

RESOLUÇÃO Nº 749, DE 20 DE DEZEMBRO DE 2018

Estabelece requisitos específicos para veículos movidos à propulsão híbrida, híbrida plug-in e elétrica.

O CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN), no uso da competência que lhe confere o art. 12, inciso I, da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro e nos termos do disposto no Decreto nº 4.711, de 29 de maio de 2003, que trata da coordenação do Sistema Nacional de Trânsito (SNT);

Considerando a necessidade de aumentar a segurança nos veículos por meio da harmonização dos requisitos nacionais de segurança veicular com os requisitos internacionais equivalentes, conforme previsto no Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito – PNATRANS; e

Considerando o processo administrativo nº 80000.036570/2017-23,

RESOLVE:

Art. 1º Esta Resolução estabelece os requisitos específicos para veículos movidos à propulsão híbrida, híbrida plug-in e elétrica.

§ 1º Automóveis, caminhonetes, camionetas, utilitários, micro-ônibus, ônibus, caminhões, caminhões-tratores e chassi-plataformas, produzidos e importados, devem cumprir com os requisitos estabelecidos no Anexo I, Capítulo I, ou alternativamente o Anexo II, desta Resolução.

§ 2º Para os requisitos estabelecidos no Anexo I, Capítulos II e III, ou alternativamente no Anexo II desta Resolução, o cumprimento deverá seguir o escopo de categorias definidos em normativos do CONTRAN referentes a impacto frontal e impacto lateral.

Art. 2º Os requisitos referidos no Art. 1º desta resolução aplicar-se-ão aos veículos híbridos, híbridos plug-in e elétricos das categorias automóveis, camionetas, caminhonetes, utilitários, micro-ônibus, ônibus, caminhões, caminhões-tratores e chassi-plataforma produzidos ou importados, a partir de 1º de janeiro de 2023.

Art. 3º Para comprovação do atendimento dos requisitos mencionados no Art. 1º desta Resolução, serão aceitos os resultados de ensaios que cumpram com os Regulamentos UN R100, UN R94 e UN R95, das Nações Unidas, ou com normativa Federal Motor Vehicle Safety Standards FMVSS nº 305, dos Estados Unidos, conforme aplicável.

Art. 4º Os anexos desta Resolução encontram-se disponíveis no sítio eletrônico www.denatran.gov.br.

Art. 5º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, sendo facultado antecipar sua adoção total ou parcial.

Maurício José Alves Pereira
Presidente

Adilson Antônio Paulus
Ministério da Justiça e Segurança Pública

Rone Evaldo Barbosa
Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil

Djailson Dantas de Medeiros
Ministério da Educação

Luiz Otávio Maciel Miranda
Ministério da Saúde

Thomas Paris Caldellas
Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

João Eduardo Moraes de Melo
Ministério das Cidades

João Paulo de Souza
Agência Nacional de Transportes Terrestres

ANEXO I

Aplicação: Os veículos híbridos, híbridos plug-in e elétricos, nacionais e importados, devem cumprir com os requisitos estabelecidos nesta Resolução conforme abaixo:

Veículos	Requisitos
Todos os veículos automotores	Anexo I (Capítulo I) ou alternativamente o Anexo II
Conforme escopos definidos nas Resoluções CONTRAN de Impacto frontal e Impacto Lateral.	Anexo I (Capítulos I e II) ou alternativamente o Anexo II desta resolução.

Capítulo I

1. Estabelece as características e especificações técnicas de veículos híbridos, híbridos plug-in e elétricos;

1.1. Parte I:

Exigências de segurança com relação à propulsão elétrica de veículos com velocidade projetada máxima superior a 25km/h, equipado com um ou mais motores de tração operados por energia elétrica e não conectados de modo permanente à rede, bem como aos seus sistemas e componentes de alta tensão conectados de maneira galvânica ao barramento de alta tensão da propulsão elétrica.

A Parte I deste regulamento não compreende exigências de segurança pós-colisão de veículos.

1.2. Parte II:

Exigências referentes ao Sistema de Armazenamento de Energia Recarregável (REESS) de veículos equipados com um ou mais motores de tração operados por energia elétrica e não conectados de modo permanente à rede.

A Parte II deste Regulamento não se aplica ao REESS cujo uso primário seja a alimentação para a partida do motor e/ou iluminação e/ou outros sistemas auxiliares do veículo.

2. Definições

Para os fins deste Regulamento, as seguintes definições são aplicáveis:

2.1. "Modo de condução ativa" corresponde ao modo de operação do veículo no qual o acionamento de pressão no pedal do acelerador (ou acionamento de um controle equivalente) ou a liberação do sistema de freio faz com que a propulsão elétrica mova o veículo.

2.2. "Barreira" corresponde à parte de proteção contra o contato direto com as partes energizadas por qualquer local de acesso.

2.3. "Célula" corresponde a uma única unidade eletroquímica encapsulada contendo um eletrodo positivo e um negativo que apresente um diferencial de tensão entre seus dois terminais.

2.4 "Conexão condutiva" corresponde à conexão usando conectores em uma fonte de alimentação externa quando o sistema de armazenamento de energia recarregável (REESS) é carregado.

2.5. "Sistema para carregamento do Sistema de Armazenamento de Energia Recarregável (REESS)" corresponde ao circuito elétrico de uma fonte de alimentação externa, incluindo a entrada de alimentação do veículo, usado para carregar o REESS.

2.6. "Taxa C" de "n C" corresponde à corrente constante do dispositivo testado, que leva 1/n horas para carregar ou descarregar o dispositivo testado entre 0 por cento e 100 por cento do estado de carga.

2.7. "Contato direto" corresponde ao contato de pessoas com partes energizadas.

2.8. "Quadro elétrico" corresponde a um conjunto de peças condutoras eletricamente conectadas entre si, cujo potencial é tomado como referência.

2.9. "Circuito elétrico" corresponde a um conjunto de partes energizadas conectadas, projetado para ser energizado eletricamente na operação normal.

2.10. "Sistema de conversão de energia elétrica" corresponde a um sistema que gera e fornece alimentação elétrica para propulsão elétrica.

2.11. "Propulsão por força elétrica" corresponde ao circuito elétrico que inclui os motores de tração e pode incluir o REESS, o sistema de conversão de energia elétrica, os conversores eletrônicos, os conectores e chicotes de fiação correspondentes e o sistema de acoplamento para o carregamento do REESS.

2.12. "Conversor eletrônico" corresponde a um dispositivo capaz de controlar e/ou converter energia elétrica para a propulsão elétrica.

2.13. "Compartimento" corresponde à unidade que encerra as unidades internas e fornece proteção contra o contato direto por qualquer local de acesso.

2.14. "Parte condutora exposta" corresponde à parte condutora que pode ser tocada de acordo com as disposições de proteção do IPXXB e que torna-se eletricamente energizada quando há falhas no isolamento. Isso inclui partes com tampas ou coberturas que podem ser removidas sem o uso de ferramentas.

2.15. "Explosão" corresponde à liberação súbita de energia suficiente para gerar ondas de pressão e/ou projéteis que possam causar danos estruturais e/ou físicos à área circundante do dispositivo testado.

2.16. "Fonte de alimentação externa" corresponde a uma fonte de alimentação de corrente alternada (AC) ou corrente contínua (DC) localizada fora do veículo.

2.17. "Alta Tensão" corresponde à classificação de um circuito ou componente elétrico caso sua tensão operacional seja $> 60 \text{ V}$ e $\leq 1500 \text{ V DC}$ ou $> 30 \text{ V}$ e $\leq 1000 \text{ V AC}$, em valor quadrático

médio (rms).

2.18. "Fogo" corresponde à projeção de chamas em um dispositivo testado. Faíscas e arco-elétricos não serão considerados chamas.

2.19. "Eletrólito inflamável" corresponde a um eletrólito que contém substâncias classificadas como "líquido inflamável" de Classe 3 de acordo com Recomendações da ONU.

2.20. "Barramento de alta tensão" corresponde ao circuito elétrico, incluindo o sistema de acoplamento para carregamento do REESS, que opera em alta tensão.

2.21. "Contato indireto" corresponde ao contato de pessoas com partes condutoras expostas.

2.22. "Partes energizadas" corresponde às partes condutivas que serão energizadas eletricamente em condições de uso normal.

2.23. "Compartimento do porta-malas" corresponde ao espaço no veículo para acomodação de bagagens, composto por teto, capô, assoalho e paredes laterais, bem como a barreira e o compartimento fornecidos para a proteção dos ocupantes contra o contato direto com partes energizadas, separado do compartimento do passageiro pela divisória dianteira ou divisória traseira.

2.24. "Fabricante" corresponde à pessoa ou companhia responsável por todos os aspectos de fabricação e certificação do produto. Não é fundamental que a pessoa ou a companhia tenha envolvimento direto em todos os estágios da construção do veículo, sistema ou componente submetido ao processo de homologação.

2.25. "Sistema de monitoramento da resistência ao isolamento em bordo" corresponde ao dispositivo que monitora a resistência ao isolamento entre os barramentos de alta tensão e o quadro elétrico.

2.26. "Bateria de tração aberta" corresponde a uma bateria líquida que requer reabastecimento de água e gera gás de hidrogênio que é liberado para a atmosfera.

2.27. "Compartimento do passageiro" corresponde ao espaço acomodação de ocupantes, composto por teto, assoalho, paredes laterais, portas, vidros de janela, divisória dianteira e divisória traseira ou porta traseira, bem como barreiras e compartimentos fornecidos para a proteção dos ocupantes contra o contato direto com partes energizadas.

2.28. "Grau de proteção" corresponde à proteção fornecida por uma barreira/um compartimento contra o contato com partes energizadas por uma sonda de teste, como um dedo de ensaio (IPXXB) ou um fio de ensaio (IPXXD) conforme definido na Seção I.

2.29. "Sistema de Armazenamento de Energia Recarregável (REESS)" corresponde ao sistema de armazenamento de energia recarregável que fornece energia elétrica para propulsão elétrica. O REESS pode incluir subsistemas junto com os sistemas auxiliares necessários para suporte físico, gerenciamento térmico, controle eletrônico e compartimentos.

2.30. "Ruptura" corresponde a uma abertura no compartimento de qualquer conjunto de célula criada ou ampliada por um determinado acontecimento, cuja dimensão é grande o suficiente para

permitir que uma sonda de teste dedo de ensaio (IPXXB) com 12 mm de diâmetro penetre e entre em contato com partes energizadas (consulte a Seção I).

2.31. "Desconexão de manutenção" corresponde ao dispositivo de desativação do circuito elétrico quando se realiza inspeções e serviços no REESS, na bateria de combustível, etc.

2.32. "Estado de Carga (SOC)" corresponde à carga elétrica disponível em um dispositivo testado indicada como porcentagem da sua capacidade nominal.

2.33. "Isolante sólido" corresponde ao revestimento isolante de chicotes de fiação instalados para cobrir e proteger as partes energizadas contra contato direto por qualquer local de acesso, a coberturas para o isolamento de partes energizadas de conectores e ao verniz ou à tinta aplicados com finalidade de isolamento.

2.34. "Subsistema" corresponde a qualquer conjunto funcional de componentes do REESS.

2.35. "Dispositivo testado" corresponde ao REESS completo ou o subsistema de um REESS submetido aos testes descritos neste Regulamento.

2.36. "Modelo de REESS" corresponde a sistemas que não diferem consideravelmente quanto a aspectos fundamentais como:

- (a)) O nome comercial ou a marca do fabricante;
- (b) A capacidade, as características químicas e dimensões físicas das suas células;
- (c)) O número, modo de conexão e suporte físico de células;
- (d) A construção, os materiais e as dimensões físicas do compartimento; e
- (e) Os dispositivos auxiliares necessários para suporte físico, gerenciamento térmico e controle eletrônico.

2.37. "Modelo de veículo" corresponde a veículos que não são diferentes quanto a aspectos como:

- (a) Instalação da propulsão por força elétrica e o barramento de alta tensão conectado de forma galvânica;
- (b) Natureza e tipo da propulsão por força elétrica e dos componentes de alta tensão conectados de forma galvânica.

2.38. "Tensão operacional" corresponde ao maior valor de uma raiz quadrática média (rms) de uma tensão de circuito elétrico, especificado pelo fabricante, que pode ocorrer entre quaisquer partes condutivas em condições de circuito aberto ou operação normal. Caso o circuito elétrico seja dividido por isolamento galvânico, a tensão operacional é definida por cada circuito dividido, respectivamente.

3. Parte I: Exigências para um veículo com relação à sua segurança elétrica

3.1. Proteção contra choques elétricos

Essas exigências de segurança elétrica aplicam-se a barramentos de alta tensão não conectados a fontes de alimentação externas de alta tensão.

3.1.1. Proteção contra contato direto

A proteção contra contato direto com partes energizadas também é exigida para veículos equipados com qualquer REESS homologado de acordo com a Parte II deste Regulamento.

A proteção contra contato direto com as partes energizadas será conforme os itens 3.1.1.1. e 3.1.1.2. Essas proteções (isolante sólido, barreira, compartimento, etc.) não poderão ser abertas, desmontadas ou removidas sem o uso de ferramentas.

3.1.1.1. Para a proteção de partes energizadas dentro do compartimento do passageiro ou do porta-malas, o grau de proteção IPXXD será providenciado.

3.1.1.2. Para a proteção de partes energizadas que não estejam dentro do compartimento do passageiro ou do porta-malas, o grau de proteção IPXXB será providenciado.

3.1.1.3. Conectores

Os conectores (incluindo a entrada de alimentação do veículo) devem cumprir esta exigência caso:

- (a) Estejam em conformidade com os itens 3.1.1.1. e 3.1.1.2. quando podem ser separados sem o uso de ferramentas, ou
- (b) Estejam localizados embaixo do assoalho e possuam um mecanismo de trava, ou
- (c) Sejam fornecidos com um mecanismo de trava e outros componentes possam ser removidos com o uso de ferramentas para separar o conector, ou
- (d) A tensão das partes energizadas torna-se igual ou inferior a DC 60V ou AC 30V (rms) dentro de um segundo após a separação do conector.

3.1.1.4. Desconexão de manutenção

Uma desconexão de manutenção que possa ser aberta, desmontada ou removida sem o uso de ferramentas é admissível caso possua o grau de proteção IPXXB.

3.1.1.5. Marcação

3.1.1.5.1. No caso de um REESS que tenha capacidade de alta tensão, o símbolo da Figura 1 aparecerá em ou próximo ao REESS. O fundo do símbolo será amarelo, o contorno e a seta pretos.



Figura 1 - Marcação de equipamento de alta tensão

3.1.1.5.2. O símbolo também será visível em compartimentos e barreiras que, quando removidos, exponham partes energizadas de circuitos de alta tensão. Esta disposição é opcional para qualquer conector de barramentos de alta tensão. Esta disposição não será aplicável em quaisquer dos seguintes casos:

- (a) Quando barreiras ou compartimentos não possam ser acessados, abertos ou removidos

fisicamente, a menos que outros componentes do veículo sejam removidos com o uso de ferramentas;

(b) Quando barreiras ou compartimentos estiverem localizados sob o assoalho do veículo.

3.1.1.5.3. Cabos de barramentos de alta tensão que não estejam localizados dentro de compartimentos serão identificados por um revestimento externo laranja.

3.1.2. Proteção contra contato indireto

A proteção contra contato indireto também é exigida para veículos equipados com qualquer REESS homologado de acordo com a Parte II deste Regulamento.

3.1.2.1. Para proteção contra choques elétricos provenientes de contato indireto, as partes condutivas expostas, como a barreira condutiva e o compartimento, serão conectados de forma galvânica firmemente ao quadro elétrico por meio de cabo elétrico, fio terra, soldagem ou parafusos, etc., de modo que não haja potencial perigo.

3.1.2.2. A resistência entre todas as partes condutivas expostas e o quadro elétrico será inferior a 0,1 ohm quando houver fluxo de corrente de, pelo menos, 0,2 Amperes.

Esta exigência é cumprida quando a conexão galvânica for realizada por meio de soldagem.

3.1.2.3. No caso de veículos motorizados destinados a uma conexão à fonte de alimentação externa aterrada por meio de conexão condutiva, será providenciado um dispositivo que permita a conexão galvânica do quadro elétrico à terra.

O dispositivo deve permitir a conexão à terra antes que a tensão externa seja utilizada pelo veículo e preservar a conexão até que tal tensão seja removida.

A conformidade com esta exigência pode ser identificada pelo uso do conector especificado pelo fabricante do carro ou por meio de análise.

3.1.3. Resistência ao isolamento

3.1.3.1. Propulsão de força elétrica constituído de barramentos de Corrente Contínua ou Corrente Alternada separados

Caso barramentos de alta tensão AC e DC sejam isolados entre si de forma galvânica, a resistência ao isolamento entre o barramento de alta tensão e o quadro elétrico terá um valor mínimo de 100 Ω /volt da tensão operacional para barramentos DC e um valor mínimo de 500 Ω /volt da tensão operacional para barramentos AC.

A medição será realizada de acordo com o Subseção I "Método de medição da resistência ao isolamento para testes de veículos".

3.1.3.2. Propulsão de força elétrica constituído de barramentos AC e DC combinados

Caso barramentos de alta tensão AC e DC sejam conectados de forma galvânica, a resistência ao isolamento entre o barramento de alta tensão e o quadro elétrico terá um valor mínimo de 500 Ω /volt da tensão operacional.

No entanto, caso todos os barramentos de alta tensão AC sejam protegidos por uma das 2 medidas a seguir, a resistência ao isolamento entre o barramento de alta tensão e o quadro elétrico terá um valor mínimo de 100 Ω /V da tensão operacional:

(a) Duas ou mais camadas de isolantes sólidos, barreiras ou compartimentos que cumprem a exigência do parágrafo 3.1.1. independentemente, como chicotes de fiação, por exemplo;

(b) Proteções mecanicamente resistentes que possuem durabilidade superior à vida útil do veículo, como compartimentos de motor, conectores e compartimentos de conversor eletrônicos;

A resistência ao isolamento entre o barramento de alta tensão e o quadro elétrico poderá ser demonstrada por cálculo, medição ou combinação de ambos.

A medição será realizada de acordo com a Subseção I "Método de medição da resistência ao isolamento para testes de veículos".

3.1.3.3. Veículos movidos a pilha de combustível

Caso a exigência de resistência ao isolamento mínima não possa ser mantida ao longo do tempo, a proteção será alcançada por um dos seguintes procedimentos:

(a) Duas ou mais camadas de isolantes sólidos, barreiras ou compartimentos que cumpram a exigência do item 3.1.1. independentemente;

(b) Sistema de monitoramento da resistência ao isolamento de bordo com um alerta ao condutor caso a resistência ao isolamento caia para um valor inferior ao mínimo exigido. A resistência ao isolamento entre o barramento de alta tensão do sistema de acoplamento para o carregamento do REESS, que não é energizado exceto em tal carregamento, e o quadro elétrico não precisa ser monitorada. A função do sistema de monitoramento da resistência ao isolamento de bordo será confirmada conforme a Seção III.

3.1.3.4. Exigência de resistência ao isolamento para o sistema de acoplamento para carregamento do REESS

Para a entrada de alimentação do veículo a ser conectada de maneira condutiva à fonte de alimentação externa AC aterrada e o circuito elétrico conectado de forma galvânica à entrada de alimentação do veículo durante o carregamento do REESS, a resistência ao isolamento entre o barramento de alta tensão e o quadro elétrico será de pelo menos 1 MΩ quando o acoplador de carregamento for desconectado. Durante a medição, a bateria de tração pode ser desconectada.

3.2. Sistema de Armazenamento de Energia Recarregável (REESS)

3.2.1. Para um veículo com REESS, a exigência dos itens 3.2.1.1. ou 3.2.1.2. será cumprida.

3.2.1.1. Um REESS homologado de acordo com a Parte II deste Regulamento será instalado conforme as instruções determinadas pelo fabricante do REESS.

3.2.1.2. O REESS cumprirá as respectivas exigências do item 6. deste Regulamento.

3.2.2. Acúmulo de gás

Os locais que contêm baterias de tração abertas que possam produzir gás hidrogênio terão ventoinha ou duto de ventoinha para impedir o acúmulo de gás hidrogênio.

3.3. Segurança funcional

Pelo menos uma indicação temporária será dada ao condutor quando o veículo estiver no "modo de condução ativa".

No entanto, esta disposição não se aplica quando um motor de combustão interna fornece direta ou indiretamente a potência propulsora do veículo.

Ao sair do veículo, o condutor será informado, por um sinal (ex., visual ou sonoro), acerca do estado do modo de condução ativa.

Caso o REESS de bordo possa ser carregado externamente pelo usuário, a movimentação do veículo pelo seu próprio sistema de propulsão será impossível desde que o conector da fonte de alimentação externa esteja conectado fisicamente à entrada do veículo.

A conformidade com esta exigência será identificada pelo uso do conector especificado pelo fabricante do veículo.

O estado da unidade de transmissão do controle de direção será sinalizado ao condutor.

3.4. Determinação de emissões de hidrogênio

3.4.1. Este teste será realizado em todos os veículos equipados com bateria de tração aberta. Caso o REESS tenha sido aprovado de acordo com a Parte II deste Regulamento e instalado conforme o item 3.2.1.1., este teste pode ser omitido para a homologação do veículo.

3.4.2. O teste será realizado de acordo com o método descrito no ANEXO 1.4 deste Regulamento. A amostragem e a análise de hidrogênio serão conforme descritas. Outros métodos de análise podem ser aprovados caso seus resultados sejam comprovadamente equivalentes.

3.4.3. Durante um procedimento normal de carregamento nas condições determinadas no ANEXO 1.4, as emissões de hidrogênio serão inferiores a 125 g durante 5 h, ou inferiores a 25 x t₂ g durante t₂ (em h).

3.4.4. Durante um carregamento realizado por um carregador com falha (condições determinadas na Seção IV), as emissões de hidrogênio serão inferiores a 42 g. Além disso, o carregador limitará esta possível falha a 30 minutos.

3.4.5. Todas as operações relacionadas ao carregamento do REESS serão controladas automaticamente, incluindo a parada para carregamento.

3.4.6. Não será possível assumir o controle manual das fases de carregamento.

3.4.7. Operações normais de conexão e desconexão à rede ou cortes de energia não afetarão o sistema de controle das fases de carregamento.

3.4.8. Falhas importantes de carregamento serão indicadas de modo permanente. Uma falha importante é uma que pode resultar em mau funcionamento do carregador durante posteriores recargas.

3.4.9. O fabricante precisa indicar, no manual do proprietário, a conformidade do veículo com essas exigências.

3.4.10. A homologação concedida a um modelo de veículo com relação às emissões de hidrogênio pode ser estendida a diferentes modelos de veículo pertencentes à mesma família, de

acordo com a definição de família estabelecida na Subseção II o ANEXO 1.4.2.

4. Parte II: Exigências para um Sistema de Armazenamento de Energia Recarregável (REESS) com relação à sua segurança

4.1. Geral

Os procedimentos descritos no Seção V deste Regulamento serão aplicados.

4.2. Vibrações

4.2.1. O teste será realizado de acordo com o Subseção II ANEXO 1.5.2 deste Regulamento.

4.2.2. Critérios de aceitação

4.2.2.1. Durante o teste, não deverá haver indícios de:

- (a) Vazamento de eletrólitos;
- (b) Ruptura (aplicável apenas ao REESS de alta tensão);
- (c) Fogo;
- (d) Explosão.

Os indícios de vazamento de eletrólitos serão inspecionados visualmente sem a desmontagem de qualquer parte do dispositivo testado.

4.2.2.2. Para um REESS de alta tensão, a resistência ao isolamento medida após o teste de acordo com o ANEXO 1.2.2 deste Regulamento não será inferior a 100 Ω /Volt.

4.3. Choque térmico e ciclo

4.3.1. O teste será realizado de acordo com o ANEXO 1.5.3 deste Regulamento.

4.3.2. Critérios de aceitação

4.3.2.1. Durante o teste, não haverá evidência de:

- (a) Vazamento de eletrólitos;
- (b) Ruptura (aplicável apenas ao REESS de alta tensão);
- (c) Fogo;
- (d) Explosão.

Os indícios de vazamento de eletrólitos serão inspecionados visualmente sem a desmontagem de qualquer parte do dispositivo testado.

4.3.2.2. Para um REESS de alta tensão, a resistência ao isolamento medida após o teste de acordo com o ANEXO 1.2.2 deste Regulamento não será inferior a 100 Ω /Volt.

4.4. Impacto mecânico

4.4.1. Choque mecânico

Sob o critério do fabricante, o teste pode ser realizado como:

- (a) Teste de veículo de acordo com o item 4.4.1.1. deste Regulamento, ou
- (b) Testes de componente de acordo com o item 4.4.1.2. deste Regulamento, ou
- (c) Qualquer combinação de (a) e (b) acima, para diferentes direções de percurso do veículo.

4.4.1.1. Teste de veículos

A conformidade com as exigências dos critérios de aceitação do item 4.4.1.3. abaixo pode ser demonstrada pelo REESS instalado em veículos submetidos a testes de colisão de veículo de acordo com as Resoluções CONTRAN que estabelecem o escopo e os requisitos de desempenho para Impacto frontal e impacto lateral. A temperatura ambiente e o SOC estarão de acordo com os Regulamentos referidos.

A aprovação de um REESS testado de acordo com este item será limitada ao modelo de veículo específico.

4.4.1.2. Teste de componentes

O teste será realizado de acordo com o ANEXO 1.5.4 deste Regulamento.

