

ANEXO III

Especificação da Tecnologia SINIAV

Especificações Técnicas para Homologação do transponder semiativo SINIAV da geração zero (G0)

Resumo

Considerando o disposto nas Resoluções 212/06 e 338/09, do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN, que estabelecem o Sistema de Placas de Identificação Veicular Eletrônica e as Portarias associadas, o presente documento define e interpreta as questões técnicas necessárias para que sejam implementados os testes de homologação do transponder semiativo utilizado no SINIAV de forma interoperável e eficiente para a identificação automática de veículos.

Índice

1	Introdução.....	2
1.1	Objetivo.....	2
1.2	Premissas.....	2
1.3	Definições.....	2
1.4	Coleta de Amostras de Equipamentos para Testes.....	3
1.4.1	Quantidade de amostras para ensaios (testes destrutivos).....	3
1.4.2	Quantidade de amostras para testes de requisitos de desempenho.....	3
1.5	Métodos de Confirmação de Requisitos.....	4
2	Ambientes de testes	5
2.1	Ambiente dos testes de Características	5
2.2	Ambiente do teste de funcionamento	6
2.2.1	Intervalo de Temperatura.....	6
2.2.2	Intervalo de umidade	6
2.2.3	Intervalo de potência do campo de RF	6
2.2.4	Intervalo de Ângulo e Posição relativos	7
2.3	Resumo das condições ambientais dos testes.....	8
2.4	Referências a Normas e documentos	9
3	Testes para homologação da Camada de Comunicação do transponder	10
3.1	Tipos de testes	10
3.1.1	Testes Funcionais	10
3.1.2	Testes Constitutivos.....	10
3.1.3	Testes de Segurança Física	11
3.2	Ordem de realização dos testes	11
3.2.1	Testes de Constitutivos e Funcionais:	11
3.2.2	Testes de segurança física:	12
3.2.2.1	Teste da vida da bateria	12

3.2.2.2	Testes do encapsulamento	12
3.2.2.3	Testes de fixação do transponder.....	12
3.3	Detalhamento dos testes	13
3.3.1	Testes Funcionais	14
3.3.2	Testes Constitutivos.....	15
3.3.2.1	Teste de Sensibilidade do transponder (teste número 1C).....	16
3.3.3	Testes de Segurança Física.....	17
4.	Testes de Conformidade de Protocolo e Camada Física usando a Plataforma Emuladora SINIAV	18
5.	Aviso Legal	18

1 Introdução

1.1 Objetivo

O presente documento tem o objetivo de explicitar a metodologia de testes a ser aplicado ao transponder semiativo com o intuito de confirmar seu funcionamento e garantir suas características em todo o intervalo de condições ambientais que o mesmo deverá suportar quando instalado nos veículos da frota nacional.

1.2 Premissas

É premissa da metodologia, que os testes especificados cubram todas as especificações técnicas do transponder que constam nos documentos de especificação chamados “Especificações Técnicas de Equipamentos SINIAV da Geração Zero (G0)” e documento chamado “Requisitos de Segurança Física de Equipamentos da Geração Zero (G0)”.

Está acrescido um teste adicional, de funcionamento, feito em variadas condições ambientais e climáticas, necessárias para garantir a operação do transponder nas condições reais de campo.

Dúvidas, omissões, ou contradições relativas aos requisitos e aos testes de homologação serão dirimidas pelo OCD, com aprovação do DENATRAN.

1.3 Definições

- Transponder

Unidade embarcada em veículos, formada por um ‘tag’ de RFID passivo ou ativo, capaz de se comunicar e trocar informações digitais com o Leitor, sob demanda deste.

- Amostras de engenharia

Amostras de equipamentos com comandos especiais para testes; e/ou conectores externos ou internos de testes; e/ou 'firmware' diferenciado com funcionalidades especiais para testes de homologação.

Os equipamentos devem ser produtos acabados da produção regular, se necessário adaptados para os testes.

- **OCD**

Abreviação de Organismo Certificador Designado. É um escritório técnico responsável por contratar laboratórios credenciados, coordenar testes de homologação de equipamentos e sistemas e emitir os documentos de certificação, baseado nos resultados dos testes nos laboratórios.

- **PER**

'*Package error rate*' – Taxa de erro de pacote. Medição do número de pacotes de dados recebido com erro, onde um pacote é um comando SINIAV válido. Medida indicativa da qualidade do 'link' de comunicação entre leitor e transponder de RFID, de modo semelhante ao BER ('*bit error rate*').

- **Transação IAV DENATRAN G0**

Comunicação entre leitor e transponder, com uma leitura do ID do transponder, através do protocolo IAV DENATRAN da geração zero, constante do firmware do transponder e do leitor.

1.4 Coleta de Amostras de Equipamentos para Testes

Os procedimentos para a coleta de amostras do equipamento a ser homologado, quando não tratados nos documentos normativos referenciados, devem ser definidos entre os organismos certificadores designados, os laboratórios de testes aprovados, e os fabricantes dos equipamentos. As amostras deverão vir acompanhadas de uma declaração do fabricante, indicando terem sido coletadas aleatoriamente na produção.

