_{OP_measured}$ et ΔT_{OP} . Se necessário, ajustar as regulagens através do IHM web (min, max, tolerância) depois tente manobrae o disjuntor a fim de apagar este alarme.
Última manobra de abertura do disjuntor	A medição dos tempos de abertura do disjuntor ficou fora da faixa em 1 ou mais polo(s) na última manobra de abertura: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se $Max < T_{OP_measured}$ ✓ Ou $T_{OP_measured} > Max$ ✓ Ou $\Delta T_{OP} > tolerância$ Consultar a secção 0 (page 42) para mais detalhes sobre $T_{OP_measured}$ et ΔT_{OP} . Se necessário, ajustar as regulagens através do IHM web (min, max, tolerância em seguida tente manobrar o disjuntor para apagar este alarme.
Compensação dos tempos de manobra do disjuntor	Se a medição de uma ou mais contribuições da compensação do tempo de manobrae do disjuntor encontram-se fora da faixa (e fixabridé) : <ul style="list-style-type: none"> ✓ $Max < \Delta t_{compensations}$



	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ou $\Delta t_{compensations} < Min$ ✓ Ou $Max < \Delta t_{adapt}$ ✓ Ou $\Delta t_{adapt} < Min$ <p>Consultar a secção 0, page 70, para maiores detalhes sobre $\Delta t_{compensations}$ e Δt_{adapt}.</p> <p>Verificar se as contribuições de compensação ativadas são realmente necessárias, e verificar os limites Min e Max (ajustá-los se necessário), em seguida verifique que todos os sensores estão conectados corretamente (TC, contatos auxiliares do disjuntor, sensores de pressão hidráulica, sensor de temperatura ambiente, etc.). Tentar em seguida nova manobra do disjuntor. Se este alarme se mantém ativado, reset os tempos adaptativos através do IHM web (nível de acesso > Usuário) então tentar manobrar o disjuntor. Se este alarme não estiver apagado consulte a GE Grid.</p>
Tensão de comando	<p>Tensão de comando (tensão CC de alimentação das bobinas, valor instantâneo medido) foi medida fora da faixa:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ou $Max < U_{meas}$ ✓ Ou $U_{meas} < Min$ <p>Verificar se a tensão de alimentação CC das bobinas está presente nos DOIS conectores do RPH3 M3-J1 <u>E</u> M4-J1.</p>
Temperatura ambiente	<p>a temperatura ambiente foi medida fora da faixa especificada:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ou $Max < Temperatura\ ambiente$ ✓ ou $Temperatura\ ambiente < Min$ <p>Verificar a conexão do sensor de temperatura e, ei necessário, ajustar os limites Min et Max via l'IHM web.</p>
Pressão do comando hidráulico	<p>Se a pressão hidráulica em um ou mais mecanismos de acionamento foi medida fora da faixa especificada - valor instantâneo</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ $Max < P_{meas} (L1)$ ✓ Ou $P_{meas} (L1) < Min$ ✓ Ou $Max < P_{meas} (L2)$ ✓ Ou $P_{meas} (L2) < Min$ ✓ Ou $Max < P_{meas} (L3)$ ✓ Ou $P_{meas} (L3) < Min$ <p>Verificar a pressão real em cada mecanismo de cionamento e, se necessário, ajustar os limites de alarme Min e Max associados.</p>

Tabela 5 : Condições de acionamento do LED frontal de alarme « 4 - Alarme de aplicação »

NOTA: Os alarmes de aplicação não podem ser manualmente “apagados” ou “reconhecidos” O único método desligar o alarme consiste em identificar a origem deste alarme e resolver o problema associado.



3-7.2-5 Contato de saída de alarme acionado por relé

Muitas condições diferentes de alarme podem ser alocadas para cada um dos 5 contatos de saída acionados pelo relé do RPH3 (conector M4-J4).

Esta alocação deve ser definida através do software IHM da web, conforme ilustrado na Figura 72 abaixo:

Display		Settings		Downloads	
General		Closing		Opening	
Network & Time					
SYSTEM ALARMS ASSIGNMENT					
	Mon.	Bist1	Bist2	Bist3	Bist4
Date	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
U/I Calibration	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parameters loading	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parameters validity	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Opening output channel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Closing output channel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Internal control	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Analogue sensor inputs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="button" value="Clear"/>		<input type="button" value="Set"/>			
APPLICATION ALARMS ASSIGNMENT					
	Mon.	Bist1	Bist2	Bist3	Bist4
Reference voltage	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Line current	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Neutral system	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Application behaviour	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Switchgear closing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Switchgear opening	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Operating time compensations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Control voltage	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ambient temperature	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hydraulic drive pressure	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="button" value="Clear"/>		<input type="button" value="Set"/>			

Figura 72: definição da atribuição de alarmes através do software IHM da web

Assim que uma ou mais condições estiverem satisfeitas, os contatos de saída relé cuja caixa associada é verificada são comutados e mantidos até que esta (s) condição (ões) sejam apagadas, como mostrado na Tabela 6 abaixo:



Contato do relé (M4-J4)	Monoestável ("tudo ou nada")	Biestável #1 ("flip-flop")		Biestável #2 ("flip-flop")		Biestável #3 ("flip-flop")		Biestável #4 ("flip-flop")	
		bornes statut	2-3 NA	4-5 NF	5-6 NA	7-8 NF	8-9 NA	bornes statut	2-3 NA
desligado	aberto	conservar estado de corrente		conservar estado de corrente		conservar estado de corrente		conservar estado de corrente	
Alarme ligado	aberto	aberto	fechado	aberto	fechado	Alarme ligado	aberto	aberto	fechado
Alarme desligado	fechado	fechado	aberto	fechado	aberto	Alarme desligado	fechado	fechado	aberto

Tabela 6 : Estado dos contatos de saída dos alarmes

NOTA 1: caso o controlador RPH3 esteja DESLIGADO, os 4 contatos acionados por relés biestáveis ("flip-flop") mantêm seu estado atual até a próxima energização, enquanto o contato único acionado pelo relé monoestável é aberto automaticamente. Seja qual for o contato considerado, todas as condições de alarme são testadas automaticamente ao ligar, e os contatos são comutados de acordo com o resultado deste último teste.

NOTA 2: se o controlador RPH3 passar pelo contato de alarme de relé monoestável ("tudo ou nada", M4-J4 pinos 2 e 3), a GE Grid recomenda aplicar para este contato a alocação mostrada na Figura 72. acima.



3-7.3 Histórico de comutação do RPH3 (registros de operação do CB)

O IHM da Web RPH3 (software incorporado) fornece acesso aos dados associados à tentativa de operação de comutação mais recente do RPH3.

Mas os dados associados a operações de comutação mais antigas também são armazenados na memória não volátil do RPH3, como arquivos codificados binários com a extensão “* .arch”.



Figura 73: baixando os últimos 1025 registros de comutação (web IHM)

1 archive é gerado e armazenado automaticamente pelo controlador RPH3 após cada tentativa de manobra controlada (mesmo que a operação tenha falhado ou tenha sido abortada por qualquer motivo).

Arquivos “pequenos” contêm dados detalhados (medições, alarmes, etc.) coletados pelo controlador RPH3 durante as operações de chaveamento associadas. Até 1025 arquivos “pequenos” podem ser gravados, correspondendo aos últimos 1025 tentativas de operação.

Os arquivos “completos” contêm os mesmos dados e também 4 segundos de valores de amostragem do sinal (tensões, correntes, contatos auxiliares do pólo, etc.). Esses dados detalhados podem ser úteis como recurso de análise aprofundada se for necessário. O controlador RPH3 é capaz de armazenar um arquivo “completo” das últimas 25 tentativas de comutação.

Todos os arquivos do arquivo podem ser baixados através da web IHM (Figura 72 acima) ou do software opcional “RPH manager”.

No entanto, esses dados são codificados em arquivos binários que podem ser decodificados e processados apenas pelo software opcional “RPH manager”. Consulte o documento [2] para detalhes sobre esta ferramenta de software.

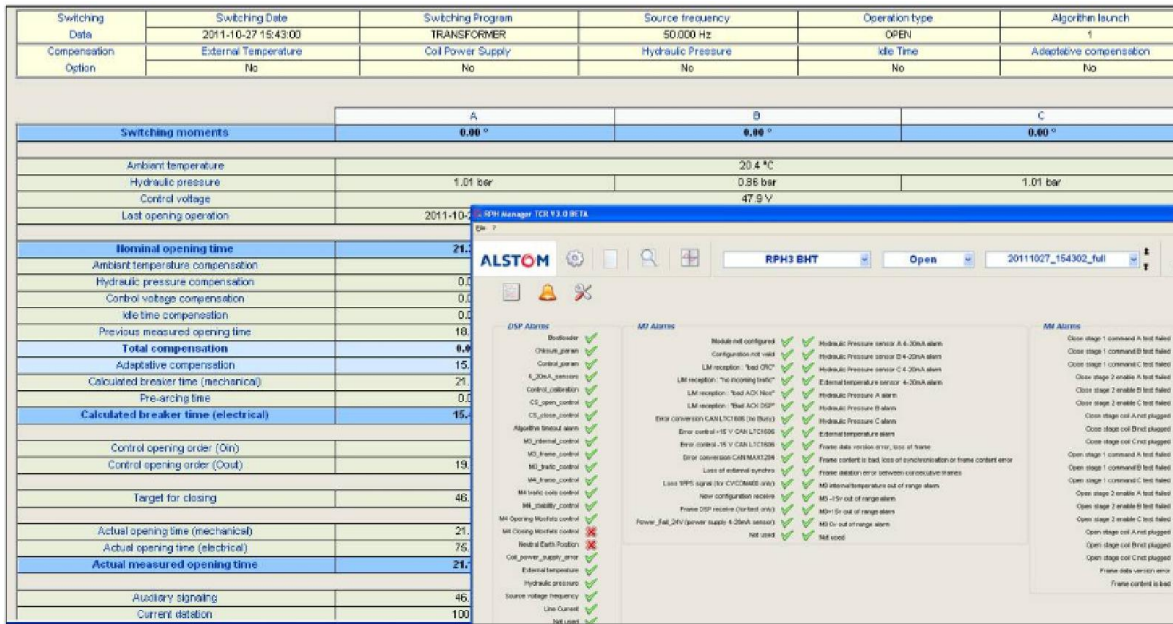


Figura 74: RPH software manager: RPH3 alternando dados detalhados e histórico de alarmes

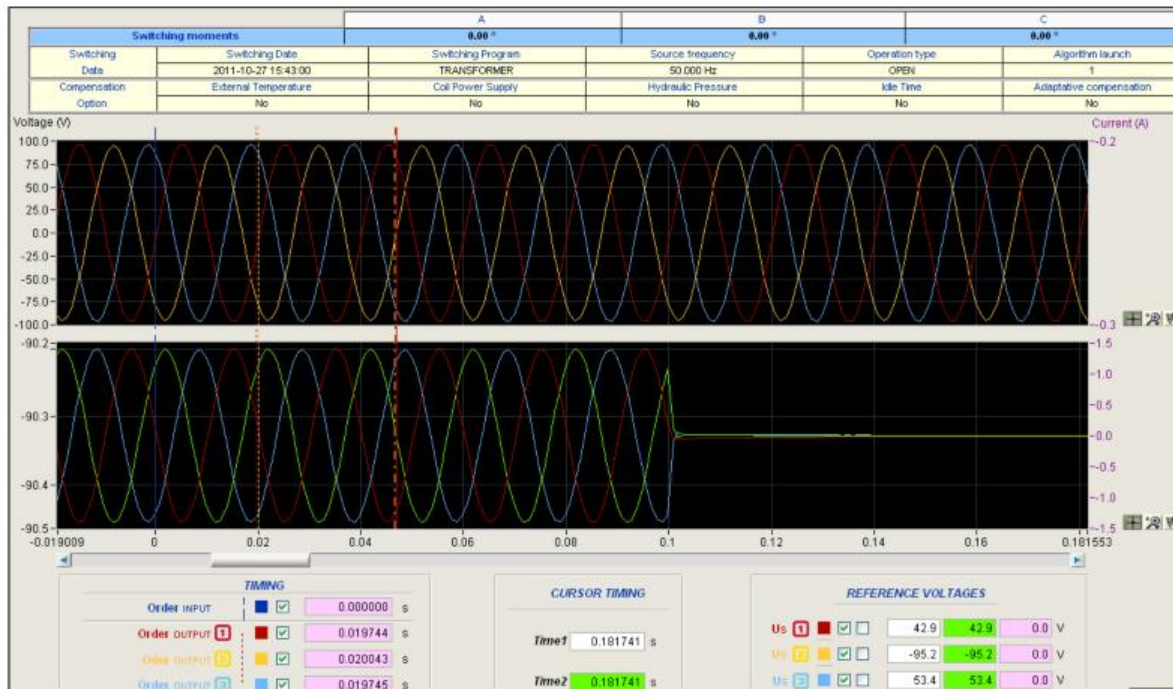


Figura 75: Software RPH Manager: visualizador completo de formas de onda

Por qualquer motivo, o usuário pode criar um arquivo completo a qualquer momento a partir da IHM da web, basta clicar no botão "Crie um arquivo agora". Isso dará início a uma gravação de todos os sinais por 4 segundos e armazenará as formas de onda detalhadas em um novo arquivo completo.



3-8 Rede, comunicação e relógio de tempo real

O controlador RPH3 é capaz de atuar como um nó em uma rede IP, através da Ethernet IEC 61850-9-2 através de uma interface elétrica (RJ45, conector M2-J3), bem como uma interface óptica (MT-RJ, conector M2-J1).

Sua configuração de IP é a seguinte:

- Endereço padrão: 192.168.5.2 (pode ser alterado através da web IHM)
- Máscara de rede padrão: 255.255.255.0 (pode ser alterado através da web IHM)
- nome do host IP: nenhum
- nome do grupo de trabalho IP: nenhum
- nome de usuário IP: nenhum

Algumas dessas configurações podem ser editadas através da web IHM, conforme ilustrado na Figura 76 abaixo:

The screenshot shows the 'Settings' tab of the RPH3 web interface, specifically the 'Network & Time' sub-tab. It features two main sections: 'TIME' and 'NETWORK CONFIGURATION'. The 'TIME' section includes a date field set to '5 / 15 / 2012' and a UTC Time field set to '8 : 15 : 43', both with 'Change date' buttons. The 'NETWORK CONFIGURATION' section includes an IP address field set to '192 . 168 . 5 . 102' and an IP mask field set to '255 . 255 . 255 . 0', both with a 'Change network configuration' button.

Figura 76: Configurações da rede de IP do RPH3 e ajuste do relógio

Também é possível editar a data e a hora atuais, a serem usadas pelo controlador RPH3 para marcação de tempo (gravação de eventos).

NOTA 1: estas configurações não são perdidas em caso de falta de energia.

NOTA 2: a data e a hora podem ser sincronizadas com um servidor de relógio externo, desde que esteja acessível na rede IP. Também pode ser sincronizado através de um link óptico dedicado (interface ST óptica). Entre em contato com a GE Grid para mais detalhes.

ADVERTÊNCIA: o modo de endereçamento IP do RPH3 é apenas estático (nenhum endereçamento dinâmico é possível através do DHCP). Por isso, é importante lembrar seu endereço IP. Caso contrário, é necessária uma varredura da rede IP para identificar o controlador RPH3.



3-9 Definições de configuração

Para uma configuração correta de um determinado controlador RPH3, os dados a seguir devem ser reunidos e usados para ajustar as configurações internas do RPH3 através do seu IHM da web, antes de iniciar qualquer operação do disjuntor.