4.4.1.3. Critérios de aceitação

Durante o teste, não deverá haver indícios de:

- (a) Fogo;
- (b) Explosão;
- (c1) Vazamento de eletrólitos, caso o teste seja realizado de acordo com o item 4.4.1.1.:
 - (i) Pelo período entre o impacto e os 30 minutos seguintes, não haverá vazamento de eletrólitos do REESS no compartimento do passageiro;
 - (ii) Não haverá vazamento superior a 7 por cento do volume da capacidade de eletrólitos do REESS na parte externa do compartimento do passageiro (para baterias de tração abertas, um limite máximo de 5 litros também é aplicável);
- (c2) Vazamento de eletrólitos, caso o teste seja realizado de acordo com o item 4.4.1.2.

Após o teste de veículo (item 4.4.1.1.), um REESS localizado dentro do compartimento do passageiro permanecerá na posição de instalação, assim como os seus componentes. Nenhuma parte do REESS localizada fora do compartimento do passageiro entrará neste compartimento durante ou depois dos procedimentos de teste de impacto.

Após o teste de componente (item 4.4.1.2.), o dispositivo testado estará retido por seu suporte e seus componentes permanecerão em suas posições.

Para um REESS de alta tensão, a resistência ao isolamento do dispositivo testado garantirá pelo menos 100 Ω /Volt para todo o REESS medido após o teste de acordo com o ANEXO 1.2.1 ou ANEXO 1.2.2 deste Regulamento ou o grau de proteção IPXXB para tal dispositivo.

Para um REESS testado de acordo com o item 4.4.1.2., os indícios de vazamento de eletrólitos serão inspecionados visualmente sem a desmontagem de qualquer parte do dispositivo testado.

Para a confirmação da conformidade com (c1) do item 4.4.1.3., um revestimento adequado será aplicado, se necessário, à proteção física (compartimento) para confirmar a ocorrência de qualquer vazamento de eletrólitos do REESS resultante do teste de impacto. A menos que o fabricante forneça meios de diferenciação entre o vazamento de diferentes líquidos, qualquer líquido vazado será considerado como eletrólito.

4.4.2. Integridade mecânica

Este teste aplica-se somente ao REESS de instalação prevista em veículos das categorias automóvel, camioneta, caminhonete e utilitários, conforme Resoluções CONTRAN que estabelecem requisitos de desempenho para Impacto frontal e impacto lateral.

Sob o critério do fabricante, o teste pode ser realizado como:

- (a) Teste de veículo de acordo com o item 4.4.2.1. deste Regulamento, ou
- (b) Testes de componente de acordo com o item 4.4.2.2. deste Regulamento.

4.4.2.1. Teste específico de veículo

Sob o critério do fabricante, o teste pode ser realizado como:

- (a) Teste dinâmico de veículo de acordo com o item 4.4.2.1.1. deste Regulamento, ou
- (b) Teste de componente específico de veículo de acordo com o item 4.4.2.1.2. deste Regulamento, ou
- (c) Qualquer combinação de (a) e (b) acima, para diferentes direções de percurso do veículo. Quando o REESS for instalado em uma posição entre uma linha da extremidade posterior do veículo perpendicular à linha central do veículo e 300 mm à frente e paralela a esta linha, o fabricante identificará o desempenho de integridade mecânica do REESS no veículo. A aprovação de um REESS testado de acordo com este parágrafo será limitada ao modelo de veículo específico.

4.4.2.1.1. Teste dinâmico de veículos

A conformidade com as exigências dos critérios de aceitação do item 4.4.2.3. abaixo pode ser demonstrada pelo REESS instalado em veículos submetidos a testes de colisão de acordo com as Resoluções CONTRAN que estabelecem requisitos de desempenho para Impacto frontal e impacto lateral. A temperatura ambiente e o SOC estarão de acordo com os Regulamentos referidos.

4.4.2.1.2. Teste de componente específico de veículo

O teste será realizado de acordo com o ANEXO 1.5.5 deste Regulamento. A força de esmagamento substituta da força prescrita no item 3.2.1. do ANEXO 1.5.5 será determinada pelo fabricante do veículo usando os dados obtidos dos testes de colisão efetuados ou a simulação destes conforme especificado nas Resoluções CONTRAN que estabelecem requisitos de desempenho para Impacto frontal e impacto lateral.

Os fabricantes podem usar forças derivadas dos dados obtidos de procedimentos de teste de colisão alternativos, porém, essas forças serão iguais ou superiores às forças resultantes do uso de dados de acordo com os Regulamentos especificados acima.

O fabricante pode definir as partes relevantes da estrutura do veículo usado para a proteção mecânica dos componentes do REESS. O teste será realizado com o REESS montado na estrutura do veículo de modo a representar a sua real instalação.

4.4.2.2. Teste de componentes

O teste será realizado de acordo com o ANEXO 1.5.5 deste Regulamento. O REESS aprovado de acordo com este parágrafo será instalado em uma posição entre os dois planos: (a) um plano vertical perpendicular à linha central do veículo localizada 420 mm atrás da extremidade dianteira do veículo; e (b) um plano vertical perpendicular à linha central do veículo localizada 300 mm à frente da extremidade traseira do veículo.

As restrições de montagem serão registradas pelo fabricante.

A força de esmagamento especificada no item 3.2.1. do ANEXO 1.5.5 pode ser substituída pelo valor declarado pelo fabricante, caso no qual a força de esmagamento será documentada pelo fabricante, como restrição de montagem. Neste caso, o fabricante do veículo que utiliza tal REESS demonstrará, durante o processo de aprovação da Parte I deste Regulamento, que a força de contato do REESS não excederá o valor declarado pelo seu fabricante.

Tal força será determinada pelo fabricante do veículo usando os dados obtidos do teste de colisão efetuado ou sua simulação conforme especificado nas Resoluções CONTRAN que estabelecem requisitos de desempenho para Impacto frontal e impacto lateral na direção horizontalmente perpendicular à direção de percurso.

Os fabricantes podem usar forças derivadas dos dados obtidos de procedimentos de teste de colisão alternativos, porém, essas forças serão iguais ou superiores às forças resultantes do uso de dados de acordo com os regulamentos especificados acima.

4.4.2.3. Critérios de aceitação

Durante o teste, não deverá haver indícios de:

- (a) Fogo;
 - (b) Explosão;
 - (c1) Vazamento de eletrólitos, caso o teste seja realizado de acordo com o item 4.4.1.1.:
 - (i) Pelo período entre o impacto e os 30 minutos seguintes, não haverá vazamento de eletrólitos do REESS no compartimento do passageiro;
 - (ii) Não haverá vazamento superior a 7 por cento do volume da capacidade de eletrólitos do REESS na parte externa do compartimento do passageiro (para baterias de tração abertas, um limite máximo de 5 litros também é aplicável).
 - (c2) Vazamento de eletrólitos, caso o teste seja realizado de acordo com o item 4.4.2.2. Para um REESS de alta tensão, a resistência ao isolamento do dispositivo testado garantirá pelo menos 100 Ω /Volt para todo o REESS medido de acordo com o ANEXO 1.2.1 ou ANEXO 1.2.2 deste Regulamento ou o grau de proteção IPXXB para tal dispositivo.
- Caso o teste seja realizado de acordo com o item 4.4.2.2., os indícios de vazamento de eletrólitos serão inspecionados visualmente sem a desmontagem de qualquer parte do dispositivo testado.

Para a confirmação da conformidade com (c1) do item 4.4.2.3., um revestimento adequado será aplicado, se necessário, à proteção física (compartimento) para confirmar a ocorrência de qualquer vazamento de eletrólitos do REESS resultante do teste de impacto. A menos que o fabricante forneça meios de diferenciação entre o vazamento de diferentes líquidos, qualquer líquido vazado será considerado como eletrólito.

4.5. Resistência ao fogo

Este teste é exigido para o REESS que contenha eletrólito inflamável.

Este teste não será necessário quando o REESS for instalado no veículo de modo que a superfície inferior do seu compartimento esteja a mais de 1,5 m acima do chão. Sob o critério do fabricante, este teste pode ser realizado mesmo que a superfície inferior do REESS esteja a mais de 1,5 m acima do chão. O teste será realizado em uma amostra de teste.

Sob o critério do fabricante, o teste pode ser realizado como:

- (a) Teste de veículo de acordo com o item 4.5.1. deste Regulamento, ou
- (b) Teste de componente de acordo com o item 4.5.2. deste Regulamento.

4.5.1. Teste de veículos

O teste será realizado de acordo com o item 3.2.1. do ANEXO 1.5.6 deste Regulamento.

A aprovação de um REESS testado de acordo com este item será limitada ao modelo de veículo específico homologado.

4.5.2. Teste de componentes

O teste será realizado de acordo com o item 3.2.2. do ANEXO 1.5.6 deste Regulamento.

4.5.3. Critérios de aceitação

4.5.3.1. Durante o teste, o dispositivo testado não apresentará indícios de explosão.

4.6. Proteção externa contra curto-circuito

4.6.1. O teste será realizado de acordo com o ANEXO 1.5.7 deste Regulamento.

4.6.2. Critérios de aceitação;

4.6.2.1. Durante o teste, não deverá haver indícios de:

- (a)) Vazamento de eletrólitos;
- (b) Ruptura (aplicável apenas ao REESS de alta tensão);
- (c) Fogo;
- (d) Explosão.

Os indícios de vazamento de eletrólitos serão inspecionados visualmente sem a desmontagem de qualquer parte do dispositivo testado.

4.6.2.2. Para um REESS de alta tensão, a resistência ao isolamento medida após o teste de acordo com o ANEXO 1.2.2 deste Regulamento não será inferior a 100 Ω /Volt.

4.7. Proteção contra sobrecarga

4.7.1. O teste será realizado de acordo com o ANEXO 1.5.8 deste Regulamento.

4.7.2. Critérios de aceitação

4.7.2.1. Durante o teste, não deverá haver indícios de:

- (a)) Vazamento de eletrólitos;
- (b) Ruptura (aplicável apenas ao REESS de alta tensão);
- (c) Fogo;
- (d) Explosão.

Os indícios de vazamento de eletrólitos serão inspecionados visualmente sem a desmontagem de qualquer parte do dispositivo testado.

4.7.2.2. Para um REESS de alta tensão, a resistência ao isolamento medida após o teste de acordo com o ANEXO 1.2.2 deste Regulamento não será inferior a 100 Ω /Volt.

4.8. Proteção contra sobredescarga

4.8.1. O teste será realizado de acordo com o ANEXO 1.5.9 deste Regulamento.

4.8.2. Critérios de aceitação

4.8.2.1. Durante o teste, não deverá haver indícios de:

- (a)) Vazamento de eletrólitos;
- (b) Ruptura (aplicável apenas ao REESS de alta tensão);
- (c) Fogo;
- (d) Explosão.

Os indícios de vazamento de eletrólitos serão inspecionados visualmente sem a desmontagem de qualquer parte do dispositivo testado.

4.8.2.2. Para um REESS de alta tensão, a resistência ao isolamento medida após o teste de acordo com o ANEXO 1.2.2 deste Regulamento não será inferior a 100 Ω /Volt.

4.9. Proteção contra sobreaquecimento

4.9.1. O teste será realizado de acordo com o ANEXO 1.5.10 deste Regulamento.

4.9.2. Critérios de aceitação

4.9.2.1. Durante o teste, não deverá haver indícios de:

- (a)) Vazamento de eletrólitos;
- (b) Ruptura (aplicável apenas ao REESS de alta tensão);
- (c) Fogo;

(d) Explosão.

Os indícios de vazamento de eletrólitos serão inspecionados visualmente sem a desmontagem de qualquer parte do dispositivo testado.

4.9.2.2. Para um REESS de alta tensão, a resistência ao isolamento medida após o teste de acordo com o ANEXO 1.2.2 deste Regulamento não será inferior a 100 Ω /Volt.

4.10. Emissão

Considerar-se-á a possível emissão de gases causada pelo processo de conversão de energia durante o uso normal.

4.10.1. As baterias de tração abertas cumprirão as exigências do item 3.4. deste Regulamento com relação a emissões de hidrogênio.

Sistemas com um processo químico fechado serão considerados livres de emissão em operação normal (ex., bateria de íon de lítio).

O processo químico fechado será descrito e registrado pelo fabricante da bateria.

Outras tecnologias serão avaliadas pelo fabricante com relação a quaisquer possíveis emissões em operação normal.

4.10.2. Critérios de aceitação

Para emissões de hidrogênio, consulte o item 3.4. deste Regulamento.

Para sistemas livres de emissão com processo químico fechado, nenhuma verificação é necessária.

Seção I - Proteção contra o contato direto com partes sob tensão

1. Sondas de acesso

As sondas de acesso para verificação da proteção de pessoas contra o acesso a partes energizadas estão descritas na Tabela 1.

2. Condições do teste

A sonda de teste é empurrada contra quaisquer aberturas no compartimento com a força especificada na Tabela 1. Caso penetre parcial ou inteiramente, ela é colocada em todas as posições possíveis, porém, de forma alguma a superfície do batente penetrará inteiramente através da abertura.

Barreiras internas são consideradas parte do compartimento.

Se necessário, deve-se conectar em série uma alimentação de baixa tensão (entre 40 V e 50 V) e um dispositivo de iluminação adequado entre a sonda e as partes energizadas dentro do compartimento ou da barreira.

O método do circuito de sinal também deve ser aplicado às partes energizadas móveis do equipamento de alta tensão.

As partes móveis internas podem ser operadas lentamente, quando possível.

3. Condições de aceitação

A sonda de acesso não tocará as partes energizadas.

Caso esta exigência seja verificada por um circuito de sinal entre a sonda e as partes energizadas, o dispositivo de iluminação não acenderá.

No caso de teste de conformidade com o IPXXB, a sonda de teste articulada pode penetrar seu comprimento de 80 mm, porém, a face do batente (diâmetro 50 mm x 20 mm) não atravessará pela abertura.

Começando da posição reta, ambas as articulações da sonda de teste serão dobradas sucessivamente através de um ângulo de até 90° em relação ao eixo da seção contígua do dedo e colocadas em todas as posições possíveis.

No caso de testes de conformidade com o IPXXD, a sonda de teste articulada pode penetrar inteiramente, porém, a face do batente não atravessará completamente pela abertura.

Primeiro algarismo	Letra adicional	Sonda de acessibilidade (em mm)	Força de ensaio
2	B	Dedo de ensaio articulado Ver Figura 1 para dimensões totais Superfície batente (Ø 50 x 20) 12 Dedo de ensaio articulado (Metal) 80 Material isolante	10 N ± 10 %
4, 5, 6	D	Fio de ensaio: 1,0 mm de diâmetro, 100 mm de comprimento Aproximadamente 100 Ø 10 Punho (material isolante) Esfera 35 ± 0,2 100 ± 0,2 Fio de ensaio rígido (Metal) Bordas sem rebarbas Superfície batente (material isolante) Ø 1 + 0,05 0	1N ± 10 %

Tabela 1 - Sondas de acesso para testes de proteção de pessoas contra acesso a partes perigosas

Subseção I

Método de medição da resistência ao isolamento para testes de veículos

1. Geral

A resistência ao isolamento para cada barramento da alta tensão do veículo será medida ou determinada por cálculo usando os valores de medição de cada parte ou unidade de componente de um barramento de alta tensão (doravante referido como "medição dividida").

2. Método de medição

A medição da resistência ao isolamento será realizada por meio da escolha de um método de medição adequado entre os listados nos itens de 2.1. a 2.2. deste anexo, dependendo da carga elétrica das partes energizadas ou da resistência ao isolamento, etc.

A faixa do circuito elétrico a ser medido será esclarecida previamente, usando diagramas de circuito elétrico, etc.

Além disso, deve-se realizar modificações necessárias para a medição da resistência ao isolamento, como a remoção da tampa para alcançar as partes energizadas, o desenho das linhas de medição, mudança de software, etc.

Nos casos em que os valores medidos não sejam estáveis em função da operação do sistema de monitoramento de resistência ao isolamento de bordo, etc., deve-se realizar modificações necessárias para a medição, como a interrupção da operação ou remoção do dispositivo correspondente. Além disso, quando o dispositivo for removido, será comprovado, usando desenhos e outros meios, que ele não modificará a resistência ao isolamento entre as partes energizadas e o quadro elétrico.

Deve-se tomar todo o cuidado possível com relação à ocorrência de curto-circuito, choques elétricos, etc., pois tal confirmação pode exigir operações diretas do circuito de alta tensão.

Subseção II

Método de medição usando tensão de fontes externas ao veículo

1. Instrumento de medição

Será usado um instrumento de teste de resistência ao isolamento capaz de utilizar uma tensão DC superior à tensão operacional do barramento de alta tensão.

2. Método de medição

Um instrumento de teste de resistência ao isolamento será conectado entre as partes energizadas e o quadro elétrico. Então, a resistência ao isolamento será medida usando uma tensão DC de, pelo menos, metade da tensão operacional do barramento de alta tensão.

Caso o sistema tenha várias faixas de tensão (ex., por causa do conversor boost) em um circuito conectado de forma galvânica e alguns dos componentes não possam suportar a tensão operacional de todo o circuito, a resistência ao isolamento entre esses componentes e o quadro elétrico poderá ser medida separadamente utilizando pelo menos metade da sua tensão operacional com esses componentes desconectados.

2.1. Método de medição usando o REESS do veículo como fonte de tensão DC

2.1.1. Condições do veículo de teste

O barramento de alta tensão será energizado pelo sistema de conversão de energia e/ou REESS do veículo e ao nível de tensão de tal REESS ou sistema ao longo do teste será, pelo menos, a tensão operacional nominal especificada pelo fabricante do veículo.

2.1.2. Instrumento de medição

O voltímetro usado neste teste medirá os valores DC e terá uma resistência interna de pelo menos 10 MΩ.

2.1.3. Método de medição

2.1.3.1. Primeira etapa

A tensão é medida conforme a Figura 3 e a tensão do barramento de alta tensão (V_b) é registrada. V_b será igual ou superior à tensão operacional nominal do REESS e/ou sistema de conversão do veículo conforme especificado pelo fabricante do veículo.

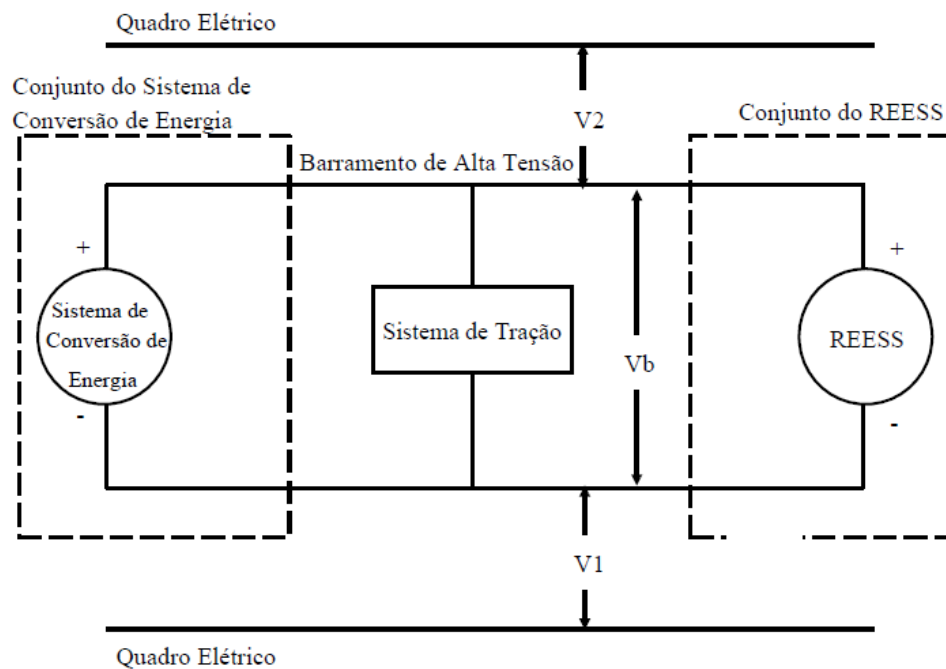


Figura 3 - Medição de V_b , V_1 , V_2

2.1.3.2. Segunda etapa

Meça e registre a tensão (V_1) entre o lado negativo do barramento de alta tensão e o quadro elétrico (veja a Figura 3);

2.1.3.3. Terceira etapa

Meça e registre a tensão (V2) entre o lado positivo do barramento de alta tensão e o quadro elétrico (veja a Figura 3);

2.1.3.4. Quarta etapa

Caso V1 seja igual ou superior a V2, insira uma resistência padrão conhecida (Ro) entre o lado negativo do barramento de alta tensão e o quadro elétrico. Com Ro instalada, meça a tensão (V1') entre o lado negativo do barramento de alta tensão e o quadro elétrico (veja a Figura 4). Calcule o isolamento elétrico (Ri) de acordo com a seguinte fórmula:

$$R_i = R_o \cdot (V_b / V_1' - V_b / V_1) \text{ ou } R_i = R_o \cdot V_b \cdot (1 / V_1' - 1 / V_1)$$

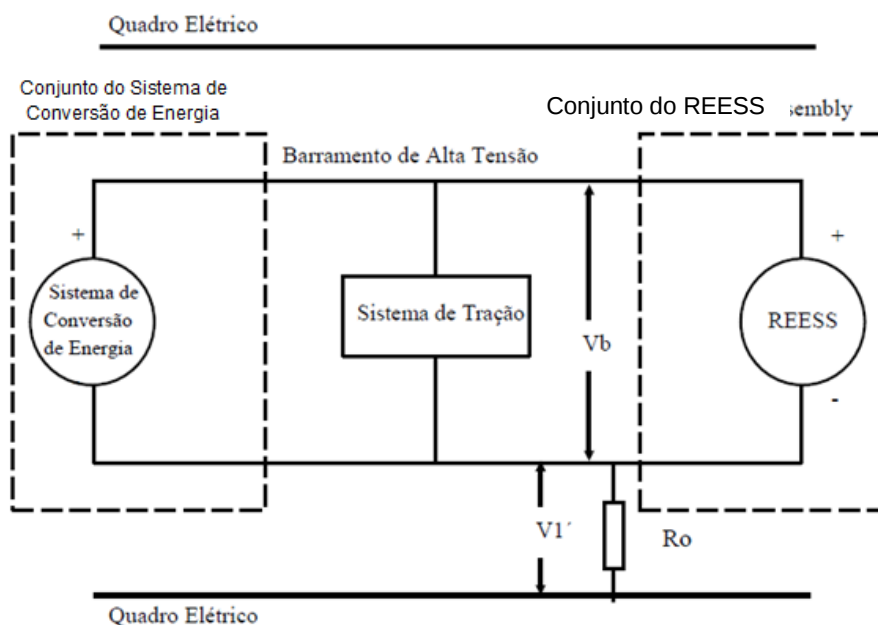


Figura 4 - Medição de V1'

Caso V2 seja superior a V1, insira uma resistência padrão conhecida (Ro) entre o lado positivo do barramento de alta tensão e o quadro elétrico. Com Ro instalada, meça a tensão (V2') entre o lado positivo do barramento de alta tensão e o quadro elétrico (veja a Figura 5); Calcule o isolamento elétrico (Ri) de acordo com a fórmula exibida. Divida este valor de isolamento elétrico (em Ω) pela tensão operacional nominal do barramento de alta tensão (em volts).

Calcule o isolamento elétrico (Ri) de acordo com a seguinte fórmula:

$$R_i = R_o \cdot (V_b / V_2' - V_b / V_2) \text{ ou } R_i = R_o \cdot V_b \cdot (1 / V_2' - 1 / V_2)$$

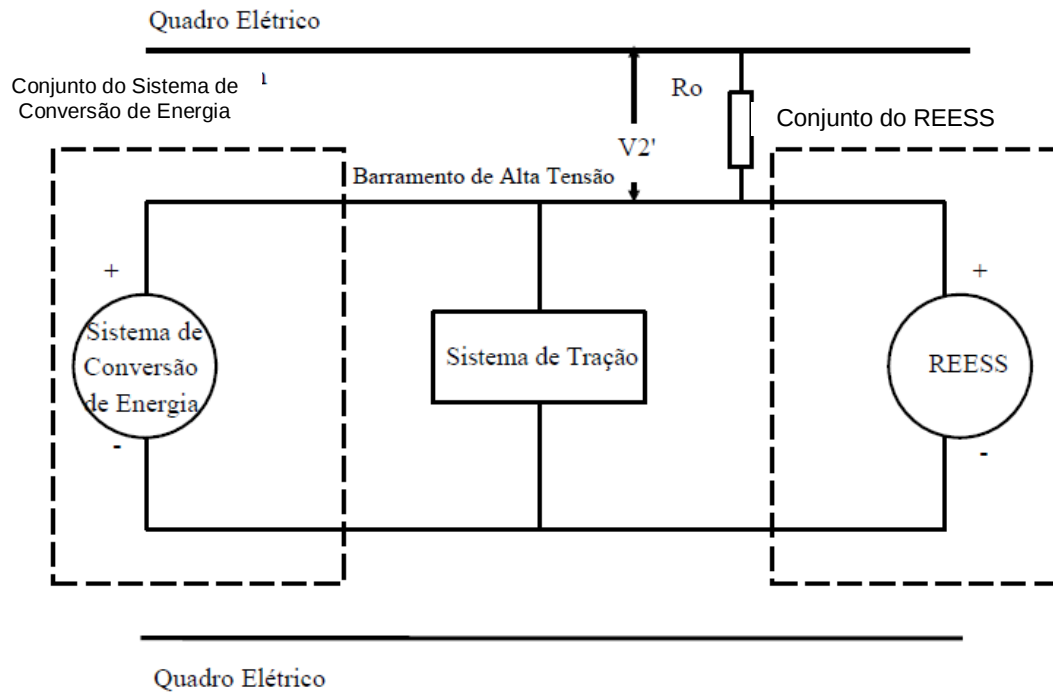


Figura 5 - Medição de $V2'$

2.1.3.5. Quinta etapa

O valor de isolamento elétrico R_i (em Ω) dividido pela tensão operacional do barramento de alta tensão (em volts) resulta na resistência ao isolamento (em Ω/V).

