República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102022012508-2 A2

(22) Data do Depósito: 22/06/2022

(43) Data da Publicação Nacional: 02/01/2024

(54) Título: SISTEMA DE CONTROLE DE PASSAGEM EM NÍVEL BASEADO EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

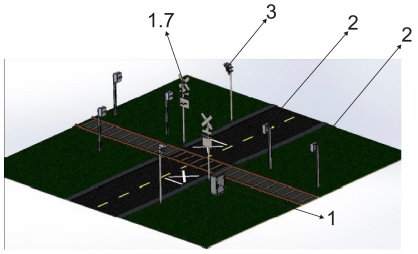
(51) Int. Cl.: B61L 29/24; G01S 15/04; G01S 13/91; G01S 13/931; B61L 29/30; (...).

(52) CPC: B61L 29/24; G01S 15/04; G01S 13/91; G01S 2013/9328; B61L 29/30; (...).

(71) Depositante(es): CONNECTRAIL COMERCIO E SERVICOS DE TECNOLOGIA FERROVIARIA LTDA.

(72) Inventor(es): ALESSANDER CIDRAL BOSLOOPER.

(57) Resumo: SISTEMA DE CONTROLE DE PASSAGEM EM NÍVEL BASEADO EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL. O presente pedido de patente de Privilégio de Invenção, é caracterizado essencialmente por um sistema de controle de passagem em nível (PN) baseado em inteligência artificial, cuja função consiste em introduzir um novo sistema de detecção do trem e sinalização com semáforo 3 aspectos iguais aos já utilizados em cruzamento rodoviários para efetivo controle do fluxo dos veículos, além das sinalizações rodoviárias e ferroviárias previstas na norma vigente; é composto por: servidor central (1); 4 Kits (2) de sensoriamento, com câmera de vídeo de aproximação e sistema de rádio Doppler;4 câmeras de vídeo (3) de monitoramento de via; este sistema não é intrusivo a ferrovia, bem como é totalmente controlado por visão computacional e outros sensores interligados, com extensão de aplicação de infração de avanço de sinal controlado pelo mesmo sistema; em termos gerais, o referido sistema representa uma solução inovadora no que diz respeito ao sistema de controle de PN baseado em inteligência artificial, aliado a supervisionamento remoto do sistema e de seus componentes, não intrusivo e complementar; o uso de tecnologia baseada nos conceitos de indústria 4.0, cujo conceito geral afirmamos ser Ferrovia 4.0.



SISTEMA DE CONTROLE DE PASSAGEM EM NÍVEL BASEADO EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

CAMPO DE APLICAÇÃO:

1. O referido produto, cuja proteção será reivindicada neste relatório, foi desenvolvido com o intuito de suprir deficiências, amenizar dificuldades e solucionar problemas até então encontrados pelos usuários do setor, mais precisamente, setor de engenharia de transporte, principalmente nos setores ferroviário e rodoviário.

2. O produto é inovador e tem como principal objetivo a diminuição de acidentes e incidentes em passagem de nível ferroviária. Ressalta-se ainda que o custo benefício é atraente, pois o produto é 3 em 1. Neste sistema tem-se a detecção do trem, sinalização semafórica acessória e sistema de detecção de possível infração ao motorista que eventualmente não respeitar a sinalização do sinal vermelho. A ideia desta patente é proteger o uso de Visão Computacional e Doppler, além do uso acessório ou não de semáforo três aspectos em Passagem de Nível.

INTRODUÇÃO:

3. Refere-se o presente pedido de patente de privilégio de invenção, a um sistema de controle de passagem em nível (PN) baseado em inteligência artificial, cuja função consiste em introduzir um novo sistema de detecção do trem (Visão Computacional e Doppler) e sinalização com semáforo 3 aspectos iguais aos já utilizados em cruzamento rodoviários para efetivo controle do fluxo dos veículos, além das sinalizações rodoviárias e ferroviárias previstas na norma vigente (ABNT NBR 15492:2019).