Nos testes de funcionalidade, é permitido o uso de amostras de engenharia (por exemplo, um transponder com comandos proprietários e conectores externos de testes, ou um Interrogador com firmware e conectores internos de testes), que tenham funcionalidades especiais para os testes.

Amostras de transponders, escolhidas para testes de desempenho, devem ser produtos acabados da produção regular.

1.4.1 Quantidade de amostras para ensaios (testes destrutivos)

Sendo o equipamento ensaiado um Transponder, recomenda-se que sejam submetidas pelo menos dez (10) amostras por lote.

A quantidade exata de amostras a serem submetidas aos ensaios de um equipamento deve ser definida entre os organismos certificadores designados, os laboratórios de testes, e os fabricantes dos equipamentos.

1.4.2 Quantidade de amostras para testes de requisitos de desempenho

Sendo o equipamento em teste um transponder, devem ser analisados e testados pelo menos cem (100) amostras, coletadas aleatoriamente de pelo menos dez (10) lotes de produção diferentes. Se o número de lotes diferentes disponíveis for menor que 10, o número efetivo de lotes considerados na coleta deve ser protocolado na documentação dos testes.

1.5 Métodos de Confirmação de Requisitos

Os seguintes termos e definições são específicos para o presente documento, e são usados nas definições dos testes e ensaios de alguns requisitos:

Por projeto (*'by design'*):

Parâmetros e/ou análises teóricas de *'design'* que garantem concordância com requisito especificado. Cada fornecedor, que esteja submetendo um componente ou sistema para testes, deve fornecer toda informação e documentação técnica necessária, na forma de um relatório técnico ou similar. Um laboratório de homologação, aprovado pelo Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) e pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), deve documentar e certificar que a análise técnica realizada é suficiente para garantir a conformidade do componente ou sistema avaliado.

Para os requisitos verificados por projeto, o método de análise técnica pode ser escolhido pelo fornecedor. Sem limitação da generalidade, a análise técnica deve ser realizada com suficiente rigor, metodologia, e profundidade técnica para obter a aceitação de um engenheiro de testes com conhecimentos de IAV do SINIAV. O engenheiro deve certificar que o requisito em particular foi cumprido.

Por demonstração:

Testes de laboratório que garantam concordância de um ou de múltiplos componentes, produtos, processos, ou serviços. Um laboratório de testes, aprovado pelo Departamento Nacional de Trânsito do Brasil (DENATRAN) e/ou pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), deve realizar e documentar os testes indicados, para certificar a conformidade do componente ou sistema avaliado.

Para requisitos IAV-SINIAV verificados por *'demonstração'*, o método e escopo de análise técnica podem ser escolhidos pelo fornecedor em conjunto com o laboratório de testes. A elaboração do plano de testes fica sob controle e responsabilidade do laboratório de testes e do OCD que estiverem realizando a homologação e certificação.

São admitidos leitores e transponders como “amostras de engenharia” para serem submetidos para testes de homologação. Estes devem incluir conectores físicos e modos de testes adequados, incluindo extensões de *'firmware'*, *'drivers'*, instruções e ferramentas de gerenciamento de chaves criptográficas nos interrogadores; bem como, ferramentas de software para testes conforme necessidade, com documentação completa, para capacitar o laboratório de testes a avaliar o comportamento e desempenho dos mesmos nas condições especificadas pelo presente documento e pelo laboratório de testes.

Transponders submetidos para testes devem estar acompanhados de documentação completa, incluindo a documentação técnica de qualquer comando proprietário ou customizado, no estado operacional, ou desabilitado.

Além disso, devem estar anexadas as informações sobre chaves criptográficas instaladas nos Transponders, e/ou instruções e ferramentas para o gerenciamento destas. Se forem implementados comandos proprietários para a inicialização, personalização, ou para testes diagnósticos de comportamento e performance do transponder, devem ser também fornecidas instruções detalhadas do uso e da desativação permanente destes comandos.

Conforme implementado:

Se um Transponder ou o leitor implementar um subconjunto válido do Protocolo IAV-SINIAV, tal como comandos opcionais, ou ainda um subconjunto de funcionalidades especificadas como alternativas, a concordância deve ser verificada com base nos subconjuntos implementados de fato.

Para parâmetros representados por quantidades contínuas, a concordância deve ser verificada por meio dos valores mínimos e máximos dos intervalos de valores permissíveis; a não ser que as condições de testes especifiquem um procedimento diferente.

2 Ambientes de testes

Os testes e medições de características e parâmetros internos detalhados do transponder serão feitos em apenas uma condição climática, em ambiente controlado, dentro de laboratório;

O teste de funcionamento será feito em variadas condições de clima e de potência de RF, dentro de câmara climática.

Alguns ensaios, tipicamente, ensaios de durabilidade, grau de proteção ambiental e segurança física, não tem ambiente especificado e, portanto, deverão ser feitos em condições ambientais a serem determinadas pelo laboratório de testes em conjunto com o OCD acreditado pelo DENATRAN.