3-9.1 Dados relacionados ao aplicativo final

- Frequência nominal do sistema (Hz)
- Modo neutro do sistema: efetivamente aterrado, isolado, aterrado através de um reator de aterramento neutro.
- Nível de tensão nominal fase-fase de alta tensão (kV rms)
- Nível de corrente nominal de alta tensão que passa por cada polo do disjuntor (A rms)
- Tipo de carga a ser comutada pelo disjuntor (capacitor, 3x reator monofásico, 1x reator trifásico, 3x transformador monofásico, 1x transformador trifásico, etc.)

3-9.2 Dados relacionados aos sensores externos

- Relação de transformação para TCs e TPs instalados (níveis RMS nominais nos enrolamentos primário e secundário)
- Correntes de saída nominais entre 4 mA e 20 mA para transdutor de temperatura ambiente
- Correntes de saída nominais de 4 mA e 20 mA para transdutores de pressão hidráulica (se aplicável)

The screenshot shows the 'Settings' tab of the RPH3 web interface. It is divided into sub-tabs: 'General', 'Closing', 'Opening', and 'Network & Time'. The 'General' sub-tab is active, showing 'RATED LEVELS' and 'SENSORS INPUTS SCALING'.

	Primary	Secondary
Reference voltage phase-phase	512.500 kV (rms)	114.285 V (rms)
Current	2000 A (rms)	<input checked="" type="radio"/> 1A <input type="radio"/> 5A

	4 mA	20 mA
Ambient temperature	-50.000 °C	50.000 °C
Hydraulic drive pressure	0.000 bars	400.000 bars

Figura 77: configurações relacionadas aos sensores externos



3-9.3 Dados relacionados com disjuntor

- Tempos de operação nominais + diferenças de tempo entre os contatos principais e auxiliares para cada polo do disjuntor, medido no local da instalação na subestação nas condições nominais (temperatura ambiente nominal, pressão nominal do acionamento hidráulico e tensão de controle nominal).
- Tempo de pré-arco (para operações de fechamento) e tempo de arco (para operações de abertura) de cada polo do CB.
- Método preferido para medição do tempo de operação do disjuntor (instantes de estabelecimento / interrupção atual ou instantes de chaveamento de contatos auxiliares do disjuntor)
- Limiar de detecção de corrente RMS (A rms) + limite de datação por corrente instantânea (A) para o método de medição pelo estabelecimento / interrupção atual: consulte a seção 3-4.6-2, página 48.
- Nível de tensão de controle (V): tensão CC nominal usada para o alimentação das bobinas e impulsos de fechamento e abertura tripolares.
- Leis de compensação de tempos de operação para as operações de fechamento e abertura de CB versus contribuições de:
 - Temperatura ambiente => tabela de -50 ° C a +50 ° C em passos de 10 ° C
 - Tensão de controle => Avaliação do fator kU para operações de abertura e fechamento: consulte 3-5.3-1, página 59.
 - Pressão hidráulica (se aplicável) => avaliação do fator kP para as operações de abertura e fechamento: consulte 3-5.4-1, página 63.
 - Tempo de inatividade do equipamento (se aplicável) => Avaliação dos fatores A e B: consulte 3-5.5-1, página 67.
- Fator de ponderação do controle adaptativo => consulte 3-5.6, página 69.

The screenshot shows the 'Settings' tab of the RPH3 configuration interface. It is divided into several sections:

- CIRCUIT BREAKER DATA:**
 - Circuit breaker pole closing time: L1 (92.60 ms), L2 (92.20 ms), L3 (92.85 ms)
 - Pre-arcing time Transformer: L1 (0.00 ms), L2 (0.00 ms), L3 (0.00 ms)
- OPERATING TIME MEASUREMENT:**
 - Operating time measurement: Auxiliary switch, Current
 - Auxiliary contact time-shift: L1 (0.00 ms), L2 (0.00 ms), L3 (0.00 ms)
 - Current thresholds: Detection (500.0 A (rms)), Dating (100.0 A)
- OPERATING TIME COMPENSATIONS:**
 - Ambient temperature: A row of input fields for temperatures from -50 °C to +50 °C in 10 °C increments, all set to 0.00 ms.
 - Control voltage: Rated (220.00 V), kU (0.00)
 - Hydraulic drive pressure: Rated (350.00 bars), kP (0.00)
 - Idle: Coefficient A (2.0 ms), Coefficient B (10.0 days)
 - Adaptive: k (0.3)

Figura 78: Configurações relacionadas ao quadro: exemplo para fechar o disjuntor



NOTA: as operações de arco (para abertura) e pré-arco (para fechamento) devem ser ajustadas com a maior precisão possível, para uma comutação eficiente do RPH na limitação dos transitório (consulte nas seções 2 para mais detalhes).

Valores ótimos devem ser fornecidos pelo fabricante do disjuntor.

Como alternativa, valores aproximados também podem ser calculados a partir dos dados citados na Seção 3-9.1 e abaixo:

- RDDS de cada polo do disjuntor (um determinado polo pode ter mais de uma câmara)
- Velocidade nominal de fechamento de cada polo (de acordo com o mecanismo de controle)
- Composição da mistura gasosa (SF6 pura ou associada a CF4, N2 ...)
- Pressão nominal do gás e limite de alarme de baixa pressão P1
- Presença ou ausência de capacitores de distribuição paralelos às câmaras de interrupção do disjuntor



3-9.4 Dados relacionados ao RPH

- Modo neutro da rede selecionada (aterrada ou isolada) + método de detecção selecionado (software ou hardware): consulte a seção 3-4.3 na página 36.
- Diagrama de fiação das bobinas do disjuntor (modo comum ou modo diferencial): consulte a seção 0, página 38.
- Identificação da fase de referência (L1, L2 ou L3) e mudança de fase inicial (consulte a seção 3-4.2, página 35 para obter mais detalhes).
- Lista de contribuições ativadas para compensação do tempo de operação do disjuntor (consulte a seção 3-5, página 55).
- Programa de manobra do RPH selecionado (transformador, capacitor, reatância de derivação ou programa do usuário).

The screenshot displays the 'Settings' tab of the RPH3 control interface. It is divided into sub-tabs: 'General', 'Closing', 'Opening', and 'Network & Time'. The 'General' sub-tab is active, showing 'MAIN OPTIONS' and 'OPERATING TIME COMPENSATIONS'. Under 'MAIN OPTIONS', settings include: Rated power frequency (50 Hz selected), Switching program (Transformer selected), Reference voltage (L1 selected), Reference voltage phase shift (0.00 degrees), Neutral system (Neutral contact selected), Operating time measurement (Auxiliary switch selected), and Coils wiring scheme (Common mode selected). Under 'OPERATING TIME COMPENSATIONS', settings include: Temperature (Enable selected), Control voltage (Enable selected), Hydraulic drive pressure (Enable selected), Idle (Enable selected), and Adaptive (Enable selected).

Figura 79: Configurações de controle do RPH

- Compensações angulares do RPH3 como alternativa durante as manobras de abertura e fechamento do disjuntor (se o método escolhido para a detecção do modo neutro da rede for "hardware"): consulte a seção 3-4.3.
- Deslocamentos angulares do RPH3 personalizados para manobras de abertura e fechamento do disjuntor (com programa de manobra = "modo de usuário"): o Para modo neutro isolado e modo neutro aterrado.
- Duração dos comandos de saída unipolar (impulsos de tensão para energização das bobinas): consulte a seção 0, página 39.



Display				Settings				Downloads			
General		Closing		Opening		Network & Time					
USER PROGRAM SHIFT ANGLES											
Isolated neutral	L1	<input type="text" value="0.00"/>	°	L2	<input type="text" value="0.00"/>	°	L3	<input type="text" value="0.00"/>	°		
Earthed neutral	L1	<input type="text" value="0.00"/>	°	L2	<input type="text" value="0.00"/>	°	L3	<input type="text" value="0.00"/>	°		
FALL BACK SHIFT ANGLES											
Angles (if system neutral is undefined)	L1	<input type="text" value="0.00"/>	°	L2	<input type="text" value="0.00"/>	°	L3	<input type="text" value="0.00"/>	°		
COILS DRIVING VOLTAGE IMPULSE											
Output order duration	<input type="text" value="80"/>		ms								

Figura 80: Configurações relacionadas ao controle PoW: exemplo para fechamento de CB (programa de comutação = "modo de usuário")

3-9.5 Dados relacionados a sinalização dos alarmes

- Limites a serem aplicados para alarmes de aplicativos e alarmes do sistema

Display		Settings		Downloads	
General		Closing		Opening	
ALARMS THRESHOLDS					
	Max		Min		
Primary current peak	<input type="text" value="1000"/>	A			
Control voltage	<input type="text" value="300"/>	V	<input type="text" value="35"/>	V	
Ambient temperature	<input type="text" value="50"/>	°C	<input type="text" value="-50"/>	°C	
Hydraulic drive pressure	<input type="text" value="1000"/>	bars	<input type="text" value="0"/>	bars	

Figura 81: Configurações relacionadas à sinalização de alarme - limites gerais

Display		Settings		Downloads	
General		Closing		Opening	
OPERATING TIME MEASUREMENT					
	Min		Max		Operating time tolerance
Closing measurement limits	<input type="text" value="0.00"/>	ms	<input type="text" value="200.00"/>	ms	<input type="text" value="0.00"/>
OPERATING TIME COMPENSATIONS					
Maximum instantaneous total (±)	$\Delta t_{\text{compensations}}$		<	<input type="text" value="10.00"/>	ms
ADAPTIVE CONTROL CLAMPING					
Maximum adaptive (±)	Δt_{adapt}		<	<input type="text" value="10.00"/>	ms

Figura 82: Configurações relacionadas à sinalização dos alarmes - limites do tempo de manobra e fixação das compensações

- Matriz de atribuição de alarmes do sistema e aplicação com contatos de saída de relé: consulte as seções 3-7.2-5 e Figura 72, página 80.



3-10 Variantes do RPH3

O controlador RPH3 foi projetado como um rack global de 19", integrando 5 módulos eletrônicos simples conectados por links internos e equipados com blocos de terminais removíveis na parte traseira para cabeamento externo.

Conforme apresentado na seção 3-3, os 5 módulos são:

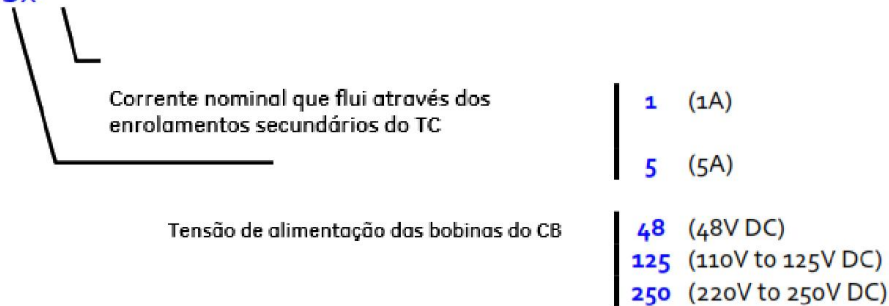
- Módulo M1** Fonte de alimentação
- Módulo M2** Processamento e comunicação de sinais digitais
- Módulo M3** Aquisição e conversão digital
- Módulo M4** E / S, comandos de monitoramento e controle das bobinas do disjuntor
- Módulo M5** Módulo de sinal no painel frontal

Cada rack RPH3 criado deve ser personalizado com base no seguinte:

- Tensão DC nominal para a alimentação da bobina do disjuntor (48 V, 110-125 V ou 220-250 V)
- Corrente nominal que flui através dos enrolamentos secundários do TC (1 A, 5 A)

A variante RPH3 depende das características de cada módulo, codificado da seguinte forma:

RPH3 TCR-PSx-CTy



As 6 variantes disponíveis são, portanto, as seguintes (os módulos M1, M2 e M5 são padrão):

Variante do produto	Descrição	Variante módulo M3	Variante módulo M4
RPH3 TCR-PS48-CT1	- Alimentação RPH3 48 Vcc - TC 1 Amp - Alimentação das bobinas do disj. 48 Vcc	M3-PS48-CT1-VT220	M4-PS48
RPH3 TCR-PS48-CT5	- Alimentação RPH3 48 Vcc - TC 5 Amps - Alimentação das bobinas do disj. 48 Vcc	M3-PS48-CT5-VT220	M4-PS48
RPH3 TCR-PS125-CT1	- Alimentação RPH3 110-250 Vc - TC 1 Amp - Alimentação das bobinas do disj. 110-125 Vc	M3-PS250-CT1-VT220	M4-PS125
RPH3 TCR-PS125-CT5	- Alimentação RPH3 110-250 Vc - TC 5 Amps - Alimentação das bobinas do disj. 110-125 Vc	M3-PS250-CT5-VT220	M4-PS125
RPH3 TCR-PS250-CT1	- Alimentação RPH3 110-250 Vc - TC 1 Amp - Alimentação das bobinas do disj. 220-250 Vc	M3-PS250-CT1-VT220	M4-PS250
RPH3 TCR-PS250-CT5	- Alimentação RPH3 110-250 Vc - TC 5 Amps - Alimentação das bobinas do disj. 220-250 Vc	M3-PS250-CT5-VT220	M4-PS250

3-11 Descrição da pinagem

O desenho a seguir (Figura 83) apresenta o layout e a designação dos terminais do RPH3. Cada conector é definido pela localização do módulo e um índice de identificação: por exemplo, o conector dos terminais da fonte de alimentação M4 é definido como M4-J1.

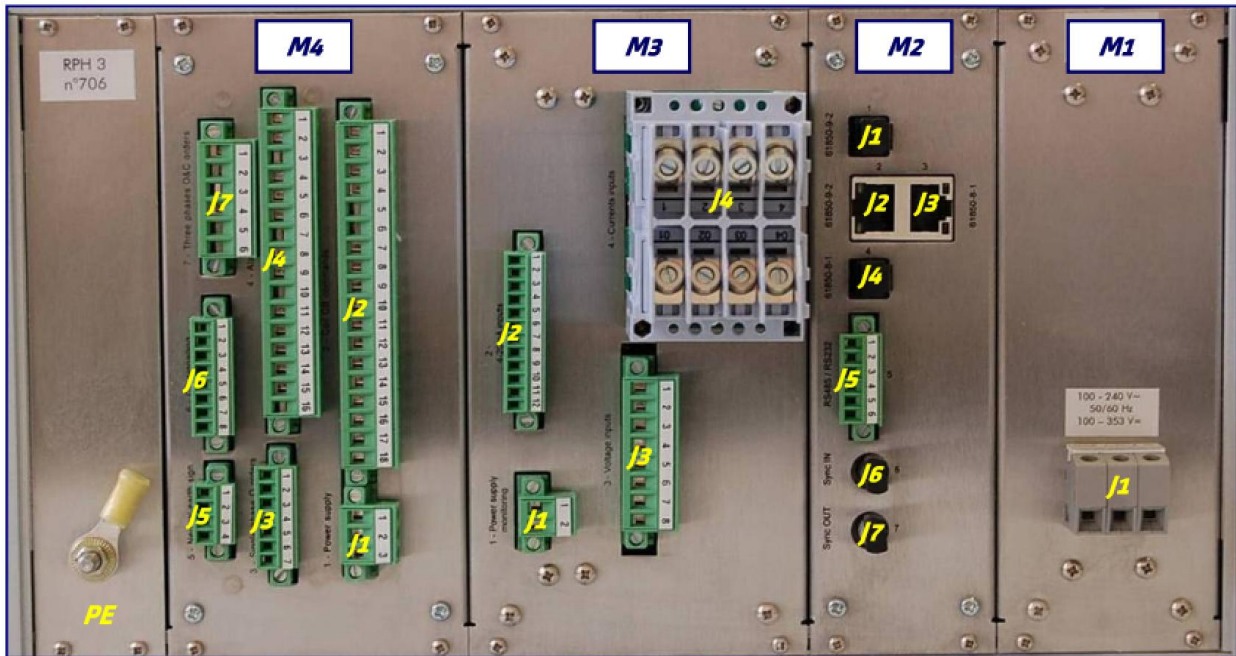


Figura 83: Atribuição dos terminais do RPH3

NOTA 1: Para simplificar as operações de manutenção (que devem ser limitadas à substituição do relé), os conectores são todos diferentes e removíveis.

