

ANEXO IV

Especificação da Tecnologia SINIAV

Especificações Técnicas de Equipamentos SINIAV da *Geração Zero* (G0)

Resumo

Considerando o disposto nas Resoluções 212/06 e 338/10, 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 equipamentos a serem utilizados no SINIAV de forma interoperável e eficiente para a identificação automática de veículos. As especificações técnicas presentes neste documento são aquelas conhecidas como de ‘Geração Zero’.

Índice

1	Referências a Normas	2
2	Estrutura Física da Camada de Comunicação	3
2.1	Protocolo de Referência	3
2.1.1	ISO18000-6	3
2.1.2	Tari	3
2.1.3	Duração do Símbolo dado um	3
2.1.4	Codificação: FM0	3
2.2	Modulação de Sinais	3
2.2.1	Leitor:	3
2.2.2	Tag	4
2.3	Taxas de Transmissão	4
2.3.1	Tag para Leitor	4
2.3.1.1	Detalhamentos	4
2.3.2	Leitor para Tag	4
2.4	Sensibilidades e Potências.....	5
2.4.1	Leitor	5
2.4.1.1	Sensibilidade Mínima	5
2.4.1.2	Potência Máxima	5
2.4.2	Tag	5
2.4.2.1	Detalhamentos	5
2.5	Especificações Eletromagnéticas	5
2.5.1	Normas	5
2.5.2	Exceções a essa norma.	5
2.5.3	Faixa de Frequência de Operação.....	5
2.5.4	Ganho da antena do leitor.....	6
2.5.5	Zona de leitura	6

2.5.6	Polarização.....	6
2.5.7	Posicionamento da antena do leitor	6
3	Requisitos Constitutivos para Tag e Leitor	7
3.1	Temperatura de Operação	7
3.1.1	Tag	7
3.1.2	Leitor	7
3.2	Resistência a Descargas Elétricas	7
3.2.1	Tag	7
3.2.2	Leitor	7
3.3	Grau de Proteção Climática.....	7
3.3.1	Leitor	7
3.3.2	Tag	7
3.4	Resistência mecânica.....	8
3.4.1	Leitor	8
3.4.2	Tag	8
3.5	Memória	8
3.5.1	Para Tag:.....	8
3.6	Vida útil.....	8
3.6.1	Para Tag:.....	8
4	Especificações para Instalação de Tags em Veículos e Infraestrutura de Leitores ..	9
4.1	Condições válidas em geral.....	9
4.2	Fixação de Tags (transponders) em Pára-brisas.....	9
4.3	Fixação de Tags em Motocicletas, Triciclos e Assemelhados	10
4.4	Fixação de Tags em Carretas, Reboques, Semi-Reboques e demais tipos de veículos.....	10
4.5	Requisitos para operação em MLFF	10
4.5.1	Para o Tag:.....	10
4.5.2	Para os Leitores:	10
4.5.2.1	Regras para a distribuição de Faixas de Frequência entre os leitores... ..	10

1 Referências a Normas

Os seguintes documentos são indispensáveis para a aplicação desta especificação. Para as referências datadas, aplica-se somente a edição citada. Para referências não datadas, aplica-se a última edição do documento referenciado (incluindo as respectivas emendas).

[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] Centro de Pesquisas Avançadas Wernher von Braun: *Especificação do Protocolo IAV DENATRAN na Geração Zero (G0)*

2 Estrutura Física da Camada de Comunicação

Procedimentos de ensaios e testes serão objeto de estruturação pelos laboratórios avaliados pelo DENATRAN e pelos OCD (Organismos Certificadores Designados).

2.1 Protocolo de Referência

2.1.1 ISO18000-6

Os requisitos da camada física do Protocolo IAV DENATRAN na *Geração Zero* (G0) [3] seguem os requisitos da norma ISO 18000-6/Amd.1 [2], com exceção às provisões adicionais definidas no presente documento, que restrinjam ou detalhem requisitos específicos da norma base.

2.1.2 Tari

Na comunicação do leitor ao transponder, o valor do Tari (duração do símbolo '*dado zero*' na codificação PIE, chamado *data-0 length*) deve obrigatoriamente ser de 6,25 microssegundos, com uma tolerância permissível de 1%: $Tari = 6,25 \mu s \pm 1 \%$.