4. As passagens em nível rodoviárias são os cruzamentos entre o modal rodoviário e o ferroviário. Estes cruzamentos são pontos de alto risco e, embora a frequência de acidentes ferroviários seja inferior à de acidentes de outros modais viários, o índice de gravidade é bem elevado. Nestes casos, os índices de perda de vidas, ferimentos e danos materiais são muito alarmantes, especialmente, devido à diferença entre os veículos envolvidos, ou seja, uma composição ferroviária e um veículo rodoviário.

5. Em uma PN, ao modo ferroviário é dada quase sempre prioridade de passagem, dada à sua maior inércia, por motivos de economia e segurança. Mundialmente, a PN é um elemento de segurança muito importante na composição das ferrovias.

6. Até então, as passagens em níveis podem ser de três tipos: (i.) as que contêm apenas avisos de sinalização vertical de advertência; (ii.) as que contêm avisos de sinalização vertical somada à sinalização variável (um par de luzes vermelhas intermitentes); e, (iii.) as que além das sinalizações vertical e variável, possuem barreiras físicas (como cancelas).

7. Qualquer um desses sistemas de aviso obrigatoriamente necessita de contato visual do motorista para ser efetivo. Também antes de cruzar uma PN, o maquinista quase sempre aciona sua buzina, para alerta a pedestres e motoristas, e que necessariamente deveria ser ouvida pelo motorista, para seu efetivo funcionamento, ou seja, os avisos atuais se resumem as simples sinalizações visuais (luzes vermelhas intermitentes) e acústicas.

8. As PN operadas por circuitos de via ativam a sinalização da passagem com base na ocupação inicial de uma seção ou laço na via, ou na detecção de movimento em qualquer seção de uma via, ou na previsão de tempo de chegada com base em alterações na impedância elétrica da via medida entre a PN e o eixo principal do trem. Todos esses métodos de circuito de via têm limitações físicas em relação a quão longe da passagem podem detectar o trem.

9. A presença do trem sobre o laço faz alterar a indutância do laço ou seção, desta forma o detetor magnético altera sua saída pela mudança de indutância do laço. Normalmente, são colocados dois laços a uma distância conhecida para ser permitido o cálculo da velocidade do trem e desta forma ao acionar a cancela no tempo preciso e adequado, ou seja, tempo necessário para não colocar em risco o motorista e também para não acionar a cancela com muita antecedência fazendo com que o motorista tenha que esperar por muito tempo para ser liberado a passar pelo cruzamento ferroviário. No entanto, esse tipo de sistema é invasivo ao pavimento, sendo necessária a perfuração da via para a locação do laço.

10. O referido produto destaca-se, fundamentalmente, pela forma mais prática, simples e funcional em que o sistema permite controlar a sinalização semafórica em via rodoviária quando da presença de veículo ferroviário (composição de vagões, locomotiva, e veículos rodoferroviários) sobre a PN rodoviária, o mesmo dotado de aspectos funcionais únicos, exclusivos e inovadores, que serão descritos a seguir, tornando-se um produto exclusivo no mercado.

CARACTERÍSTICAS:

11. O sistema em questão, apresentado por meio deste relatório, é composto por: servidor central (1); 4 Kits (2) de sensoriamento, com câmera de vídeo de aproximação e sistema de rádio *Doppler* (doravante apenas *Doppler*); 4 câmeras de vídeo (3) de monitoramento de via.

12. O servidor central (1) concentra todo o processamento dos dados recebidos dos sensores (câmeras (2.1) e *Dopplers* (2.2)) e realiza o controle da sinalização da PN padrão indicada pela norma vigente (ABNT NBR 15492:2019), além do semáforo (1.7) rodoviário por meio da controladora semafórica (1.1), localizada no servidor central (1). Além do processador central (1.2) (Computador) e da controladora semafórica (1.1), o servidor central (1) conta com equipamentos elétricos (1.3) e de rede (nobreak (1.4), modem (1.5) e roteador (1.6)) que realizam a comunicação.

13. Por fim, 4 câmeras de vídeo (3) focadas na rodovia, sendo duas do tipo *rolling shutter* (3.1) e duas do tipo *global shutter* (3.2), permitindo monitorar o efetivo controle da rodovia.