NOTA 2: Cada conector é fornecido com sua própria entrada de blindagem local para minimizar o acoplamento externo de interferência eletromagnética com o RPH3. O aterramento deve estar o mais próximo possível dos componentes eletrônicos.



3-11.1 Bornes módulo M1

M1-J1 – ALIMENTAÇÃO RPH3		
Alimentação	M1-J1 : 1	Terra
	M1-J1 : 2	Fase ou polaridade /+
	M1-J1 : 3	Neutro ou polaridade -/

3-11.2 Bornes módulo M2

Portas de comunicação M2		
61850-9-2 Link óptico	M2-J1	<i>MT-RJ (AFBR 5903)</i>
61850-9-2 Link de cobre	M2J2	<i>RJ45</i>
61850-8-1 Link de cobre	M2J3	<i>RJ45</i>
61850-8-1 Link óptico	M2J4	<i>MT-RJ (AFBR 5903)</i>
RS485 / RS232 Ligação em série	M2J5 : 1	RS232 TX iso
	M2J5 : 2	GND iso
	M2J5 : 3	RS232 RX iso
	M2J5 : 4	RS485 A
	M2J5 : 5	RS485 TERM
	M2J5 : 6	RS485 B
Sync IN Link óptico	M2J6	<i>HFBR 1414Z</i>
Sync OUT Link óptico	M2J7	<i>HFBR 2412Z</i>

3-11.3 Bornes módulo M3

M3-J1 – SUPERVISÃO DE ALIMENTAÇÃO DA BOBINA DE SAÍDA		
Secção do fio recomendada	AWG24-12	
Alimentação CC	M3-J1 : 1	Polaridade -/
	M3-J1 : 2	Polaridade /+

M3-J2 – ENTRADAS 4-20 mA		
Secção do fio recomendada	AWG28-16	
Température ambiante	M3-J2 : 1	Tela
	M3-J2 : 2	Sinal
	M3-J2 : 3	+ 24V
Pression hydraulique phase L1	M3-J2 : 4	Tela
	M3-J2 : 5	Sinal
	M3-J2 : 6	+ 24V
Pression hydraulique phase L2	M3-J2 : 7	Tela
	M3-J2 : 8	Sinal
	M3-J2 : 9	+ 24V
Pression hydraulique phase L3	M3-J2:10	Tela
	M3-J2:11	Sinal
	M3-J2:12	+ 24V



M3-J3 – ENTRADAS DE TENSÃO			<i>MSTB 2,5/8-STF-5,08</i>
Secção do fio recomendada	AWG28-16		
Tensão de linha fase L1	M3-J3 : 1	S1	
	M3-J3 : 2	S2	
Tensão de linha fase L2	M3-J3 : 3	S1	
	M3-J3 : 4	S2	
Tensão de linha fase L3	M3-J3 : 5	S1	
	M3-J3 : 6	S2	
Tension alimentação	M3-J3 : 7	S1	
	M3-J3 : 8	S2	

M3-J4 – ENTRADAS DE CORRENTE (tomada de segurança ENTRELEC)			<i>ESSAILEC CC-I-VA-2</i>
Secção do fio recomendada	1 - 2,5 mm ²		
Entrada não utilizada	M3-J4 : 01	não utilizada	
	M3-J4 : 1	não utilizada	
Corrente de carga / fase L1	M3-J4 : 02	S1	
	M3-J4 : 2	S2	
Corrente de carga / fase L2	M3-J4 : 03	S1	
	M3-J4 : 3	S2	
Corrente de carga / fase L3	M3-J4 : 04	S1	
	M3-J4 : 4	S2	

3-11.4 Bornes módulo M4

M4-J1 – ALIMENTAÇÃO DAS BOBINAS DO DISJUNTOR			<i>MSTB 2,5/3-STF-5,08</i>
Secção do fio recomendada	AWG24-12		
Alimentação da bobina do disjuntor	M4-J1 : 1	Commande bobine /+	
	M4-J1 : 2	Commande bobine /-	
	M4-J1 : 3	Tela	

M4-J2 – COMANDO DE SAÍDA DAS BOBINAS DO DISJUNTOR			<i>MSTB 2,5/18-STF-5,08</i>
Secção do fio recomendada	AWG24-12		
Saída da abertura / fase L1	M4-J2 : 1	Bobine O Phase A /+	
	M4-J2 : 2	Tela - O Phase A /-	
	M4-J2 : 3	Ecran	
Saída de abertura / Fase L2	M4-J2 : 4	Bobine O Phase B /+	
	M4-J2 : 5	Bobine O Phase B /-	
	M4-J2 : 6	Ecran	
Saída de abertura / Fase L3	M4-J2 : 7	Bobine O Phase C /+	
	M4-J2 : 8	Bobine O Phase C /-	
	M4-J2 : 9	Ecran	
Saída de fechamento / Fase L1	M4-J2 : 10	Bobine C Phase A /+	
	M4-J2 : 11	Bobine C Phase A /-	
	M4-J2 : 12	Ecran	
Saída de fechamento / Fase L2	M4-J2 : 13	Bobine + C Phase B /+	
	M4-J2 : 14	Bobine C Phase B /-	
	M4-J2 : 15	Ecran	



Saída do fechamento / fase L3	M4-J2 : 16	Bobine + C Phase C /+
	M4-J2 : 17	Bobine C Phase C /-
	M4-J2 : 18	Tela

M4-J3 – DETECÇÃO DO COMANDO DE ABERTURA		<i>MC 1,5/7-STF-3.81</i>
Secção do fio recomendada	AWG24-14	
Tela	M4-J3 : 1	Tela
Detecção do comando de abertura / fase L1	M4-J3 : 2	O fase A /+
	M4-J3 : 3	O fase A /-
Detecção do comando de abertura / fase L2	M4-J3 : 4	O fase B /+
	M4-J3 : 5	O fase B /-
Detecção do comando de abertura / fase L3	M4-J3 : 6	O fase C /+
	M4-J3 : 7	O fase C /-

M4-J4 – ALARMES DE SAÍDA		<i>MSTB 2,5/16-STF-5.08</i>
Secção do fio recomendada	AWG24-12	
Tela	M4-J4 : 1	Tela
Relé tudo-ou-nada	M4-J4 : 2	Alarme mon.1b
	M4-J4 : 3	Alarme mon. 1a
Flip-flop 1	M4-J4 : 4	Alarme bist. 1b (NF)
	M4-J4 : 5	Commun bist. 1
	M4-J4 : 6	Alarme bist. 1a (NO)
Flip-flop 2	M4-J4 : 7	Alarme bist. 2b (NF)
	M4-J4 : 8	Commun bist. 2
	M4-J4 : 9	Alarme bist. 2a (NO)
Flip-flop 3	M4-J4 : 10	Alarme bist. 3b (NF)
	M4-J4 : 11	Commun bist. 3
	M4-J4 : 12	Alarme bist. 3a (NO)
Flip-flop 4	M4-J4 : 13	Alarme bist. 4b (NF)
	M4-J4 : 14	Commun bist. 4
	M4-J4 : 15	Alarme bist. 4a (NO)
Tela	M4-J4 : 16	Tela



Contato auxiliar / fase L3	M4-J6 : 6	Posição disj. / fase L3
	M4-J6 : 7	+48V comum
Tela	M4-J6 : 8	Tela

M4-J7 - COMMANDE DE ENTRADA DAS BOBINAS DO DISJUNTOR		<i>MSTB 2,5/6-STF-5.08</i>
Secção de fio recomendada	AWG24-12	
Entrada da abertura	M4-J7 : 1	Entrada da abertura / +
	M4-J7 : 2	Saída da abertura /-
	M4-J7 : 3	Tela
Entrada do fechamento	M4-J7 : 4	Entrada do fechamento /+
	M4-J7 : 5	Entrada do fechamento /-
	M4-J7 : 6	Tela

3-12 Diagramas de conexão

Esta seção fornece esquemas de conexão típicos recomendados do controlador RPH3 para aplicativos TCR. As definições de configuração do software devem ser definidas de acordo com o esquema de fiação real.

3-12.1 Aterramento da caixa, fonte de alimentação e modos de neutro do sistema

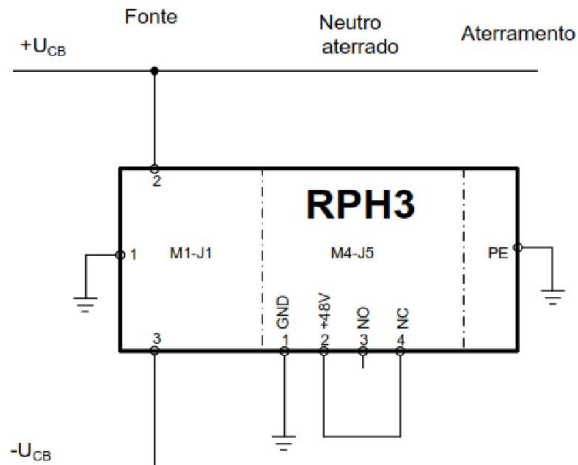


Figura 84 : alimentação & diagrama sistema neutro aterrado

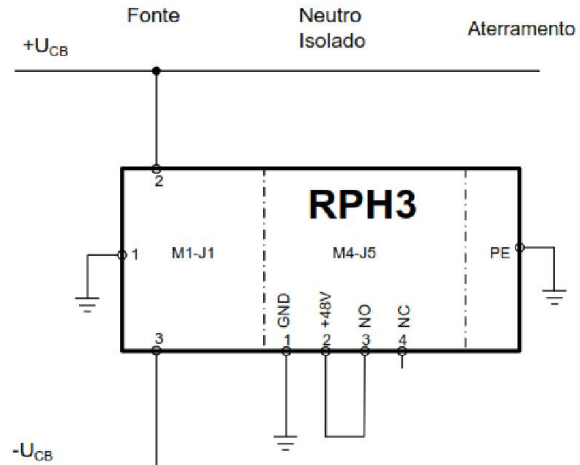


Figura 85 : alimentação & diagrama sistema neutro isolado

NOTA 1: o gabinete do controlador RPH3 deve estar aterrado através do terminal PE (parafuso de aterramento externo)

NOTA 2: a ponte de cabos para o modo neutro do sistema (aterrado ou isolado) deve ser selecionada de acordo com a configuração de software associada (consulte a seção 3-4.3, página 36). Nenhuma ponte é necessária caso o modo neutro do sistema seja determinado pela configuração do software (consulte a Figura 16, página 33).

NOTA 3: o RPH3 fornece uma tensão de + 48V DC no pino M4-J5: 2 para para a polarização da ponte. **NÃO conecte nenhuma fonte externa neste pino!**

NOTA 4: para maior flexibilidade, uma chave externa pode ser usada como um "seccionador de neutro" entre os pinos 2, 3 e 4 dos terminais posição M4-J5, a fim de mudar automaticamente de um modo aterrado para um modo isolado (pode ser útil para alternar entre ângulos de defasagem do RPH).

3-12.2 Tensão de referência

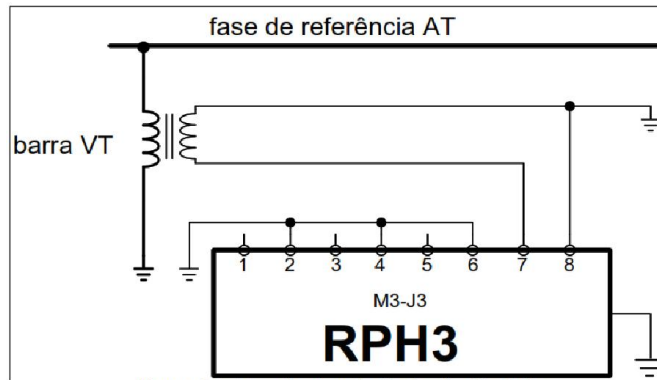


Figura 86 : Tensão de referência: fiação típica

3-12.3 Sensores analógicos

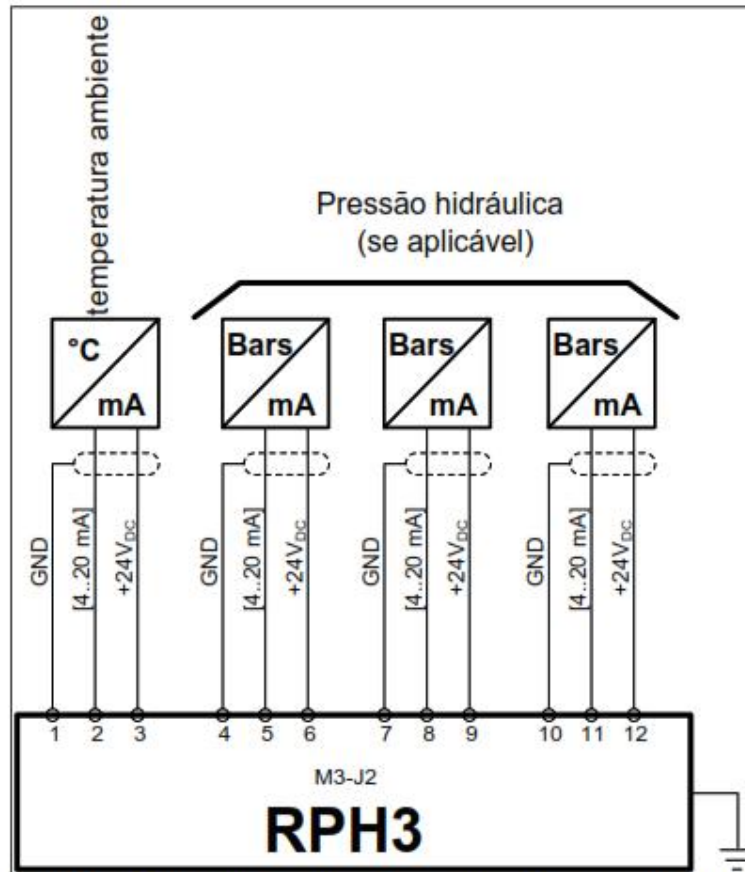


Figura 87 : temperatura ambiente & transdutores de pressão : diagrama elétrico típico

NOTA: Os dados de calibração associados aos sensores analógicos devem ser ajustados através da web IHM: consulte a seção 3-9, página 85.

3-12.4 Controle do disjuntor e by pass do RPH3

Ignorar o controlador RPH3 pode ser útil caso ele não possa assumir sua função por qualquer motivo (falta da tensão de referência, o RPH3 não tem tensão de alimentação, etc.)

No entanto, esse by pass deve ser ativado ou não, dependendo da aplicação final, pois irá resultar em manobra não controlada do disjuntor AT (sem sincronização). Portanto, assim que o controlador RPH3 é contornado, podem ocorrer grandes sobretensões e / ou correntes de fechamento, com consequências associadas na rede de alta tensão, envelhecimento do disjuntor, etc.

Os desenhos a seguir ilustram como implementar o by pass.