Observação: A resistência padrão conhecida R_o (em Ω) deve ser o valor da resistência ao isolamento mínima exigida (em Ω/V) multiplicada pela tensão operacional (V) do veículo mais/menos 20 por cento. R_o não precisa ser exatamente este valor, visto que as equações são válidas para qualquer R_o ; no entanto, um valor de R_o nesta faixa deve proporcionar uma boa resolução para as medições de tensão.

Subseção II

Método de medição da resistência ao isolamento para testes de componentes de um REESS

1. Método de medição

A medição da resistência ao isolamento será realizada por meio da escolha de um método de medição adequado entre os listados nos itens de 1.1. a 1.2. deste anexo, dependendo da carga elétrica das partes energizadas ou da resistência ao isolamento, etc.

Caso a tensão operacional do dispositivo testado (V_b , Figura 6) não possa ser medida (ex., em função de desconexão do circuito elétrico causada por contadores principais ou operação de fusível), o teste poderá ser realizado com um dispositivo de teste modificado para permitir a medição das tensões internas (lado de alimentação dos contadores principais).

Essas modificações não influenciarão os resultados do teste.

A faixa do circuito elétrico a ser medido será esclarecida previamente, usando diagramas de circuito elétrico, etc. Caso os barramentos de alta tensão sejam isolados uns dos outros de forma galvânica, a resistência ao isolamento será medida para cada circuito elétrico.

Além disso, deve-se realizar modificações necessárias para a medição da resistência ao isolamento, como a remoção da tampa para alcançar as partes energizadas, o desenho das linhas de medição, mudança de software, etc. Nos casos em que os valores medidos não sejam estáveis em função da operação do sistema de monitoramento de resistência ao isolamento, etc., deve-se realizar modificações necessárias para a medição, como a interrupção da operação ou remoção do dispositivo correspondente.

Além disso, quando o dispositivo for removido, será comprovado, usando desenhos e outros meios, que ele não modificará a resistência ao isolamento entre as partes energizadas e a conexão de terra designada pelo fabricante como ponto de conexão do quadro elétrico quando instalado no veículo.

Deve-se tomar todo o cuidado possível com relação à ocorrência de curto-circuito, choques elétricos, etc., pois tal confirmação pode exigir operações diretas do circuito de alta tensão.

1.1. Método de medição usando tensão de fontes externas

1.1.1. Instrumento de medição

Será usado um instrumento de teste de resistência ao isolamento capaz de utilizar uma tensão DC superior à tensão nominal do dispositivo testado.

1.1.2. Método de medição

Um instrumento de teste de resistência ao isolamento será conectado entre as partes energizadas e a conexão de terra. Então, a resistência ao isolamento será medida.

Caso o sistema tenha várias faixas de tensão (ex., por causa de um conversor boost) em um circuito conectado de forma galvânica e alguns dos componentes não possam suportar a tensão operacional de todo o circuito, a resistência ao isolamento entre esses componentes e a

conexão de terra poderá ser medida separadamente utilizando pelo menos metade da sua própria tensão operacional com esses componentes desconectados.

1.2. Método de medição usando o dispositivo testado como fonte de tensão DC

1.2.1. Condições do teste

O nível de tensão do dispositivo testado ao longo do teste será, pelo menos, a tensão operacional nominal do dispositivo testado.

1.2.2. Instrumento de medição

O voltímetro usado neste teste medirá os valores DC e terá uma resistência interna de pelo menos 10MΩ.

1.2.3. Método de medição

1.2.3.1. Primeira etapa

A tensão é medida conforme a Figura 6 e a tensão operacional do dispositivo testado (V_b , Figura 6) é registrada. V_b será igual ou superior à tensão operacional nominal do dispositivo testado.

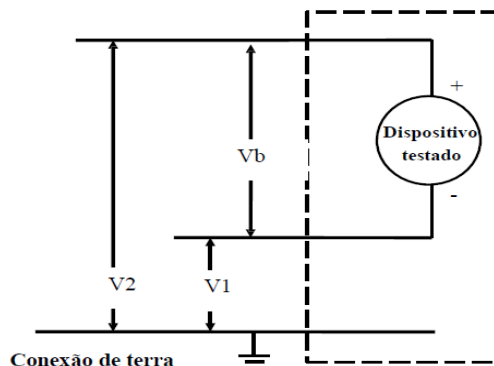


Figura 6

1.2.3.2. Segunda etapa

Mede-se e registra-se a tensão (V_1) entre o polo negativo do dispositivo testado e a conexão de terra (Figura 6).

1.2.3.3. Terceira etapa

Mede-se e registra-se a tensão (V_2) entre o polo positivo do dispositivo testado e a conexão de terra (Figura 6).

1.2.3.4. Quarta etapa

Caso V_1 seja igual ou superior a V_2 , insere-se uma resistência padrão conhecida (R_o) entre o polo negativo do dispositivo testado e a conexão de terra. Com R_o instalada, mede-se a tensão (V_1') entre o polo negativo do dispositivo testado e a conexão de terra (veja a Figura 7).

Calcula-se o isolamento elétrico (R_i) de acordo com a seguinte fórmula:

$$R_i = R_o \cdot (V_b/V_1' - V_b/V_1) \text{ ou } R_i = R_o \cdot V_b \cdot (1/V_1' - 1/V_1)$$

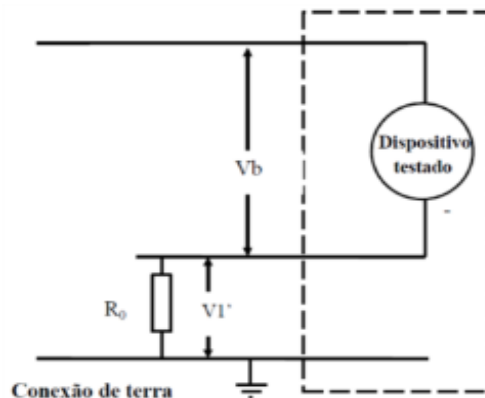


Figura 7

Caso V_2 seja superior a V_1 , insere-se uma resistência padrão conhecida (R_o) entre o polo positivo do dispositivo testado e a conexão de terra. Com R_o instalada, mede-se a tensão (V_2') entre o polo positivo do dispositivo testado e a conexão de terra (veja a Figura 8).

Calcula-se o isolamento elétrico (R_i) de acordo com a seguinte fórmula: $R_i = R_o \cdot (V_b/V_2' - V_b/V_2)$ ou $R_i = R_o \cdot V_b \cdot (1/V_2' - 1/V_2)$

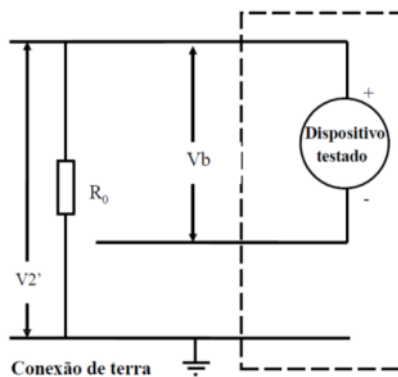


Figura 8

1.2.3.5. Quinta etapa

O valor R_i do isolamento elétrico (em Ω) dividido pela tensão nominal do dispositivo testado (em volts) resulta na resistência ao isolamento (em Ω/V).

Observação 1: A resistência padrão conhecida R_o (em Ω) deve ser o valor da resistência ao isolamento mínima exigida (Ω/V) multiplicada pela tensão nominal (V) do dispositivo testado mais/menos 20 por cento. R_o não precisa ser exatamente este valor, visto que as equações são válidas para qualquer R_o ; no entanto, um valor de R_o nesta faixa deve proporcionar uma boa resolução para as medições de tensão.

Seção III

Método de confirmação da função do sistema de monitoramento de resistência ao isolamento de bordo

A função do sistema de monitoramento da resistência ao isolamento de bordo será confirmada pelo seguinte método: Insere-se um resistor que não faça com que a resistência ao isolamento entre o terminal monitorado e o quadro elétrico caia para menos que o valor de resistência ao isolamento mínimo exigido. O alerta será acionado.

Seção IV

Determinação de emissões de hidrogênio durante os procedimentos de carregamento do REESS

1. Introdução

Esta Seção descreve o procedimento de determinação das emissões de hidrogênio durante o carregamento do REESS de todos os veículos de estrada de acordo com o item 3.4. deste Regulamento.

2. Descrição do teste

O teste de emissão de hidrogênio (Figura 9 deste anexo) é realizado a fim de determinar as emissões de hidrogênio durante os procedimentos de carregamento do REESS com o carregador. O teste consiste das seguintes etapas:

- (a)) Preparação do REESS/veículo;
- (b) Descarga do REESS;
- (c)) Determinação de emissões de hidrogênio durante um carregamento normal;
- (d) Determinação de emissões de hidrogênio durante um carregamento realizado com falha do carregador.

3. Testes

3.1. Teste de veículos

3.1.1. O veículo estará em boas condições mecânicas e terá sido conduzido por pelo menos 300 km durante os sete dias anteriores ao teste. O veículo terá o REESS sujeito ao teste de emissões de hidrogênio instalado ao longo deste período.

3.1.2. Caso o REESS seja usado a uma temperatura superior à do ambiente, o operador seguirá o procedimento do fabricante para manter a temperatura do REESS dentro da faixa operacional normal.

O representante do fabricante poderá certificar-se de que o sistema de condicionamento da temperatura do REESS não estará danificado nem terá defeitos de capacidade.

3.2. Teste de componentes

3.2.1. O REESS estará em boas condições e terá sido submetido a um mínimo de 5 ciclos padrão (conforme especificado no ANEXO 1.4.2).

3.2.2. Caso o REESS seja usado a uma temperatura superior à do ambiente, o operador

seguirá o procedimento do fabricante para manter a temperatura do REESS dentro da sua faixa operacional normal.

O representante do fabricante poderá certificar-se de que o sistema de condicionamento da temperatura do REESS não estará danificado nem terá defeitos de capacidade.

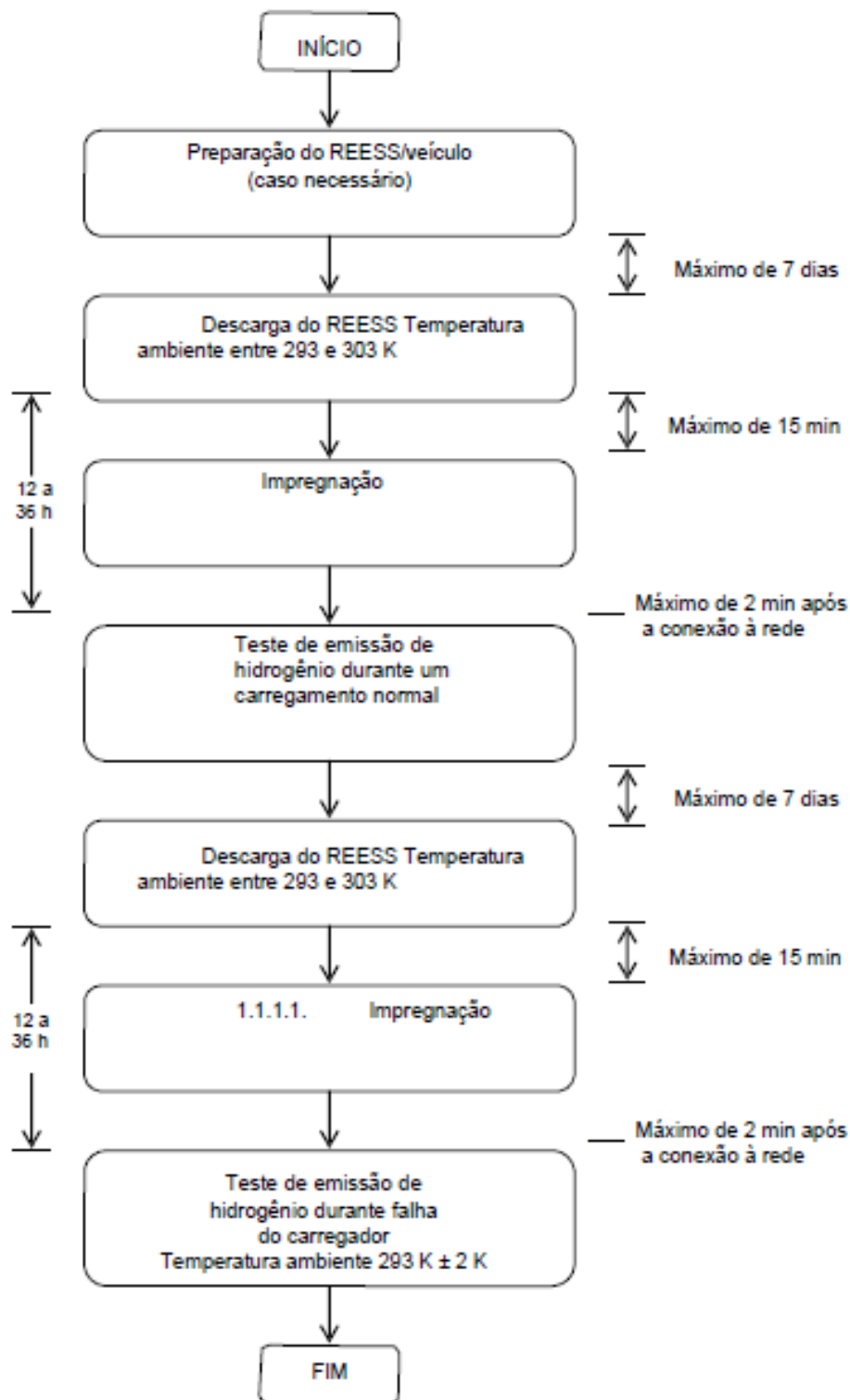


Figura 9

Determinação de emissões de hidrogênio durante os procedimentos de carregamento do REESS

4. Equipamento de teste para teste de emissão de hidrogênio

4.1. Dinamômetro do chassi

O dinamômetro do chassi deverá cumprir com os requisitos da legislação vigente, se existente.

4.2. Recinto de medição da emissão de hidrogênio

O recinto de medição da emissão de hidrogênio será uma câmara de medição estanque ao gás que possa receber o veículo/REESS testado. O veículo/REESS será acessível por todos os lados e o recinto, quando vedado, será estanque ao gás de acordo com o ANEXO 1.4.1.

A superfície interna do recinto será impermeável e não reativa ao hidrogênio. O sistema de condicionamento de temperatura poderá controlar a temperatura do ar interna do recinto para seguir a temperatura determinada ao longo do teste, com tolerância média de ± 2 K.

Para acomodar as mudanças de volume decorrentes das emissões de hidrogênio no recinto, um equipamento de volume variável ou outro de teste poderá ser usado. O recinto de volume variável expande-se e contrai-se em resposta às emissões de hidrogênio no recinto.

Dois possíveis meios de acomodar as mudanças de volume internas são painéis móveis ou um design de fole, nos quais as bolsas impermeáveis internas do recinto expandem-se e contraem-se em resposta às alterações de pressão interna trocando ar com a parte externa do recinto.

Qualquer design de acomodação de volume manterá a integridade do recinto conforme especificado no ANEXO 1.4.1.

Qualquer método de acomodação de volume limitará o diferencial entre as pressões interna e a barométrica do recinto a um valor máximo de ± 5 hPa.

O recinto poderá ser travado conforme um volume fixo. Um recinto de volume variável será capaz de acomodar uma mudança do seu "volume nominal" (ANEXO 1.4.1., item 2.1.1.), considerando as emissões de hidrogênio durante o teste.

4.3. Sistemas de análise

4.3.1. Analisador de hidrogênio

4.3.1.1. A atmosfera interna da câmara é monitorada usando um analisador de hidrogênio (detecção eletroquímica) ou cromatógrafo com detecção de condutividade térmica. O gás de amostra será coletado do ponto médio de uma parede lateral ou do teto da câmara e qualquer fluxo de desvio será devolvido ao recinto, de preferência a um ponto imediatamente a jusante da ventoinha de mistura.

4.3.1.2. O analisador de hidrogênio terá um tempo de resposta de 90 por cento da leitura final em menos de 10 segundos. Sua estabilidade será melhor que 2 por cento da escala total de zero e a 80 por cento ± 20 por cento da escala total por um período de 15 minutos para todas as faixas operacionais.

4.3.1.3. A repetitividade do analisador expressa como um desvio padrão será superior a 1 por cento da escala total a zero e a 80 por cento ± 20 por cento da escala total em todas as faixas usadas.

4.3.1.4. As faixas operacionais do analisador serão escolhidas para proporcionar a melhor resolução durante a medição, calibragem e verificação de vazamento.

4.3.2. Sistema de registro de dados do analisador de hidrogênio

O analisador de hidrogênio será equipado com um dispositivo para registrar a saída de sinal elétrico a uma frequência de pelo menos uma vez por minuto.

O sistema de registro terá as características operacionais ao menos equivalentes ao sinal sendo registrado e fornecerá um registro permanente dos resultados. O registro exibirá uma indicação clara do começo e do fim do teste de carregamento normal e da operação de carregamento com falha.

4.4. Registro da temperatura

4.4.1. A temperatura da câmara é registrada em dois pontos por sensores de temperatura, conectadas de modo a mostrar um valor médio. Os pontos de medição são estendidos aproximadamente em 0,1 m dentro do recinto a partir da linha central vertical de cada parede lateral a uma altura de $0,9 \pm 0,2$ m.

4.4.2. As temperaturas na proximidade das células são registradas por meio dos sensores.

4.4.3. As temperaturas serão registradas, ao longo das medições de emissão de hidrogênio, com a frequência de, pelo menos, uma medição por minuto.

4.4.4. A precisão do sistema de registro da temperatura será de $\pm 1,0$ K e a temperatura terá resolução possível de $\pm 0,1$ K.

4.4.5. O sistema de processamento ou registro de dados poderá realizar resolução de tempo em ± 15 segundos.

4.5. Registro de pressão

4.5.1. A diferença delta p entre a pressão barométrica na área de teste e a pressão interna do recinto será registrada, durante as medições de emissão de hidrogênio, com uma frequência de uma medição por minuto.

4.5.2. A precisão do sistema de registro de pressão será de ± 2 hPa e a pressão terá resolução possível de $\pm 0,2$ hPa.

4.5.3. O sistema de processamento ou registro de dados poderá realizar resolução de tempo em ± 15 segundos.

4.6. Registro de intensidade de corrente e tensão

4.6.1. A intensidade de corrente e tensão do carregador (bateria) será registrada, ao longo das

medições de emissão de hidrogênio, com a frequência de, pelo menos, uma medição por minuto.

4.6.2. A precisão do sistema de registro de tensão será de $\pm 1V$ e a tensão terá resolução possível de $\pm 0,1V$.

4.6.3. A precisão do sistema de registro de intensidade de corrente será de $\pm 0,5A$ e a intensidade de corrente terá resolução possível de $\pm 0,05 A$.

4.6.4. O sistema de processamento ou registro de dados poderá realizar resolução de tempo em ± 15 segundos.

4.7. Ventoinhas

A câmara será equipada com uma ou mais ventoinhas ou sopradores com fluxo possível de 0,1 a 0,5 m³/segundo para misturar o ar no recinto. Será possível atingir uma concentração de hidrogênio e temperatura homogênea na câmara durante as medições. O veículo no recinto não estará sujeito a correntes de ar diretas das ventoinhas ou sopradores.

4.8. Gases

4.8.1. Os seguintes gases puros estarão disponíveis para calibragem e operação:

- (a) Ar sintético purificado (pureza < 1 ppm C1 equivalente; < 1 ppm CO; < 400 ppm CO₂; < 0,1 ppm NO); teor de oxigênio entre 18 e 21 por cento por volume,
- (b) Hidrogênio (H₂), 99,5 por cento de pureza mínima.

4.8.2. Os gases de calibragem e regulagem conterão misturas de hidrogênio (H₂) e ar sintético purificado. As concentrações reais de um gás de calibragem serão de ± 2 por cento dos valores nominais.

A precisão dos gases diluídos obtidos durante o uso de um divisor de gases será de ± 2 por cento do valor nominal. As concentrações especificadas no ANEXO 1.4.1. também poderão ser obtidas por um divisor de gás usando ar sintético como gás de diluição.

5. Procedimento de teste

O teste consiste das seguintes cinco etapas:

- (a) Preparação do REESS/veículo;
- (b) Descarga do REESS;
- (c) Determinação de emissões de hidrogênio durante um carregamento normal;
- (d) Descarga da bateria de tração;
- (e) Determinação de emissões de hidrogênio durante um carregamento realizado com falha do carregador.

Caso o veículo/REESS tenha de ser movido entre duas etapas, será empurrado até a seguinte área de teste.

5.1. Teste de veículos

5.1.1. Preparação do veículo

O desgaste do REESS será verificado quando o veículo for conduzido por pelo menos 300 km durante os sete dias anteriores ao teste. Durante esse período, o veículo estará instalado com a

bateria de tração submetida ao teste de emissão de hidrogênio. Caso isso não possa ser demonstrado, o seguinte procedimento será aplicado.

5.1.1.1. Descargas e cargas iniciais do REESS

O procedimento é iniciado com a descarga do REESS do veículo durante a condução em uma pista de teste ou em um dinamômetro de chassi a uma velocidade estável de 70 por cento $\pm$ 5 por cento da velocidade máxima do veículo por 30 minutos.

A descarga é interrompida:

- (a) Quando o veículo não consegue operar a 65 por cento da velocidade máxima de trinta minutos ou
- (b) Quando uma indicação de parada do veículo é realizada para o condutor pelos instrumentos de bordo padrão ou
- (c) Após ter percorrido a distância de 100 km.

5.1.1.2. Carregamento inicial do REESS O carregamento é realizado:

- (a)) Com o carregador;
- (b) Em temperatura ambiente entre 293K e 303K. O procedimento exclui quaisquer tipos de carregadores externos.

O fim dos critérios de carregamento do REESS corresponde a uma parada automática executada pelo carregador.

Este procedimento abrange todos os tipos de carregadores especiais que podem ser iniciados manual ou automaticamente como, por exemplo, as cargas de equalização ou manutenção.

5.1.1.3. O procedimento dos itens 5.1.1.1. e 5.1.1.2. será repetido duas vezes.

5.1.2. Descarga do REESS

O REESS é descarregado durante a condução em uma pista de teste ou em um dinamômetro de chassi a uma velocidade estável de 70 por cento $\pm$ 5 por cento da velocidade máxima do veículo por 30 minutos.

A interrupção da descarga ocorre:

- (a) Quando uma indicação de parada do veículo é realizada para o condutor pelos instrumentos de bordo padrão ou
- (b) Quando a velocidade máxima do veículo é inferior a 20 km/h.

5.1.3. Impregnação

Dentro de quinze minutos após a conclusão da operação de descarga de bateria especificada no item 5.2., o veículo é estacionado na área de impregnação. O veículo fica estacionado entre 12 e 36 horas, entre o fim da descarga da bateria de tração e o início do teste de emissão de hidrogênio durante um carregamento normal. Neste período, o veículo será impregnado a $293K \pm 2K$.

5.1.4. Teste de emissão de hidrogênio durante um carregamento normal

5.1.4.1. Antes da conclusão do período de impregnação, a câmara de medição será purgada por alguns minutos até que uma condição estável de hidrogênio residual seja obtida. A esta altura, as ventoinhas de mistura do recinto estarão ligadas.

5.1.4.2. O analisador de hidrogênio será zerado e regulado imediatamente antes do teste.

5.1.4.3. Ao fim da impregnação, o veículo de teste, com seu motor desligado, suas janelas e seu compartimento do porta-malas abertos, será movido até a câmara de medição.

5.1.4.4. O veículo será conectado à rede. O REESS é carregado de acordo com o procedimento de carregamento normal conforme especificado no item 5.1.4.7. abaixo.

5.1.4.5. As portas do recinto são fechadas e vedadas de modo estanque a gás dentro de dois minutos após o intertravamento elétrico da etapa de carregamento normal.

5.1.4.6. O carregamento normal do período de teste de emissão de hidrogênio começa quando a câmara é vedada. A concentração de hidrogênio, temperatura e pressão barométrica são medidas para proporcionar as leituras iniciais de CH_2i , T_i e P_i para o teste de carga normal.

Esses valores são usados no cálculo de emissão de hidrogênio (item 6. deste anexo). A temperatura ambiente do recinto T não será inferior a 291 K nem superior a 295 K durante o período de carregamento normal.

5.1.4.7. Procedimento de carregamento normal

O carregamento normal é realizado com o carregador e constituído das seguintes etapas:

- (a) Carregamento com alimentação constante durante t_1 ;
- (b) Sobrecarregamento com corrente constante durante t_2 . A intensidade de sobrecarregamento é especificada pelo fabricante e corresponde àquela utilizada no carregamento de equalização.
- (c) O fim dos critérios de carregamento do REESS corresponde a uma parada automática executada pelo carregador em um tempo de carregamento de $t_1 + t_2$. Este tempo de carregamento será limitado a $t_1 + 5h$, ainda que uma indicação clara de que a bateria não está inteiramente carregada seja fornecida ao condutor pelos instrumentos padrão.