2.1.3 Duração do Símbolo *dado um*

O valor da duração do símbolo '*dado um*' na codificação PIE, chamado *data-1 length*, deve ser 1.5 vezes o valor do Tari.

2.1.4 Codificação: FM0

Na comunicação do transponder ao leitor, os dados devem obrigatoriamente ser codificados em FM0.

2.2 Modulação de Sinais

2.2.1 Leitor:

O tipo de modulação e codificação de dados do sinal, transmitido pelo leitor por uma portadora de RF, deve obrigatoriamente ser DSB-ASK ou PR-ASK com dados codificados em PIE.

O leitor deve obrigatoriamente ser capaz de usar as duas modulações mencionadas, por meio de configuração pelo usuário, naturalmente não simultaneamente.

O leitor não pode mudar de modulação, ou índice de modulação, até que conclua a comunicação com um grupo de transponders.

Quando em recepção, o leitor deve obrigatoriamente ser capaz de receber sinais modulados tanto em ASK quanto em PSK.

2.2.2 Tag

O transponder deve obrigatoriamente ser capaz de receber sinais modulados pelo leitor tanto em DSB-ASK ou PR-ASK, na taxa e codificação especificadas.

O transponder deve transmitir ou refletir, uma portadora de RF modulando-a.

No caso dos transponders serem ativos, ou seja, transmitirem sinal ao invés de apenas o refletir, ou semi-ativos; o formato dos pulsos modulados ASK ou PSK deve também ter como base o especificado na norma ISO 18000-6/Amd.1.

Não pode haver mudança de características de modulação ou índice na transmissão do transponder, até que a comunicação com o leitor esteja completa e até que seja enviada instrução (pelo leitor) específica para tal; portanto o transponder não pode trocar de características de modulação ou índice de modulação até que termine a comunicação completa com o leitor e sem receber instrução do leitor para isso.

2.3 Taxas de Transmissão

2.3.1 Tag para Leitor

O tag deve obrigatoriamente implementar as taxas de 320 kbps e a taxa de 640 kbps.

2.3.1.1 Detalhamentos

A precisão da taxa de transmissão deve obrigatoriamente ser de no máximo $\pm 15\%$ por todo o intervalo de temperatura de operação entre -25°C a $+65^{\circ}\text{C}$; e durante o tempo de reflexão/transmissão deve obrigatoriamente ser menor ou igual a $2,5\%$.

As taxas de transmissão ou reflexão implementadas pelo transponder para comunicação com o leitor devem obrigatoriamente ter o valor do parâmetro DR sendo $64/3$ e o parâmetro TRcal sendo $33,3\ \mu\text{s} \pm 1\%$, para 640 kbps. Para a taxa de 320 kbps, o valor do parâmetro DR deve ser 8 e o do parâmetro TRcal ser $25\ \mu\text{s} \pm 1\%$.

2.3.2 Leitor para Tag

A taxa efetiva de transmissão do leitor para o transponder deve obrigatoriamente ser de $128\ \text{kbps} \pm 1\%$, considerando-se equiprováveis os bits 0 (zero) e bits 1 (um); com codificação PIE.

O leitor deve obrigatoriamente implementar a taxa de recepção de 320 kbps, e opcionalmente a taxa de 640 kbps.

2.4 Sensibilidades e Potências

2.4.1 Leitor

2.4.1.1 Sensibilidade Mínima

O equipamento leitor deve obrigatoriamente ter sensibilidade melhor que -75 dBm (menos 75 dBm), para uma taxa de erros de recepção igual ou melhor que 10^{-6} .

2.4.1.2 Potência Máxima

O equipamento leitor deve obrigatoriamente ser capaz de transmitir até +30 dBm (1 watt RMS) no conector de saída da antena, e ser aderente à norma ANATEL número 506 Seção XII no que for pertinente.

2.4.2 Tag

2.4.2.1 Detalhamentos

A sensibilidade e potência do Tag podem ser implementadas como convier, sempre considerando a sensibilidade, potência e geometria especificada para o leitor e sua instalação, garantindo um tempo mínimo contínuo de comunicação tag-leitor de 120 ms para transações do par tag-leitor.