FIGURAS:

14. Inicialmente, para melhor demonstrar tais características, e visando uma compreensão clara e objetiva acerca das disposições aplicadas no presente privilégio de invenção, serão apresentados desenho e fluxograma em caráter demonstrativo, fazendo referências ao relatório que seguem em anexo.

15. A FIGURA 1 ilustra em vista perspectiva, o sistema montado na PN, contendo servidor central (1); 4 Kits (2) de sensoriamento progressão funcional; 4 câmeras (3) de monitoramento da via e o semáforo (1.7).

16. A FIGURA 2 ilustra em vista superior, o sistema montado na PN, contendo servidor central (1); 4 Kits (2) de sensoriamento; 4 câmeras (3) de monitoramento da via e o semáforo (1.7).

17. A FIGURA 3 ilustra em vista lateral, o sistema montado na PN ilustrando o alcance do sistema Doppler, contendo câmeras (2.1) e Dopplers (2.2).

18. A FIGURA 4 ilustra em vista lateral, o sistema montado na PN ilustrando o alcance da câmera, contendo câmeras (2.1) e Dopplers (2.2).

19. A FIGURA 5 ilustra em vista superior, o sistema montado na PN, contendo 4 câmeras (3) de monitoramento da via e o semáforo (1.7).

20. Cabe esclarecer que as imagens acima relacionadas ilustram o sistema em caráter demonstrativo e não restritivo, cuja concepção poderá variar quanto às suas medidas, matéria-prima, dimensões, etc, sem fugir logicamente, do escopo principal cuja proteção é reivindicada.

FUNCIONALIDADE:

21. Inicialmente o referido sistema, descrito por meio deste relatório, será utilizado no setor de engenharia de transporte, principalmente no setor ferroviário e rodoviário.

22. Um sistema de sinalização semafórico rodoviário ou ativo em PN (cruzamento entre as vias rodoviária e ferroviária) composto por câmeras de vídeo (2.1), *Doppler* (2.2) e controlado por um programa de computador (software nº do processo 512020001676-6). Este sistema não é intrusivo a ferrovia, bem como é totalmente controlado por visão computacional e outros sensores interligados, com extensão de aplicação de infração de avanço de sinal controlado pelo mesmo sistema.

23. O sistema atua na sinalização semafórica rodoviária em uma PN ferroviária. Ele é composto basicamente por um servidor de processamento (1.1) que concentra as informações recebidas de quatro estações com os kits (2), de sensores (câmeras (2.1) e Dopplers (2.2)) instaladas próximas à linha ferroviária. Duas estações, denominadas segurança, são instaladas a 50 metros da PN (cruzamento entre as vias rodoviária e ferroviária) e outras duas, denominadas aproximação, a 365 ou 400 metros de distância da PN (dependendo da velocidade máxima autorizada (VMA).

24. O sistema permite controlar a sinalização semafórica em via rodoviária quando da presença de veículo ferroviário (composição de vagões, locomotiva e rodoferroviário) sobre PN rodoviária. O sistema é composto de 4 estações com os kits (2) de sensores (Doppler (2.2) & câmera de vídeo (2.1)) que se comunicam através de um servidor de processamento que centraliza as informações e determina a sinalização semafórica.

25. O sistema é inicializado em condições particulares para garantir a segurança na PN. De uma forma geral, quando em funcionamento, a máquina de estados pode assumir vários estados distintos.

26. A sinalização tradicional de uma PN ativa trabalha apenas com um par de luzes vermelhos intermitentes. Já o sistema proposto além de controlar a sinalização padrão da PN

(NBR ABNT 15942) permite o efetivo controle da rodovia por meio de sinalização semafórica.

27. Após corretamente inicializado, o sistema permanece no estado OPEN (0) indicando a sinalização de OPEN (1). Em situações de falha ou comportamento anômalo, ele migra para o estado ALERT (-1) e então indica a sinalização de ALERT (3). Na presença de veículos ferroviários (TRENS e/ou AUTOS DE LINHA), o sistema migra para diferentes estados da máquina de estados referentes ao trajeto do veículo ferroviário dentro da PN, e então indicam a sinalização de CLOSED (2) quando o veículo ferroviário se aproxima da PN, e após a passagem do veículo ferroviário pela PN, então indicam a sinalização de OPEN (1).