5.1.4.8. O analisador de hidrogênio será zerado e regulado imediatamente antes do fim do teste.

5.1.4.9. O fim do período de amostragem da emissão ocorre $t_1 + t_2$ ou $t_1 + 5$ horas após o começo da amostragem inicial, conforme especificado no item 5.1.4.6. deste anexo. Os diferentes tempos decorridos são registrados.

A concentração de hidrogênio, temperatura e pressão barométrica são medidas para proporcionar as leituras finais CH_2f , T_f e P_f para o teste de carregamento normal usado para o cálculo referido no item 6. deste anexo.

5.1.5. Teste de emissão de hidrogênio com falha do carregador

5.1.5.1. Dentro de, no máximo, sete dias após a conclusão do teste anterior, inicia-se o procedimento de descarga do REESS do veículo de acordo com o item 5.1.2. deste anexo.

5.1.5.2. As etapas do procedimento do item 5.1.3. deste anexo serão repetidas.

5.1.5.3. Antes da conclusão do período de impregnação, a câmara de medição será purgada por

alguns minutos até que uma condição estável de hidrogênio residual seja obtida. A esta altura, as ventoinhas de mistura do recinto estarão ligadas.

5.1.5.4. O analisador de hidrogênio será zerado e regulado imediatamente antes do teste.

5.1.5.5. Ao fim da impregnação, o veículo de teste, com seu motor desligado, suas janelas e seu compartimento do porta-malas abertos, será movido até a câmara de medição.

5.1.5.6. O veículo será conectado à rede. O REESS é carregado de acordo com o procedimento de carregamento com falha conforme especificado no item 5.1.5.9. abaixo.

5.1.5.7. As portas do recinto são fechadas e vedadas de modo estanque a gás dentro de dois minutos após o intertravamento elétrico da etapa de carregamento com falha.

5.1.5.8. O carregamento com falha do período de teste de emissão de hidrogênio começa quando a câmara é vedada. A concentração de hidrogênio, temperatura e pressão barométrica são medidas para proporcionar as leituras iniciais de CH_2i , T_i e P_i para o teste de carregamento com falha.

Esses valores são usados no cálculo de emissão de hidrogênio (item 6. deste anexo). A temperatura ambiente do recinto T não será inferior a 291K nem superior a 295K durante o período de carregamento com falha.

5.1.5.9. Procedimento de carregamento com falha

O carregamento com falha é realizado com o carregador adequado e constituído das seguintes etapas:

(a)) Carregamento com alimentação constante durante $t'1$;

(b) Carregamento com corrente máxima conforme recomendado pelo fabricante durante 30 minutos. Durante esse estágio, o carregador alimentará a corrente máxima conforme as recomendações do fabricante.

5.1.5.10. O analisador de hidrogênio será zerado e regulado imediatamente antes do fim do teste.

5.1.5.11. O fim do período de teste ocorre $t'1 + 30$ minutos após o começo da amostragem inicial, conforme especificado no item 5.1.5.8. acima.

Os tempos decorridos são registrados. A concentração de hidrogênio, a temperatura e a pressão barométrica são medidas para proporcionar as leituras finais CH_2f , T_f e P_f para o teste de carregamento com falha usado para o cálculo referido no item 6. deste anexo.

5.2. Teste de componentes

5.2.1. Preparação do REESS

O desgaste do REESS será verificado para confirmar que este foi operado por pelo menos 5 ciclos padrão (conforme especificado no ANEXO 1.5.1.).

5.2.2. Descarga do REESS

O REESS será descarregado a 70 por cento $\pm$ 5 por cento da potência nominal do sistema. A interrupção da descarga ocorre quando o SOC mínimo especificado pelo fabricante é atingido.

5.2.3. Impregnação

Dentro de 15 minutos após o fim da operação de descarga do REESS especificada no parágrafo 5.2.2. acima e antes do início do teste de emissão de hidrogênio, o REESS será impregnado a $293K \pm 2K$ por um período entre 12 e 36 horas.

5.2.4. Teste de emissão de hidrogênio durante um carregamento normal

5.2.4.1. Antes da conclusão do período de impregnação do REESS, a câmara de medição será purgada por alguns minutos até que uma condição estável de hidrogênio residual seja obtida. A esta altura, as ventoinhas de mistura do recinto estarão ligadas.

5.2.4.2. O analisador de hidrogênio será zerado e regulado imediatamente antes do teste.

5.2.4.3. Após a conclusão do período de impregnação, o REESS será movido para a câmara de medição.

5.2.4.4. O REESS será carregado de acordo com o procedimento de carregamento normal conforme especificado no item 5.2.4.7. abaixo.

5.2.4.5. A câmara será fechada e vedada de modo estanque a gás dentro de dois minutos após o intertravamento elétrico da etapa de carregamento normal.

5.2.4.6. O carregamento normal do período de teste de emissão de hidrogênio começa quando a câmara é vedada. A concentração de hidrogênio, a temperatura e a pressão barométrica são medidas para proporcionar as leituras iniciais de CH_2i , T_i e P_i para o teste de carga normal.

5.2.4.7. Esses valores são usados no cálculo de emissão de hidrogênio (item 6 deste anexo). A temperatura ambiente do recinto T não será inferior a 291K nem superior a 295K durante o período de carregamento normal.

5.2.4.8. Procedimento de carregamento normal

O carregamento normalmente é realizado com um carregador adequado e constituído das seguintes etapas:

(a) Carregamento com alimentação constante durante t_1 ;

(b) Sobrecarregamento com corrente constante durante t_2 . A intensidade de sobrecarregamento é especificada pelo fabricante e corresponde àquela utilizada no carregamento de equalização.

O fim dos critérios de carregamento do REESS corresponde a uma parada automática executada pelo carregador em um tempo de carregamento de $t_1 + t_2$. Este tempo de carregamento será limitado a $t_1 + 5h$, ainda que uma indicação clara de que o REESS não está inteiramente carregado seja fornecida pelos instrumentos padrão.

5.2.4.9. O analisador de hidrogênio será zerado e regulado imediatamente antes do fim do teste.

5.2.4.10. O fim do período de amostragem da emissão ocorre $t_1 + t_2$ ou $t_1 + 5 h$ após o começo

da amostragem inicial, conforme especificado no item 5.2.4.6. acima. Os diferentes tempos decorridos são registrados.

A concentração de hidrogênio, temperatura e pressão barométrica são medidas para proporcionar as leituras finais CH_2f , Tf e Pf para o teste de carregamento normal usado para o cálculo referido no item 6. deste anexo.

5.2.5. Teste de emissão de hidrogênio com falha do carregador

5.2.5.1. O procedimento de teste começará dentro de, no máximo, sete dias após a conclusão do teste conforme o item 5.2.4. acima; o procedimento será iniciado com a descarga do REESS do veículo de acordo com o item 5.2.2. acima.

5.2.5.2. As etapas do procedimento do item 5.2.3. acima serão repetidas.

5.2.5.3. Antes da conclusão do período de impregnação, a câmara de medição será purgada por alguns minutos até que uma condição estável de hidrogênio residual seja obtida. A esta altura, as ventoinhas de mistura do recinto estarão ligadas.

5.2.5.4. O analisador de hidrogênio será zerado e regulado imediatamente antes do teste.

5.2.5.5. Após a conclusão da impregnação, o REESS será movido para a câmara de medição.

5.2.5.6. O REESS será carregado de acordo com o procedimento de carregamento com falha conforme especificado no item 5.2.5.9. abaixo.

5.2.5.7. A câmara será fechada e vedada de modo estanque a gás dentro de dois minutos após o intertravamento elétrico da etapa de carregamento com falha.

5.2.5.8. O carregamento com falha do período de teste de emissão de hidrogênio começa quando a câmara é vedada. A concentração de hidrogênio, a temperatura e a pressão barométrica são medidas para proporcionar as leituras iniciais de CH_2i , Ti e Pi para o teste de carga com falha.

Esses valores são usados no cálculo de emissão de hidrogênio (item 6. deste anexo). A temperatura ambiente do recinto T não será inferior a 291K nem superior a 295K durante o período de carregamento com falha.

5.2.5.9. Procedimento de carregamento com falha

O carregamento com falha é realizado com um carregador adequado e constituído das seguintes etapas:

- (a) Carregamento com alimentação constante durante $t'1$,
- (b) Carregamento com corrente máxima conforme recomendado pelo fabricante durante 30 minutos. Durante esse estágio, o carregador alimentará a corrente máxima conforme as recomendações do fabricante.

5.2.5.10. O analisador de hidrogênio será zerado e regulado imediatamente antes do fim do teste.

5.2.5.11. O fim do período de teste ocorre $t'1 + 30$ minutos após o começo da amostragem

inicial, conforme especificado no item 5.2.5.8. acima. Os tempos decorridos são registrados. A concentração de hidrogênio, a temperatura e a pressão barométrica são medidas para proporcionar as leituras finais CH_{2f}, T_f e P_f para o teste de carregamento com falha usado para o cálculo referido no item 6. abaixo.

6. Cálculo

Os testes de emissão de hidrogênio prescritos no item 5. acima permitem o cálculo das emissões de hidrogênio a partir dos estágios de carregamento normal e carregamento com falha. As emissões de cada uma dessas fases são calculadas usando as concentrações de hidrogênio, temperaturas e pressões iniciais e finais no recinto junto com seu volume líquido.

A fórmula abaixo é usada:

$$M_{H_2} = k \times V \times 10^{-4} \times \left[\frac{\left(1 + \frac{V_{out}}{V}\right) \times C_{H_2f} \times P_f}{T_f} - \frac{C_{H_2i} \times P_i}{T_i} \right]$$

em que:

MH₂ = massa de hidrogênio, em gramas

CH₂ = concentração de hidrogênio medida no recinto em volume ppm

V = volume líquido do recinto em metros cúbicos (m³) corrigido para o volume do veículo, com janelas e compartimento do porta-malas abertos. Caso o volume do veículo não seja determinado, um volume de 1,42 m³ é subtraído.

V_{out} = volume de compensação em m³, na temperatura e pressão de teste

T = temperatura ambiente da câmara em K

P = pressão absoluta do recinto em kPa k = 2,42 em que: i é a leitura inicial

f é a leitura final

6.1. Resultados do teste

As emissões de massa do hidrogênio do REESS são:

MN = emissão de massa de hidrogênio para o teste de carga normal em gramas MD = emissão de massa de hidrogênio para o teste de carregamento com falha em gramas

Subseção I

Calibragem do equipamento do teste de emissão de hidrogênio

1. Frequência e métodos de calibragem

Todos os equipamentos serão calibrados antes da utilização inicial e um mês antes do teste de homologação, bem como quando for necessário. Os métodos de calibragem a serem usados estão descritos neste anexo.

2. Calibragem do recinto

2.1. Determinação inicial do volume interno do recinto

2.1.1. Antes da utilização inicial, o volume interno da câmara será determinado da seguinte

maneira. As dimensões internas da câmara são medidas cuidadosamente, considerando quaisquer irregularidades, como hastes de escora.

O volume interno da câmara é determinado a partir dessas medições.

O recinto será travado conforme um volume fixo quando for mantido em temperatura ambiente de 293K. Esse volume nominal terá caráter repetível dentro de $\pm 0,5$ por cento do valor relatado.

2.1.2. O volume líquido interno é determinado subtraindo $1,42\text{m}^3$ do volume interno da câmara. De modo alternativo, o volume do veículo de teste com as janelas e o compartimento do porta- malas e abertos ou o REESS pode ser usado em vez de $1,42\text{m}^3$.

2.1.3. A câmara será verificada conforme o item 2.3. deste anexo. Caso a massa de hidrogênio não coincida com a massa injetada de ± 2 por cento, deve-se adotar medidas corretivas.

2.2. Determinação de emissões residuais da câmara

Essa operação determina que a câmara não contém quaisquer materiais emissores de quantidades significativas de hidrogênio.

A verificação será realizada na introdução do recinto para serviço, após quaisquer operações internas no recinto que possam afetar as emissões residuais e, no mínimo, uma vez por ano.

2.2.1. O recinto de volume variável pode ser operado em configuração de trava ou destravamento conforme consta no parágrafo 2.1.1. acima. A temperatura ambiente será mantida em $293\text{K} \pm 2\text{K}$ durante todas as quatro horas mencionadas.

2.2.2. O recinto pode ser vedado e a ventoinha de mistura operada por um período de até 12 horas antes do início das quatro horas de amostragem residual.

2.2.3. O analisador (se necessário) será calibrado e, então, zerado e regulado.

2.2.4. O recinto será purgado até que uma leitura de hidrogênio estável seja obtida e a ventoinha de mistura seja ligada, caso não esteja.

2.2.5. A câmara é, então, vedada e a concentração de hidrogênio, temperatura e pressão barométrica residuais são medidas. Essas são as leituras iniciais CH_2i , Ti e Pi usadas no cálculo residual do recinto.

2.2.6. O recinto deve ser mantido sem perturbações e com as ventoinhas de mistura ligadas por quatro horas.

2.2.7. Após esse período de tempo, o mesmo analisador é usado para medir a concentração de hidrogênio na câmara. A temperatura e a pressão barométrica também são medidas. Essas são as leituras finais CH_2f , Tf e Pf .

2.2.8. A mudança da massa de hidrogênio no recinto será calculada conforme o tempo de teste de acordo com o item 2.4. deste anexo e não excederá 0,5 g.

2.3. Teste de retenção de hidrogênio e calibragem da câmara

O teste de retenção de hidrogênio e calibragem da câmara fornece uma verificação do volume calculado (item 2.1. acima) e também mede qualquer taxa de vazamento.

A taxa de vazamento do recinto será determinada na introdução do recinto para serviço, após quaisquer operações internas que possam afetar a integridade do recinto e, depois disso, mensalmente. Caso seis verificações mensais de retenção consecutivas sejam concluídas sem ação corretiva, a taxa de vazamento do recinto poderá passar a ser determinada trimestralmente, desde que nenhuma ação corretiva faça-se necessária.

2.3.1. O recinto será purgado até que uma concentração de hidrogênio estável seja obtida. A ventoinha de mistura é ligada, caso ainda não esteja. O analisador de hidrogênio é zerado, calibrado, se necessário, e regulado.

2.3.2. O recinto será travado na posição de volume nominal.

2.3.3. Então, o sistema de controle da temperatura ambiente é ligado (caso ainda não esteja) e ajustado para uma temperatura inicial de 293K.

2.3.4. Quando a temperatura do recinto estabiliza a $293K \pm 2K$, o recinto é vedado e a concentração de hidrogênio, a temperatura e a pressão barométrica são medidas. Essas são as leituras iniciais CH_{2i}, Ti e Pi usadas na calibragem do recinto.

2.3.5. O recinto será destravado da posição de volume nominal.

2.3.6. Uma quantidade aproximada de 100 g de hidrogênio é injetada no recinto. Esta massa de hidrogênio será medida com uma precisão de ± 2 por cento do valor medido.

2.3.7. O conteúdo da câmara será misturado por cinco minutos e, então, a concentração de hidrogênio, a temperatura e a pressão barométrica serão medidas. Essas são as leituras finais CH_{2f}, Tf e Pf para a calibragem do recinto, bem como as leituras iniciais CH_{2i}, Ti e Pi para a verificação do recinto.

2.3.8. Com base nas leituras realizadas nos itens 2.3.4 e 2.3.7 acima e a fórmula do item 2.4. abaixo, a massa de hidrogênio no recinto é calculada. Esta estará dentro de ± 2 por cento da massa de hidrogênio medida no item 2.3.6. acima.

2.3.9. O conteúdo da câmara será misturado por, no mínimo, 10 horas. Após o fim desse período, a concentração de hidrogênio, a temperatura e a pressão barométrica finais são medidas e registradas. Essas são as leituras finais CH_{2f}, Tf e Pf para a verificação de retenção de hidrogênio.

2.3.10. Usando a fórmula do item 2.4. abaixo, a massa de hidrogênio é calculada pelas leituras realizadas nos itens 2.3.7. e 2.3.9. acima. Esta massa não deve diferir em mais de 5 por cento da massa de hidrogênio estabelecida no item 2.3.8. acima.

2.4. Cálculo

O cálculo da massa líquida de hidrogênio dentro do recinto é usado para determinar a taxa de vazamento e a condição residual de hidrocarboneto da câmara. As leituras iniciais e finais da concentração de hidrogênio, temperatura e pressão barométrica são usadas para calcular a mudança de massa com a seguinte fórmula.

$$M_{H_2} = k \times V \times 10^{-4} \times \left[\frac{\left(1 + \frac{V_{out}}{V}\right) \times C_{H_2f} \times P_f}{T_f} - \frac{C_{H_2i} \times P_i}{T_i} \right]$$

em que:

M_{H_2} = massa de hidrogênio, em gramas;

C_{H_2} = concentração de hidrogênio medida no recinto em volume ppm;

V = volume do recinto em metros cúbicos (m^3) conforme medido no item 2.1.1. acima;

V_{out} = volume de compensação em m^3 , na temperatura e pressão de teste;

T = temperatura ambiente da câmara em K

P = pressão absoluta do recinto em kPa

$k = 2,42$ em que: i é a leitura inicial; f é a leitura final.

3. Calibragem do analisador de hidrogênio

O analisador deve ser calibrado usando hidrogênio em ar e ar sintético purificado. Consulte o item 4.8.2. do ANEXO 1.4.

Cada uma das faixas operacionais normalmente usadas é calibrada por meio do seguinte procedimento:

3.1. Estabeleça a curva de calibragem com pelo menos cinco pontos de calibragem distanciados da maneira mais uniforme possível sobre ao longo da faixa operacional. A concentração nominal do gás de calibragem com maiores concentrações deve ser de pelo menos 80 por cento da escala total.

3.2. Calcula-se a curva de calibragem por meio do método de quadrados mínimos. Caso o grau do polinômio resultante seja superior a três, o número de pontos de calibragem será de, no mínimo, o número do grau do polinômio mais dois.

3.3. A curva de calibragem não diferirá em mais de dois por cento do valor nominal de cada gás de calibragem.

3.4. Usando os coeficientes do polinômio obtido do item 3.2. acima, uma tabela de leituras do analisador com as concentrações verdadeiras será elaborada por etapas iguais ou inferiores a 1 por cento da escala total. Isso deve ser realizado para cada faixa de analisador calibrada.

Esta tabela também conterá outros dados relevantes, como:

- (a)) Data da calibragem;
- (b) Leituras zero e de regulagem do potenciômetro (quando aplicável);
- (c) Escala nominal;
- (d) Dados de referência de cada gás de calibragem usado;
- (e)) Valores reais e indicados de cada gás de calibragem usados juntos com as diferenças de porcentagem;
- (f)) Pressão de calibragem do analisador.

3.5. Métodos alternativos (ex., computador, interruptor de faixa controlado eletronicamente) podem ser usados caso comprove-se a equivalência da precisão.

Subseção II

Características essenciais da família do veículo

1. Parâmetros definidores da família com relação a emissões de hidrogênio

A família pode ser definida por parâmetros de design básicos que serão comuns a veículos dentro da família.

Em alguns casos, poderá haver interação de parâmetros. Esses efeitos também serão considerados para assegurar que somente veículos com características de emissão de hidrogênio similares sejam incluídos na família.

2. Para esta finalidade, esses modelos de veículo cujos parâmetros descritos abaixo são idênticos, são considerados pertencentes à mesma categoria de emissão de hidrogênio.

REESS:

- (a) Nome comercial ou marca do REESS;
- (b) Indicação de todos os tipos de acoplamentos eletroquímicos usados;
- (c) Número de células do REESS;
- (d) Número de subsistemas do REESS;
- (e) Tensão nominal do REESS (V);
- (f) Energia do REESS (kWh);
- (g) Taxa de combinação de gases (em por cento);
- (h) Tipos de ventilação para os subsistemas do REESS;
- (i) Tipo de sistema de arrefecimento (caso haja). Carregador de bordo:
 - (a) Marca e modelo de diferentes partes do carregador;
 - (b) Potência de saída nominal (kW);
 - (c) Tensão máxima de carga (V);
 - (d) Intensidade máxima de carga (A);
 - (e)) Marca e tipo de unidade de controle (caso haja);
 - (f) Diagrama de operação, controles e segurança;
 - (g) Características de períodos de carga.

Seção V

Procedimentos de teste do REESS

Subseção I

Procedimento para a realização de um ciclo padrão

Um ciclo padrão será iniciado com uma descarga padrão seguida de um carregamento padrão. Descarga padrão: Taxa de descarga: O procedimento de descarga incluindo os critérios de interrupção serão definidos pelo fabricante. Caso não haja tais especificações, será uma descarga com corrente 1C.

Limite de descarga (tensão final): Especificado pelo fabricante
Período de descanso após descarga: No mínimo, 30 min

Carregamento padrão: O procedimento de carregamento incluindo os critérios de interrupção serão definidos pelo fabricante. Caso não haja tais especificações, será uma carga com corrente $C/3$.

Subseção II

Teste de vibrações

1. Objetivo

O objetivo deste teste é verificar o desempenho de segurança do REESS em um ambiente de vibrações pelo qual o REESS passará durante a operação normal do veículo.

2. Instalações

2.1. O teste será realizado com o REESS completo ou com subsistemas do REESS relacionados, incluindo as células e suas conexões elétricas. Caso escolha realizar o teste com os subsistemas relacionados, o fabricante comprovará que o resultado do teste pode representar razoavelmente o desempenho do REESS completo no tocante ao seu desempenho de segurança sob as mesmas condições.

Caso a unidade de gerenciamento elétrico do REESS não esteja integrada ao compartimento que encerra as células, poderá ser omitida da instalação do dispositivo testado, caso solicitado pelo fabricante.

2.2. O dispositivo testado será instalado firmemente na plataforma da máquina de vibrações para garantir que as vibrações sejam transmitidas diretamente ao dispositivo testado.

3. Procedimentos

3.1. Condições gerais do teste

As seguintes condições aplicar-se-ão ao dispositivo testado:

- (a) O teste será realizado a uma temperatura ambiente de 20 ± 10 °C;
- (b) No início do teste, o SOC será ajustado a um valor de, no máximo, 50 por cento da faixa operacional normal do SOC do dispositivo testado;
- (c) Também no início do teste, todos os dispositivos de proteção que afetem as funções do dispositivo testado relevantes para o resultado do teste poderão ser operados.

3.2. Procedimentos de teste

Os dispositivos testados serão submetidos a vibrações com forma de onda sinusoidal com varredura logarítmica entre 7 Hz e 50 Hz e de volta a 7 Hz dentro de 15 minutos. Este ciclo será repetido 12 vezes por 3 horas no sentido vertical em relação à direção de montagem do REESS conforme as especificações do fabricante.

A correlação entre a frequência e a aceleração será conforme consta na Tabela 2:

<i>Frequência (Hz)</i>	<i>Aceleração (m/s²)</i>
7 - 18	10
18 - 30	gradualmente reduzida de 10 para 2
30 - 50	2

Tabela 2 - Frequência e aceleração

Mediante solicitação do fabricante, pode-se usar um nível de aceleração superior, bem como uma frequência máxima maior.

Também mediante solicitação do fabricante, um perfil de teste de vibrações determinado pelo fabricante do veículo, poderá ser utilizado como substituto da correlação entre aceleração e frequência da Tabela 2.

A aprovação de um REESS testado de acordo com esta condição será limitada ao modelo de veículo específico homologado.

Após a vibração, um ciclo padrão conforme o descrito no ANEXO 1.5.1., será realizado, caso não seja impedido pelo dispositivo testado.

O teste será encerrado com um período de observação de 1h sob condições de temperatura ambiente do local de teste.

Subseção III

Teste de choque térmico e teste de ciclagem

1. Objetivo

O objetivo deste teste é verificar a resistência do REESS a mudanças repentinas na temperatura.

O REESS passará por um número específico de ciclos de temperatura, iniciado na temperatura ambiente e seguido de ciclos de alta e baixa temperatura. Ele simula uma mudança de temperatura ambiente brusca que o REESS poderia vivenciar.

2. Instalações

O teste será realizado com o REESS completo ou com subsistemas do REESS relacionados, incluindo as células e suas conexões elétricas.

Caso escolha realizar o teste com os subsistemas relacionados, o fabricante comprovará que o resultado do teste pode representar razoavelmente o desempenho do REESS completo no tocante ao seu desempenho de segurança sob as mesmas condições.

Caso a unidade de gerenciamento elétrico do REESS não esteja integrada ao compartimento que encerra as células, poderá ser omitida da instalação do dispositivo testado, caso solicitado pelo fabricante.

3. Procedimentos

3.1. Condições gerais do teste

As seguintes condições serão aplicadas ao dispositivo testado no início do teste:

- (a) O SOC será ajustado a um valor de, no máximo, 50 por cento da faixa operacional normal do SOC;
- (b) Todos os dispositivos de proteção que afetem as funções do dispositivo testado relevantes para o resultado do teste poderão ser operados.

3.2. Procedimento de teste

O dispositivo testado será armazenado por pelo menos seis horas a uma temperatura de teste igual ou superior a $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ caso solicitado pelo fabricante, seguido de um armazenamento de pelo menos seis horas em uma temperatura de teste igual ou inferior a $-40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ caso solicitado pelo fabricante.