Deverá haver três ambientes de testes para o transponder:

- 1) Laboratório em ambiente semianecóico (*'Normalized site attenuation'* < 4 dB) com temperatura e umidade ambiente fixas, porém controladas dentro de uma determinada faixa;
- 2) Ambiente interno de uma câmara climática, com temperatura e umidade variáveis, controladas dentro de precisões específicas.
- 3) Ambiente não especificado, para testes de segurança física, durabilidade e proteção ambiental (códigos IP).

2.1 Ambiente dos testes de Características

Os testes de características funcionais e parâmetros do transponder (também chamados aqui de testes funcionais e testes constitutivos), na sua maioria, deverão ser feitos dentro de laboratório no mínimo semianecóico.

Tal laboratório deve possuir paredes, teto e piso, não reflexivos (semianecóico) para a faixa de frequência de 900 MHz, e temperatura ambiente controlada de 22 +/- 5 °C, umidade relativa do ar entre 30 % e 60%.

O campo de RF na posição do transponder deverá ser de -21 dBm. A tabela do item 2.3 traz um resumo destas condições.

Apenas o teste de precisão da taxa de transmissão deverá ser feito com o transponder dentro de câmara climática, a fim de permitir variação da temperatura.

2.2 Ambiente do teste de funcionamento

O teste de funcionamento consiste em medir o número de leituras por segundo realizadas com um leitor padrão SINIAV. Este teste indiretamente estima o PER (*'Package error rate'*) do transponder.

Entende-se uma leitura válida, uma transação IAV DENATRAN G0 completa realizada com sucesso (leitura do ID do transponder).

Este teste, na sua maioria, deverá ser feito com o transponder dentro de uma câmara climática, onde se fará variar a temperatura, a umidade ambiente e a densidade de potência do campo de RF (w/m^2).

O teste deverá ser repetido com o transponder dentro de laboratório, no mínimo semianecóico, com condições ambientais controladas (22 ± 5 °C; e umidade relativa do ar entre 30 % e 60%), onde se variará o ângulo e posição do transponder em relação à antena do leitor.

Em todas as condições, a degradação do número de Transações IAV DENATRAN G0 Detalhadas completas realizadas com sucesso não pode diminuir do valor mínimo de 50 transações por segundo (média de medição feita por no mínimo 20 segundos).

Para tal teste, deverá ser usado um leitor de RFID com características padronizadas pelo documento "*Especificações técnicas de Equipamentos SINIAV*" – DENATRAN já homologado de acordo com o documento "*Especificações Técnicas para Homologação do leitor SINIAV*" – DENATRAN.

O teste de funcionamento, em câmara climática, deverá ser feito com o transponder submetido às condições de temperatura, umidade, e densidade de potência de RF, definidos nos itens 2.2.1 a 2.2.3, com valores combinados de acordo com a tabela do item 2.3.

A última parte do teste de funcionamento, feito através da variação de posição e ângulo relativos, definidos no item 2.2.4, será feito em somente uma condição de temperatura e umidade e potência de RF dentro de laboratório semianecóico.

2.2.1 Intervalo de Temperatura

Testes em câmara climática: -10°C a $+65^{\circ}\text{C}$ em 5 pontos pelo menos, sendo necessariamente incluídos os pontos de -10° / 0° / $+10^{\circ}$ / $+30^{\circ}$ / $+65^{\circ}$ C.

2.2.2 Intervalo de umidade

Testes em câmara climática: 10 % a 85 % em 3 pontos pelo menos, sendo necessariamente incluídos os pontos de 10%; 50% e 85 %.

2.2.3 Intervalo de potência do campo de RF

Testes em câmara climática: -21 dBm / $+20$ dBm e 3 dB acima da potência de sensibilidade do transponder.

O teste feito em laboratório semianecóico – variação de ângulo e posição relativas – deverá ser feito com o transponder submetido ao campo de um leitor padrão SINIAV operando com potência de +30 dBm, equipado com antena de 6 dBi.

2.2.4 Intervalo de Ângulo e Posição relativos

O transponder deverá ser medido, pelo menos nas posições indicadas na figura 2.2.4.a abaixo, nas alturas de 0,5 metros / 1,5 metros / 2,5 metros em relação ao piso da câmara, e posicionado com 0 / 45 / 90 graus relativos à horizontal.