NOTA: o esquema de conexão das bobinas do CB (modo comum ou modo diferencial) deve ser selecionado de acordo com a configuração de software associada (consulte a Figura 27, página 40)

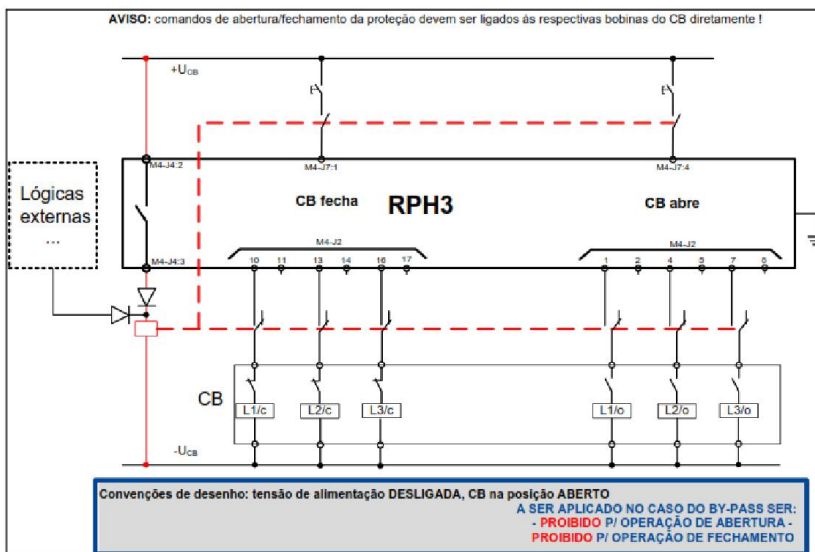


Figura 88: Diagrama by pass proibido em ambos os canais (variante modo comum)

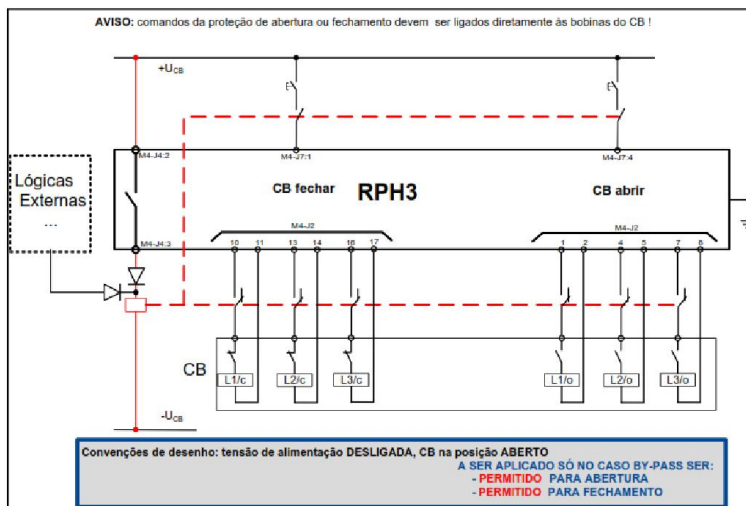


Figura 89: diagrama by pass - proibido em ambos os canais (variante de modo diferencial)

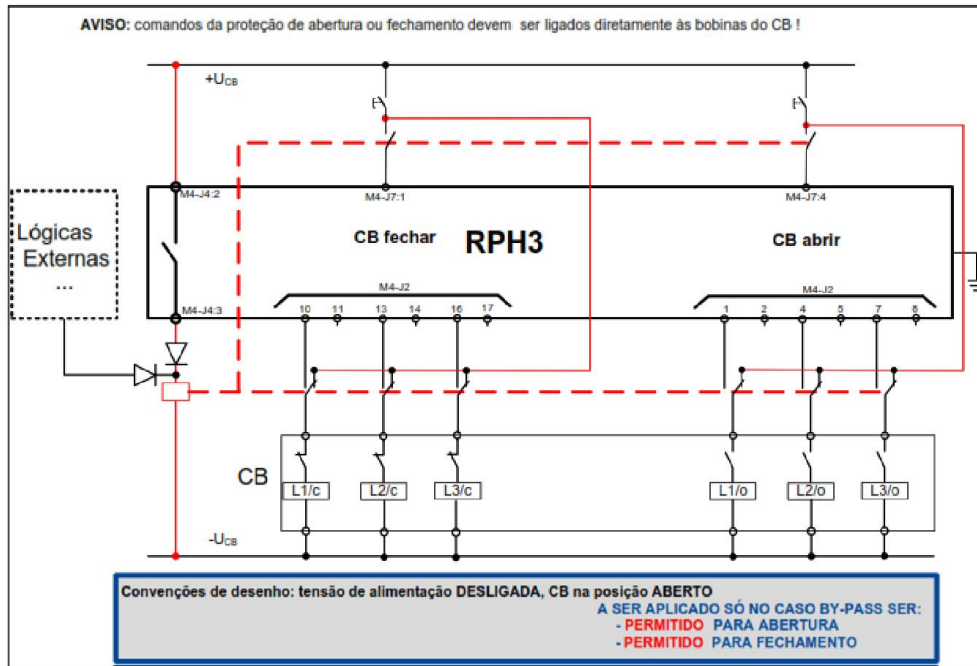


Figura 90: diagrama de by pass - ativado nos dois canais (variante de modo comum)

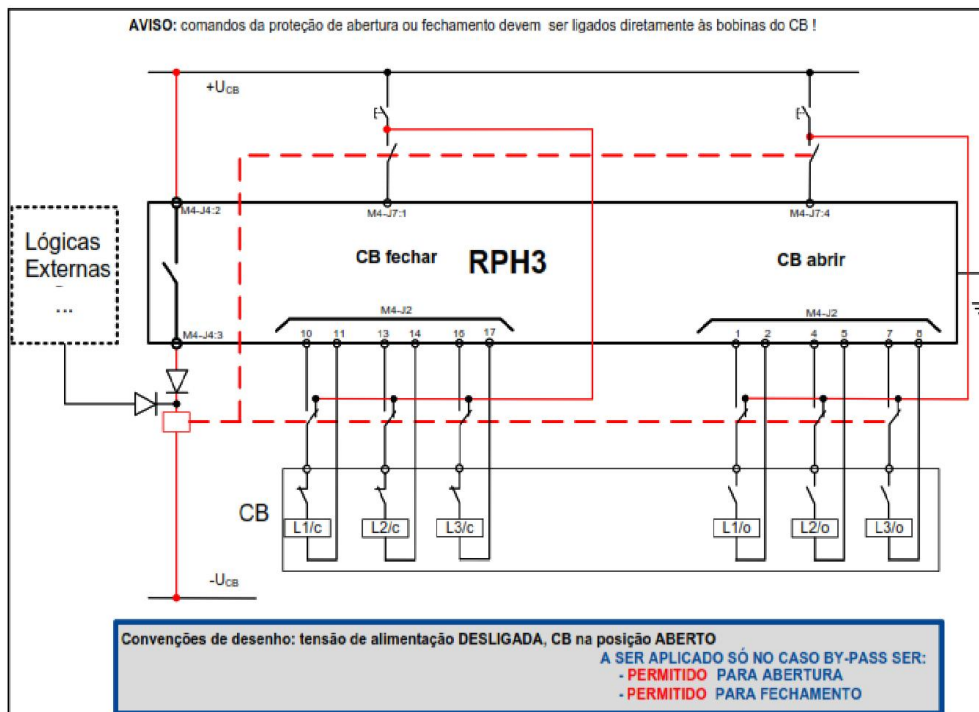


Figura 91: diagrama de by pass - ativado nos dois canais (variante do modo diferencial)

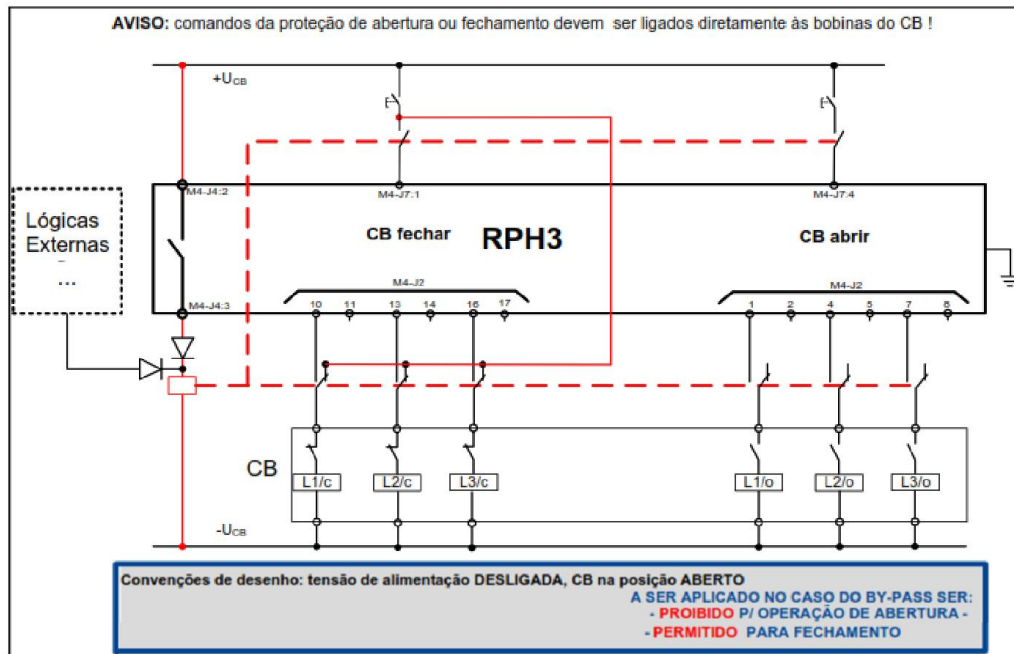


Figura 92: diagrama de by pass - ativado apenas no fechamento do canal (variante de modo comum)

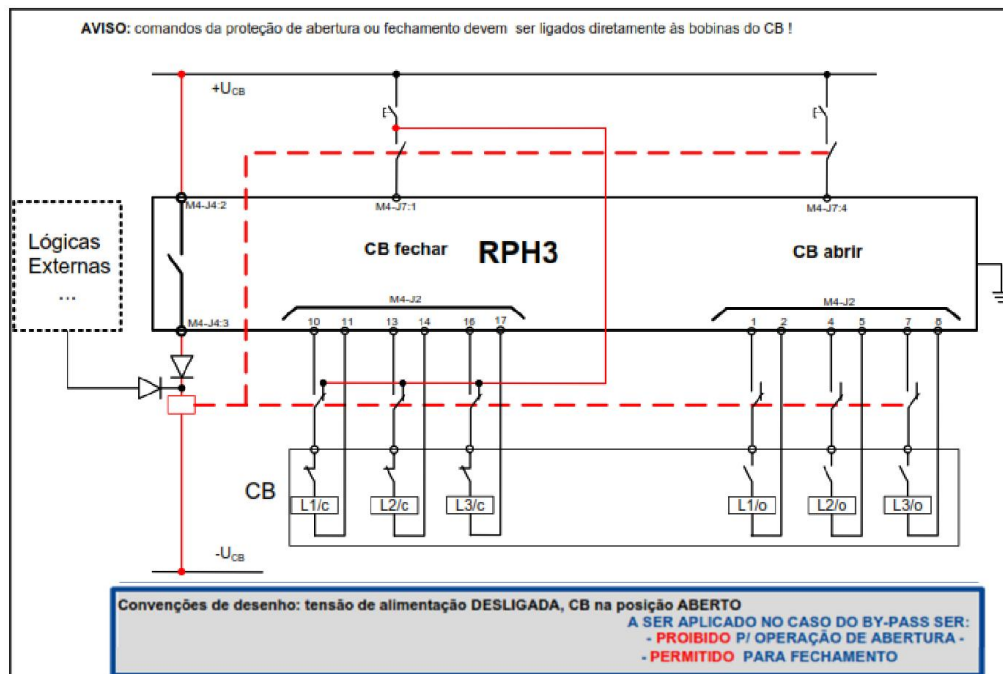


Figura 93: diagrama de by pass - ativado apenas no canal de fechamento (variante do modo diferencial)

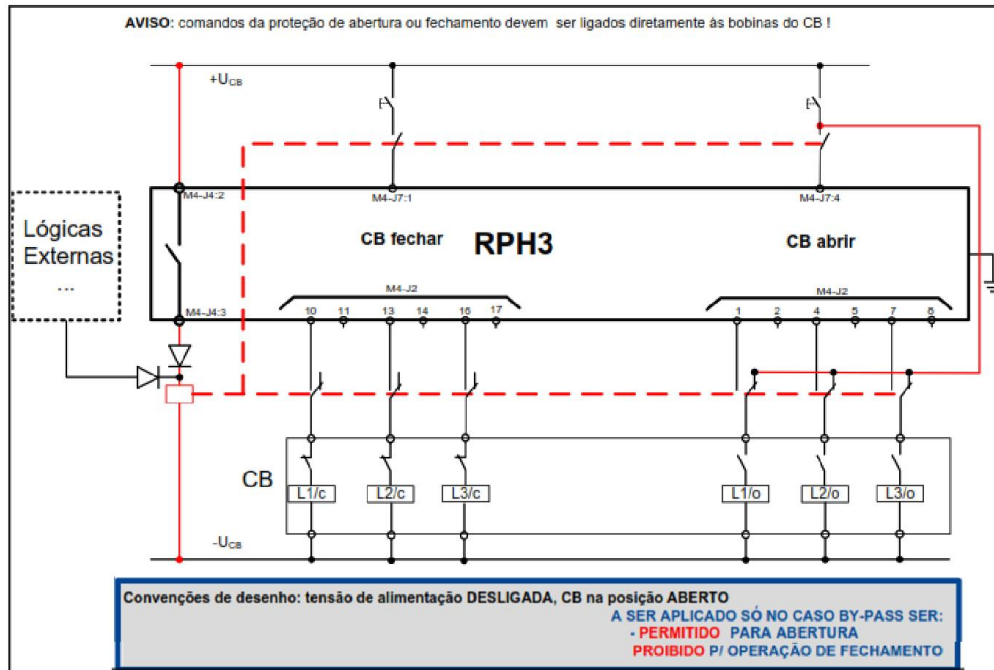


Figura 94: diagrama de by pass - ativado somente no canal de abertura (variante de modo comum)

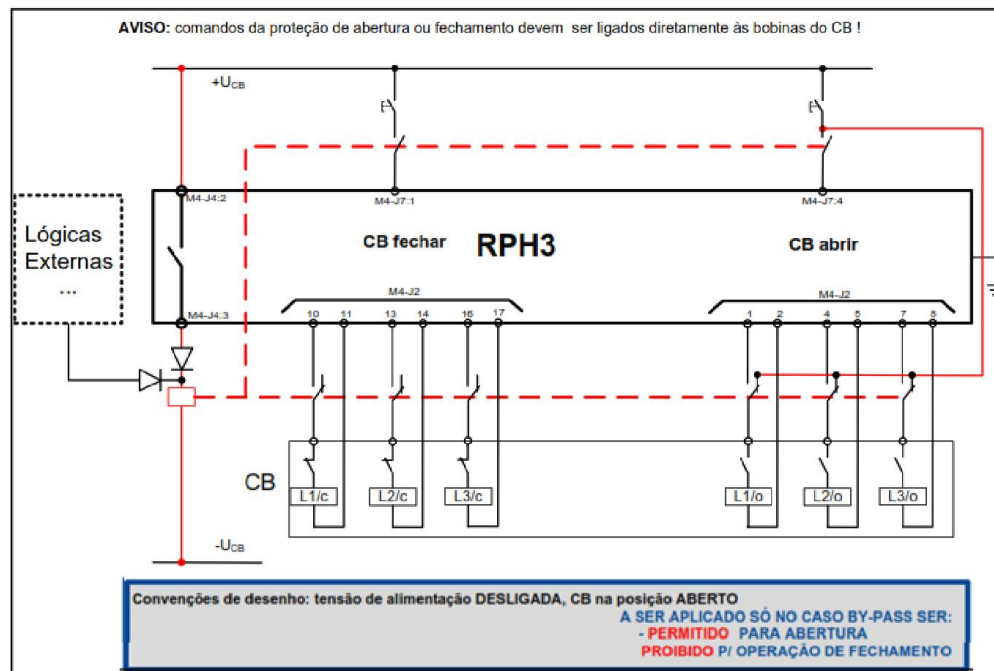


Figura 95: diagrama de by pass - ativado somente no canal de abertura (variante do modo diferencial)