28. Observe que há uma divergência entre valores para representação de estados da máquina de estados da PN (OPEN (0), ALERT (-1)) e sinalizações para a SMC (OPEN (1), CLOSED (2) e ALERT (3)) por dois motivos: (i) vários estados distintos são utilizados para indicar a posição do veículo ferroviário dentro da área sensoriada da PN; (ii) para evitar confusão entre valores de estados da máquina de estados e os modos das unidades de sensoriamento (as estações ou os Kits) 1, 2, 3 e 4.

29. Vários estados distintos são utilizados para indicar a posição do veículo ferroviário na área sensoriada da PN, de forma que todas as situações que podem ocorrer na passagem do trem sejam registradas pelo sistema, permitindo uma reconstrução do evento por meio da análise dos registros do sistema (logs).

30. O sistema é gerenciado pelos estados da máquina de estado (OPEN, ALERT, e diversos estágios durante a passagem do veículo ferroviário) que são determinados pelos modos das estações de sensores (UNAVAILABLE, TRAIN e NotTrain) que permitem a correta indicação de sinalização (OPEN, CLOSED e ALERT).

31. A inicialização do sistema deve ocorrer de forma que a sinalização semafórica seja ALERT (-1) até que todos os kits da PN informem o modo NotTRAIN (0), ou seja, até que todas as estações da PN constatem que não possuem um trem na área da PN. Após a correta inicialização, o sistema fica em modo pleno de funcionamento, isto é, estado e sinalização OPEN

32. Os estados de presença de veículo ferroviário na PN foram estabelecidos englobando 10 estados distintos, sendo 5 para cada sentido da passagem do veículo. O sistema permanece emitindo sinalização OPEN (verde) enquanto não há presença de veículos ferroviários percebidos pelas estações de sensores. Assim que um veículo ferroviário é percebido por uma das estações de aproximação, o sistema emite sinalização CLOSED, composta de atenção (amarelo) por 4 segundos e então fechado (vermelho) até que o veículo ferroviário passe totalmente pela PN e não seja mais percebido pela estação de segurança do outro lado da via rodoviária. Enquanto ocorre a passagem do trem pelos outros pares de detectores, o sistema fica alterando os estados internamente no sistema até o estado final onde a saída do veículo ferroviário é detectada, ocorrendo a mudança para o estado OPEN. Ressalta-se que a sinalização semafórica OPEN ocorre antes que o veículo ferroviário abandone totalmente a PN como descrito acima, isto é, após total passagem do veículo ferroviário pela estação de segurança do outro lado da entrada do veículo.

33. Quando o veículo ferroviário deixa totalmente a região de sensoriamento da PN e a máquina de estados do sistema volta para o estado OPEN, o sistema automaticamente determina a criação de um vídeo para sumarizar a passagem do veículo ferroviário.

34. O estado ALERT irá ocorrer quando a máquina de estados constatar um falso positivo, ou seja, quando um dos sensores acusar a presença do veículo enquanto outro sensor permanece inativo, no modo NotTrain. Esse estado de alerta também será acionado durante a parada de veículos ferroviários sobre a PN. Ou ainda quando a câmera (2.1) faz a detecção de objetos e o sistema Doppler (2.2) não, assim evitam-se erros do sistema para falsos negativos (uma passagem de veículo ferroviário sem ser sinalizada pelo sistema) e então previne-se a ocorrência de acidentes por mau funcionamento dos sensores.

35. Qualquer estado não previsto da máquina de estados, como, por exemplo a presença de veículos nas estações de segurança sem antes ter sido detectada pela respectiva estação de aproximação, leva o sistema a emitir sinalização ALERTA (amarelo intermitente). As condições que levam o sistema para falha segura são diversas, como, parada de veículo ferroviário durante a travessia, ou travessia em velocidade inferior a 10 km/h.