2.5 Especificações Eletromagnéticas

2.5.1 Normas

O equipamento leitor deverá possuir homologação ANATEL, classificado como Equipamento de radiação restrita, operando de acordo com norma da ANATEL número 506 Seção XII artigo 52 inciso III; e artigo 9º - parágrafo 4, referentes à emissão conduzida de sinais de RF espúrios fora de faixa e harmônicos.

2.5.2 Exceções a essa norma.

Em casos especiais, onde não houver aderência, deve-se buscar com a ANATEL o licenciamento do equipamento na norma que aderir, e de cada estação de leitor instalada.

2.5.3 Faixa de Frequência de Operação

Os leitores devem obrigatoriamente operar na faixa de frequência de 915 MHz a 928 MHz em canais de transmissão de 500 kHz de separação. A acuidade de frequência de operação deve obrigatoriamente ser de ± 10 ppm no máximo sobre o intervalo de temperatura de -25 °C a +65 °C, em acordo com o especificado na norma ISO 18000-6/Amd.1.

Na operação em '*Frequency Hopping*', os saltos de frequência não necessariamente devem ser iguais à distância de separação dos canais.

2.5.4 Ganho da antena do leitor

O ganho recomendado para a antena do leitor deve ser 6 dBi, pelo menos, tanto para o plano vertical como horizontal.

O sistema leitor/antena deve ser aderente à Resolução 506 da ANATEL seção XII – artigo 53 inciso I e parágrafo único, exceção feita ao caso citado no item 2.5.2 deste documento.

2.5.5 Zona de leitura

O campo de leitura do sistema leitor / transponder, na pista, deve obrigatoriamente ter no mínimo 5,30 metros de comprimento no sentido da pista de rolamento, a uma altura de 0,5 metros do solo.

2.5.6 Polarização

A polarização da antena do leitor deve ser linear horizontal.

2.5.7 Posicionamento da antena do leitor

No caso de apenas uma faixa de rolamento, haverá somente uma antena com seu leitor. O sistema de leitura deve ser capaz de operar dentro das especificações deste documento.

A antena do leitor deverá estar posicionada com um ângulo em relação à pista de rolagem na direção de aproximação ou afastamento do tag objeto de interesse de identificação específico de $65^\circ \pm 3^\circ$, de modo que as faces de TX e RX (do tag e do leitor) estejam uma contra a outra.

Nos casos em que as antenas dos leitores do sistema não tenham a aplicação de identificação de veículos em vias públicas ou rodovias, o dimensionamento das características elétricas das mesmas fica determinado em função das características dos tags e da aplicação específica de interesse, respeitando sempre as normativas da ANATEL.

O posicionamento da antena do leitor em relação ao plano paralelo à pista deve ser tal de forma a possibilitar a zona de leitura conforme descrita no item 2.5.5 ('Zona de leitura'). Este posicionamento deve ser válido para uma visada 'diretamente acima' do veículo (no caso de um pórtico sobre a pista).

As antenas leitoras, quando em portais, devem obrigatoriamente ser instaladas numa altura mínima sobre a pista de acordo com regulamentação da legislação vigente, especificada pelo Órgão Máximo Executivo de Trânsito da União ou DNIT – Órgão Máximo Executivo Rodoviário, para instalação de antenas, portais ou equipamentos em rodovias no Brasil.

3 Requisitos Constitutivos para Tag e Leitor

3.1 Temperatura de Operação

3.1.1 Tag

O tag deve ser capaz de operar normalmente, sem perder suas características funcionais entre -10 °C e + 65 °C.

3.1.2 Leitor

O leitor, tanto sua eletrônica quanto a antena, devem ser capazes de operar normalmente, sem perder suas características funcionais entre -10 °C e + 65 °C.

3.2 Resistência a Descargas Elétricas

3.2.1 Tag

O tag deve suportar descargas diretas e pelo ar de +/- 3 kV sem se danificar, sendo classificado no mínimo como Classe C.

3.2.2 Leitor

O leitor (equipamento eletrônico e também sua antena) deve suportar descargas diretas e pelo ar de +/- 3 kV sem se danificar, sendo classificado no mínimo como Classe C.

3.3 Grau de Proteção Climática

3.3.1 Leitor

O leitor deve possuir grau de proteção climática de IP65; Porém aceita-se o grau IP55 para uso protegido “*indoor*”, ou para uso ao relento dentro de caixas protetoras com proteção IP65. A instalação final ao relento deve sempre possuir grau IP65.