3-12.5 Contatos de alarme acionados por relé

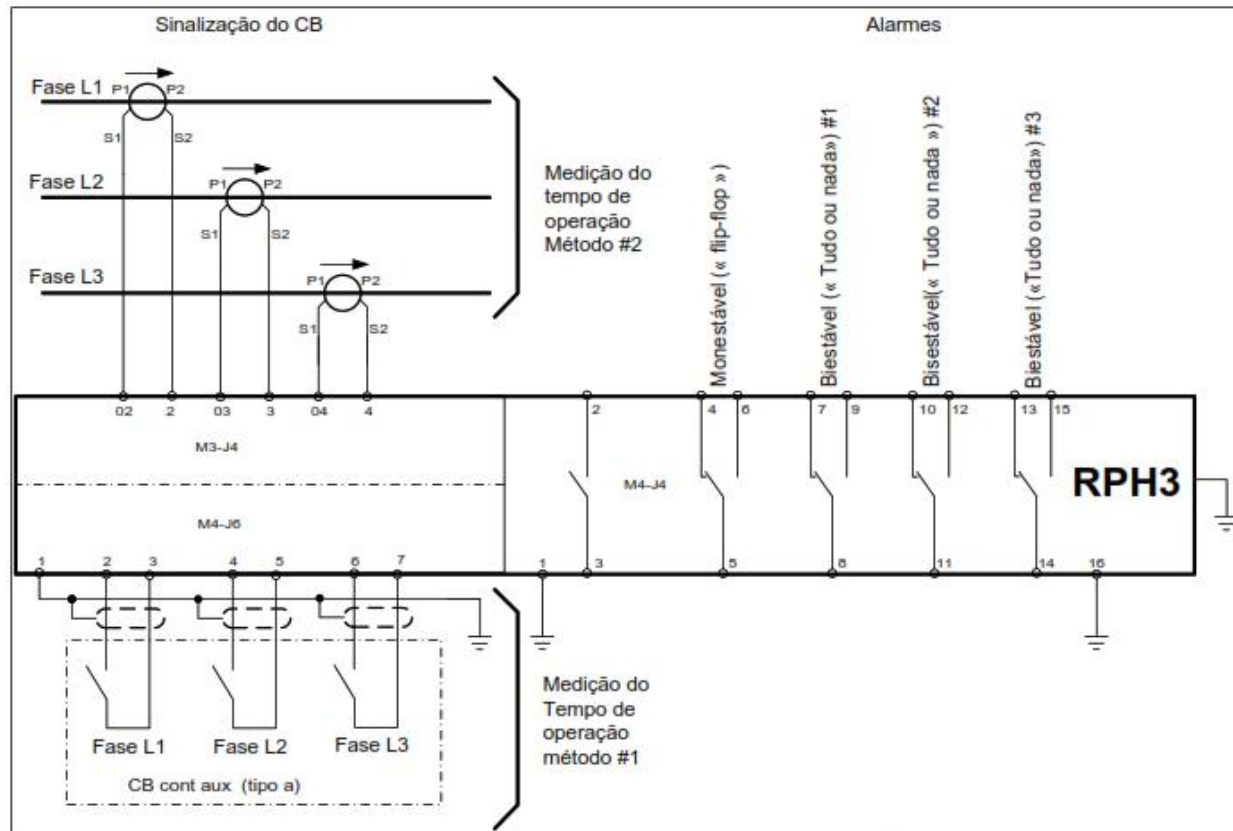


Figura 96: Sinalização do CB e contatos de alarme acionados por relé: diagrama de fiação típico

NOTA 1: A sinalização do disjuntor permite que o controlador RPH3 avalie os tempos de operação do disjuntor usando dois métodos diferentes:

- Medição do estabelecimento / interrupção de correntes de alta tensão (via TCs de linha)
- Medição dos tempos de comutação dos contatos auxiliares do disjuntor

O método preferido deve ser selecionado por uma configuração de software. Conexões associadas ao método preferido são obrigatórias, enquanto os outros são opcionais. No entanto, eles podem ser úteis para o método alternativo em caso de falha do método recomendado. Portanto, a GE Grid recomenda conectar o RPH3 aos TCs de linha e aos contatos auxiliares. Consulte a seção 3-4.6 na página 43 para obter mais detalhes.

NOTA 2: os TCs de linha também são necessários para o controlador RPH3 medir as correntes de alta tensão comutadas.

NOTA 3: as entradas de corrente estão livres de potencial. Portanto, não é necessário que os pinos M3-J4 sejam aterrados.



3-13 Dados técnicos

Dimensões (CxAxL)

A caixa RPH3 foi projetada para montagem em rack de 19 " ou montagem em superfície vertical.

Altura	4U
Profundidade	400 mm max
Largura	19 "

Grau Proteção

IP20

Frequência nominal (tensão de referência)

50/60 Hz \pm 10%

Fonte de alimentação

Faixa 1 100 a 240 V AC / 50-60Hz

Faixa 2 48 a 353 V DC

Consumo de energia < 20 W

Tensão da bobina do CB

Nominal	48-250 V DC
Operação	33-300 V DC

Corrente da bobina do CB

Corrente máxima permitida através de cada bobina de CB: 10 A por fase por 300 ms.

Precisão de tempo para aquisição de dados

Resolução <0,1 ms

Precisão na aquisição dos tempos de operação acima da faixa de temperatura ambiente [-25 ° C a +50 ° C]

Resolução < \pm 0,1 ms

Precisão de entrada dos sensores

Controle de voltagem	\pm 3%
Temperatura ambiente	\pm 3%
Pressões hidráulicas	\pm 3%

Entrada de tensão de referência

Nível nominal (RMS)	100/ $\sqrt{3}$ V AC ou 220/ $\sqrt{3}$ V AC
Limites operacionais(RMS)	15-105 V CA ou 30-250 V AC



Frequência nominal	50 Hz ou 60 Hz \pm 10%
Consumo de energia das entradas de medição	<2 VA
Nível de isolamento entre enrolamentos de entrada e saída	2 kV rms
Precisão de aquisição	1%

Entradas de corrente

Nível nominal I_{RATED} (RMS)	1A ou 5A
Corrente nominal de curta duração	200 A para 1s
Limites operacionais	0,5x I_{RATED} a 3 x I_{RATED}
Consumo de energia das entradas de medição	<2 VA a 3x I_{RATED}
Precisão de aquisição	3%

Entradas de sensores analógicos (temperatura ambiente, pressões hidráulicas)

Faixa de operação	4-20 mA
Tensão de alimentação nominal	24V (entregue pelo controlador RPH3)

Contatos de saída acionados por relé

Contato de relé monoestável ("Tudo ou Nada": M4-J4: 2/3)

1 contato por relé:	NA (normalmente aberto)
Tensão de operação:	250 V DC
Max corrente DC	5 A
Sobrecarga máxima	100A por 30 ms
Capacidade de interrupção	10 VA sob 48 V DC com L / R = 20 ms
Nível de isolamento	4 kV no modo comum 1 kV no modo diferencial

Contatos de relés biestáveis ("flip-flop")

2 contatos por relé	1x NÃO (Normal Aberto) + 1x NF (Normal Fechado)
Tensão de operação:	230 V DC
Corrente DC nominal máxima	5 A
Sobrecarga máxima	100A por 30 ms
Capacidade de interrupção:	10 VA sob 48 V DC com L / R = 20 ms
Nível de isolamento	4 kV no modo comum 1 kV no modo diferencial

RoHS

EU2002 / 95 / EG

Confiabilidade

MTBF (MIL-HDBK-217)	150 000 horas (> 17 anos)
---------------------	---------------------------

Faixa de temperatura operacional

Temperatura do quarto	-25 °C a + 50 °C
Frio	IEC 60068-2-1 -25°C \pm 3°C



Calor seco	IEC 60068-2-2 + 50 ° C ± 2 ° C
Calor úmido	IEC 60068-2-3 + 40 ° C ± 2 ° C + 93% HR ± 3% 48 h

Compatibilidade dielétrica

Rigidez dielétrica	IEC 60255-5 CM 2kV - 50/60 Hz por 1 minuto DM 1kV - 50/60 Hz por 1 minuto
Resistência de isolamento	> 100 MΩ a 500 V
Tensão de impulso	CM ± 5 kV 0,5 J DM ± 1 kV 0,5 J
Tolerância de tensão	IEC 60255-6 DC -30% a + 20% CA -30% a + 15%
Interrupção de alimentação CC	IEC 61000-4-29 50% de mergulho: 100 ms Interrupção: 20 ms
Imunidade ao modo comum conduzido	IEC 61000-4-16 Nível 4 Perturbação de 0 a 150 kHz Contínuo: 30 V a 50 Hz ou 60 Hz 1 s: 300V a 50 Hz ou 60 Hz
Ondulação na porta de alimentação de entrada DC	IEC 61000-4-17 Nível 3 10% do valor nominal

Compatibilidade eletromagnética

Descarga eletrostática	IEC 61000-4-2 Nível 4 Contato de 8 kV 15 kV de ar
Impulso de radiofrequência	IEC 61000-4-3 Nível 3 10 V / m - 80 MHz a 1 GHz Modulação senoidal de 1kHz a 80%
Explosão transitória rápida	IEC 61000-4-4 Nível 4 Conduzido: 4 kV 2,5 kHz Irradiado: 2 kV 2,5 kHz (4 kV no grupo G15)
Imunidade a surtos	IEC 61000-4-5 Nível 4 CM 4 kV DM 2 kV
Perturbações conduzidas	IEC 61000-4-6 Nível 3 10 V 150 kHz a 80 MHz Modulação senoidal de 1kHz a 80%



Imunidade a perturbações magnéticas	IEC 61000-4-8 Nível 5 100 A / m contínuo - 1000 A / m 3s Modulação senoidal de 1kHz a 80%
Imunidade a perturbações de alta frequência	IEC 61000-4-12 Nível 3 CM 2,5 kV CM DM 1 kV (200 Ω) 100 kHz 50c / s 1 MHz 400c / s (2s, F = 2,5 kHz)
Classe de compatibilidade eletromagnética A	EN 55022

Portas da Internet

100 Base Fx & Tx
Protocolos
Interface

TCP / IP - HTTP
RJ45 elétrica ou óptica MTRJ

Portas de sincronização do relógio

Interface óptica ST

Terminais

Os bornes de parafuso PHOENIX CONTACT MSTB 2.5 ou MC 1.5 (macho + fêmea) são usados para todas as conexões, exceto as seguintes:

- Portas de comunicação
- Conexão a enrolamentos primários de TC (kit de conexão de segurança ENTRELEC / tipo ESSAILEC)
- Conexão direta da entrada de alimentação e tensão do cabo aos blocos AWG 24-10.

Todas as conexões são acessíveis na parte traseira do controlador RPH3, exceto a porta de comunicação RS232 / RS485 (localizado na frente).



4-Notas de aplicação

4-1 Escopo das aplicações de manobra controlada

A manobra controlada com o RPH3 “TCR” deve ser considerada nas aplicações listadas na Tabela 7 abaixo. Para outros aplicativos, entre em contato com o suporte da GE Grid.

Aplicação	Efeitos da comutação aleatória	Efeitos da comutação síncrona	
		Efeito obtido	Definição do ponto alvo em relação ao zero anterior da tensão de fase
Manobras de fechamento do disjuntor			
energização de transformadores de potência ou reatores de 3 núcleos (inicialmente descarregados)	elevadas correntes de fechamento	Limitar corrente de fechamento	Fechamento no ponto de tensão que minimiza o fluxo residual. ponto alvo = pico de tensão (90 ° el.)
energização de linhas de transmissão não compensadas (carga capacitiva).	Surtos de alta tensão	limitação das sobretensões transitórias	ponto alvo = tensão zero (0 ° el.)
energização de linhas de transmissão compensadas com reatores shunt *	Surtos de alta tensão	limitação das sobretensões transitórias	Fechamento no zero da tensão ponto alvo = tensão zero (0 ° el.)
Energização de banco único de capacitores	elevadas correntes de fechamento	Limitar corrente de fechamento	ponto alvo = tensão zero (0 ° el.)
Energização de banco de capacitores « back-to-back »	elevadas correntes de fechamento	Limitar corrente de fechamento	ponto alvo = tensão zero (0 ° el.) do banco a ser energizado
Manobras de abertura do disjuntor			
Desligamento de transformadores ou reatores	Surtos de alta tensão	limitação das sobretensões transitórias	ponto alvo = zero de corrente (90 ° el.)
desligamento de linhas de transmissão compensadas com reatores	Surtos de alta tensão	limitação das sobretensões transitórias	ponto alvo = zero de corrente (90 ° el.)
désexcitation des batteries de condensateurs (batterie simple ou « back-to-back »)	Surtos de alta tensão	limitação das sobretensões transitórias	ponto alvo = zero de corrente (90 ° el.)

Tabela 7: Aplicações típicas de manobra controlada

* se as linhas de transmissão forem compensadas por reatâncias, a manobra controlada com o programa padrão “capacitor” pode ou não ser aplicada, dependendo da eficiência da compensação (no caso de “sobrecompensação”, a linha se torna indutiva). Entre em contato com a GE Grid para obter mais informações.

NOTA: no caso de um reator de aterramento neutro ser usado para aterrar cargas indutivas (reatores ou transformador enrolamentos primários), o modo neutro deve ser definido como “isolado” e o programa de comutação do RPH3 deve ser selecionado conforme descrito na seção 4-6 página 126.



4-2 Manobra de transformadores AT e reatores de 3 núcleos

Esta seção descreve a estratégia usada pelo RPH3 para comutação síncrona de transformadores de qualquer tipo.

Entretanto, bancos de transformadores nos quais o primário é enrolado em torno de núcleos magnéticos independentes são considerados reatores de derivação de núcleo único em vez de transformadores. Para esse tipo de carga, consulte a seção 4-3, página 116.

O programa de comutação "Transformer" deve ser selecionado com o modo neutro apropriado ("aterrado" ou "isolado") ao manobrar transformadores de potência sem carga, a fim de evitar que ocorram as condições indesejáveis abaixo:

- Elevadas correntes de energização que sobrecarregam mecanicamente os enrolamentos do transformador através de fortes forças eletromagnéticas resultantes. Essas correntes de fechamento decaem lentamente para o nível de magnetização em estado estacionário em segundos
- Tensões harmônicas temporárias que podem levar a operações indesejadas da proteção.

NOTA: para transformadores com a ligação do primário em delta, a configuração do modo neutro deve ser definida como "isolada".

4-2.1 Operação de fechamento

Para este tipo de aplicação, os pontos de alvo para fechamento são escolhidos de modo que o fluxo que aparecerá no transformador no momento do fechamento seja igual ao fluxo permanente que existiria se suas 3 fases estivessem permanentemente energizadas.

Nota: o fechamento de transformadores com fluxo residual ainda não é suportado pelo RPH3.