36. A partir do estado da máquina de estados, é possível definir a sinalização - relacionado ao comando enviado para a controladora semafórica (1.1) rodoviária

(direcionada aos veículos rodoviários) para realizar o efetivo controle da sinalização da PN quando da presença ou não de veículos ferroviários. O sistema utiliza três sinalizações: OPEN, CLOSE e ALERT; para realizar a sinalização semafórica proposta como acessório. A sinalização padrão da ABNT, que é composta apenas de luzes vermelhas intermitentes, é derivada da sinalização acima sendo ativada quando da sinalização CLOSE ou ALERT.

37. Em caso de ausência de comunicação, entre o servidor e a controladora semafórica, (inatividade) ininterrupta por mais de 60 segundos, e-mails são disparados tanto pelo servidor quanto pela controladora semafórica para o controle, caso a inatividade continue por mais de 30 minutos, ocorrem novos disparos de e-mail e assim sucessivamente até que a comunicação seja reestabelecida.

38. Uma estação, kit ou mais formalmente unidade de sensores (do inglês *Sensor Units* - SeU) é composta por dois sensores, uma câmera (2.1) e um radar do tipo *Doppler* (2.2) (doravante apenas Doppler (2.2)). Para implementação, nesta unidade, pode-se ter também outros componentes como: (i) uma unidade de rádio para comunicação com outra unidade de sensores; (ii) um watchdog para atuação (ligar/desligar) sobre cada um dos componentes; (iii) um switch (não gerenciável) de rede para conexão de todos estes componentes.

39. Para decidir o modo de cada unidade de sensores, não se utiliza diretamente a última leitura dos sensores, mas sim uma decisão agregada das últimas leituras através de voto majoritário. Isto é, o modo com presença majoritária será atribuído ao sensor (Câmera (2.1) ou Doppler (2.2)) e a decisão sobre o modo de cada SeU é baseada nestas decisões agregadas.

40. Por um lado, a Câmera (2.1) treinada com imagens de diversos períodos, consegue atingir uma assertividade excepcional, no mesmo nível que a do *Doppler* (2.2), no entanto, faz a detecção do veículo ferroviário apenas quando ele está bem próximo (20 metros) do seu campo de visão (de 50 metros), sendo inferior ao campo de atuação do *Doppler* (2.2) (de 80 a 90 metros). Por outro lado, o *Doppler* (2.2) consegue detectar todos os objetos que passam na linha ferroviária por uma duração superior a detectada pela Câmera.

41. A diferença entre os tempos de detecção varia com a velocidade do veículo ferroviário, mas respeitam as seguintes regras: (i) quando em aproximação, o veículo ferroviário é detectado com certa antecedência pelo *Doppler* (2.2) (de 3 a 10 segundos) (ii)

quando em saída, o veículo ferroviário é detectado com breve antecedência pela câmera (2.1) (de 1 a 6 ciclos, isto é, 0,5 a 3 segundos).

42. Apesar das leituras dos sensores serem realizadas nos módulos de Câmera (2.1) e de *Dopplers* (2.2), as decisões sobre memória e votação (agregação) são tomadas no módulo principal, que é o dispositivo que prolonga a percepção dos sensores câmera (2.1) e *Doppler* (2.2) visando ter uma concordância com os resultados dos sensores para realizar a mudança de estado na máquina de estados do sistema funciona da seguinte forma: quando os dois sensores concordam, a decisão sobre o modo de cada estação é tomada de maneira unânime. Em caso de discordância, a câmera tem prioridade sobre o *doppler* privando pela segurança, isto é, em estabelecer Train contra não NotTrain; caso ambos os sensores estejam em ALERT por um determinado tempo, a estação assume modo ALERT; caso a câmera assuma modo de UNCERTAIN, a decisão indicada pelo *doppler* é assumida.

43. O sistema ainda gera diariamente (a partir das 0h do novo dia) uma visualização gráfica do dia anterior, chamada de sumário diário, enviada automaticamente por e-mail ao cliente. Esta visualização permite analisar todo o funcionamento do sistema.

44. Além das câmeras (2.1) voltadas à detecção dos veículos ferroviários, o sistema também dispõe de câmeras (2.1) especializadas para filmagem da via rodoviária quando da presença de veículos ferroviários. Estas câmeras auxiliam o monitoramento realizado pelo sistema com a sinalização semafórica acessória, permitindo um efetivo controle da via rodoviária.