O intervalo de tempo máximo entre os extremos da temperatura de teste será de 30 minutos. Este procedimento será repetido até, no mínimo, 5 ciclos totais, após os quais o dispositivo testado será armazenado por 24 horas em temperatura ambiente de $20 \pm 10^{\circ}\text{C}$.

Após o armazenamento por 24 horas, um ciclo padrão conforme o descrito no ANEXO 1.5.1 A, será realizado, caso não seja impedido pelo dispositivo testado.

O teste será encerrado com um período de observação de 1h sob condições de temperatura ambiente do local de teste.

Subseção IV

Choque mecânico

1. Objetivo

O objetivo deste teste é verificar o desempenho de segurança do REESS sob cargas de inércia que podem ocorrer durante a colisão de um veículo.

2. Instalação

2.1. O teste será realizado com o REESS completo ou com subsistemas do REESS relacionados, incluindo as células e suas conexões elétricas.

Caso escolha realizar o teste com os subsistemas relacionados, o fabricante comprovará que o resultado do teste pode representar razoavelmente o desempenho do REESS completo no tocante ao seu desempenho de segurança sob as mesmas condições.

Caso a unidade de gerenciamento elétrico do REESS não esteja integrada ao compartimento que encerra as células, poderá ser omitida da instalação do dispositivo testado, caso solicitado pelo fabricante.

2.2. O dispositivo testado será conectado à instalação de teste somente por meio das montagens previstas com a finalidade de fixar o REESS ou seu subsistema no veículo.

3. Procedimentos

3.1. Condições e exigências gerais de teste As seguintes condições aplicar-se-ão ao teste:

- (a)) O teste será realizado em uma temperatura ambiente de $20 \pm 10^{\circ}\text{C}$;
- (b) No início do teste, o SOC será ajustado a um valor de, no máximo, 50 por cento da faixa operacional normal do SOC;
- (c) Também no início do teste, todos os dispositivos de proteção que afetem as funções do dispositivo testado e relevantes para o resultado do teste poderão ser operados.

3.2. Procedimento de teste

O dispositivo testado será desacelerado ou, sob o critério do solicitante, acelerado conforme os corredores de aceleração especificados nas Tabelas de 3 a 5. o fabricante, decidirá se os testes serão realizados nas direções negativa, positiva ou em ambas.

Para cada um dos pulsos de teste especificados, um dispositivo de teste individual poderá ser usado.

O pulso de teste estará dentro dos limites especificados nas Tabelas de 3 a 5.

Um nível de choque superior e /ou de maior duração com relação ao valor máximo das Tabelas de 3 a 5 pode ser utilizado no dispositivo testado caso haja recomendação do fabricante.

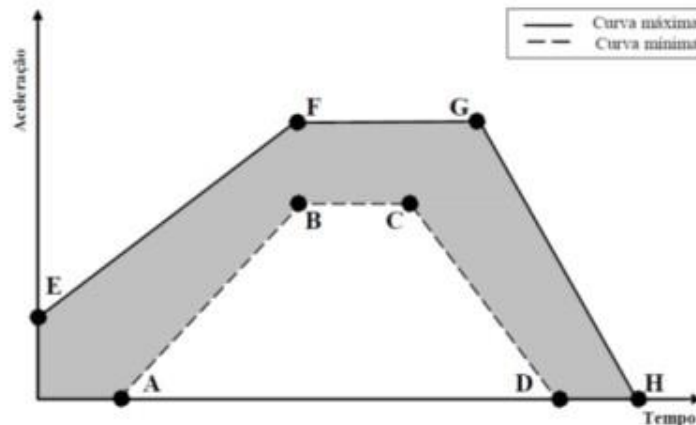


Figura 10
Descrição genérica de pulsos de teste

<i>Mais informaçōes</i>	<i>Tempo (ms)</i>	<i>Aceleraçāo (g)</i>	
		<i>Longitudinal</i>	<i>Transversal</i>
A	20	0	0
B	50	20	8
C	65	20	8
D	100	0	0
E	0	10	4,5
F	50	28	15
G	80	28	15
H	120	0	0

Tabela 3: automóvel, camioneta, caminhonete e utilitários.

<i>Mais informaçōes</i>	<i>Tempo (ms)</i>	<i>Aceleraçāo (g)</i>	
		<i>Longitudinal</i>	<i>Transversal</i>
A	20	0	0
B	50	10	5
C	65	10	5
D	100	0	0
E	0	5	2,5
F	50	17	10
G	80	17	10
H	120	0	0

Tabela 4: caminhāo (PBT 3,5t até 12t) e microônibus

<i>Mais informaçōes</i>	<i>Tempo (ms)</i>	<i>Aceleraçāo (g)</i>	
		<i>Longitudinal</i>	<i>Transversal</i>
A	20	0	0
B	50	6,6	5
C	65	6,6	5
D	100	0	0
E	0	4	2,5
F	50	12	10
G	80	12	10
H	120	0	0

Tabela 5: caminhāo e caminhāo-trator (PBT acima de 12t) e ô nibus

O teste será encerrado com um período de observação de 1h sob condições de temperatura ambiente do local de teste.

Subseção V

Integridade mecânica

1. Objetivo

O objetivo deste teste é verificar o desempenho de segurança do REESS sob cargas de contato que podem ocorrer durante a colisão de um veículo.

2. Instalações

2.1. O teste será realizado com o REESS completo ou com subsistemas do REESS relacionados, incluindo as células e suas conexões elétricas. Caso escolha realizar o teste com os subsistemas relacionados, o fabricante comprovará que o resultado do teste pode representar razoavelmente o desempenho do REESS completo no tocante ao seu desempenho de segurança sob as mesmas condições.

Caso a unidade de gerenciamento elétrico do REESS não esteja integrada ao compartimento que encerra as células, poderá ser omitida da instalação do dispositivo testado, caso solicitado pelo fabricante.

2.2. O dispositivo testado será conectado à instalação de teste conforme a recomendação do fabricante.

3. Procedimentos

3.1. Condições gerais do teste

As seguintes condições e exigências aplicar-se-ão ao teste:

- (a)) O teste será realizado a uma temperatura ambiente de $20 \pm 10^{\circ}\text{C}$;
- (b) No início do teste, o SOC será ajustado a um valor de, no máximo, 50 por cento da faixa operacional normal do SOC;
- (c) Também no início do teste, todos os dispositivos de proteção internos e externos que afetem as funções do dispositivo testado e relevantes para o resultado do teste poderão ser operados.

3.2. Teste de esmagamento

3.2.1. Força de esmagamento

O dispositivo testado será pressionado entre uma resistência e uma placa de esmagamento descrita na Figura 11 com uma força entre 100kN e 105kN, a menos que o haja especificação contrária de acordo com o item 4.4.2. deste Regulamento, com um tempo de início inferior a 3 minutos e um tempo de espera de entre 100ms e 10s.

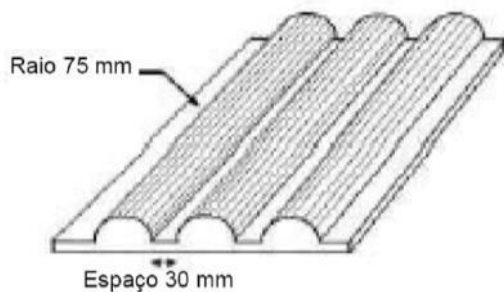


Figura 11

Dimensão da placa de esmagamento: 600 mm x 600 mm ou menor

Pode-se utilizar, mediante solicitação do fabricante, uma força de esmagamento superior, um tempo de início ou espera maior ou uma combinação destes.

A aplicação da força será decidida pelo fabricante, levando em consideração a direção de percurso do REESS em relação à sua instalação no veículo. A força de aplicação é horizontal e perpendicular em relação à direção de percurso do REESS.

O teste será encerrado com um período de observação de 1h sob condições de temperatura ambiente do local de teste.

Subseção VI

Resistência ao fogo

1. Objetivo

O objeto deste teste é verificar a resistência do REESS contra a exposição ao fogo pela parte externa do veículo em função de, por exemplo, derramamento de combustível de um veículo (o próprio veículo ou um veículo próximo). Esta situação faria com que o condutor e os passageiros tivessem tempo o suficiente para evacuar.

2. Instalações

2.1. O teste será realizado com o REESS completo ou com subsistemas do REESS relacionados, incluindo as células e suas conexões elétricas.

Caso escolha realizar o teste com os subsistemas relacionados, o fabricante comprovará que o resultado do teste pode representar razoavelmente o desempenho do REESS completo no tocante ao seu desempenho de segurança sob as mesmas condições.

Caso a unidade de gerenciamento elétrico do REESS não esteja integrada ao compartimento que encerra as células, poderá ser omitida da instalação do dispositivo testado, caso solicitado pelo fabricante. Quando os subsistemas do REESS relevantes são distribuídos pelo veículo, o teste pode ser realizado em cada subsistema relevante.

3. Procedimentos

3.1. Condições gerais do teste

As seguintes condições e exigências aplicar-se-ão ao teste:

- (a)) O teste será realizado em uma temperatura ambiente mínima de 0 °C;
- (b) No início do teste, o SOC será ajustado a um valor de, no máximo, 50 por cento da faixa operacional normal do SOC;
- (c) Também no início do teste, todos os dispositivos de proteção que afetem as funções do dispositivo testado e relevantes para o resultado do teste poderão ser operados.

3.2. Procedimento de teste

Um teste de veículo ou componente será realizado mediante a escolha do fabricante:

3.2.1. Teste de veículos

O dispositivo testado será montado em uma instalação de teste que simule as condições reais de montagem da melhor maneira possível; nenhum material combustível deve ser usado para isso com exceção ao material que faz parte do REESS.

O método por meio do qual o dispositivo testado é fixado na instalação de teste corresponderá às especificações relevantes para a sua montagem no veículo. Caso o REESS seja designado para um uso específico de veículo, as peças que afetem, de qualquer forma que seja, o curso do fogo serão levadas em consideração.

3.2.2. Teste de componentes

O dispositivo testado será instalado em uma mesa de grade posicionada acima do reservatório na direção determinada de acordo com a intenção de design do fabricante.

A mesa gradeada será construída com barras de aço com diâmetro de 6-10 mm e vão de 4-6 cm entre elas. Caso necessário, as barras de aço podem ser apoiadas em peças planas de aço.

3.3. A chama a qual o dispositivo testado é exposto será obtida pela queima de combustível comercial para motores de ignição positiva (doravante referido como "combustível") em um reservatório. A quantidade de combustível será suficiente para permitir que a chama, sob condições de queima livre, esteja acesa durante todo o teste.

O fogo deve abranger toda a área do reservatório durante toda a exposição ao fogo. As dimensões do reservatório serão escolhidas de modo a garantir que as laterais do dispositivo testado estejam expostas à chama. O reservatório, portanto, excederá a projeção horizontal do dispositivo testado entre 20 cm e 50 cm. As laterais do reservatório não devem projetar-se mais de 8 cm acima do nível de combustível no início do teste.

3.4. O reservatório abastecido com combustível será colocado embaixo do dispositivo testado de modo que a distância entre o nível do combustível e a parte inferior do dispositivo testado corresponda à altura de design deste em relação à superfície da estrada em condição de massa sem carga, caso o item 3.2.1. seja aplicável, ou a aproximadamente 50 cm caso o item 3.2.2. seja aplicável. O reservatório, o dispositivo testado, ou ambos, devem ter movimentação livre.

3.5. Durante a fase C do teste, o reservatório deve ser coberto por uma tela. A tela será colocada 3 cm +/- 1 cm acima do nível de combustível medido antes do combustível ser aceso. A tela será feita de material refratário, conforme as especificações do ANEXO 1.5.6.1.

Não haverá vão entre os tijolos e eles serão apoiados sobre o reservatório de combustível de modo que os orifícios dos tijolos não sejam obstruídos.

O comprimento e a largura da estrutura serão de 2 cm a 4 cm inferiores às dimensões interiores do reservatório, de maneira que haja um vão de 1 cm a 2 cm entre a estrutura e a parede do reservatório que permita a ventilação. Antes do teste, a tela estará, no mínimo, na temperatura ambiente. Os tijolos refratários podem ser molhados para garantir condições de teste reproduzíveis.

3.6. Caso os testes sejam realizados em local aberto, haverá proteção suficiente contra ventos, de modo que a velocidade do vento no nível do reservatório não exceda 2,5km/h.

3.7. O teste abrangerá as três fases de B a D, caso o combustível esteja, no mínimo, na temperatura de 20°C. Caso contrário, o teste abrangerá as quatro fases A a D.

3.7.1. Fase A: Pré-aquecimento (Figura 12)

O combustível do reservatório será aceso a uma distância de, no mínimo, 3m em relação ao dispositivo testado.

Após 60 segundos de pré-aquecimento, o reservatório deve ser colocado sob o dispositivo testado. Caso o tamanho do reservatório seja muito grande para que possa ser movido sem riscos de derramamento, o dispositivo testado e o aparelho de teste podem ser movidos sobre o reservatório.

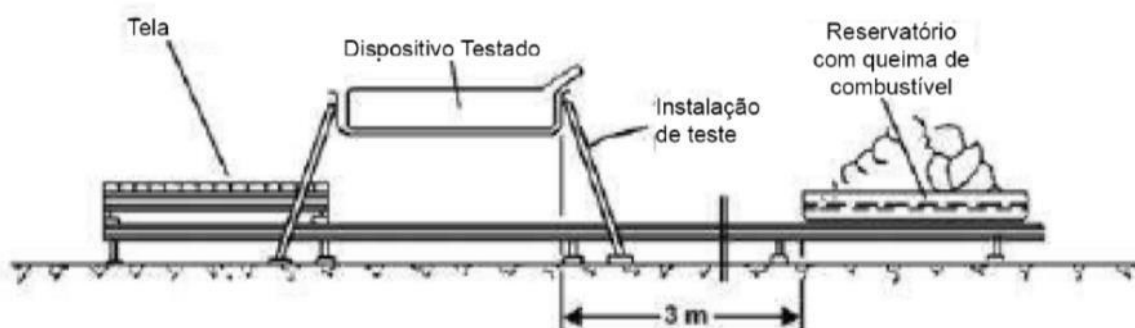


Figura 12 - Fase A: Pré-aquecimento

3.7.2. Fase B: Exposição direta ao fogo (Figura 13)

O dispositivo testado será exposto ao fogo do combustível em livre queima por 70 segundos.

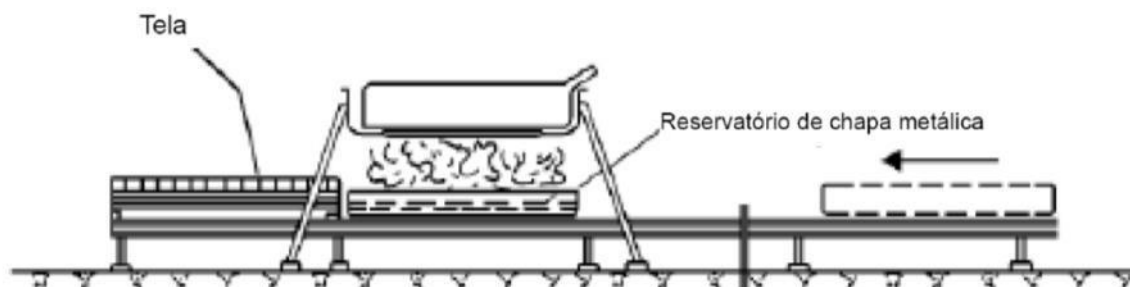


Figura 13 - Fase B: Exposição direta ao fogo

3.7.3. Fase C: Exposição indireta à chama (Figura 14)

Assim que a fase B for concluída, a tela será colocada entre o reservatório com queima de combustível e o dispositivo testado. O dispositivo testado será exposto a este fogo reduzido por mais 60 segundos.

Em vez de realizar a fase C do teste, a fase B pode, sob o critério do fabricante, prosseguir por mais 60 segundos.

No entanto, isso será permitido somente quando houver comprovação satisfatória de que não haverá redução da rigidez do teste.

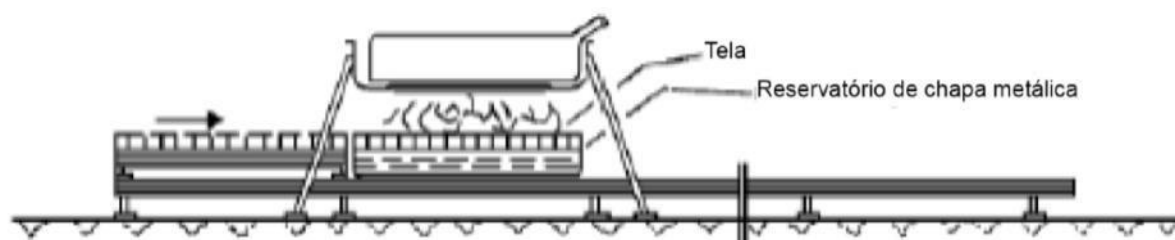


Figura 14 - Fase C: Exposição indireta ao fogo

3.7.4. Fase D: Fim do teste (Figura 15)

O reservatório com queima de combustível com a tela será movido de volta para a posição descrita na fase A.

Não se deve apagar o dispositivo testado. Após a remoção do reservatório, o dispositivo testado será observado até que a temperatura da superfície deste tenha voltado à temperatura ambiente ou diminua por, no mínimo, 3 horas.

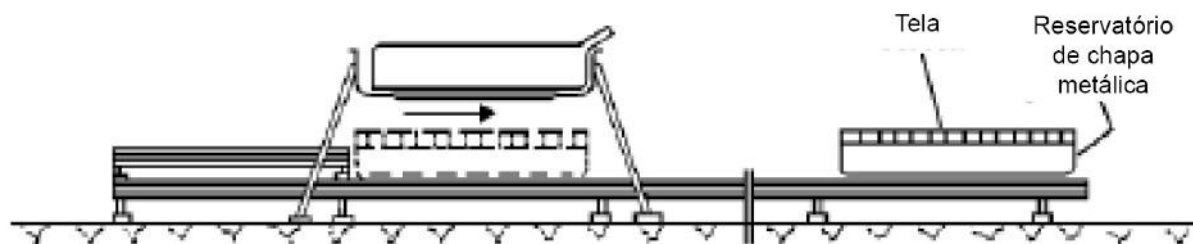


Figura 15 - Fase D: Fim do teste

3.8. Dimensão e dados técnicos de tijolos refratários

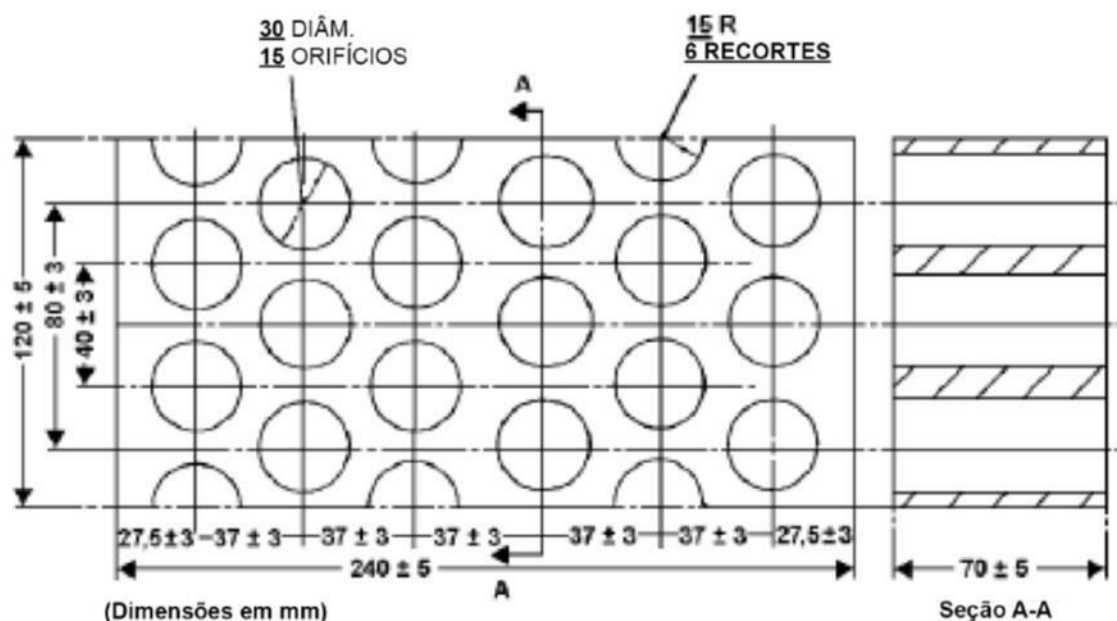


Figura 16

Resistência ao fogo: (Seger-Kegel) SK 30

Teor de Al₂O₃: 30 - 33 por cento

Porosidade aberta (Po): 20 - 22 por cento do vol.

Densidade: 1.900 - 2.000 kg/m³

Área efetiva furada: 44,18 por cento

Subseção VII

Proteção externa contra curto-circuito

1. Objetivo

O objetivo deste teste é verificar o desempenho da proteção contra curto-circuito. Esta funcionalidade, caso implementada, interromperá ou limitará a corrente de curto-circuito para proteger o REESS contra quaisquer eventos graves causados por corrente de curto-circuito.

2. Instalações

O teste será realizado com o REESS completo ou com subsistemas do REESS relacionados, incluindo as células e suas conexões elétricas. Caso escolha realizar o teste com os subsistemas relacionados, o fabricante comprovará que o resultado do teste pode representar razoavelmente o desempenho do REESS completo no tocante ao seu desempenho de segurança sob as mesmas condições.

Caso a unidade de gerenciamento elétrico do REESS não esteja integrada ao compartimento que encerra as células, poderá ser omitida da instalação do dispositivo testado, caso solicitado pelo fabricante.

3. Procedimentos

3.1. Condições gerais do teste

As seguintes condições aplicar-se-ão ao teste:

- (a)) O teste será realizado a temperatura ambiente de $20 \pm 10^{\circ}\text{C}$ ou superior caso solicitado pelo fabricante;
- (b) No início do teste, o SOC será ajustado a um valor de, no máximo, 50 por cento da faixa operacional normal do SOC;
- (c) Também no início do teste, todos os dispositivos de proteção que afetem as funções do dispositivo testado e relevantes para o resultado do teste poderão ser operados.

3.2. Curto-circuito

No início do teste, todos os contatos principais de carregamento e descarga serão fechados para representar o modo de condução ativa, bem como o modo de habilitação de carregamento externo. Caso isso não possa ser realizado em um único teste, dois ou mais serão realizados.

Os terminais positivos e negativos do dispositivo testado serão conectados uns aos outros para produzir um curto-circuito. A conexão usada para este propósito terá uma resistência que não excede $5\text{ m}\Omega$.

A condição de curto-circuito será mantida até que a operação da função de proteção do REESS de interrupção ou limitação da corrente de curto-circuito seja confirmada ou por, pelo menos, uma hora após a estabilização da temperatura medida no compartimento do dispositivo testado, desde que o gradiente de temperatura varie menos de 4°C em 1 hora.

3.3. Ciclo padrão e período de observação

Logo após a interrupção do curto-circuito, um ciclo padrão conforme o descrito no ANEXO 1.5.1., será realizado, caso não seja impedido pelo dispositivo testado.

O teste será encerrado com um período de observação de 1h sob condições de temperatura ambiente do local de teste.

Subseção VIII

Proteção contra sobrecarga

1. Objetivo

O objetivo deste teste é verificar o desempenho da proteção contra sobrecarga.

2. Instalações

O teste será realizado, sob condições operacionais normais, com o REESS completo (podendo tratar-se de um veículo completo) ou com subsistemas do REESS relacionados, incluindo as células e suas conexões elétricas.

Caso escolha realizar o teste com os subsistemas relacionados, o fabricante comprovará que o resultado do teste pode representar razoavelmente o desempenho do REESS completo no tocante ao seu desempenho de segurança sob as mesmas condições.

O teste pode ser realizado com um dispositivo testado modificado. Essas modificações não influenciarão os resultados do teste.

3. Procedimentos

3.1. Condições gerais do teste

As seguintes condições e exigências aplicar-se-ão ao teste:

- (a)) O teste será realizado em temperatura ambiente de $20 \pm 10^{\circ}\text{C}$ ou superior caso solicitado pelo fabricante;
- (b) Também no início do teste, todos os dispositivos de proteção que afetem as funções do dispositivo testado e relevantes para o resultado do teste poderão ser operados.

3.2. Carregamento

No início, todos os contatos principais relevantes para o carregamento serão fechados. Os limites de controle da carga do equipamento de teste serão desativados.

O dispositivo testado será carregado com uma corrente de pelo menos $1/3C$, não excedendo, entretanto, a corrente máxima dentro da faixa operacional conforme as especificações do fabricante.

O carregamento prosseguirá até que o dispositivo testado interrompa ou limite (automaticamente) o carregamento. Quando uma função de interrupção automática apresentar falhas na operação ou não houver tal função, o carregamento será mantido até que o dispositivo testado seja carregado no dobro de sua capacidade nominal.

3.3. Ciclo padrão e período de observação

Logo após a interrupção do carregamento, um ciclo padrão conforme o descrito no ANEXO 1.5.1. será realizado, caso não seja impedido pelo dispositivo testado.

O teste será encerrado com um período de observação de 1 h sob condições de temperatura ambiente do local de teste.