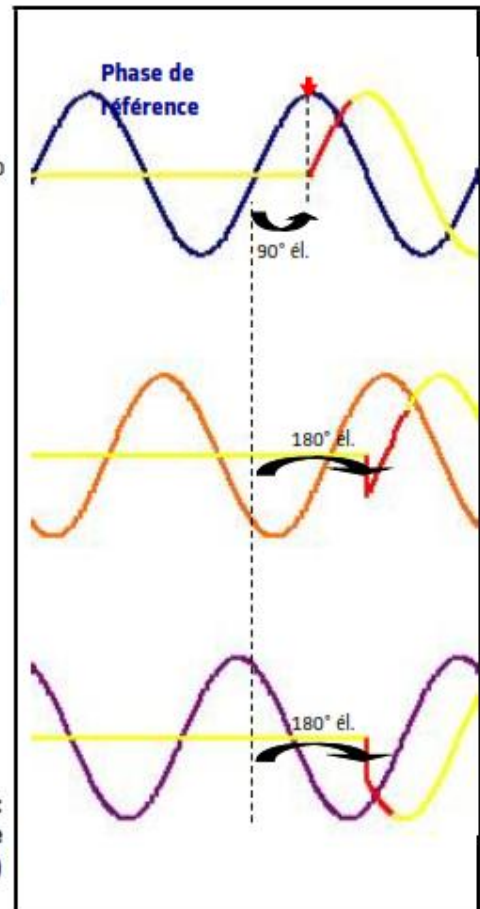
Para evitar transitórios, o ponto alvo para fechar cada fase é, assim, definido como o pico de tensão associado:

neutro aterrado (com acoplamento fase-fase)

Para cargas com neutro aterrado, cada polo do disjuntor deve ser fechado cerca de 1/3 de período, um após o outro. Mas essa abordagem inicial não leva em conta o acoplamento mútuo existente entre as fases (através do núcleo de ferro no caso dos transformadores de 3 núcleo ou através do enrolamento de baixa tensão nos bancos de transformadores).

Na realidade, a primeira fase a ser fechada é a de referência, que passa para o pico de tensão (90° de campo após a tensão zero). Quando fechado, o fluxo magnético desse núcleo aumenta para o seu valor nominal e depois fecha através dos dois núcleos restantes, não energizados, (metade cada um). O fechamento das duas fases restantes ocorre, portanto, 1/4 período depois (90° el.). A corrente pode, assim, começar a circular imediatamente e sem um processo transitório, como representado na **Figura 97**.

Figure 97 :
Sequência de manobras para energização de transformador ou de reator de 3 núcleos (neutro aterrado)



neutro aterrado (não há acoplamento fase-fase

Nos casos de bancos de transformadores aterrados com enrolamentos secundários e terciários ligados em estrela, o acoplamento mútuo é nulo entre as fases.

Nesse caso específico, a carga deve ser considerada como um grupo de três reatores de núcleo único, e o ponto alvo para cada fase deve ser definido no pico da tensão, como mostra a figura 98.

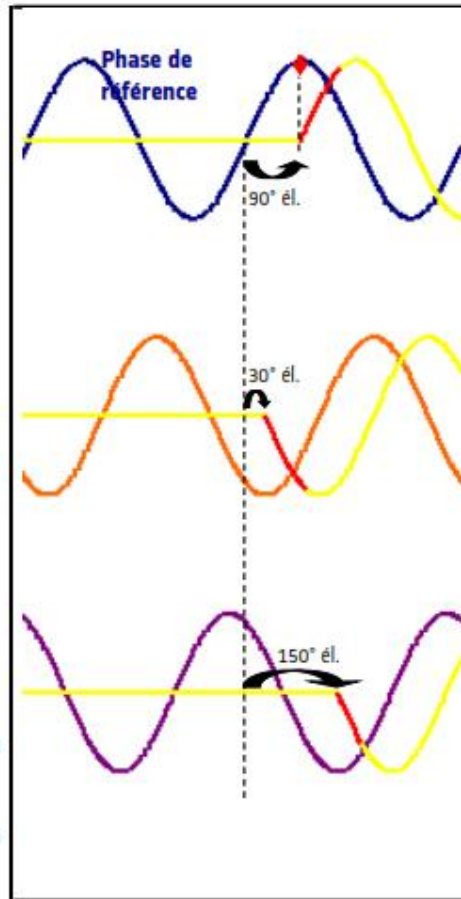


Figura 98 :
Sequência de manobras para a energização de um banco de transformadores aterrados com enrolamentos secundários e terciários ligados em estrela

neutro isolado

Para as cargas com neutro isolado, o fechamento de uma só fase não faz sentido. Duas fases devem ser fechadas primeiro, em um momento no qual tensão fase fase seja máxima, ou seja 1/4 de período antes do pico da fase de referência (ver na figura 99) :

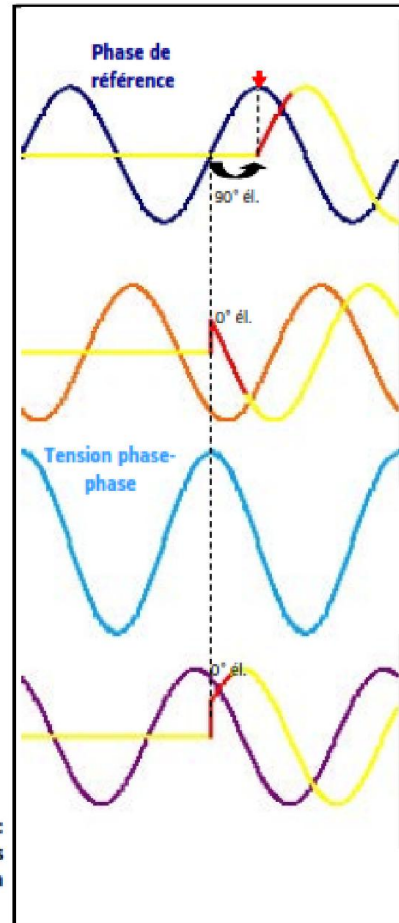


Figura 99 :
Sequência de manobra para a energização de banco de transformadores aterrados com enrolamentos secundários e terciários ligados em estrela

4-2.2 Operação de abertura

A interrupção de pequenas correntes indutivas pode levar a elevadas sobretensões de manobra, caso ocorra "arrancamento da corrente" ou reacendimento na abertura do disjuntor.

neutro aterrado

A Figura 100 fornece uma ilustração da seqüência de manobra aplicada pelo RPH3 no caso de um modo neutro de aterramento da carga:

A corrente em cada fase é interrompida no pico de tensão associado.

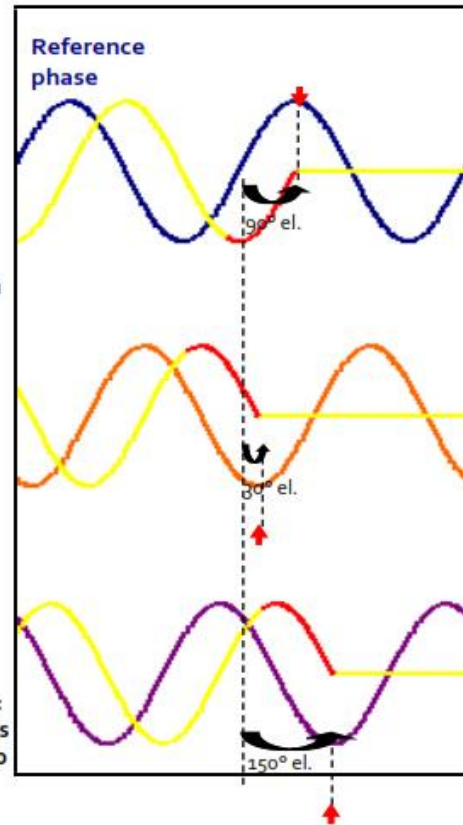


Figura 100 :
Seqüência de manobra na abertura de transformadores ou reatores
(neutro aterrado)

neutro isolado

Para cargas com neutro isolado, a fase de referência é aberta primeiro em seu pico de tensão, seguida pelas duas fases restantes no pico de sua tensão de fase (correspondente a um cruzamento zero da tensão de referência), conforme mostrado na Figura 101.

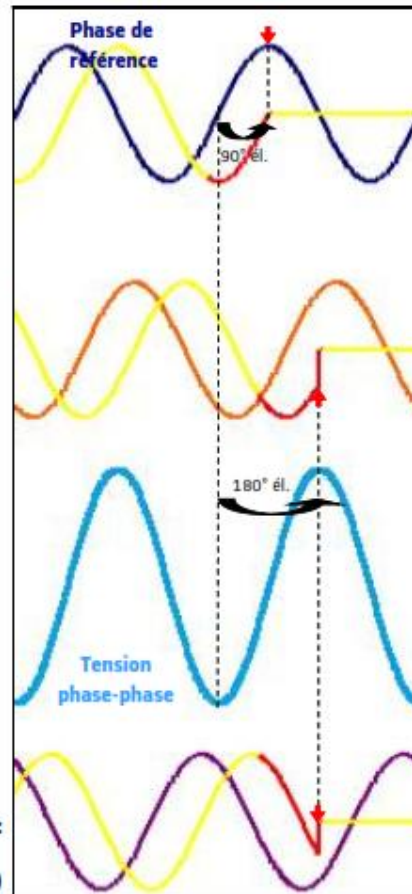


Figura 101 :
Sequência de manobra para a abertura de transformadores ou reatores
(neutro isolado)

4-3 Manobra de reator shunt AT núcleo único não saturável

O programa de manobra "Reatância de derivação" deve ser selecionado com o modo neutro apropriado (" aterrado" ou "isolado").

Se o RPH3 for usado apenas para abertura síncrona, o programa "Transformer" também pode ser usado (os pontos-alvo para abertura são idênticos nesses 2 programas).

4-3.1 Operações de fechamento

Para este tipo de aplicação, o ponto alvo de cada fase é escolhido de forma síncrona com o pico de tensão associado, a fim de evitar processos com transitórios, porque não há acoplamento entre as fases, conforme ilustrado abaixo:

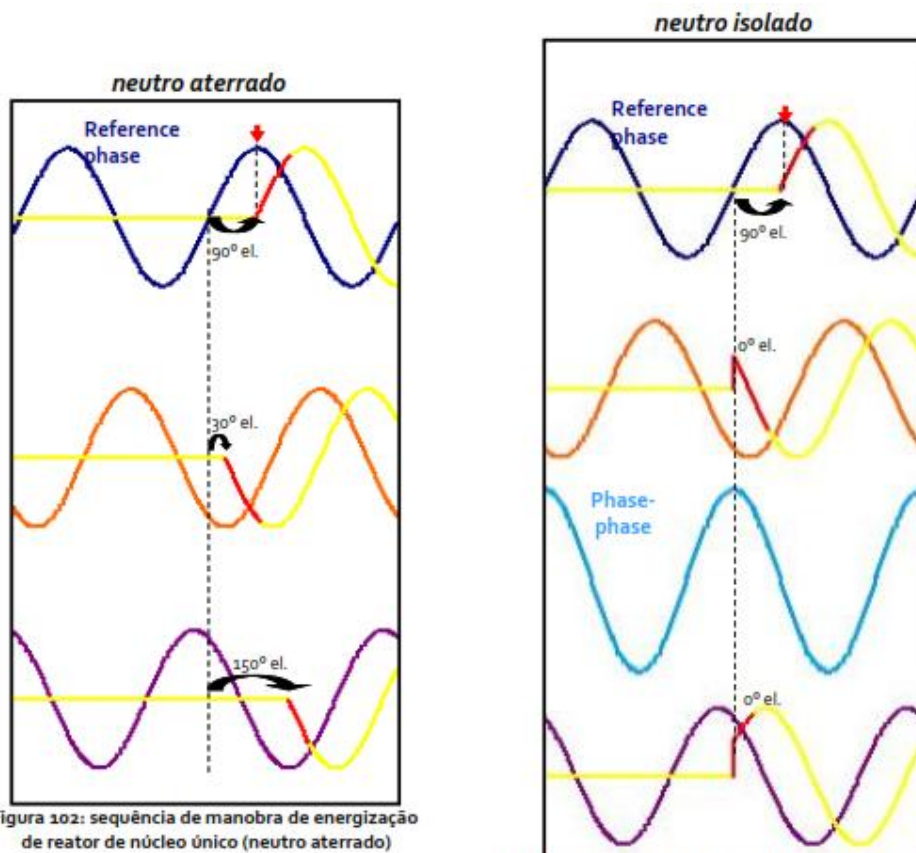


Figura 102: sequência de manobra de energização de reator de núcleo único (neutro aterrado)

Figura 103: sequência de manobra de energização de reator de núcleo único (Neutro isolado)

4-3.2 Operações de abertura

O RPH3 opera da mesma maneira para a disjuntor tanto abrindo reatores como transformadores. Consulte a seção 4-2.2 para mais detalhes.

4-4 Manobra de capacitores AT

Podem ocorrer altas correntes de energização e sobretensões de alta tensão no caso de comutação aleatória de capacitores, especialmente se a comutação ocorre em picos de tensão. O efeito da manobra de capacitores em ramos paralelos da mesma barra pode ser particularmente sério (Aplicações "back to backs"), uma vez que podem ocorrer picos elevados picos de transitórios e reflexos no final das redes radiais, cujos efeitos podem ser limitados pela manobra controlada.

O programa de comutação "Capacitor" deve ser selecionado com o modo neutro apropriado ("aterrado" ou "isolado").