45. Assim que uma composição ferroviária (trem ou auto de linha) é detectada pelo sistema, 4 câmeras (3) com visão na rodovia são ativadas. São duas câmeras, uma do tipo *rolling shutter* (3.1) e outra do tipo *global* shutter (3.2), instaladas em cada uma das vias da rodovia que passa pela ferrovia. Dessa forma, é possível termos uma visão geral/panorâmica da cena e também uma visão focada no objeto de interesse, isto é, em um veículo invadindo a PN durante a passagem de um trem.

46. Então, enquanto o sistema consegue controlar a sinalização semafórica rodoviária, além da sinalização padrão indicada pela norma vigente (ABNT NBR 15492:2019), ele pode naturalmente detectar quando veículos rodoviários estão avançando o sinal vermelho. Dessa

forma, o sistema pode ser utilizado para identificar veículos infratores e indicá-los em uma interface para que um agente de trânsito possa lavrar um auto de infração.

INOVAÇÃO:

47. Em termos gerais, o referido sistema representa uma solução inovadora no que diz respeito ao sistema de controle de PN baseado em inteligência artificial, aliado a supervisionamento remoto do sistema e de seus componentes, não intrusivo e complementar. O uso de tecnologia baseada nos conceitos de indústria 4.0, cujo conceito geral afirmamos ser “Ferrovia 4.0”.

48. Esse sistema se difere dos sistemas convencionais, que são intrusivos a linha ferroviária, usando (i) contadores de eixo de locomotivas, (ii) laços indutivos na extensão da linha ferroviária, ou (iii) circuitos de via; propõe realizar a sinalização semafórica rodoviária, além da sinalização padrão indicada pela norma vigente (ABNT NBR 15492:2019), de forma ativa como um elemento acessório e similar a existente em todas as vias rodoviárias (atualmente prevê-se apenas sinalizações intermitentes para alertar a presença de veículos).

49. De forma inovadora o sistema utiliza apenas câmeras (2.1) de vídeo e sensores *Dopplers* (2.2) combinados por Inteligência Artificial para realizar a detecção dos veículos ferroviários, bem como estão interligados entre si; o sistema está conectado à Internet (ou ao centro de controle do seu proprietário) informando online seu estado e eventuais falhas seguras com pré-diagnóstico de falha; permite identificar diretamente equipamentos danificados e quando manutenções corretivas devem ser realizadas; o sistema pode ser integrado a sistemas *Smart City*.

50. A principal função do sistema é o controle da sinalização semafórica rodoviária em PN ferroviário. Assim, sua principal função é o controle desta sinalização, isto é: (1) quando não há presença de veículos ferroviários, o sinal emitido é o verde (aberto); (2) quando um veículo ferroviário se aproxima, a sinalização rodoviária indica atenção (amarelo) por 4 segundos e então passa para o estado fechado (vermelho) até que o veículo ferroviário abandone totalmente a PN. Além disso, o sistema realiza a sinalização padrão indicada pela norma vigente (ABNT NBR 15492:2019) que corresponde por ao menos duas luzes vermelhas intermitentes e alternantes.

51. Além de controlar a sinalização ferroviária, a presença deste sistema contribui com a segurança pública, principalmente da comunidade que habita os arredores da PN. Desta forma, ainda permite o mesmo controle nos já existentes sinais ativos padrões da Norma ABNT 15942.

52. Ainda, o sistema permite identificar os veículos infratores (avanço do sinal vermelho) e realizar a captura de dados para o processo de emissão de autos de infração (multas) por meio de talonário eletrônico. A receita eventualmente gerada pelas infrações de trânsito pode financiar a instalação e manutenção do sistema garantindo segurança para a sociedade.

53. Os consumidores naturais deste produto são as prefeituras municipais onde as PNs estão instaladas e as concessionárias responsáveis pelas linhas ferroviárias.

54. Os benefícios e vantagens destes entes com o uso do produto são diversos. Primeiramente, eles terão conhecimento real e atual do status do correto funcionamento da sinalização semafórica rodoviária realizada nas PNs. Entendemos também que o supervisionamento remoto permite um pré-diagnóstico de falhas de qualquer equipamento ou dispositivo servindo de suporte para a o departamento de manutenção dos clientes.