As instalações de leitores ao relento devem receber um chapéu protetor de sol ou ficar em área de sombra constante.

A antena do leitor, caso não seja incorporada à caixa do mesmo, deve possuir grau de proteção no mínimo IP65.

3.3.2 Tag

Quando o tag for instalado em pára-brisas de veículos, na parte interna do veículo, o grau de proteção deve ser IP5K0.

Quando a instalação se der em qualquer parte externa do veículo, o grau de proteção deve ser IP6K9.

3.4 Resistência mecânica

3.4.1 Leitor

A antena do leitor (como equipamento) deve suportar ventos de velocidade até 160 km/h em operação, e até 220 km/h sem alterar suas características mecânicas e elétricas.

3.4.2 Tag

O tag deve resistir, sem se danificar, à queda livre da altura de 1 metro, repetida por 50 vezes; e à vibração nos 3 eixos, nas frequências de 0,1 Hz a 10 Hz e de 10 Hz a 100 Hz (Amplitude: 30 mm; - Aceleração: 10 m/s²); sendo classificado no mínimo como Classe C.

3.5 Memória

3.5.1 Para Tag:

A memória não volátil (NVM) deve suportar ciclos de apagamento e escrita, e ser capaz de reter os dados gravados por no mínimo 10 anos, na faixa de temperatura especificada para o Tag. O número mínimo de ciclos de apagamento e escrita por banco de memória deve ser especificado e documentado pelo fabricante.

3.6 Vida útil

3.6.1 Para Tag:

No caso de transponders com fonte de energia, deve ser calculada a vida útil esperada para operação do Transponder, em consideração do modelo de uso a seguir:

- Número de interações de Transação IAV SINIAV G0 por dia: 300
- Número de ativações espúrias por dia: 1440

É definida como ativação espúria, qualquer condição de RF que faça com que Transponder saia de seu estado latente (estado de baixo consumo) e entre em um estado de consumo mais elevado.

Adicionalmente, devem ser documentadas, e consideradas para este cálculo, todas as características próprias do projeto do Transponder relacionadas à vida útil deste (exemplos: capacidade de carga útil da bateria, consumo em estado latente, consumo em estado ativo, auto descarga da bateria, tempo médio por ativação espúria, etc.).

Nestas condições descritas acima, o Transponder deve ser operacional por no mínimo cinco (5) anos, sendo que este valor pode ser alterado pela autoridade de licenciamento designada pelo DENATRAN.

4 Especificações para Instalação de Tags em Veículos e Infraestrutura de Leitores

4.1 Condições válidas em geral

A escolha da posição e modo de fixação atende os requisitos técnicos de funcionamento do transponder na comunicação com as antenas leitoras, dentro das especificações da Resolução 212 com modificações pela Resolução 338 CONTRAN e subseqüentes, bem como os demais documentos técnicos relativos ao SINIAV.

A fixação deve ser realizada através do uso de adesivo ou fita adesiva apropriada para o material do transponder (unidade de bordo / placa eletrônica) e o material onde o mesmo vai ser aplicado, dependendo do tipo de veículo.

O adesivo usado para instalação do transponder deve ser do tipo automotivo, usado pela indústria automobilística, com poder adesivador suficiente para resistir no mínimo às vibrações comuns que acontecem em veículos de passageiros, carga e motocicletas; e com durabilidade de pelo menos cinco (5) anos; e não ter características eletromagnéticas que afetem o funcionamento do transponder.

O adesivo deve ser aplicado diretamente no transponder e/ou no pára-brisa ou estrutura traseira (reboques e semi-reboques). A área que recebe o transponder deve estar limpa – eventualmente para isto deve-se usar um produto apropriado, não tóxico e compatível com a necessidade de fixação. Na instalação do transponder, deve haver garantia que não haja camada intermediária de material removível entre o transponder e o substrato sobre o qual deva ser fixado de forma permanente.

O tempo de cura do adesivo (ou da fita adesiva dupla-face) deve ser menor ou igual ao aceito como razoável pela autoridade de trânsito responsável pela instalação do transponder nos veículos, sendo que após este tempo o transponder deverá atender plenamente a requisitos de violação quanto à tentativa de remoção, mormente o item 3.2 do Anexo II da Resolução 338 – CONTRAN.