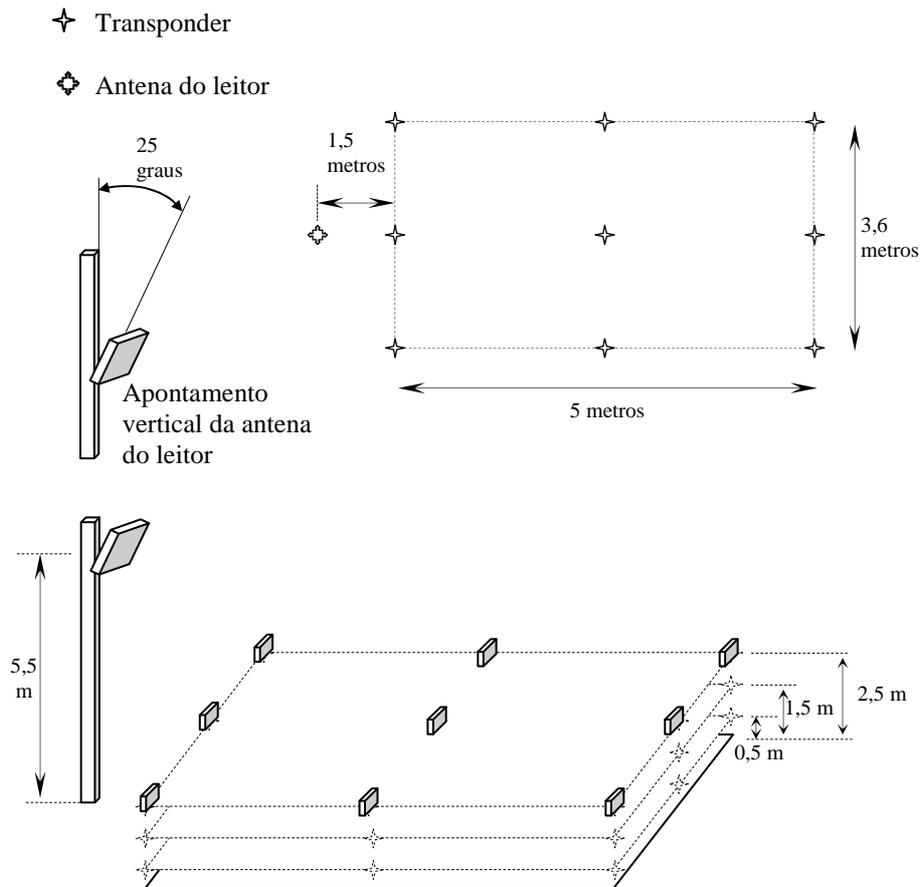


Figura 2.2.4.a – Posições do transponder e antena do leitor para as medições

Em todas as medições, as antenas do leitor e do transponder deverão estar alinhadas para polarização horizontal, com erro não maior que 5 graus; bem como estar com suas faces alinhadas paralelamente na direção lateral (indicada na figura 2.2.4.b abaixo).

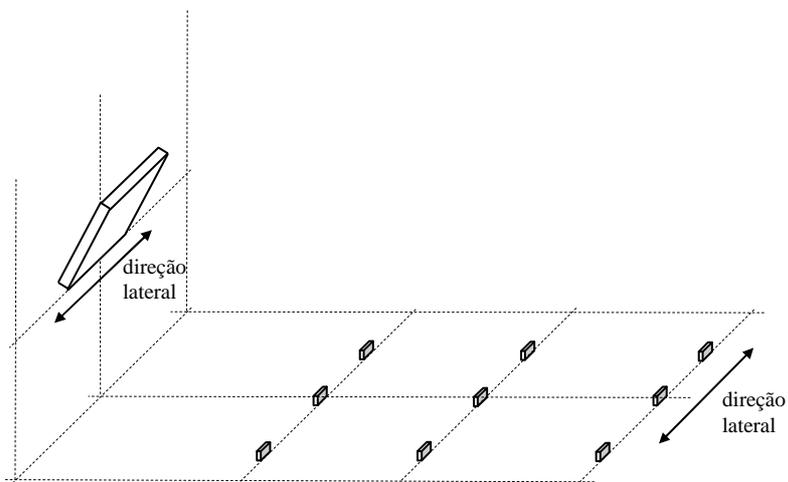


Figura 2.2.4.b – Alinhamento das antenas no plano horizontal

2.3 Resumo das condições ambientais dos testes

Tipo de Teste	Temperatura	Umidade	Ângulo relativo à antena do leitor	Potência de RF na posição do transponder **
Testes das Características funcionais e testes constitutivos	22 +/- 5 °C	Entre 30 % e 60 %	Lóbulo de radiação e polarização alinhados entre antena do leitor e transponder	-21 dBm
Testes de segurança física	Não especificado	Não especificado	Não especificado	Não especificado
Teste de funcionamento	-10°C	10%	Lóbulo de radiação e polarização alinhados entre antena do leitor e transponder	3 dB acima da sensibilidade.
	0°C			
	+10°C			
	+30°C			
	+65°C			
	-10°C	50%		
	0°C			
	+10°C			
	+30°C			
	+65°C			
	-10°C	85%		
	0°C			
	+10°C			
	+30°C			
	+65°C			
	-10°C	10%		-21 dBm
	0°C			
	+10°C			
	+30°C			
	+65°C			
-10°C	50%			
0°C				
+10°C				
+30°C				
+65°C				
-10°C	85%			
0°C				
+10°C				
+30°C				
+65°C				
-10°C	10%	+ 20 dBm		
0°C				

	+10°C	50%						
	+30°C							
	+65°C							
	-10°C							
	0°C							
	+10°C							
	+30°C	85%						
	+65°C							
	-10°C							
	0°C							
	+10°C							
	+30°C							
	+65°C	Entre 30 % e 60 %				0 grau relativo à horizontal	0,5 metro do piso	Leitor com +30 dBm / antena de 6 dBi – posicionada a 5,5 metros de altura - Transponder em todos os 9 locais mostrados na figura de posições.
	22 +/- 5 °C						45 graus relativo à horizontal	
90 graus relativo à horizontal								
0 grau relativo à horizontal			2,5 metros do piso					
45 graus relativo à horizontal								
90 graus relativo à horizontal								
				0 grau relativo à horizontal				
				45 graus relativo à horizontal				
				90 graus relativo à horizontal				

**** Potência de RF na posição do transponder:**

A potência do leitor de RFID deve ser ajustada de tal modo que exatamente no local que estiver posicionado o transponder exista um campo elétrico de potência “X” dBm, que poderia ser captado e medido com uma antena casada, de 0 (zero) dBi de ganho com polarização alinhada com o campo.