4-4.1 Operação de fechamento

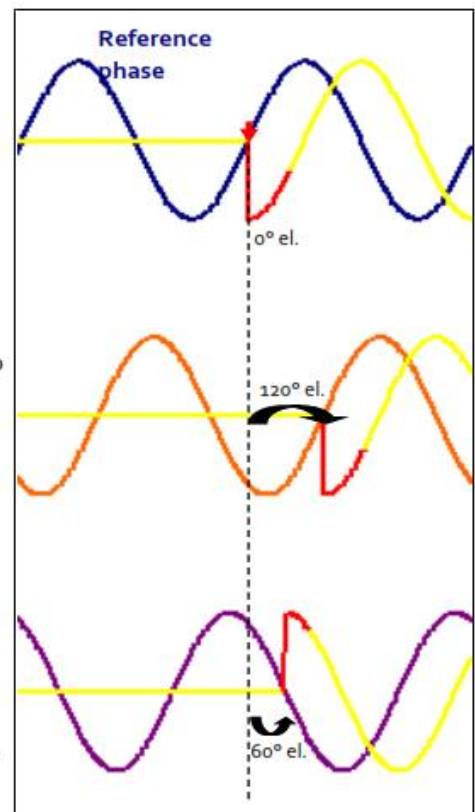
4-4.1-1 Banco único de capacitores

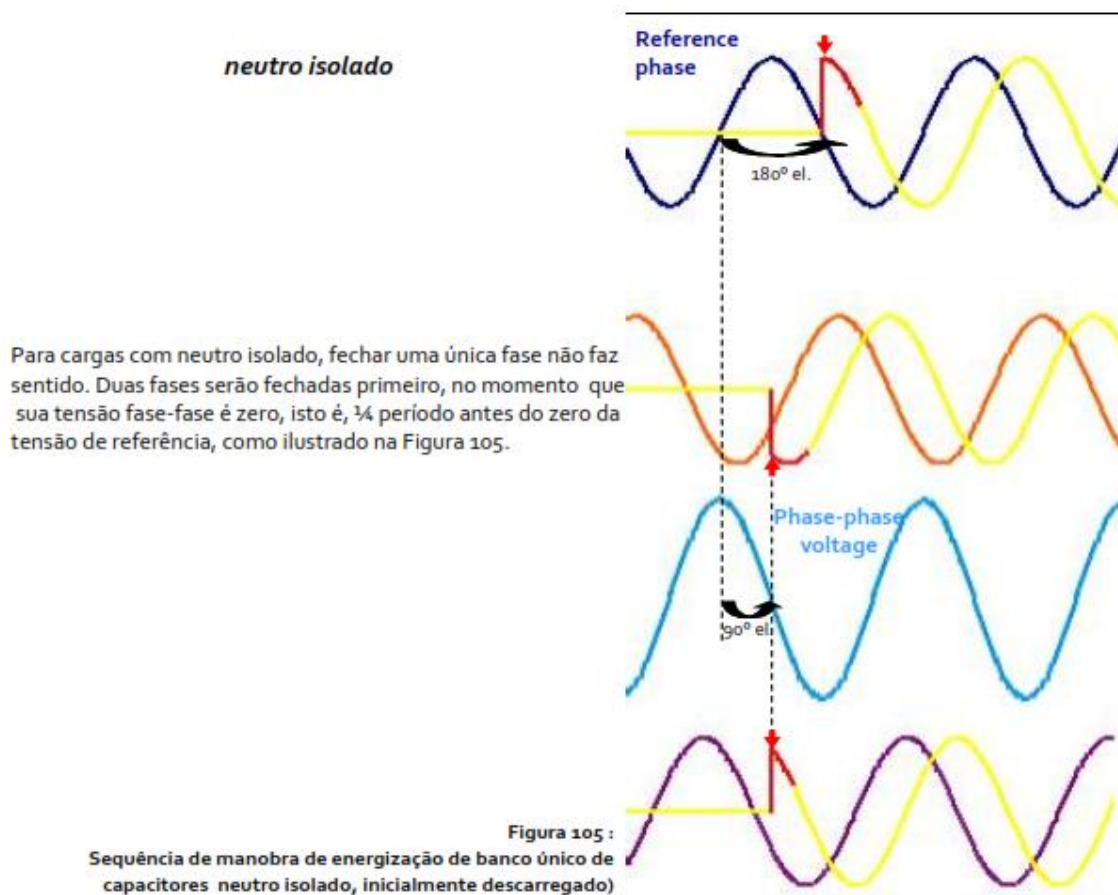
Quando um banco de capacitores inicialmente descarregados deve ser energizado, ele primeiro se comporta como um curto-circuito (tensão 0 entre seus terminais) a ser carregado por elevada corrente de fechamento e alta frequência. A tensão através do capacitor então aumenta com seu processo de carregamento de 0 até o nível nominal de alta tensão.

neutro aterrado

A queda de tensão que ocorre no início do processo de carregamento pode afetar a qualidade do sistema elétrico. Por esse motivo, o ponto alvo para a energização do banco de capacitores é a passagem de tensão zero (veja a Figura 104), limitando assim a amplitude e a frequência das correntes na energização da carga.

Figura 104 :
Sequência de fechamento na energização de banco único de capacitor
(neutro aterrado, inicialmente descarregado)





4-4.1-2 Banco de capacitores em contraposição (back to back)

A amplitude e a frequência das corrente de fechamento são ainda maiores no caso de um segundo banco de capacitores ser energizado próximo ao primeiro. A impedância de seu circuito de interconexão é o primeiro fator limitante das correntes de "inrush". Porém, mesmo com circuitos de interconexão de alta impedância, uma queda significativa pode ocorrer na tensão do sistema durante essa energização "back to back" do banco de capacitores.

Nesse caso, o ponto alvo mais adequado para energizar o primeiro banco de capacitores (inicialmente descarregado) é no momento em que sua tensão é a mesma que no segundo banco de capacitores (inicialmente carregado).

A única solução é selecionar um ponto alvo no zero de tensão de cada banco, conforme ilustrado na seção 4.4.1-1 acima.

4-4.2 Operação de abertura

Interromper correntes capacitivas não é um problema para os disjuntores atuais. Essa operação não causa transitórios significativos.

Caso o RPH3 seja usado para abertura controlada de bancos de capacitores, aplica os mesmos pontos alvo dos transformadores (consulte a seção 0).



4-5 Manobra de linhas de transmissão AT

Para esse tipo de aplicação, o RPH3 deve ser usado com a variante dedicada do firmware incorporado: "RPH3-L".

4-5.1 Operação de fechamento

As manobras de fechamento e religamento em linhas de transmissão descarregadas geram uma onda de tensão que, quando refletida na extremidade aberta da linha, pode levar a sobretensões significativas ao longo do comprimento da linha, com um máximo próximo ao seu ponto de terminação.

A amplitude dessas sobretensões pode ter um impacto muito significativo no custo da linha, uma vez que determina o nível de isolamento para cada torre da linha.

As operações de religamento nas linhas levam a sobretensões mais elevadas do que aquelas geradas pelo fechamento único. Isso se deve ao fato de a linha ter mantido uma carga presa com a polaridade oposta. A tensão assim obtida pode dobrar de amplitude em relação a que teria se tivesse havido uma única operação de fechamento nessa mesma linha sem carga. No entanto, o religamento será efetuado apenas se ocorrer uma falha em qualquer lugar da rede e os processos transitórios associados a serem limitados pelo RPH3 vão depender da estratégia de proteção do religamento:

- Fechamento monofásico: essa estratégia não leva a nenhum transitório significativo, uma vez que a linha estava sem carga após a falta (as chances do religamento com a carga presa são limitadas aos cenários de faltas bifásicas e religamentos trifásicos inesperados)
- Religamento trifásico: esta estratégia pode levar a sobretensões elevadas, pois o fechamento de pelo menos as 2 fases de 3 (> 90% das falhas da linha são devidas a faltas monofásicas) é realizado com carga retida.

Assim, a estratégia ideal a ser aplicada pelo RPH3 é fechar ou religar cada CB quando a tensão em seus terminais for a mais próxima possível de zero, a fim de propagar a menor onda de tensão possível ao longo da linha e assim limitar a sobretensão.

No entanto, a aplicação desse tipo de estratégia exige levar em consideração a presença dos TPs da linha e seu tipo (design), pois eles afetam significativamente o processo de carregamento da linha. Eles podem ser de 2 tipos diferentes:

TP "indutivo" que descarrega a linha.

TP "capacitivo" (convencional ou não) que não descarrega a linha.

4-5.1-1 Linhas alimentadas por TPs indutivos

Após a abertura de uma linha sem carga, os TPs indutivos descarregam rapidamente a linha (geralmente em menos de tempo do que é necessário para o religamento). Portanto, o religamento deve ser aplicado em uma linha descarregada da mesma maneira que seria em um capacitor descarregado, conforme mostrado na Figura 106 abaixo:

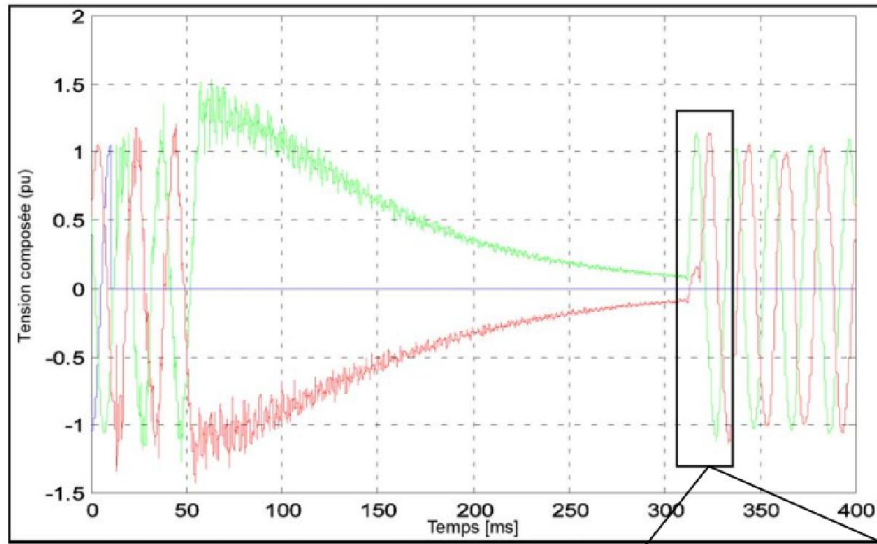


Figura 106 : Descarga religamento em uma linha não compensada alimentada por um TP indutivo

linhas não compensadas alimentadas por TP indutivo neutro aterrado

O ponto alvo do RPH3 para cada fase deve ser definido na passagem da tensão pelo zero para as manobras de fechamento e religamento, como mostra a Figura 107.



Figura 107: Sequência de manobra de religamento sobre linha não compensada alimentada por TP indutivo (neutro aterrado)

*Linhas alimentadas por TPs indutivos
neutro isolado*

Se o modo do neutro do sistema é isolado, o fechamento de uma só fase não é necessário. Duas fases devem ser fechadas primeiro, em um momento em que a sua tensão é nula, ou seja $\frac{1}{4}$ de período antes da passagem pelo zero da fase da referência (ver Figura 108).

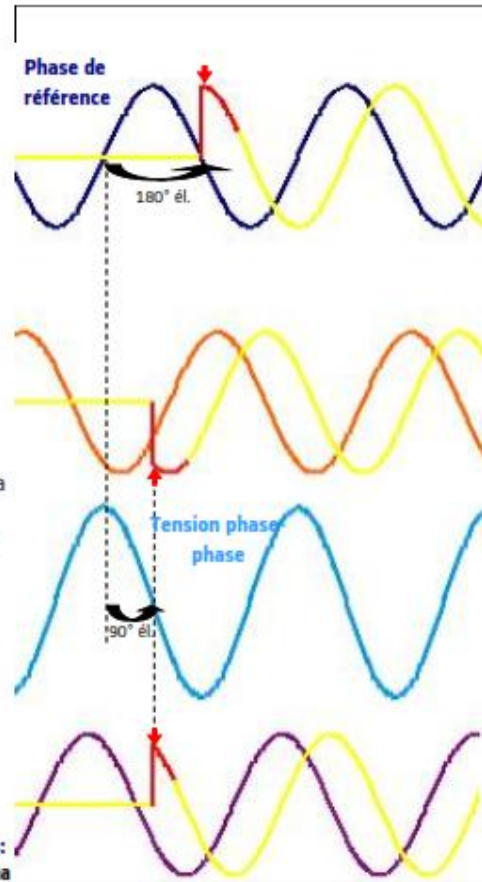


Figura 108:
Sequência de manobra para religamento de uma linha



4-5.1-2 Linhas alimentadas por transformador de potencial capacitivos (TPCs)

Para este tipo de aplicação, a operação de religamento controlado deve ser realizada de maneira diferente, dependendo do nível de carga da linha:

- se a linha estiver completamente descarregada, a manobra deve ser gerenciada como um simples fechamento de uma carga capacitiva (consulte a seção 4-4.1 para obter uma descrição detalhada).
- Se não, a carga retida mantida pela linha pode mudar dependendo das condições climáticas. O TP não é capaz de medir a carga retida, deve ser avaliado (estimativa).

O controlador RPH3 executa automaticamente essa avaliação e opera o disjuntor com a seguinte sequência (I):

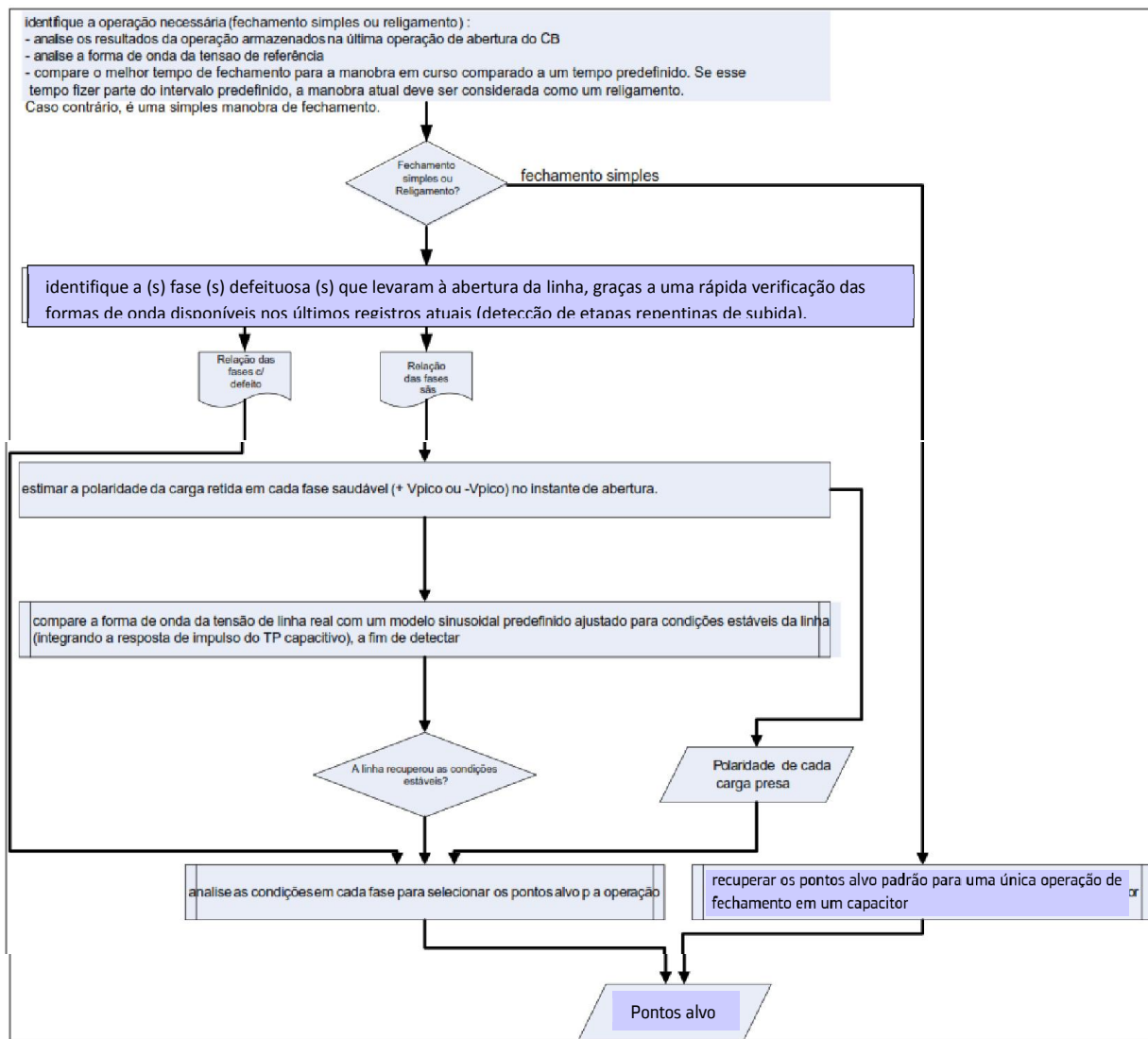


Figura 109: Algoritmo RPH3 para religamento de linha em linhas de transmissão não compensadas, alimentadas por TP capacitivo.