O veículo não deverá ser liberado do local de instalação antes do tempo dos requisitos de cura acima terem sido atingidos.

4.2 Fixação de Tags (transponders) em Pára-brisas

Independentemente do tipo de veículo, (automóvel, caminhão, ônibus, etc.), sempre que o mesmo possuir pára-brisa, esta deverá ser a primeira opção de instalação.

Para automóveis, ônibus e caminhões, o transponder deverá ser instalado no interior do veículo, na região central superior do pára-brisa, dentro da área da região conhecida como ‘máscara’, respeitando-se o afastamento mínimo de 7,5 mm da borda da mesma. Caso o pára-brisa dianteiro seja dividido em duas partes, muitas vezes encontrado em ônibus, o tag deverá ser montado na parte superior no lado do passageiro, próximo ao centro do veículo, também dentro da área da ‘máscara’, quando houver, respeitando-se a distância mínima de 7,5 mm da borda.

Pode haver pára-brisas, que em parte de sua área, o conteúdo do vidro possua elementos opacos (mormente metais) a sinais de rádio frequência, sem o ser para a luz. Nestes casos, deve-se procurar uma área do mesmo onde isso não aconteça, onde a região seja

transparente aos sinais de rádio. Esta informação pode ser obtida com o fabricante do veículo.

4.3 Fixação de Tags em Motocicletas, Triciclos e Assemelhados

A fixação do transponder nestes tipos de veículos deve ser obrigatoriamente na parte dianteira dos mesmos, preferencialmente na parte da suspensão conhecida como “garfo”, oferecendo sempre visão frontal do transponder. Nos casos em que não for possível, o “guidon” é a alternativa.

Poderá ser feita com adesivo, como descrito no item 4.1, ou de algum outro modo, desde que atenda especialmente as características de segurança física descritas no item 3.2 do Anexo II da Resolução 338 – CONTRAN, bem como toda a resolução mencionada.

4.4 Fixação de Tags em Carretas, Reboques, Semi-Reboques e demais tipos de veículos.

Para estes veículos que não possuem pára-brisa frontal, a instalação dos transponders nos mesmos deverá ser feita, preferencialmente na estrutura principal do veículo (no chassi metálico), obrigatoriamente na parte traseira, em local livre de obstáculos, em posição vertical ou inclinada para cima até 45° em relação ao horizonte.

Deve-se buscar a instalação na posição mais central possível da traseira do veículo, porém obrigatoriamente haver visada direta para trás, para os lados e para cima, de modo que o a visão do transponder pela antena leitora não fique obstruída por qualquer parte do veículo.

4.5 Requisitos para operação em MLFF

4.5.1 Para o Tag:

No caso de múltiplas faixas (“*multi-lane*”), o sistema de leitura deve obrigatoriamente ser capaz de identificar em qual pista passou o transponder, independentemente de qualquer operação de escrita nele.

4.5.2 Para os Leitores:

4.5.2.1 Regras para a distribuição de Faixas de Frequência entre os leitores

O SINIAV possui uma faixa reservada de 13 MHz, começando em 915 MHz e terminando em 928 MHz, dividida em 26 canais de transmissão de 500 kHz de separação, aqui numerados de 1 a 26, onde o primeiro (canal 1) é o de frequência mais baixa, centrado em 915,25 MHz. O canal 26 é o de frequência mais elevada, centrado em 927,75 MHz.

Os saltos de frequência da operação em ‘*frequency hopping*’ podem ser menores que a separação dos canais. No entanto, para otimização da operação e minimização de

interferência entre eles, recomenda-se que seja o maior possível, desde que, relativo à densidade espectral de potência, não descumpra as normas ANATEL.

No caso de múltiplas pistas, onde vários leitores operam simultaneamente, recomenda-se haver sincronização dos canais de salto de frequência. O procedimento geral para minimizar interferência entre eles deve ser o de ajustar a sincronização, para distribuir as frequências de salto, de modo a manter os canais adjacentes em pistas que sejam as mais distantes (fisicamente) possíveis; em outras palavras, para pistas contíguas, instantaneamente, os canais devem ser os mais espaçados frequencialmente possíveis uns dos outros.

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.