2.4 Referências a Normas e documentos

Os seguintes documentos são indispensáveis para a aplicação desta especificação. Para as referências datadas, somente a edição citada é recomendada. Para referências não datadas, a última edição do documento referenciado (incluindo as respectivas emendas) deve ser usado. Estas normas contém informação que possibilita o entendimento dos procedimentos de testes e complementam informações deste presente documento.

[1] ISO 18000-6, *Information technology – Radio frequency identification for item management – Part 6: Parameters for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz*.

[2] ISO 18000-6/Amd.1, *Information technology – Radio frequency identification for item management – Part 6: Parameters for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz – Extension with Type C and update of Types A and B*.

[3] Documento SINIAV-DENATRAN “*Especificações técnicas de Equipamentos SINIAV*”;

[4] Documento SINIAV-DENATRAN “*Especificações Técnicas para Homologação do leitor SINIAV*”;

As demais normas mencionadas em cada um dos testes tem caráter apenas informativo, exemplificativo e elucidativo de montagem de giga de testes e em alguns casos procedimentos para realização dos mesmos. Elas não têm caráter taxativo, e sim informativo, a menos que explicitamente mencionado neste documento.

3 Testes para homologação da Camada de Comunicação do transponder

Os procedimentos detalhados de ensaios e testes serão objeto de estruturação pelos OCD - DENATRAN (Organismos Certificadores Designados) e pelos laboratórios avaliados pelo DENATRAN.

3.1 Tipos de testes

Para homologação do transponder, três tipos de testes deverão ser feitos: Testes Funcionais; Testes Constitutivos; Testes de Segurança Física.

3.1.1 Testes Funcionais

- Presença da codificação FM0 na comunicação do transponder para o leitor;
- Duração do símbolo “zero” e do símbolo ‘um’, em temperatura e durante uma transação;
- Ciclo útil do símbolo ‘zero’ e de uma sequência de símbolos ‘um’ – ‘um’;
- Capacidade de operação nas taxas de 320 e 640 kbps;
- Modulação do sinal refletido ou transmitido.
- Medida das demais características de formato do pulso de transmissão do transponder especificadas pela norma ISO18000 referenciada acima.
- Capacidade de recepção do transponder na modulação DSB-ASK e modulação PR-ASK com Tari de $6,25 \mu s \pm 1 \%$ (taxa de 128 kbps) e codificação PIE;
- Aceitação da duração do pulso de calibração TRcal para as taxas de transmissão de 320 e 640 kbps;
- Medida do tempo de transação completa para identificação.
- Capacidade de recepção do transponder nos limites de PW e profundidade de modulação estabelecidos pela norma ISO18000;

3.1.2 Testes Constitutivos

- Sensibilidade do funcionamento à temperatura de 22 °C na faixa de frequência do SINIAV (915 a 928 MHz);
- Funcionamento do transponder na faixa de temperatura, umidade, potência, e posições e ângulos especificados.
- Medida do índice de “backscattering” (semiativo) ou potência de transmissão (ativo).
- Polarização da antena do transponder;
- Descarga elétrica no corpo de transponder;
- Queda livre;
- Vibração;
- Grau de proteção ambiental (IP5k0 ou IP6k0);
- Número de ciclos de gravação da memória não volátil;

- Tempo de retenção dos dados da memória não volátil.

3.1.3 Testes de Segurança Física

- Resistência à remoção sobre vidro e sobre metal (medida da força de extração);
- Verificação da opacidade do transponder;
- Verificação da selagem do invólucro do transponder;
- Acionamento do ‘*tamper flag*’ em caso de violação do encapsulamento do transponder;
- Verificação da visibilidade indelével do encapsulamento no caso de violação.
- Acionamento do ‘*tamper flag*’ por remoção forçada do transponder;
- Zeramento das memórias das chaves criptográficas por acionamento do ‘*tamper flag*’ e/ou do ‘*battery flag*’;
- Acionamento do ‘*battery flag*’ por tensão baixa da bateria;
- Medida estimada do tempo de vida útil do transponder – (bateria);
- Medição do número de transações do transponder suportadas pela bateria.
- Vibração veicular para a fixação do transponder em vidro e em metal;
- Verificação da irreversibilidade do ‘*tamper flag*’ e ‘*battery flag*’.
- Verificação de todas as ações realizadas pelos ‘*tamper flag*’ e pelo ‘*battery flag*’ sobre a funcionalidade do transponder.

3.2 Ordem de realização dos testes

As amostras para testes devem ser separadas em 4 lotes, de modo que o primeiro seja usado para os testes constitutivos e funcionais; o segundo, terceiro e quarto lote serão usados para os testes de segurança física. Todas as amostras de cada lote deverão passar por todos os mesmos testes.