No final do algoritmo acima, cada polo é religado sincronizado com um pico de tensão de referência cujo sinal corresponde à polaridade da carga capturada na fase associada da linha, como ilustrado na Figura 110 abaixo:

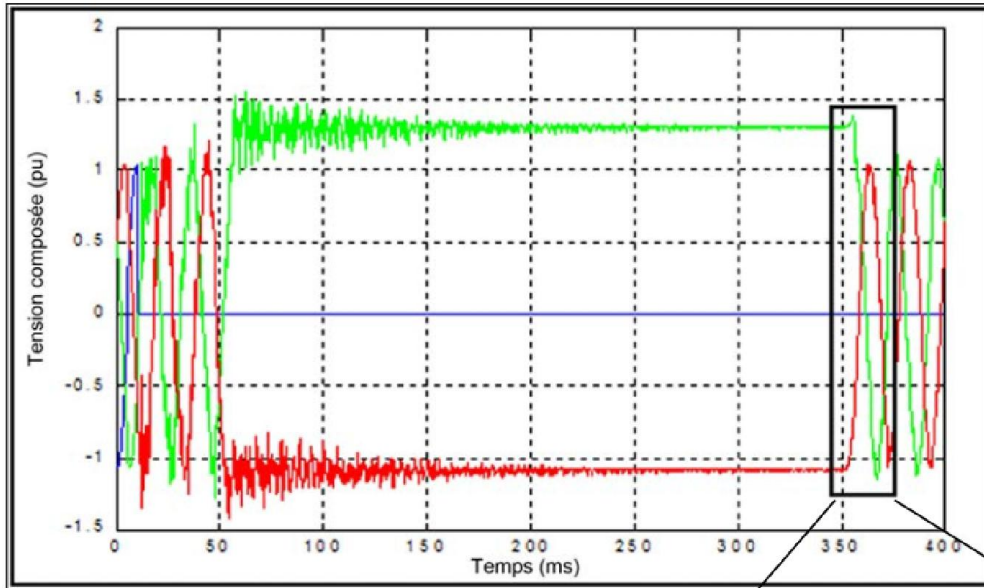


Fig. 110 Religamento de linhas não compensadas alimentadas por TPC

***linhas não compensadas alimentadas por TPCs
 neutro aterrado***

O ponto alvo do RPH para cada fase deve ser definido como um pico de tensão para as manobras de religamento em relação à polaridade da carga retida, como mostra a Figura 111 (exemplo: onde apenas a fase 2 é considerada com falta com uma carga positivo presa).

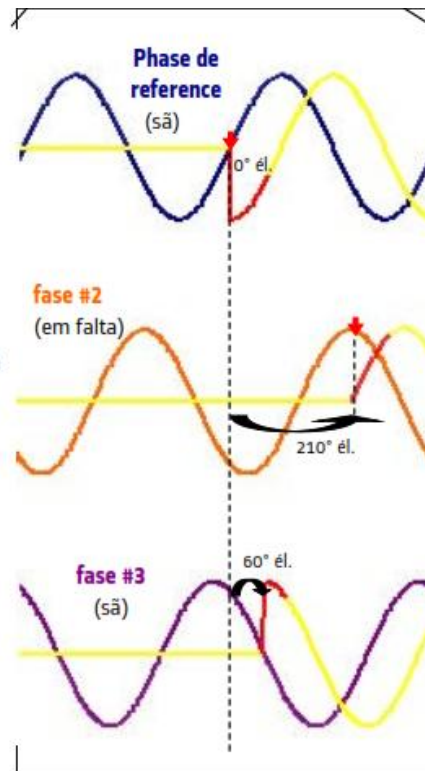


Figura 111 :
 Sequência de manobra ao religar uma linha não compensada alimentada por TPCs (neutro aterrado)



4-5.1-3 Linhas compensadas por reatores

As linhas compensadas por reatores são diferenciadas porque, quando linhas desse tipo são abertas, uma oscilação aparece na tensão da linha com uma frequência entre 50 e 90% da frequência da rede. A tensão que aparece através dos terminais do disjuntor tem, portanto, diferentes graus de flutuação, dependendo do grau de compensação.

O grau de compensação de derivação de uma linha pode variar de um momento para outro, dependendo da potência que passa pela linha. Uma linha pode ter zero, uma ou mais reatâncias de derivação conectadas em momentos diferentes, dependendo da carga. Essas diferenças de compensação não resultam em diferenças de frequência no lado da linha, resultando em um padrão de batimento da forma de onda de tensão (diferença de tensão entre a fonte e a linha) através dos terminais do disjuntor dependendo da compensação (consulte a Figura 1). 112 e Figura 113).

A estratégia ideal, neste caso, é sempre fechar ou religar o disjuntor quando a tensão em seus terminais estiver o mais próximo possível de zero, mas, neste caso, as condições do lado da linha não podem ser calculadas e devem ser avaliadas em tempo real. O momento ideal de comutação para religar é o mínimo batimento da tensão.

Para ativar a comutação controlada para esta aplicação, o controlador RPH3 primeiro executa uma identificação de fases saudáveis / defeituosas em seguida seleciona o ponto alvo mais adequado para religar em cada fase, conforme descrito na seção 0.

O controlador RPH3 usa algoritmos poderosos para avaliar rapidamente parâmetros e criar matematicamente a melhor representação possível da onda de tensão oscilante na linha. As medidas são tomadas em janelas de tempo fixo e depois analisadas com o método Prony.

Paralelamente à execução desse algoritmo, o controlador RPH3 estima a tensão de fonte estabelecida via simplificação (onda senoidal em estado estacionário).

Quando as tarefas anteriores são concluídas, o controlador RPH3 usa todos os parâmetros / informações acima (armazenados) para prever melhor a tensão da linha e o padrão de batimento da tensão através do disjuntor. Esse modelo permite que o software do controlador RPH3 calcule um conjunto das melhores possibilidades de tempo limite para a manobra de religamento de cada fase, da qual extrai os melhores momentos de religamento para cada fase em seguida seleciona o tempo de religamento trifásico, proporcionando o menor atraso entre o religamento da primeira e da última fase.

Se, por qualquer motivo, (transitórios EMC, formas de onda de linha consideravelmente distorcidas, ...), o software não obtiver um conjunto confiável de momentos de fechamento até o final de uma janela de tempo ajustável, a estratégia padrão é então aplicada pelo RPH3: religando na passagem pelo zero da tensão do lado da fonte (consulte seção 4-4.1-1).

Nota: A onda de tensão no lado da linha é melhor descrita como uma soma das funções senoidal e exponencial (amortecimento, com uma constante de tempo longa). O componente de amortecimento não tem influência na localização do modelo de batimento mínimo, portanto, é negligenciado posteriormente.

O componente sinusoidal tem uma frequência fundamental que varia entre 20 e 50 Hz. É essencial que a medição desse sinal de linha seja a mais precisa possível, a fim de garantir a precisão dos tempos de religamento.

Os transformadores de potencial indutivos geralmente estão à altura da tarefa, mas os transformadores de potencial capacitivos (TPC), sintonizados com a frequência industrial, não poderão reproduzir com precisão as oscilações da linha.

Se a linha for alimentada por um TPC, outra solução de medição de tensão trifásica deve necessariamente ser implementada: NCIT ou transformador puramente capacitivo.

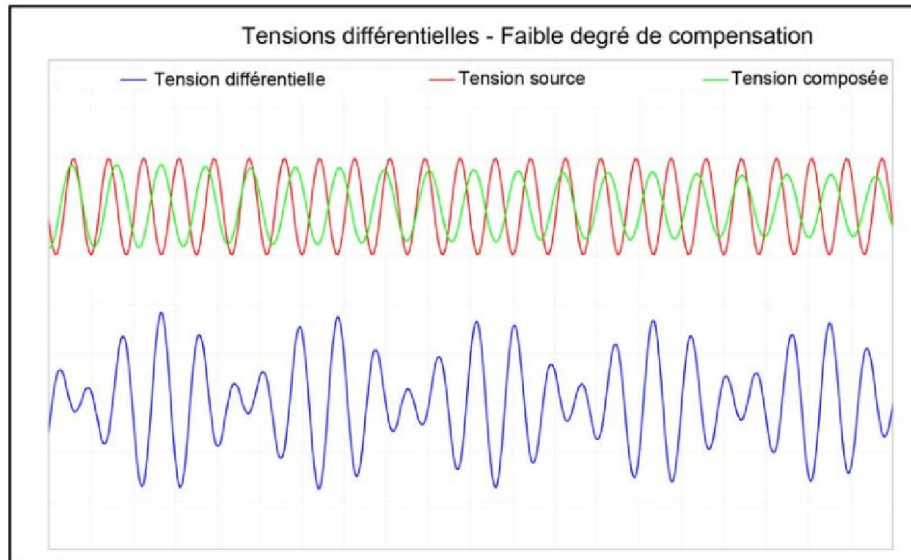


Figura 112: Formas de onda de tensão - linhas com alto grau de compensação

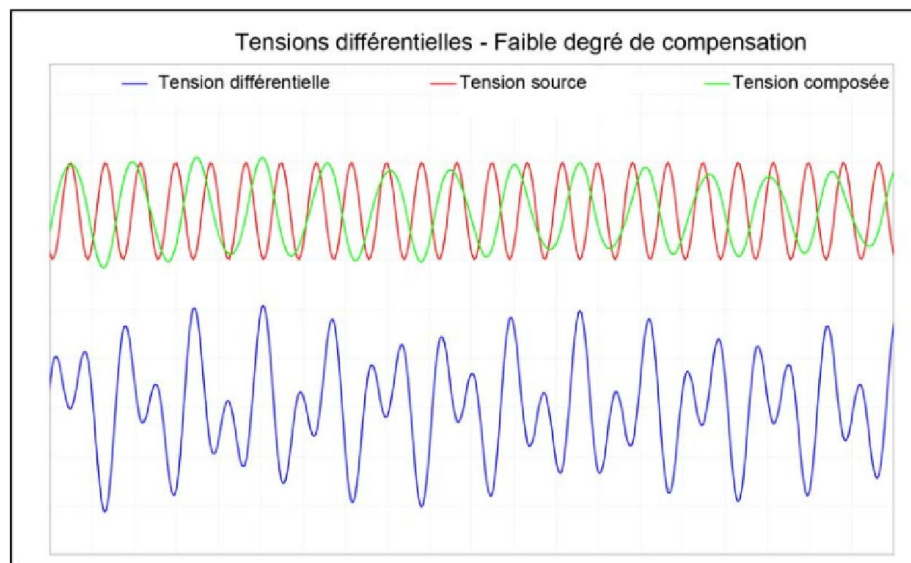


Figura 113: Formas de onda de tensão - linhas com baixo grau de compensação

4-5.2 Manobras de abertura

As manobras de abertura nas linhas (compensadas ou não) devem ser operadas da mesma maneira que nos bancos de capacitores. Consulte a seção 4-4.2 para obter mais detalhes.

4-6 Manobra de cargas indutivas com resistor de aterramento neutro (NGR)

As reatâncias de derivação, bem como os enrolamentos primários do transformador, podem ser conectados ao terra por meio de uma quarta reatância (Reator de aterramento neutro - NGR).

Nesse caso, os pontos alvo do RPH3 para as operações de abertura do disjuntor podem diferir daqueles dos programas de comutação predefinidos do RPH3, dependendo da razão de indutância r entre esta quarta reatância e as reatâncias de carga:

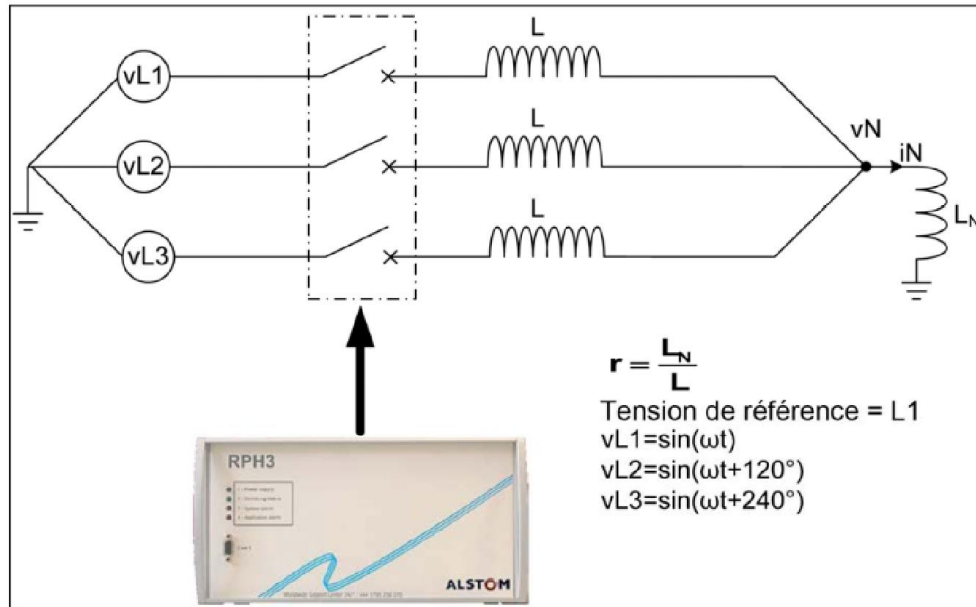


Figura 114: Aterramento do neutro para uma carga indutiva via um NGR

As estratégias de comutação predefinidas do RPH3 correspondem a casos particulares em que $r = 0$ (modo neutro = "aterrado") e $r = +\infty$ (modo neutro = "isolado"): neste caso, os instantes da passagem pelo zero da corrente correspondem aos picos de tensão (ângulos de deslocamento $+90^\circ / +30^\circ / +150^\circ$ para $r = 0$, $+90^\circ / +180^\circ / +180^\circ$ para $r = +\infty$).

A aplicação dessas estratégias, se r não for zero nem infinito, introduziria um erro na localização nos instantes de cruzamento pelo zero da corrente. De qualquer forma, esse erro nunca excede $\sim 1,4$ ms (a 60 Hz) ou $\sim 1,7$ ms (a 50 Hz).

Para garantir um erro máximo de 0,5 ms no instante real da passagem pelo zero da corrente com o RPH3, A GE Grid recomenda considerar os seguintes intervalos:

- $r < 0,3 \Rightarrow$ O modo neutro deve ser "aterrado" e um programa de comutação predefinido deve ser selecionado
- $r > 1 \Rightarrow$ O modo neutro deve ser "isolado" e um programa de comutação predefinido deve ser selecionado.
- $0,3 \leq r \leq 1 \Rightarrow$ O modo neutro deve ser "isolado" e um programa de comutação personalizado predefinido deve ser selecionado ("modo de usuário").



Neste último caso, os ângulos de deslocamento a serem considerados devem ser calculados da seguinte forma (em relação ao instante da passagem pelo zero da tensão de referência):

Programa de manobra do RPH3	Carga	Manobra	Uref			Uref + 120°			Uref + 240°		
			desloc. angular	desloc temporal (ms)		desloc angular	desloc temporal (ms)		desloc angular	desloc temporal (ms)	
				à 50 Hz	à 60 Hz		à 50Hz	à 60Hz		à 50 Hz	à 60 Hz
«Usuário»	Transformador	fechamento	90°	5	4.2	180°	10	8.3	180°	10	8.3
		abertura	Especial			30°	1.7	1.4	150°	8.3	6.9
«Usuário»	Reator	fechamento	90°	5	4.2	30°	1.7	1.4	150°	8.3	6.9
		abertura	Especial			30°	1.7	1.4	150°	8.3	6.9

Tabela 8: Programa de comutação personalizado para cargas indutivas equipadas com NGR

Para campos "Especial", a seguinte fórmula deve ser calculada:

$$\text{Special} = 90^\circ + \text{ArcTan} \left(\frac{\sqrt{3}}{3 + \frac{2}{r}} \right)$$

Onde

$$r = \frac{L_N}{L}$$

Nota 1: a sequência de comutação não deve ser alterada da aplicada se o ponto morto da rede estiver realmente aterrado ($r = 0$) ou isolado ($r = +\infty$):

1. Uref + 120°
2. Uref
3. Uref + 240°

Nota 2: A indutância de uma dada reatância é obtida a partir da sua tensão nominal Ur e sua potência nominal P na aplicação considerada por:

$$L = \frac{U_r^2}{P \cdot \omega} \quad \text{Onde, } \omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$