Subseção IX

Proteção contra sobrecarga

1. Objetivo

O objetivo deste teste é verificar o desempenho da proteção contra sobrecarga. Essa funcionalidade, caso seja implementada, interromperá ou limitará a corrente de descarga para proteger o REESS contra quaisquer eventos graves causados por um SOC baixo demais conforme especificado pelo fabricante.

2. Instalações

O teste será realizado sob condições operacionais normais, com o REESS completo (podendo tratar-se de um veículo completo) ou com subsistemas do REESS relacionados, incluindo as células e suas conexões elétricas.

Caso escolha realizar o teste com os subsistemas relacionados, o fabricante comprovará que o resultado do teste pode representar razoavelmente o desempenho do REESS completo no tocante ao seu desempenho de segurança sob as mesmas condições.

O teste pode ser realizado com um dispositivo testado modificado. Essas modificações não influenciarão os resultados do teste.

3. Procedimentos

3.1. Condições gerais do teste

As seguintes condições e exigências aplicar-se-ão ao teste:

- (a)) O teste será realizado em temperatura ambiente de $20 \pm 10^{\circ}\text{C}$ ou superior caso solicitado pelo fabricante;
- (b) Também no início do teste, todos os dispositivos de proteção que afetem as funções do dispositivo testado e relevantes para o resultado do teste poderão ser operados.

3.2. Descarga

No início do teste, todos os contatos principais relevantes serão fechados.

Uma descarga será realizada com uma corrente de pelo menos $1/3C$, não excedendo, entretanto, a corrente máxima dentro da faixa operacional conforme as especificações do fabricante.

A descarga prosseguirá até que o dispositivo testado interrompa ou limite (automaticamente) tal operação. Quando uma função de interrupção automática apresentar falhas na operação ou não houver tal função, a descarga será mantida até que o dispositivo testado seja descarregado até 25 por cento do seu nível de tensão nominal.

3.3. Carregamento padrão e período de observação

Logo após o encerramento da descarga, o dispositivo testado será carregado com uma carga padrão conforme especificado no ANEXO 1.5.1., caso não seja impedido pelo dispositivo referido.

O teste será encerrado com um período de observação de 1h sob condições de temperatura ambiente do local de teste.

Subseção X

Proteção contra superaquecimento

1. Objetivo

O objetivo deste teste é verificar o desempenho das medidas de proteção do REESS contra superaquecimento interno durante a operação, mesmo sob a falha da função de arrefecimento, quando aplicável.

Caso não haja necessidade de medidas de proteção para impedir que o REESS esteja sob condições inseguras em função de superaquecimento interno, esta operação segura deve ser demonstrada.

2. Instalações

2.1. O seguinte teste poderá ser realizado com o REESS completo (podendo tratar-se de um veículo completo) ou com subsistemas do REESS relacionados, incluindo as células e suas conexões elétricas.

Caso a escolha seja realizar o teste com os subsistemas relacionados, o fabricante provará que o resultado do teste pode representar razoavelmente o desempenho do REESS completo no tocante ao seu desempenho de segurança sob as mesmas condições.

O teste pode ser realizado com um dispositivo testado modificado conforme consentimento do fabricante. Essas modificações não influenciarão os resultados do teste.

2.2. Quando um REESS for instalado com uma função de arrefecimento e continuar funcionando sem que o sistema de arrefecimento esteja operacional, tal sistema será desativado para o teste.

2.3. A temperatura do dispositivo testado será medida continuamente dentro do compartimento próximo às células durante o teste para monitorar as mudanças de temperatura. O sensor de bordo, caso haja, pode ser usado. O fabricante determinará o local onde o sensor de temperatura será usado.

3. Procedimentos

3.1. No início do teste, todos os dispositivos de proteção que afetem as funções do dispositivo testado e relevantes para o resultado do teste poderão ser operados, com exceção a qualquer desativação de sistema implementada de acordo com o item 2.2. acima.

3.2. Durante o teste, o dispositivo será carregado e descarregado continuamente com uma corrente estável que aumentará a temperatura das células o mais rápido possível dentro da faixa de operação normal conforme definido pelo fabricante.

3.3. O dispositivo testado será colocado em um forno de convecção ou uma câmara climática. A temperatura da câmara ou do forno será elevada gradativamente até chegar à temperatura determinada de acordo com o item 3.3.1. ou 3.3.2. abaixo, conforme aplicável, e, então, mantida a uma temperatura igual ou superior a esta até o fim do teste.

3.3.1. Quando o REESS possuir medidas de proteção contra sobreaquecimento interno, a temperatura será elevada até a especificada pelo fabricante como limite de temperatura operacional para tais medidas de proteção para garantir que a temperatura do dispositivo testado aumente conforme o item 3.2. acima.

3.3.2. Quando o REESS não for equipado com quaisquer medidas específicas para a proteção contra sobreaquecimento, a temperatura será elevada à máxima operacional especificada pelo fabricante.

3.4. Fim do teste: O teste terminará quando um dos seguintes casos ocorrer:

- (a)) O dispositivo testado inibi e/ou limita o carregamento e/ou descarga para impedir a elevação de temperatura;
- (b) A temperatura do dispositivo testado é estabilizada, o que significa que varia por um gradiente de menos de 4°C por 2 horas;
- (c) Qualquer falha dos critérios de aceitação prescritos no item 4.9.2.1. do Regulamento.

Capítulo II

Requisitos de teste para a proteção dos ocupantes de veículos que operam em energia elétrica de alta tensão e derramamento eletrolítico em casos de impacto.

Escopo

Adicionalmente aos ensaios realizados de acordo com o procedimento e escopos definidos nas Resoluções CONTRAN de Impacto frontal e Impacto Lateral, o sistema elétrico que opera em alta tensão e os componentes e sistemas de alta tensão, que estão ligados galvanicamente ao barramento de alta tensão do sistema de energia elétrica, devem cumprir os seguintes requisitos:

1. Proteção contra choque elétrico

Após o impacto, pelo menos um dos quatro critérios especificados abaixo deve ser atendido. Se o veículo tiver uma função de desconexão automática, ou dispositivo(s) que divide galvanicamente o circuito do sistema de energia elétrica durante a condição de condução, pelo menos um dos seguintes critérios deve ser aplicado ao circuito desconectado ou a cada circuito dividido individualmente após a função de desconexão ser ativada.

No entanto os critérios definidos em “Resistência ao isolamento” não se aplicarão se mais do que um único potencial de uma parte do barramento de alta tensão não estiver protegido nas condições de proteção IPXXB.

No caso de o teste ser realizado sob a condição de que a(s) parte(s) do sistema de alta tensão não estão energizadas, a proteção contra choque elétrico deve ser comprovada pelos itens “Proteção física” ou “Resistência ao isolamento” para a(s) parte(s) relevante (s).

1.1. Ausência de alta tensão

As tensões Vb, V1 e V2 dos barramentos de alta tensão devem ser iguais ou menores que 30 VAC ou 60 VDC conforme especificado no item 2 do ANEXO 3.

1.2. Baixa energia elétrica

A energia total (TE) nos barramentos de alta tensão deve ser inferior a 2,0 joules quando medida de acordo com o procedimento de teste conforme especificado na fórmula do item 3 do ANEXO 3.

Alternativamente, a energia total (TE) pode ser calculada pela tensão medida Vb do barramento de alta tensão e pela capacitância dos capacitores X (Cx) especificados pelo fabricante de acordo com a fórmula (b) do item 3 do ANEXO 3.

A energia armazenada nos condensadores Y (TEy1, TEy2) também deve ser inferior a 2,0 joules. Isto deve ser calculado medindo as voltagens V1 e V2 dos barramentos de alta tensão e o chassi elétrico e a capacitância dos condensadores de Y especificados pelo fabricante de acordo com a fórmula (c) do item 3 do ANEXO 3.

1.3. Proteção física

Para proteção contra contato direto com peças em alta tensão, a proteção IPXXB deve ser fornecida.

Além disso, para proteção contra choque elétrico que pode resultar de contato indireto, a resistência entre todas as peças condutoras expostas e o chassi elétrico deve ser inferior a 0,1 ohm quando houver fluxo de corrente de pelo menos 0,2 amperes.

Este requisito é satisfeito se a conexão galvânica for feita por soldagem.

1.4. Resistência ao isolamento

Os critérios especificados nos itens 1.4.1. e 1.4.2. abaixo devem ser atendidos. A medição deve ser realizada de acordo com o item 5 do ANEXO 3.

1.4.1. Sistema de propulsão elétrica composto por barramentos DC ou AC separados

Se os barramentos de alta voltagem de CA e os barramentos de alta tensão de CC estiverem isolados galvanicamente uns dos outros, a resistência de isolamento entre o barramento de alta tensão e o chassi elétrico (R_i , conforme definido no item 5 do ANEXO 3.) deve ter um valor mínimo de $100 \Omega / V$ da tensão de trabalho para barramentos CC e um valor mínimo de $500 \Omega / V$ da tensão de trabalho para barramentos AC.

1.4.2. Sistema de propulsão elétrica composto por barramentos DC e AC combinados

Se os barramentos de alta tensão de CA e os barramentos de alta tensão de CC estiverem conectados galvanicamente, a resistência de isolamento entre o barramento de alta tensão e o chassi elétrico (R_i , conforme definido no item 5 do ANEXO 3.) deve ter um valor mínimo de $500 \Omega / V$ de A tensão de trabalho.

No entanto, se a proteção IPXXB for satisfeita para todos os barramentos de alta tensão de CA ou a tensão de CA for igual ou inferior a 30 V após o impacto do veículo, a resistência de isolamento entre o barramento de alta tensão e o chassi elétrico (R_i , conforme definido no item 5 do ANEXO 3.) deve ter um valor mínimo de $100 \Omega / V$ da tensão de trabalho.

2. Derramamento de eletrólitos

No período de até 30 minutos após o impacto, nenhum eletrólito do REESS deve derramar no compartimento de passageiros e não mais do que 7 por cento do eletrólito deve derramar do REESS, exceto as baterias de tração de tipo aberto fora do compartimento do passageiro.

Para as baterias de tração de tipo aberto, não deve exceder 7%, com um máximo de 5,0 litros, para fora do compartimento do passageiro.

O fabricante deve demonstrar conformidade nos termos do item 6 do ANEXO 3.

3. Retenção de REESS

REESS localizado dentro do compartimento do passageiro deve permanecer no local em que eles estão instalados e os componentes do REESS devem permanecer dentro dos limites do REESS.

Nenhuma parte do REESS que está localizado fora do compartimento do passageiro para avaliação de segurança elétrica deve entrar no compartimento de passageiros durante ou após o teste de impacto.

O fabricante deve demonstrar a conformidade nos termos do item 7. do ANEXO 3.

Capítulo III

Procedimentos de teste para a proteção de ocupantes de veículos contra alimentação elétrica de alta tensão e vazamento de eletrólitos

Este anexo descreve procedimentos de teste referentes à conformidade com as exigências de segurança elétrica do ANEXO 2. Por exemplo, medições de osciloscópio ou megômetro são uma alternativa adequada ao procedimento descrito abaixo para a medição de resistência ao isolamento. Neste caso, pode ser necessário desativar o sistema de monitoramento de resistência ao isolamento de bordo.

Antes da realização do teste de impacto do veículo, a tensão do barramento de alta tensão (V_b) (veja a Figura 17 abaixo) será medida e registrada para confirmar sua conformidade com os limites de tensão operacional do veículo conforme especificado pelo seu fabricante.

1. Preparação e equipamento de teste

Caso uma função de desconexão de alta tensão seja usada, as medições devem ser realizadas de ambos os lados do dispositivo que realiza tal função.

Entretanto, caso a desconexão de alta tensão integre o REESS ou o sistema de conversão de energia e o barramento de alta tensão do REESS ou sistema de conversão de energia esteja protegido de acordo com o IPXXB após o teste de impacto, as medições poderão ser realizadas somente entre o dispositivo que realiza a função de desconexão e as cargas elétricas.

O voltímetro usado neste teste medirá os valores DC e terá uma resistência de pelo menos 10 M Ω .

2. As seguintes instruções podem ser usadas caso a tensão seja medida.

Após o teste de impacto, determine as tensões do barramento de alta tensão (V_b , V_1 , V_2) (veja a Figura 17 abaixo).

A medição de tensão será realizada entre 5 e 60 segundos após o impacto.

Este procedimento não é aplicável caso o teste seja realizado sem que o sistema de propulsão elétrica esteja energizado.

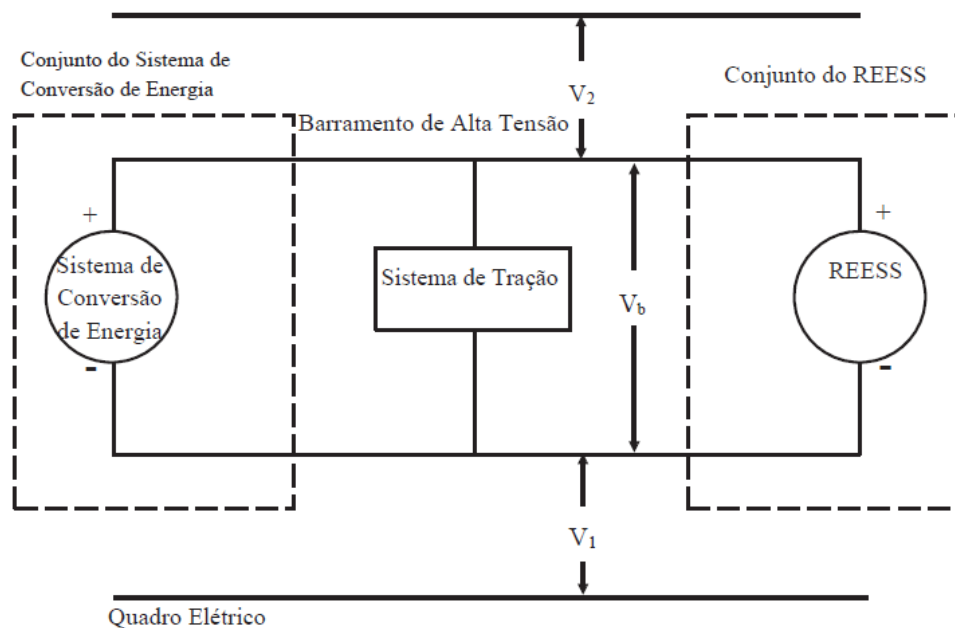


Figura 17 - Medição de Vb, V1, V2

3. Procedimento de avaliação para baixa energia elétrica

Antes do impacto, um interruptor S1 e um resistor de descarga conhecida R_e são conectados paralelamente à capacitância relevante (veja a Figura 18 abaixo).

Entre 5 e 60 segundos após o impacto, o interruptor S1 será fechado enquanto a tensão V_b e a corrente I_e são medidas e registradas. O produto da tensão V_b e a corrente I_e será integrado pelo período de tempo iniciado no momento em que o interruptor S1 é fechado (t_c) e encerrado quando a tensão V_b cair até sair do limite de alta tensão de 60 V DC (t_h). A integração resultante equivale à energia total (TE) em joules.

(a)

$$TE = \int_{t_c}^{t_h} V_b \times I_c dt$$

Quando V_b for medida em um momento entre 5 e 60 segundos após o impacto e a capacitância dos capacitores-X (C_x) for especificada pelo fabricante, a energia total (TE) será calculada pela seguinte fórmula:

(b) $TE = 0,5 \times C_x \times (V_b^2 - 3\,600)$

Quando V_1 e V_2 (veja a Figura 17 acima) forem medidas em um momento entre 5 e 60 segundos após o impacto e a capacitância dos capacitores-Y (C_{y1} , C_{y2}) for especificada pelo fabricante, a energia total (TE_{y1} , TE_{y2}) será calculada pelas seguintes fórmulas:

(c) $TE_{y1} = 0,5 \times C_{y1} \times (V_{12}^2 - 3\,600)$ $TE_{y2} = 0,5 \times C_{y2} \times (V_{22}^2 - 3\,600)$

Este procedimento não é aplicável caso o teste seja realizado sem que o sistema de propulsão elétrica esteja energizado.

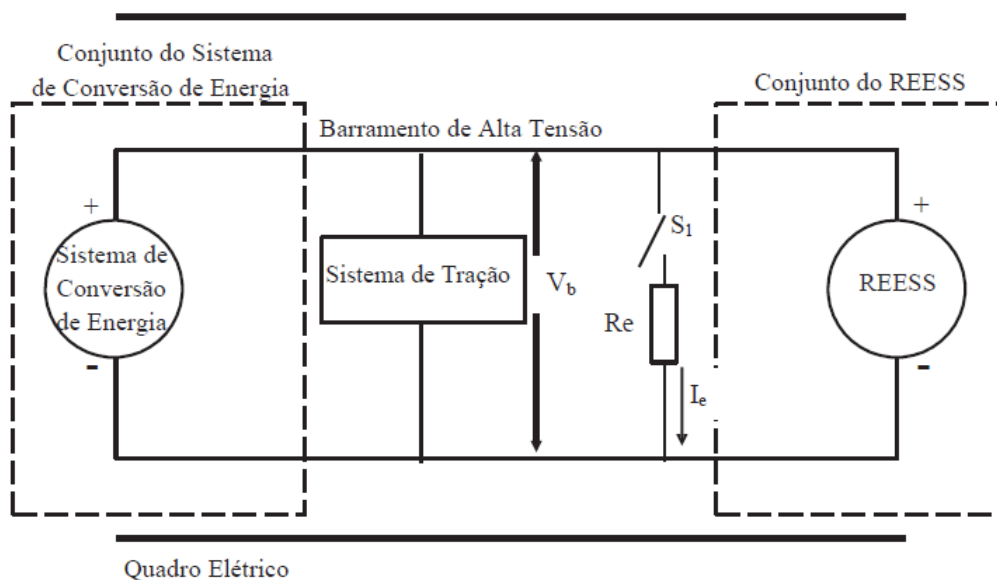


Figura 18 - Medição de V_b , V_1 , V_2

4. Proteção física

Após o teste de impacto do veículo, quaisquer partes que cerquem componentes de alta tensão serão abertos, desmontados ou removido sem o uso de ferramentas. Todas as partes circundantes restantes serão consideradas parte da proteção física.

A sonda de teste articulada descrita na Figura 21 do ANEXO 3.1. será inserida em quaisquer vãos ou aberturas da proteção física com uma força de teste de $10N \pm 10$ por cento para avaliação de segurança elétrica. Caso haja uma penetração parcial ou integral da sonda de teste articulada na proteção física, esta será colocada em cada posição especificada abaixo.

Começando da posição reta, ambas as articulações da sonda de teste serão giradas progressivamente através de um ângulo de até 90° em relação ao eixo da seção contígua do dedo e colocadas em todas as posições possíveis.

Barreiras internas de proteção elétrica são consideradas parte do compartimento.

Se adequado, deve-se conectar em série uma alimentação de baixa tensão (entre 40V e 50V) e um dispositivo de iluminação adequado entre a sonda de teste articulada e as partes energizadas de alta tensão dentro do compartimento ou barreira de proteção elétrica.

4.1 Condições de aceitação

As exigências do parágrafo 1.3. deste Regulamento serão consideradas cumpridas caso a sonda de teste articulada descrita na Figura 21 do ANEXO 3.1 não possa entrar em contato com partes energizadas de alta tensão.

Se necessário, um espelho ou fibroscópio pode ser usado para avaliar se a sonda de teste articulada toca os barramentos de alta tensão.

Caso esta exigência seja verificada por um circuito de sinal entre a sonda de teste articulada e partes energizadas de alta tensão, o dispositivo de iluminação não acenderá.

5. Resistência do isolamento

A resistência ao isolamento entre o barramento de alta tensão e o quadro elétrico poderá ser demonstrada por medição ou combinação de medição e cálculo.

As seguintes instruções devem ser seguidas caso a resistência ao isolamento seja identificada por medição.

Meça e registre a tensão (V_b) entre o lado negativo e positivo do barramento de alta tensão (veja a Figura 17 acima);

Meça e registre a tensão (V_1) entre o lado negativo do barramento de alta tensão e o quadro elétrico (veja a Figura 17 acima);

Meça e registre a tensão (V_2) entre o lado positivo do barramento de alta tensão e o quadro elétrico (veja a Figura 17 acima);

Caso V_1 seja igual ou superior a V_2 , insira uma resistência padrão conhecida (R_o) entre o lado negativo do barramento de alta tensão e o quadro elétrico. Com R_o instalada, meça a tensão (V_1') entre o lado negativo do barramento de alta tensão e o quadro elétrico do veículo (veja a Figura 19 abaixo). Calcule a resistência ao isolamento (R_i) de acordo com a fórmula abaixo.

$$R_i = R_o \cdot (V_b / V_1' - V_b / V_1) \text{ ou } R_i = R_o \cdot V_b \cdot (1 / V_1' - 1 / V_1)$$

Divida o resultado R_i , que é o valor de resistência ao isolamento elétrico em ohm (Ω), pela tensão operacional do barramento de alta tensão em volt (V).

$$R_i (\Omega / V) = R_i (\Omega) / \text{Tensão operacional (V)}$$

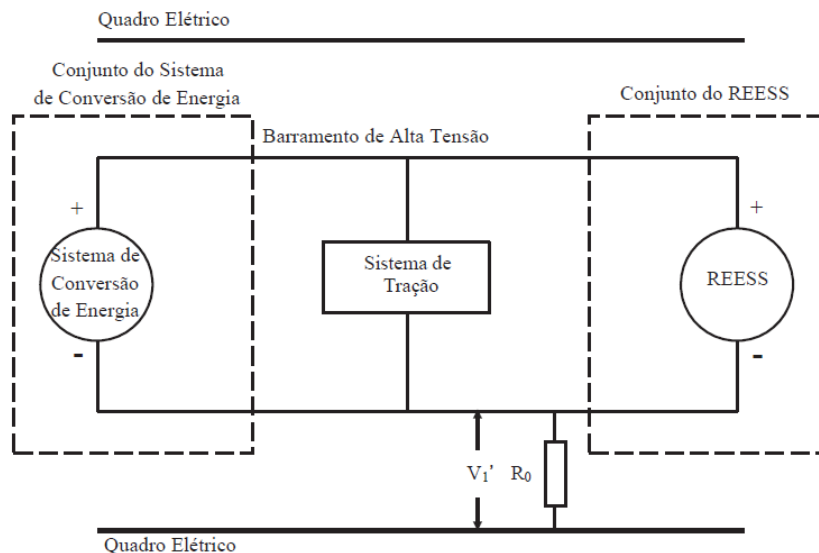


Figura 19 - Medição de V_1'

Caso V_2 seja superior a V_1 , insira uma resistência padrão conhecida (R_o) entre o lado positivo do barramento de alta tensão e o quadro elétrico. Com R_o instalada, meça a tensão (V_2') entre o lado positivo do barramento de alta tensão e o quadro elétrico do veículo (veja a Figura 20 abaixo).

Calcule a resistência ao isolamento (R_i) de acordo com a fórmula abaixo.

$$R_i = R_o \cdot (V_b / V_2' - V_b / V_2) \text{ ou } R_i = R_o \cdot V_b \cdot (1 / V_2' - 1 / V_2)$$

Divida o resultado R_i , que é o valor de resistência ao isolamento elétrico em ohm (Ω), pela tensão operacional do barramento de alta tensão em volt (V).

$R_i (\Omega / V) = R_i (\Omega) / \text{Tensão operacional (V)}$

$R_i = R_o * (V_b / V_2' - V_b / V_2)$ or $R_i = R_o * V_b * (1/V_2' - 1/V_2)$

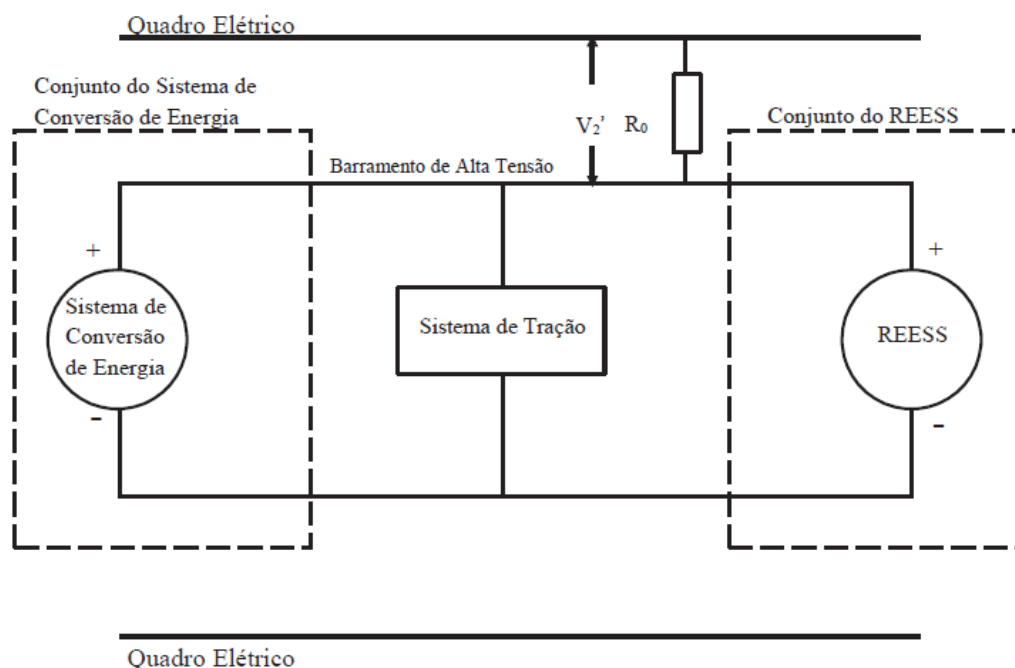


Figura 20 Medição de V_2'

Observação: A resistência padrão conhecida R_o (em Ω) deve ser o valor da resistência ao isolamento mínima exigida (Ω/V) multiplicada pela tensão operacional (V) do veículo mais/menos 20 por cento. R_o não precisa ser exatamente este valor, visto que as equações são válidas para qualquer R_o ; no entanto, um valor de R_o nesta faixa deve proporcionar uma boa resolução para as medições de tensão.