3.2.1 Testes de Constitutivos e Funcionais:

Existe uma ordem mandatória para a realização dos testes Constitutivos e Funcionais, nos quais sempre as mesmas amostras devem ser submetidas a todos os testes.

Alguns testes podem ter sua ordem de realização alterada, de acordo com os interesses e necessidades não técnicas do fabricante e dos laboratórios. Ao final destes, as amostras do lote ainda estarão operacionais.

Os testes Constitutivos e Funcionais devem ser realizados na ordem abaixo:

- 1º. Queda livre ou Vibração;
- 2º. Descarga elétrica;
- 3º. Polarização da antena do transponder;
- 4º. Sensibilidade de recepção à temperatura de 22 °C na faixa do SINIAV;
- 5º. Medida do índice de ‘*backscattering*’;
- 6º. Todos os testes funcionais (a ordem de realização dos mesmos é irrelevante);

- 7°. Testes de Funcionamento do transponder;
- 8°. Tempo de retenção dos dados na memória não volátil;
- 9°. Número de ciclos de gravação da memória não volátil;
- 10°. Proteção climática.

3.2.2 Testes de segurança física:

Os testes de segurança física deverão ser feitos em lotes de amostras diferentes das usadas nos demais testes, de modo a agilizar o processo de homologação, sem prejuízo para a avaliação do transponder como um todo. Deve ser observado que alguns dos testes de segurança física são destrutivos e, portanto sua ordem de realização também é mandatória.

Dentro deste lote, deverá haver três sublotos de amostras, sendo um sublote para testes da vida útil da bateria, outro sublote para testes do encapsulamento e outro para testes de fixação do transponder.

Todos os sublotos de amostras estarão inutilizados ao final destes testes.

Dentro de cada sublote de amostras para testes, deverá ser respeitada a seguinte ordem:

3.2.2.1 Teste da vida da bateria

- 1°. Medição do número de transações do transponder suportadas pela bateria;
- 2°. Acionamento do '*battery flag*' por tensão baixa da bateria;
- 3°. Medida da estimativa do tempo de vida útil do transponder (bateria);
- 4°. Zeramento das memórias das chaves criptográficas pelo fim da vida útil da bateria;
- 5°. Verificação da irreversibilidade do '*battery flag*';

3.2.2.2 Testes do encapsulamento

- 1°. Verificação da opacidade e Verificação da selagem do invólucro;
- 2°. Acionamento do '*tamper flag*' em caso de violação do encapsulamento;
- 3°. Verificação da visibilidade indelével do encapsulamento em caso de violação;
- 4°. Zeramento das memórias das chaves criptográficas pelo acionamento do '*tamper flag*';

3.2.2.3 Testes de fixação do transponder

- 1°. Vibração veicular para a fixação do transponder em vidro e em metal;
- 2°. Resistência à remoção sobre vidro e sobre metal;
- 3°. Acionamento do '*tamper flag*' por remoção forçada do transponder;

Ao final, todas as 3 amostras deverão passar pelos testes abaixo:

- Verificação de todas as ações realizadas pelo ‘*tamper flag*’ e ‘*battery flag*’ sobre a funcionalidade do transponder.
- Verificação da irreversibilidade do ‘*tamper flag*’ e do ‘*battery flag*’;

3.3 Detalhamento dos testes

As tabelas dos itens 3.3.1, 3.3.2 e 3.3.3 dão as condições em que cada teste deve ser feito, os limites dos parâmetros para aceitação e normas de caráter informativo, exemplificativo e elucidativo. Em alguns casos as normas sugerem montagem de giga de testes e procedimentos para realização dos mesmos.

3.3.1 Testes Funcionais

Teste / Ensaios a serem feitos		Condições do teste	Valor mínimo	Valor Nominal	Valor Máximo	Unidade	Normas para serem consultadas
1F	Codificação de dados TX	22°	FM0				
2F	Tempo de dado “zero” e dado “um” TX (Precisão da Taxa de transmissão) na transmissão do transponder para o leitor	Durante uma transação / 22 °C	-2,5		2,5	%	<i>ISO18000-6 Amendment 1</i>
		640 kbps / -25° a +65°	1,36	1,5625	1,84	µs	
		320 kbps / -25° a +65°	2,75	3,125	3,62		
3F	Ciclo útil	Símbolo ‘zero’	45	50	55	%	
		Sequência ‘um’ – ‘um’					
4F	Capacidade de operação nas taxas de transmissão		640 e 320			kbps	
5F	Modulação do sinal refletido ou transmitido (TX)	320 e 640 kbps	ASK ou PSK				
6F	Demais características temporais de e formato do pulso TX	-10 ° a +65° / 320 e 640 kbps	Estar dentro dos limites da norma <i>ISO18000-6 Amendment 1</i>				
7F	Recepção do transponder - Modulação	Tari 6,25 µs ± 1 % PIE	DSB-ASK e PR-ASK				
8F	Aceitação da Duração do comando TRcal	320 kbps / DR = 8	-1%	25	+1%	µs	
		640 kbps / DR = 64/3		33,3			
9F	Tempo de Transação IAV DENATRAN G0 Detalhada completa	Para um transponder, 320 ou 640 kbps Condições ótimas de RF – sem erro de pacote ou bit.			16	ms	
10F	Capacidade de recepção dentro dos limites de PW e índice de modulação estabelecidos na norma ISO18000	PW entre 2,0 e 3,28 µs / modulação entre 80 e 100 %	Aceita-se degradação de sensibilidade de até 1 dB			dB	

3.3.2 Testes Constitutivos

Teste / Ensaio a serem feitos		Condições do teste	Valor mínimo	Valor Nominal	Valor Máximo	Unidade	Normas para serem consultadas
1C	Sensibilidade na faixa de 915 a 928 MHz	22 °C – medição num intervalo de 20 segundos.	Não especificado - somente anotar – ver item 2.4.2.1 documento “Especificações Técnicas de Equipamentos SINIAV da Geração Zero (G0)” e item 3.3.2.1 deste documento.			dBm	Critério: <= 5% do número máximo transações completas por segundo em média.
2C	Funcionamento do Transponder em temperatura, umidade, potência de RF, posição e ângulo.	Ver item 2.2 e item 2.3 deste documento.	50			Transações IAV DENATRAN G0 Detalhada completas por segundo em média com um único transponder (medição durante 20 segundos)	
3C	Índice de “Backscattering” (semiativo)	22 °C medido em potência de 10 dB acima da sensibilidade	Não especificado - somente anotar – ver item 2.4.2.1 documento “Especificações Técnicas de Equipamentos SINIAV da Geração Zero (G0)”			dB	
	Potência de transmissão (ativo)					dBm	
4C	Polarização da antena do transponder	medido em potência de pelo menos 10 dB acima da sensibilidade	Linear horizontal			Não se aplica	Discriminação melhor que 10 dB
5C	Descarga Eletrostática	± 3 kV	Classe C				ISO10605
6C	Queda livre	50 repetições	1			m	IEC60068-2-32
7C	Vibração (0,1 Hz a 10 Hz e de 10 Hz a 100 Hz) – <i>cross over</i> 1,6 Hz	Amplitude = 30 mm Aceleração = 10 mm/s ²	Classe C				IEC60068-2-59
8C	Grau de proteção ambiental	Pára-brisa (lado interno)	IP5K0 Classe A				ISO20653
		Lado externo do veículo	IP6K9 Classe A				
9C	Número de ciclos de gravação na memória não volátil a 25 °C	Temperatura de medição não especificada.	100			ciclos	Para o caso do uso de memória comercial se aceita prova inequívoca do fabricante da memória, dispensando-se o teste.
10C	Tempo de retenção dos dados na memória não volátil a 25 °C		10			anos	

3.3.2.1 Teste de Sensibilidade do transponder (teste número 1C)

A sensibilidade do transponder é aqui definida como uma medida de qualidade do transponder, cujo valor engloba tanto as características de recepção bem como as de 'backscattering' (ou transmissão).

O procedimento objetiva medir a potência do campo de RF (dBm) na posição do transponder, em que o número transações completas por segundo em média seja igual ou menor que 5 % do número máximo possível de transações por segundo, obtido em condições ótimas de sinal de RF. Este valor da sensibilidade medido é usado em outros testes do transponder.

Para se realizar essa medida, deverá ser usado um leitor de RFID com características padronizadas pelo documento "*Especificações técnicas de Equipamentos SINIAV*" – DENATRAN já homologado de acordo com o documento "*Especificações Técnicas para Homologação do leitor SINIAV*" – DENATRAN.

Esta medida deve ser feita dentro de laboratório semianecóico com as condições de temperatura e umidade controladas (22 +/- 5 °C / 30 % a 60 % de umidade).

Procedimento:

Deve ser montada uma giga de testes, usando o leitor com uma antena de 6 dBi de ganho montada a pelo menos 2 metros de altura do piso da câmara. O transponder sob teste deve estar fixo à mesma altura da antena do leitor, numa distância mínima de 2 metros da mesma, sem qualquer objeto refletivo ou absorvivo de RF entre as antenas e num raio de 1 metro em torno do transponder.

A antena do transponder e do leitor devem estar com suas polarizações horizontalmente alinhadas com erro menor que 5 graus, e apontadas diretamente uma para outra nas suas direções de máxima radiação.

Deve-se configurar o leitor para '*frequency hopping*' dentro da faixa do SINIAV (915 a 928 MHz). Observar que como os canais tem largura de faixa de 500 kHz, a frequência central do canais de '*hopping*' deve ser 915,25 MHz e 927,75 MHz.

Em seguida, deve-se variar a potência conduzida do leitor de modo a se conseguir o número máximo possível de transações por segundo em média, não passando acima de +30 dBm. Este número é lido no próprio leitor e deve ser anotado como base para o teste.

O passo seguinte é abaixar passo a passo a potência do leitor, de modo a se notar diminuição do número de transações por segundo, até o ponto que ela ficar em 5% ou menor, do número máximo obtido anteriormente. Este número assim obtido é a condição de sensibilidade do transponder.

O valor da sensibilidade é a potência de RF que neste ponto incide sobre a região do transponder. Deve-se colocar no lugar do transponder, uma antena qualquer de ganho conhecido com precisão e usar-se um analisador de espectro (ou equivalente) para medir-se a potência incidente naquele ponto. Depois de descontado o ganho da antena, o valor obtido em dBm é o valor da sensibilidade do transponder.