6. Vazamento eletrolítico

Deve-se utilizar um revestimento adequado na proteção física, se necessário, para confirmar a ocorrência de qualquer vazamento de eletrólitos do REESS após o teste de impacto.

A menos que o fabricante forneça meios de diferenciação entre o vazamento de diferentes líquidos, qualquer líquido vazado será considerado como eletrólitos.

7. Retenção do REESS

A conformidade será determinada por meio de inspeção visual.

Seção I Sonda de teste articulada (IPXXB)

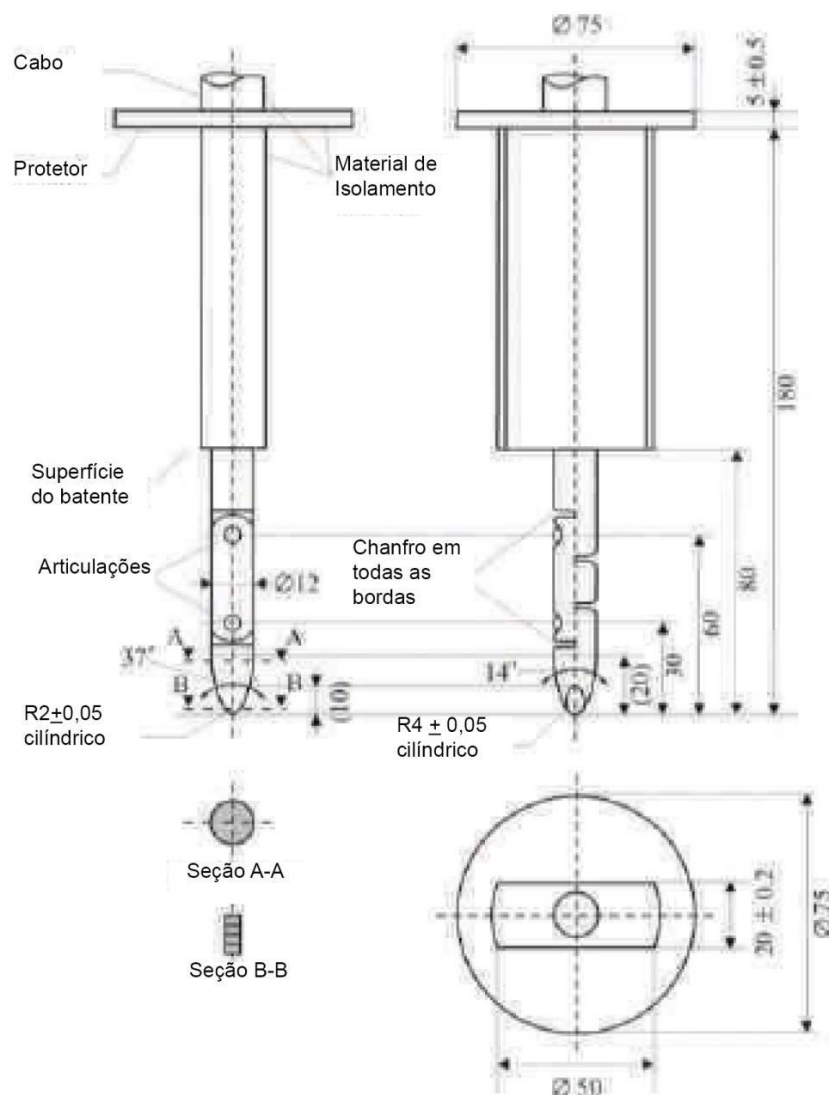


Figura 21 - Sonda de teste articulada

Material: metal, exceto quando houver especificação diferente Dimensões lineares em milímetros.

Tolerâncias de dimensões sem especificação correspondente:

(a) Em ângulos: 0/-10°

(b) Em dimensões lineares:

(i) até 25 mm: 0/-0,05 mm

(ii) acima de 25 mm: ±0,2 mm

Ambas as articulações devem permitir a movimentação no mesmo plano e direção por um ângulo de 90° com tolerância entre 0 a +10°.

ANEXO II

Veículos elétricos: proteção contra vazamento de eletrólitos e choque elétrico.

1. Escopo. Este regulamento especifica os requisitos para a limitação do derramamento de eletrólito e a retenção de dispositivos de armazenamento / conversão de energia elétrica durante e após um acidente e proteção contra choques elétricos prejudiciais durante e após um acidente e durante a operação normal do veículo.

2. Objetivo. O objetivo deste Regulamento é reduzir a mortalidade e lesões durante e depois de um acidente que ocorram em função de um derrame de eletrólito de dispositivos de armazenamento de energia elétrica, de intrusão de dispositivos de armazenagem / conversão da energia elétrica para dentro do habitáculo, e choques elétricos, e para reduzir a mortalidade e lesões durante a operação normal do veículo que ocorrem por causa de choque elétrico ou erro do motorista.

3. Aplicação. Este Regulamento aplica-se a veículos com peso bruto total de 4.536kg ou menos que utilizam componentes de propulsão elétrica com tensões operacionais superiores a 60V de corrente contínua (VDC) ou 30V de corrente alternada (VAC) cuja velocidade alcançável em uma distância de 1,6 km em uma superfície pavimentada plana é superior a 40 km/h.

4. Definições.

4.1 Desconexão automática corresponde a um dispositivo que, quando acionado, separa, de maneira condutora, uma fonte de alta tensão de um trem de força elétrico ou do resto do trem de força elétrico.

4.2 Conector de carregamento é um dispositivo condutor que, quando inserido em uma tomada de carregamento do veículo, estabelece uma ligação elétrica do veículo para o fornecimento de energia elétrica externa para fins de transferência de energia e troca de informações.

4.3 Conector significa um dispositivo mecânico que proporciona a ligação e desconexão de alta tensão elétrica condutores para um componente de acoplamento adequado, incluindo a sua habitação.

4.4 Contato Direto é o contato das pessoas com as partes vivas em alta tensão.

4.5 Dispositivo de armazenamento de energia elétrica corresponde a uma fonte de alta tensão que armazena energia para propulsão de veículos. Isso inclui, sem limitações, uma bateria ou conjunto de baterias de alta tensão, um dispositivo de armazenamento de energia recarregável e um módulo capacitor.

4.6 Dispositivo de conversão/armazenamento de energia elétrica corresponde a uma fonte de alta tensão que armazena ou converte energia para propulsão de veículos. Isso inclui, sem limitações, uma bateria ou conjunto de baterias de alta tensão, uma pilha de combustível, um dispositivo de armazenamento de energia recarregável e um módulo capacitor.

4.7 Sistema de conversão/armazenamento de energia elétrica corresponde a um conjunto de componentes elétricos que armazena ou converte energia elétrica para propulsão de veículos. Isso inclui, sem limitações, uma bateria ou conjunto de baterias de alta tensão, pilhas de

combustível, sistemas de armazenamento de energia recarregável, módulos capacitores, inversores, interconectores e sistemas de escape.

4.8 Trem de força elétrico corresponde a um conjunto de componentes elétricos conectados que inclui sem estar limitado a sistemas de conversão/armazenamento de energia e sistemas de propulsão.

4.9 Barreira de proteção elétrica é a peça que oferece proteção contra contato direto com peças volantes de alta tensão de qualquer direção de acesso.

4.10 Quadro elétrico corresponde às partes condutoras do veículo cujo potencial elétrico é tomado como referência e que: (1) são ligadas de maneira condutiva, e (2) não são fontes de alta tensão durante a operação normal do veículo.

4.11 Isolamento elétrico de uma fonte de alta tensão no veículo corresponde à resistência elétrica entre esta fonte e qualquer quadro elétrico do veículo dividida pela tensão operacional da fonte de alta tensão.

4.12 Parte condutora exposta é a parte condutora que pode ser tocada sob os procedimentos do teste do grau de proteção IPXXB e que não é normalmente energizada, mas que pode se tornar eletricamente energizado sobre condições de falha de isolamento. Isto inclui peças sob uma tampa, caso esta tampa possa ser removida sem o uso de ferramentas.

4.13 Fornecimento externo de energia elétrica é uma fonte externa de alimentação para o veículo que proporciona energia para carregar o dispositivo de armazenamento de energia no veículo através do conector de carregamento.

4.14 Sistema de célula de combustível é um sistema que contém a(s) pilha(s) de célula de combustível, o sistema de processamento do ar, sistema de controle do fluxo de combustível, sistema de exaustão de gases, sistema de monitoramento de temperatura, e um sistema de monitoramento de água.

4.15 Fonte de alta tensão, qualquer componente elétrico que está contido no trem de força elétrico ou condutivamente ligado ao trem de força elétrico e tem uma tensão de funcionamento superior a 30 VAC ou 60 VDC.

4.16 O contato indireto é o contato de pessoas com peças condutoras expostas.

4.17 Parte viva é uma parte condutora do veículo, que é eletrificada quando da operação normal do veículo.

4.18 Compartimento de bagagens é o espaço no veículo destinado para alojamento de bagagem, separado do compartimento de passageiros pelo anteparo dianteiro ou traseiro e delimitada por um teto, capô ou tampa de porta-malas, piso e paredes laterais, bem como por barreiras de proteção elétrica para proteção dos ocupantes do contato direto com partes vivas em alta tensão.

4.19 Habitáculo é o espaço destinado aos ocupantes que é delimitado pelo teto, piso, paredes laterais, portas, vidros exteriores, anteparo frontal e anteparo traseiro ou porta traseira, bem como barreiras de proteção elétricas para proteção dos ocupantes de um contato direto das partes vivas em alta tensão.

4.20 Possível Modo de Condução Ativa é o modo do veículo em que mediante a aplicação de pressão no pedal do acelerador (ou ativação de um controle equivalente) ou a liberação do sistema de freios faz com que o trem de força elétrico mova o veículo.

4.21 Sistema de Propulsão, é um conjunto de componentes elétricos ou eletromecânicos, ou circuitos que impulsionam o veículo utilizando a energia proveniente de uma fonte de alta tensão. Isso inclui, mas não está limitado a motores elétricos, inversores / conversores e controladores eletrônicos.

4.22 Grau de proteção IPXXB é a proteção contra contato com partes vivas em alta tensão avaliando as barreiras de proteção elétrica por meio da sonda de teste em formato de dedo articulado, IPXXB, conforme Figura 7b.

4.23 Grau de proteção IPXXD é a proteção contra contato com partes vivas em alta tensão avaliando as barreiras de proteção elétrica por meio da sonda de teste em forma de fio, IPXXD, na Figura 7a.

4.24 Desconexão de Serviço é o dispositivo para a desativação de um circuito elétrico quando da realização de inspeções e serviços de manutenção do sistema de propulsão elétrico do veículo.

4.25 Entrada de carregamento do veículo é o dispositivo localizado no veículo elétrico em que o conector de carregamento é inserido para fins de transferência de energia e troca de informação a partir de uma fonte de energia elétrica externa.

4.26 VAC corresponde a volts de corrente alternada (AC) expressos usando o valor quadrático médio.

4.27 VDC corresponde a volts de corrente contínua (DC).

4.28 Tensão Operacional corresponde à tensão de maior valor quadrático médio da fonte de tensão, que pode em todos ou entre seus terminais e quaisquer partes condutoras em condições de operação normal ou de circuito aberto.

5. Exigências Gerais. Todos os veículos aos quais esta norma é aplicável devem cumprir as exigências dos itens 5.1, 5.2 e 5.3 quando testados de acordo com o item 6 e as condições do item 7.

5.1 Vazamento de eletrólitos de baterias de propulsão. Não haverá vazamento de eletrólitos, oriundo das baterias de propulsão, superior a 5,0l para fora do compartimento do passageiro e nenhum rastro visível de eletrólitos será derramado no compartimento do passageiro. O vazamento é medido entre o momento em que o veículo encerra a sua movimentação após o teste de impacto contra barreira e ao longo dos 30 min subsequentes.

5.2 Retenção de dispositivo de conversão/armazenamento de energia elétrica. Durante e após cada teste especificado no item 6 desta norma:

- (a) Os dispositivos de armazenamento/conversão de energia elétrica permanecerão instalados no veículo por meio de, pelo menos, um componente de ancoragem, suporte ou qualquer estrutura que transfira os esforços do dispositivo à estrutura do veículo; e
- (b) Dispositivos de conversão/armazenamento de energia elétrica localizados fora do compartimento dos ocupantes não devem adentrar o habitáculo dos passageiros.

5.3 Segurança elétrica. Após cada teste especificado no item 6 desta norma, cada fonte de alta tensão em um veículo deverá atender a um dos seguintes requisitos:

Requisitos de isolamento elétrico da alínea (a), o nível de voltagem da alínea (b), ou os requisitos de proteção da barreira física da alínea (c).

(a) O isolamento elétrico da fonte de alta tensão, determinado de acordo com o procedimento especificado no item 7.6, deve ser maior ou igual a um dos seguintes:

- (1) 500 ohms / volt para uma fonte de alta tensão CA; ou
- (2) 100 ohms / volt para uma fonte de alta tensão CA se ele for conectado de forma condutora a uma fonte de alta tensão CC, mas somente se a fonte de alta tensão CA atender aos requisitos de proteção da barreira física especificados nos itens 5.3 (c) (1) e 5.3 (c) (2); ou
- (3) 100 ohms / volt para fonte de alta tensão DC.

(b) As tensões V1, V2 e Vb da fonte de alta tensão, medidas de acordo com o procedimento especificado em 7.7, devem ser menores ou iguais a 30 VAC para componentes CA ou 60 VCC para componentes DC.

(c) A proteção contra choque elétrico por contato direto e indireto (proteção da barreira física) deve ser demonstrada atendendo às três condições seguintes:

(1) A fonte de alta tensão (AC ou DC) atende ao grau de proteção IPXXB quando testado de acordo com o procedimento especificado no item 9.1 usando a sonda de teste IPXXB mostrada nas Figuras 7a e 7b;

(2) A resistência entre as partes condutoras expostas da barreira de proteção elétrica da fonte de alta tensão e o chassi elétrico é inferior a 0,1 ohm quando testada de acordo com os procedimentos especificados no item 9.2. Além disso, a resistência entre uma parte condutora exposta da proteção elétrica da fonte de alta tensão e quaisquer outras partes condutoras expostas simultaneamente acessíveis de barreiras de proteção elétrica dentro de 2,5 metros devem ser inferiores a 0,2 ohm quando testadas usando os procedimentos de teste especificados no item 9.2; e

(3) A tensão entre as partes condutoras expostas da barreira de proteção elétrica da fonte de alta tensão e o chassi elétrico é menor ou igual a 30 VAC ou 60 VDC conforme medido de acordo com o item 9.3. Além disso, a tensão entre uma parte condutora exposta da proteção elétrica da fonte de alta tensão e quaisquer outras partes condutoras expostas simultaneamente acessíveis de barreiras de proteção elétrica dentro de 2,5 metros devem ser menores ou iguais a 30 VAC ou 60 VDC conforme medido de acordo com o item 9.3.

5.4 Segurança elétrica durante o funcionamento normal do veículo.

5.4.1 Proteção contra contato direto.

5.4.1.1 Marcações. O símbolo mostrado na Figura 6 deve estar presente em dispositivos de armazenamento de energia elétrica ou perto deles. O símbolo da Figura 6 também deve ser visível nas barreiras de proteção elétrica que, quando removidas, expõem partes vivas de fontes de alta tensão. O símbolo deve ser amarelo e os contornos e a seta devem ser pretos.

5.4.1.1.1 A marcação não é necessária para barreiras de proteção elétrica que não possam ser acessadas fisicamente, abertas ou removidas sem utilização de ferramentas. As marcas não são necessárias para conectores elétricos ou a entrada de carregamento do veículo.

5.4.1.2 Cabos de alta tensão. Os cabos para fontes de alta tensão que não estão localizados dentro das barreiras de proteção elétrica devem ser identificados por meio de uma cobertura externa de cor laranja.

5.4.1.3 Desconexão de Serviço. Para a desconexão de serviço que pode ser aberta, desmontada ou removida sem ferramentas, o grau de proteção IPXXB deve ser atendido quando testado de acordo com os procedimentos especificados no item 9.1 usando a sonda de teste IPXXB mostrada nas Figuras 7a e 7b.

5.4.1.4 Grau de proteção de partes vivas de alta voltagem.

(a)) Grau de proteção IPXXD deve ser atendido para componentes em alta tensão localizados no interior do habitáculo dos passageiros ou da área destinada a bagagem quando testado de acordo com os procedimentos especificados no item 9.1 usando a sonda de teste IPXXD mostrada na Figura 7a.

(b) O grau de proteção IPXXB deve ser atendido para componentes em alta tensão que estejam localizados fora do interior do habitáculo dos passageiros ou da área destinada a bagagem quando testadas de acordo com os procedimentos especificados no item 9.1 usando a sonda de teste IPXXB mostrada nas Figuras 7a e 7b.

5.4.1.5 Conectores. A proteção de contato direto de um conector deve ser atender aos requisitos especificados no item 5.4.1.4 quando o conector está conectado em seu acoplamento correspondente e pelo cumprimento de pelo menos um dos requisitos das alíneas (a), (b), ou (c).

(a)) O conector cumpre os requisitos do item 5.4.1.4 quando desacoplado, quando o conector pode ser desconectado sem o uso de ferramentas;

(b) A tensão das partes vivas torna-se inferior ou igual a 60 VCC ou 30 VAC dentro de um segundo (1s) após o conector ser desacoplado de seu componente de acoplamento; ou,

(c) O conector é fornecido com um mecanismo de bloqueio (pelo menos duas ações distintas são necessárias para separar o conector do seu componente de acoplamento) e existem outros componentes que devem ser removidos para separar o conector do seu acoplamento e este não pode ser removidos sem o uso de ferramentas.

5.4.1.6 Entrada de carregamento do veículo. A proteção contra o contato direto para uma entrada de carregamento do veículo deve ser fornecida atendendo aos requisitos especificados no item 5.4.1.4 quando o conector de carregamento estiver conectado a entrada do veículo e preenchendo pelo menos um dos requisitos das alíneas (a) ou (b).

(a) A entrada de carregamento do veículo cumpre os requisitos do item 5.4.1.4 quando o conector de carregamento não está conectado a ele; ou

(b) A tensão das partes vivas de alta voltagem torna-se igual ou inferior a 60 VDC ou igual ou inferior a 30 VAC dentro de 1 segundo depois que o conector de carregamento é separado da entrada de carregamento do veículo.

5.4.2 Proteção contra contato indireto.

5.4.2.1 A resistência entre todas as partes condutoras expostas das barreiras de proteção elétrica e o chassi elétrico deve ser inferior a 0,1 ohm quando testado de acordo com os procedimentos especificados no item 9.2.

5.4.2.2 A resistência entre as duas partes condutoras expostas simultaneamente acessíveis

das barreiras de proteção elétrica a menos de 2,5 metros uma da outra deve ser inferior a 0,2 ohm quando testada de acordo com os procedimentos especificados no item 9.2.

5.4.3 Isolamento elétrico.

5.4.3.1 Isolamento elétrico de fontes de alta tensão CA e CC. O isolamento elétrico de uma fonte de alta tensão, determinado de acordo com o procedimento especificado no item 7.6, deve ser maior ou igual a um dos seguintes:

- (a)) 500 ohms / volt para uma fonte CA de alta tensão;
- (b) 100 ohms / volt para uma fonte de alta tensão CA se ele for condutivamente conectado a uma fonte de alta tensão DC, mas somente se a fonte de alta tensão CA atender aos requisitos de proteção contra contato direto do item 5.4.1.4 e a proteção de contato indireto do item 5.4.2; ou
- (c) 100 ohms / volt para uma fonte DC de alta tensão.

5.4.3.2 Exclusão de fontes de alta tensão dos requisitos de isolamento elétrico. Uma fonte de alta tensão que está conectada de forma condutora a um componente elétrico que está conectado de forma condutora ao chassi elétrico e que possui uma tensão de trabalho inferior ou igual a 60 VDC não é necessária para atender aos requisitos de isolamento elétrico no item 5.4.3.1 se o A tensão entre a fonte de alta tensão e o chassi elétrico é menor ou igual a 30 VAC ou 60 VDC.

5.4.3.3 Isolamento elétrico de fontes de alta tensão para carregar o dispositivo de armazenamento de energia elétrica. Para a entrada de carregamento do veículo destinada a ser conectada de forma condutora à fonte de alimentação elétrica externa CA, o isolamento elétrico entre o chassi elétrico e as fontes de alta tensão que estão conectadas de forma condutora à entrada de carregamento do veículo durante o carregamento do dispositivo de armazenamento de energia elétrica deve ser maior superior ou igual a 500 ohms / volt quando o conector de carregamento está desconectado. O isolamento elétrico é medido nas partes vivas de alta tensão da entrada de carregamento do veículo e determinado de acordo com o procedimento especificado no item 7.6. Durante a medição, o sistema de armazenamento de energia elétrica recarregável pode ser desconectado.

5.4.4 Monitoramento do isolamento elétrico.

As fontes DC de alta tensão de veículos com um sistema de células de combustível devem ser monitoradas por um sistema de monitoramento do isolamento elétrico que exiba um aviso de perda de isolamento quando testado de acordo com o item 8. O sistema deve monitorar seu próprio status e o aviso exibido deve ser visível para o motorista sentado em sua posição designada.

5.4.5 Proteção contra choque elétrico durante o carregamento. Para veículos automotores com um dispositivo de armazenamento de energia elétrica que pode ser carregado através de uma conexão física com uma fonte de energia elétrica externa aterrada, deve ser fornecido um dispositivo para permitir a conexão física do chassi elétrico à terra. Este dispositivo deve permitir a conexão de aterramento antes da tensão exterior ser aplicada ao veículo e manter a conexão até que a tensão externa seja removida do veículo.

5.4.6 Mitigando o erro do motorista.

5.4.6.1 Indicador de modo de condução ativa habilitada. Pelo menos uma indicação momentânea deve ser dada ao condutor sempre que o veículo for inicialmente colocado no

modo de condução ativa habilitada após a ativação manual do sistema de propulsão. Este requisito não se aplica na condição em que um motor de combustão interna fornece direta ou indiretamente a força de propulsão do veículo quando o veículo é colocado em um modo de condução ativa habilitada após a ativação manual do sistema de propulsão.

5.4.6.2 Indicador do modo de condução ativo habilitado ao sair do veículo.

Ao sair do veículo, o motorista deve ser informado por um sinal sonoro ou visual se o veículo ainda estiver no modo de condução ativo habilitado.

5.4.6.3 Impedir o “Drive-Away” (Que o veículo se afaste do carregador durante o carregamento). Se o dispositivo de armazenamento de energia elétrica a bordo pode ser carregado externamente, o movimento do veículo em mais de 150 mm por meio de seu próprio sistema de propulsão não pode ser possível desde que o conector de carregamento da fonte de alimentação externa esteja fisicamente conectado à entrada de carregamento do veículo de forma a permitir o seu carregamento.

6. Exigências de teste. Todos os veículos aos quais esta norma é aplicável, conforme as condições de testes estabelecidas no item 7, devem cumprir as exigências das Resoluções CONTRAN que determinam os requisitos de testes em impacto.

6.1 Colisão frontal em barreira. O veículo deve cumprir as exigências dos itens 5.1, 5.2 e 5.3 após ensaio de impacto frontal conforme estabelecido em Resolução CONTRAN específica, quando aplicável.

6.2 Impacto traseiro em barreira móvel. O veículo deve cumprir as exigências dos itens 5.1, 5.2 e 5.3 após ensaio de impacto traseiro conforme estabelecido em Resolução CONTRAN específica, quando aplicável.

5.2 Impacto lateral em barreira móvel deformável. O veículo deve cumprir as exigências dos itens 5.1, 5.2 e 5.3 após ensaio de impacto lateral conforme estabelecido em Resolução CONTRAN específica, quando aplicável.

7. Condições de teste. Quando o veículo for testado de acordo com o item 6, as exigências dos itens 5.1 a 5.3 devem ser cumpridas sob as condições determinadas dos itens 7.1 a 7.7. Todas as medições para o cálculo de tensões e isolamento elétrico são feitas pelo menos 5s após a parada do veículo nos testes especificados no item 6. Quando uma faixa estiver determinada, o veículo deverá ser capaz de cumprir as exigências em todos os pontos da faixa.

7.1 Estado de carga do dispositivo de armazenamento de energia elétrica. O dispositivo de armazenamento de energia elétrica estará no estado de carga especificado na alínea (a), (b), ou (c):

(a) No estado de carga máxima de acordo com os procedimentos de carregamento recomendados pelo fabricante do veículo conforme determinado no manual do proprietário ou em uma etiqueta fixada permanentemente no veículo;

(b) Caso o fabricante não tenha feito recomendações para procedimentos de carregamento no manual do proprietário ou em uma etiqueta fixada permanentemente no veículo, em um estado de carga igual ou superior a 95 por cento da capacidade máxima do dispositivo de armazenamento de energia elétrica; ou

(c)) Caso os dispositivos de armazenamento de energia elétrica sejam recarregáveis apenas por uma fonte de energia do veículo, em qualquer estado de carga dentro da tensão operacional normal determinada pelo fabricante do veículo.