OBS:

- Cuidar para que o uso de uma antena qualquer não tenha efeitos de filtragem dentro da faixa de sinal que está sendo medido (915 a 928 MHz), causando erros no valor medido.
- Atentar também para técnicas de medição de potência em banda larga, com analisador de espectro ou ‘*power meter*’, ou medidor de intensidade de campo. A potência medida deve ser a contida dentro da faixa de frequências do SINIAV apenas.

3.3.3 Testes de Segurança Física

Teste / Ensaio a serem feitos		Condições do teste	Valor mínimo	Valor Nominal	Valor Máximo	Unidade	Normas para serem consultadas
1S	Resistência à remoção sobre vidro e sobre metal (medida da força de extração)		Não especificado - somente anotar – Ver item 4 do documento “ <i>Especificações Técnicas de Equipamentos SINIAV da Geração Zero (G0)</i> ” O valor obtido deve ser compatível com as características exigido no item 4.			(N) Newton	
2S	Verificação da opacidade do transponder		O equipamento deve prover encapsulamento opaco e duro, com selagem do invólucro e sem entrada para ventilação ou monitoração de qualquer espécie.			Não especificada	
3S	Verificação da selagem do invólucro do transponder;						
4S	Acionamento do ‘ <i>tamper-flag</i> ’ em caso de violação do encapsulamento do transponder;		O ‘ <i>tamper flag</i> ’ (TF) deve ser acionado de forma irreversível (vide a definição e utilização do ‘ <i>tamper flag</i> ’ especificado no documento “ <i>Requisitos de Segurança Física de equipamentos da Geração G0</i> ”)			Não se aplica	
5S	Verificação da visibilidade indelével do encapsulamento no caso de violação.		O equipamento transponder não pode permitir qualquer tipo de manutenção, e qualquer tentativa de acesso físico deve ser considerada violação e deve ser evidenciada por destruição visível do encapsulamento.				
6S	Acionamento do ‘ <i>tamper-flag</i> ’ por remoção forçada do transponder;		O ‘ <i>tamper flag</i> ’ (TF) deve ser acionado de forma irreversível (vide a definição e utilização do ‘ <i>tamper flag</i> ’ especificado no documento “ <i>Requisitos de Segurança Física de equipamentos da Geração G0</i> ”).			Não se aplica	
7S	Zeramento das memórias das chaves criptográficas por acionamento do ‘ <i>tamper-flag</i> ’ e/ou do ‘ <i>battery-flag</i> ’;	Teste por demonstração	Demonstração que as chaves criptográficas foram zeradas, e que o transponder não mais se comunica.				
8S	Acionamento do ‘ <i>battery flag</i> ’ por tensão baixa da bateria;	Teste por demonstração	Demonstração da tensão de acionamento do ‘ <i>battery flag</i> ’. Ver documento “ <i>Requisitos de Segurança Física de equipamentos da Geração Zero (G0)</i> ”.			volts	
9S	Medida estimada do tempo de vida útil do transponder (bateria);	(300 transações completas + 1440 ativações espúrias) por dia.	5			anos	Documentos “ <i>Especificações Técnicas de Equipamentos do SINIAV da Geração</i> ”

10S	Medição do número de transações do transponder suportadas pela bateria.		550000			vezes	<i>Zero (G0)</i> ” e “ <i>Requisitos de Segurança Física de equipamentos da Geração G0</i> ” – DENATRAN / Centro von Braun
11S	Vibração veicular para a fixação do transponder em vidro e em metal;		ISO16750-1 Classe A – o transponder não pode se soltar.			Não se aplica	IEC60068-2-64 Automóveis e/ou IEC60068-2-64 Veículo comercial e/ou IEC60068-2-64 Veículo comercial cabine suspensa.
12S	Verificação da irreversibilidade do ‘ <i>tamper flag</i> ’ e ‘ <i>battery flag</i> ’.	Teste por demonstração	Demonstração que os ‘ <i>tamper flag</i> ’ e ‘ <i>battery flag</i> ’ se encontram na parte da memória não volátil do transponder e que depois de acionados não é possível de se os reverter.				
13S	Verificação de todas as ações realizadas pelos ‘ <i>tamper-flag</i> ’ e pelo ‘ <i>battery flag</i> ’ sobre a funcionalidade do transponder.	Teste por demonstração	Ver documento “ <i>Requisitos de Segurança Física de equipamentos da Geração Zero (G0)</i> ”.				

4. Testes de Conformidade de Protocolo e Camada Física usando a Plataforma Emuladora SINIAV

A homologação do equipamento transponder requer obrigatoriamente a conformidade com os testes padronizados de protocolo e camada física da Plataforma Emuladora SINIAV.

5. Aviso Legal

O DENATRAN se reserva o direito de alterar os requisitos e métodos de testes. Qualquer alteração de requisito e/ou método de teste será comunicado a todos os fabricantes de equipamentos e implantadores do sistema SINIAV que estiverem registrados no DENATRAN, através dos canais próprios de comunicação.