7.2 Condições do veículo. O interruptor ou dispositivo que alimenta o sistema de propulsão a partir do sistema de conversão/armazenamento de energia elétrica está acionado ou pronto para

operação.

7.2.1 O freio de estacionamento não está engatado e a transmissão, caso haja, está na posição neutra. Em um teste conduzido conforme o item 6.3, o freio de estacionamento está acionado.

7.2.2 Os pneus são enchidos conforme as especificações do fabricante.

7.2.3 O veículo, incluindo dispositivos e instrumentos de teste, é carregado da seguinte maneira:

(a) Um carro de passageiros é carregado com seu peso de veículo sem carga somado à sua carga nominal e ao peso da capacidade do porta-malas, fixo na sua área, mais os bonecos de teste necessários conforme o item 6, presos somente por meios instalados no veículo para proteção em posição sentada.

(b) Veículos Utilitários, de carga ou ônibus com mais de 9 assentos incluindo o motorista com peso bruto total não superior a 4.536kg deve ser carregado conforme seu peso sem carga mais os bonecos de teste necessários, conforme item 6, mais 136kg ou sua capacidade de carga e peso de bagagem, prevalecendo o menor valor entre estes. Cada boneco de teste deve ser fixado somente pelos meios instalados no veículo para proteção dos ocupantes em posição sentada.

7.6 Procedimento do teste de isolamento elétrico. Além das condições dos itens 7.1 e 7.2, as condições dos itens 7.6.1 a 7.6.7 aplicam-se à medição do isolamento elétrico especificada no item 5.3(a).

7.6.1 Antes do teste de impacto em barreira, o sistema de conversão/armazenamento de energia é conectado ao sistema de propulsão do veículo e a ignição está ligada (sistema de propulsão energizado). Desconsidere quaisquer dispositivos ou sistemas que não permitam a energização do sistema de propulsão no momento do impacto quando a ignição estiver ligada e a transmissão do veículo estiver na posição neutra. Para uma fonte de alta tensão que tenha uma desconexão automática contida fisicamente em si, a medição do isolamento elétrico posterior ao teste é realizada do lado da desconexão automática conectado ao trem de força elétrica ou ao resto do trem caso a fonte de alta tensão seja um componente do trem.

Para uma fonte de alta tensão que tenha uma desconexão automática não contida fisicamente em si, a medição do isolamento elétrico posterior ao teste é realizada tanto no lado da fonte de alta tensão da desconexão automática quanto no lado da desconexão automática conectado ao trem de força elétrica ou ao resto do trem caso a fonte de alta tensão seja um componente do trem.

7.6.2 O voltímetro usado neste teste possui uma resistência interna de pelo menos 10MΩ.

7.6.3 As tensões são medidas conforme a Figura 1 e a tensão da fonte de alta tensão (V_b) é registrada. Antes do teste de impacto do veículo, V_b é igual ou superior à tensão operacional nominal conforme especificado pelo fabricante do veículo.

7.6.4 A tensão V_1 entre o lado negativo da fonte de alta tensão e o quadro elétrico é medida conforme a Figura 2.

7.6.5 A tensão V_2 entre o lado positivo da fonte de alta tensão e o quadro elétrico é medida conforme a Figura 3.

7.6.6 Caso V_1 seja igual ou superior a V_2 , insira uma resistência conhecida (R_o) entre o lado negativo da fonte de alta tensão e o quadro elétrico. Com R_o instalada, meça a tensão (V_1')

entre o lado negativo da fonte de alta tensão e o quadro elétrico conforme a Figura 4. Calcule a resistência ao isolamento elétrico (R_i) de acordo com a fórmula abaixo. Divida R_i (em ohms) pela tensão operacional da fonte de alta tensão (em volts) para obter o isolamento elétrico (em ohms/volt).

7.6.7 Caso V_2 seja superior a V_1 , insira uma resistência padrão conhecida (R_o) entre o lado positivo da fonte de alta tensão e o quadro elétrico. Com R_o instalada, meça a tensão (V_2') entre o lado positivo da fonte de alta tensão e o quadro elétrico do veículo conforme a Figura 5. Calcule a resistência ao isolamento elétrico (R_i) de acordo com a fórmula abaixo. Divida R_i (em ohms) pela tensão operacional da fonte de alta tensão (em volts) para obter o isolamento elétrico (em ohms/volt).

7.7 Medição da tensão.

A fim de determinar o nível de tensão da fonte de alta tensão especificada no item 5.3(b), a tensão é medida conforme a Figura 1. A tensão V_b é medida com os dois terminais da fonte de tensão.

As tensões V_1 e V_2 são medidas entre a fonte e o quadro elétrico. Para uma fonte de alta tensão que tenha uma desconexão automática contida fisicamente em si, a medição da tensão posterior ao teste é realizada do lado da desconexão automática conectado ao trem de força elétrico ou ao resto do trem caso a fonte de alta tensão seja um componente do trem.

Para uma fonte de alta tensão que tenha uma desconexão automática não contida fisicamente em si, a medição da tensão posterior ao teste é realizada tanto no lado da fonte de alta tensão da desconexão automática quanto no lado da desconexão automática conectado ao trem de força elétrico ou ao resto do trem caso a fonte de alta tensão seja um componente do trem.

8. Procedimento de teste para o sistema de monitoramento de isolamento elétrico de bordo. Antes de qualquer teste de impacto, as exigências do item 5.4 para o sistema de monitoramento de isolamento elétrico de bordo serão aplicadas em teste usando o seguinte procedimento.

(1) O dispositivo de armazenamento de energia elétrica está no estado de carga especificado no item 7.1.

(2) O interruptor ou dispositivo que alimenta o sistema de propulsão a partir do sistema de conversão/armazenamento de energia elétrica está acionado ou pronto para operação.

(3) Determine a resistência ao isolamento, R_i , da fonte de alta tensão com o sistema de monitoramento de isolamento elétrico usando o procedimento explicado nos itens 7.6.2 a 7.6.7.

(4) Insira um resistor com resistência R_o igual ou superior a $1/(1/(95 \text{ vezes a tensão operacional da fonte de alta tensão}) - 1/R_i)$ e inferior a $1/(1/(100 \text{ vezes a tensão operacional da fonte de alta tensão}) - 1/R_i)$ entre o terminal positivo da fonte de alta tensão e o quadro elétrico.

(5) O indicador do sistema de monitoramento de isolamento elétrico exibirá um alerta visível para o condutor sentado em sua posição designada.

9 Métodos de teste para proteção contra barreiras físicas contrachoque elétrico devido ao contato direto e indireto com fontes de alta tensão.

9.1 Método de teste para avaliar a proteção do contato direto com fontes de alta tensão.

(a) Todas as peças ao redor dos componentes de alta tensão são abertas, desmontadas ou removidas sem o uso de ferramentas.

(b) A sonda de teste selecionada é inserida em quaisquer aberturas ou aberturas na barreira de

proteção elétrica com uma força de teste de $10\text{ N} \pm 1\text{ N}$ com a sonda IPXXB ou 1 a 2 N com a sonda IPXXD. Se a sonda penetrar parcial ou totalmente na barreira de proteção elétrica, ela é colocada em todas as posições possíveis para avaliar o contato com peças em alta tensão.

Se a penetração parcial ou total na barreira de proteção elétrica ocorrer com a sonda IPXXB, a sonda IPXXB deve ser colocada da seguinte forma: a partir da posição correta, ambas as juntas do dedo de teste são rotacionadas progressivamente por um ângulo de até 90 graus em relação ao eixo da seção adjacente do dedo de teste e sendo colocadas em todas as posições possíveis.

(c) Uma alimentação de baixa tensão (com não menos de 40 V e não mais que 50 V) em série com uma lâmpada adequada pode ser conectada entre a sonda de acesso e quaisquer partes vivas de alta tensão dentro da barreira de proteção elétrica para indicar se partes vivas em alta tensão foram contatadas.

(d) Um espelho ou fibroscópio pode ser usado para verificar se a sonda de acesso toca as peças vivas de alta tensão dentro da barreira de proteção elétrica.

(e)) O grau de proteção IPXXD ou IPXXB é verificado quando as seguintes condições são atendidas:

(i) A sonda de acesso não toca peças em alta tensão. A sonda de acesso IPXXB pode ser manipulada conforme especificado no item 9.1 (b) para avaliar contato com peças em alta tensão. Os métodos especificados nos itens 9.1 (c) ou 9.1 (d) podem ser usados para auxiliar a avaliação. Se o método do item 9.1 (c) for usado para verificar o grau de proteção IPXXB ou IPXXD, a lâmpada não deve acender.

(ii) A face de parada (batente) da sonda de acesso não penetra completamente na barreira de proteção elétrica.

9.2 Método de teste para avaliar proteção contra contato indireto com fontes de alta tensão. À escolha do fabricante, a proteção contra contato indireto com fontes de alta tensão deve ser determinada usando o método de teste na alínea (a) ou na alínea (b).

(a)) Método de teste usando um testador de resistência.

O testador de resistência está conectado aos pontos de medição (o chassi elétrico e qualquer parte condutora exposta de barreiras de proteção elétrica ou duas partes condutoras expostas simultaneamente acessíveis de barreiras de proteção elétrica a menos de 2,5 metros uma da outra) e a resistência é medida usando um testador de resistência que pode medir níveis atuais de pelo menos 0,2 Amperes com uma resolução de 0,01 ohms ou menos. A resistência entre duas partes condutoras expostas de barreiras de proteção elétrica a menos de 2,5 metros uma da outra pode ser calculada usando as resistências medidas separadamente das partes relevantes das trilhas elétricas.

(b) Método de teste usando uma fonte de alimentação CC, voltímetro e amperímetro.

(1) Conecte a fonte de alimentação CC, o voltímetro e o amperímetro aos pontos de medição (o chassi elétrico e qualquer peça condutora exposta ou qualquer duas peças condutoras expostas simultaneamente alcançáveis a menos de 2,5 metros uma da outra), conforme mostrado na Figura 8.

(2) Ajuste a tensão da fonte de alimentação DC de modo que o fluxo de corrente se torne mais de 0,2 Amperes.

(3) Medir a corrente I e a tensão V mostrada na Figura 8.

(4) Calcule a resistência R de acordo com a fórmula, $R = V / I$.

(5) A resistência entre duas partes condutoras expostas simultaneamente acessíveis de barreiras de proteção elétrica que estão a menos de 2,5 metros uma da outra pode ser calculada usando as resistências medidas separadamente das partes relevantes das trilhas elétricas.

9.3 Método de teste para determinar a tensão entre partes condutoras expostas de barreiras de proteção elétrica e o chassi elétrico e entre partes condutoras expostas de barreiras de proteção

elétrica.

- (a)) Conecte o voltímetro aos pontos de medição (parte condutora exposta de uma barreira de proteção elétrica e do chassi elétrico ou de duas partes condutoras expostas simultaneamente acessíveis de barreiras de proteção elétrica a menos de 2,5 metros uma da outra).
- (b) Medir a tensão.
- (c) A tensão entre duas partes condutoras expostas simultaneamente acessíveis de barreiras de proteção elétrica que estão a menos de 2,5 metros uma da outra pode ser calculada usando as tensões medidas separadamente entre as barreiras de proteção elétrica relevantes e o chassi elétrico.

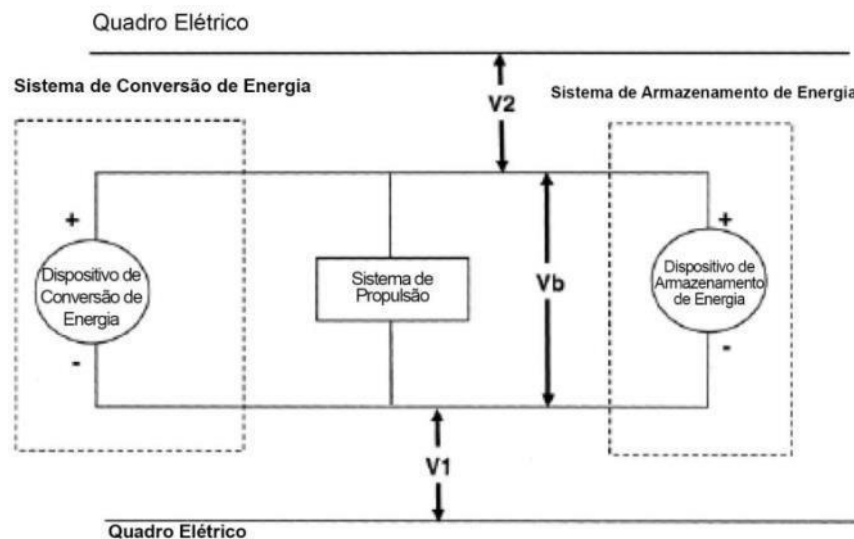


Figura 1 – 7.6.3 e 7.7 Medições de Tensão da Fonte de Alta Tensão

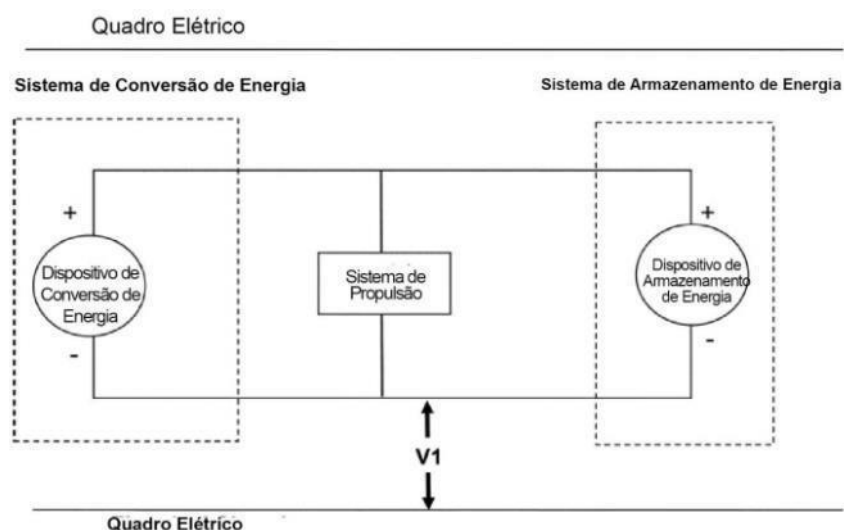


Figura 2 - Medição da Tensão V1 entre o Lado Negativo da Fonte de Alta Tensão e o Quadro Elétrico

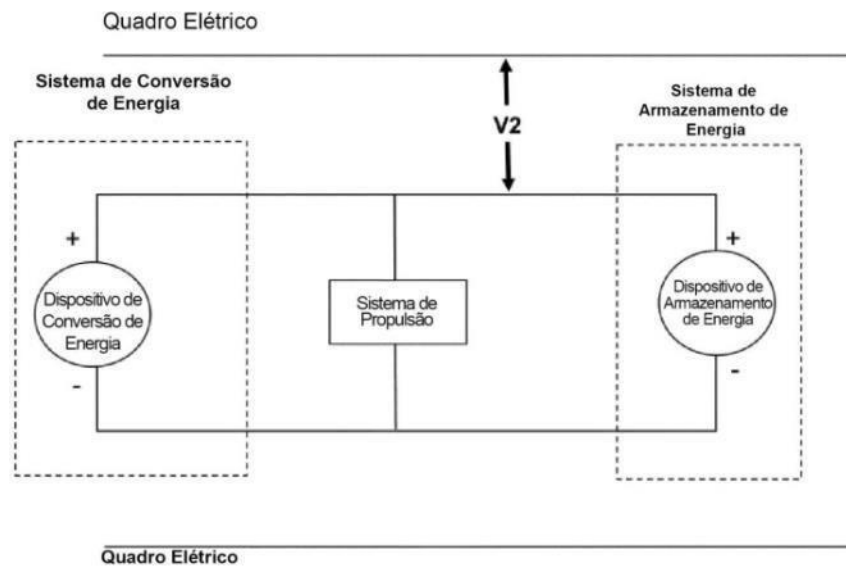


Figura 3 – 7.6.5 Medição da Tensão V2 entre o Lado Positivo da Fonte de Alta Tensão e o Quadro Elétrico

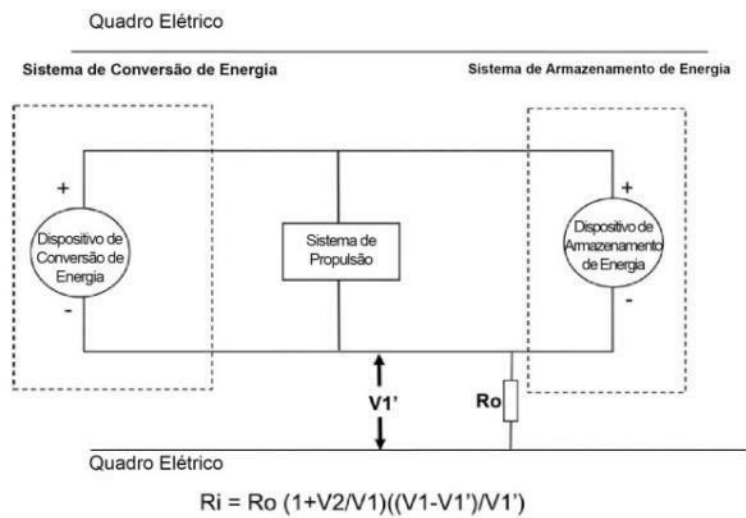


Figura 4 - Medição da Tensão V1' do Resistor entre o Lado Negativo da Fonte de Alta Tensão e o Quadro Elétrico

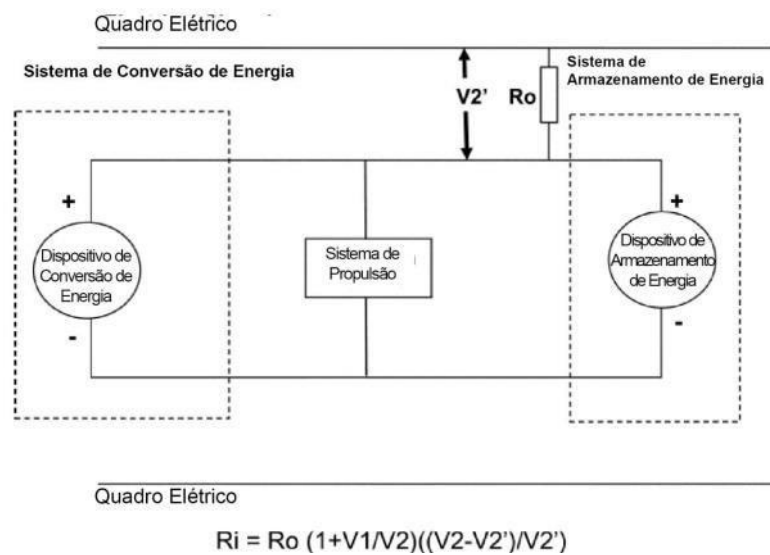


Figura 5 - Medição da Tensão V_2' do Resistor entre o Lado Positivo da Fonte de Alta Tensão e o Quadro Elétrico



Figura 6 - 5.4.1.1 Marcação do equipamento de alta tensão.

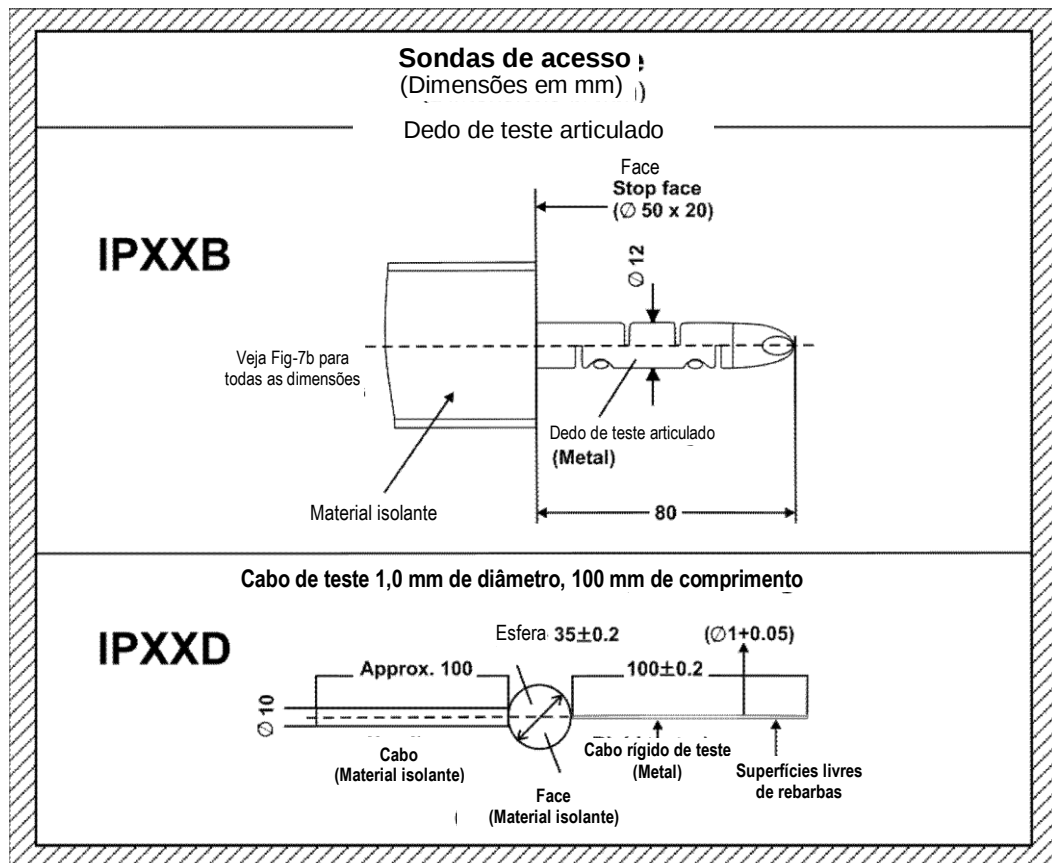
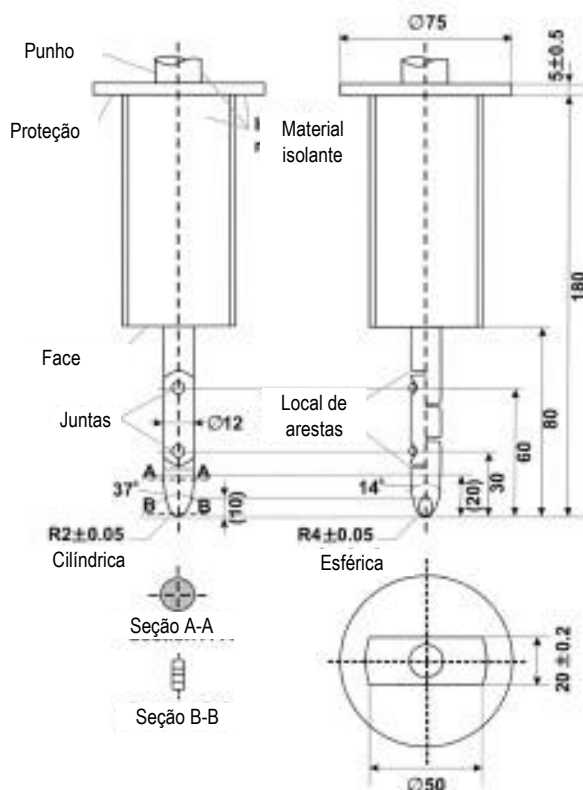


Figura 7a - Itens: 4, 5.3, 5.4.1.3 e 5.4.1.4 Pontas de testes para avaliação de proteção contra o contato direto. Ponta de teste IPXXB (acima) e Ponta de Teste IPXXD (abaixo).

Dedo de teste articulado
(Dimensões em mm)

IPXXB

Sondas de acesso



Material: metal, exceto quando outro especificado

Dimensões lineares em milímetros

Tolerâncias em dimensões sem tolerância de superfície:

Ângulos, 0/10 graus

Dimensões lineares:

Até 25mm: 0/-0,05mm

Acima de 25mm: + ou - 0,2mm

Ambas as articulações devem permitir movimento no mesmo plano, e mesma direção a um ângulo de 90 graus com 0 + 10 graus de tolerância.

Figura 7b Itens: 4, 5.3, 5.4.1.3 e 5.4.1.4 Dedo de teste articulado IPXXB.

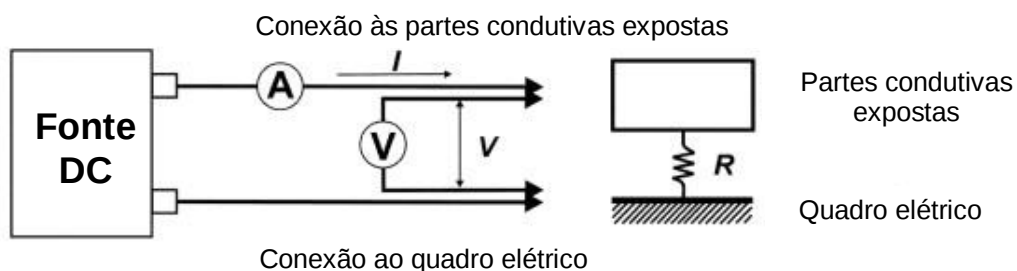


Figura 8 - 9.2 Conexão para determinar a resistência entre partes condutoras expostas da barreira