55. Atualmente, as PNs têm algum tipo de sinalização passiva ou ativa, mas o seu estado não é conhecido. Acredita-se que a maioria delas, quando ativas, não estão funcionando adequadamente bem como não tem monitoramento remoto nem mesmo status de funcionamento geral do sistema. Usando esta invenção, os entes terão oportunidade de cumprir com o seu dever de sinalização semafórica com maior eficácia privando pela segurança pública. A correta sinalização semafórica, de forma ativa, também deve diminuir consideravelmente a quantidade de abalroamento dos veículos ferroviários, o que é de grande interesse econômico das concessionárias.

56. No mesmo passo, a segurança pública é abordada pela sinalização semafórica sendo aproveitada pelos pedestres. Dessa forma, as comunidades nos arredores da PN ficam mais protegidas sendo atendidas pelo serviço prestado pelo sistema.

57. Ambientalmente também é um produto viável, visto que sua operação inclui apenas um servidor de processamento, de baixo ruído, como um computador pessoal, a sua instalação não é intrusiva a linha ferroviária, e os demais equipamentos são instalados nos arredores da PN como outros já instalados.

58. O grande efeito do produto é a efetiva sinalização semafórica do cruzamento ferrovia-rodovia, com o conhecimento da real e imediata situação desta sinalização. Além de auxiliar na segurança pública, salvando vidas da comunidade nos arredores das PNs, a diminuição de abalroamento dos veículos ferroviários é um problema crítico para as concessionárias da ferrovia. O custo de um trem parado com uma (80 vagões) ou duas dezenas (120 vagões) de milhares de toneladas de carga é altíssimo.

59. Trata-se de um sistema único, exclusivo e inovador, sendo altamente confiável e recomendável para uso em seu momento de realizar a sinalização em PN com uma forma de detecção do trem, por meio de câmeras de vídeo e dopplers, de forma não invasiva na via, ainda com a possibilidade de identificar veículos infratores, e certamente será um grande diferencial para o setor à qual se destina.

DESCRIÇÃO DO ESTADO DA TÉCNICA:

60. Durante o desenvolvimento do referido sistema, foram realizadas inúmeras pesquisas para identificar a existência de eventuais anterioridades ou sistemas afins. Tais levantamentos, contudo, não apontaram a existência de nenhum outro sistema com as mesmas características técnicas preponderantes ou funcionais.

61. A busca realizada encontrou processos que citam superficialmente a combinação no todo ou em partes das palavras “PASSAGEM EM NÍVEL”, como BR 102019002822-0, BR 102018005552-6, BR 102018005472-4, PI 0306283-0, MU 7901995-1, MU 7700743-3 e MU 7601790-7, no entanto, tais processos descrevem produtos mais simplificados e com disposições diferentes do pleiteado no presente pedido de patente.

62. O pedido BR 102019002822-0 depositado em 12/02/2019, apresenta um sistema automático de envio de alerta de PN fechada, aberta e tempo médio do fechamento, para aplicativos de mapas e diretamente a veículos, servindo de auxílio à proteção individual e coletiva das pessoas, bem como na assistência e contribuição para fluidez do trânsito urbano. Esse sistema precisa apenas da informação de que o trem está se aproximando da PN, esta informação pode ser via sensores óticos ou sônicos, através de relés, por meio da(s) lâmpada(s) de sinalização, por meio do sistema de acionamento da cancela, ou seja, qualquer sinal elétrico, acústico ou eletromecânico, é suficiente para disparar o gatilho e fazer com que sejam enviadas as informações do alertor. Dito isso, os sistemas se diferem

principalmente no modo como a informação é recebida, onde o presente pedido de patente possui o próprio meio de detecção que é integrado ao sistema de alerta e ao sistema que aciona os semáforos (1.7) ou outros meios de aviso ao motorista. Além disso, o sistema aqui pleiteado não envia notificações e possui um código de software (nº do processo 512020001676-6) específico, com programação diferente do sistema apresentado no pedido BR 102019002822-0.

63. Os pedidos BR 102018005552-6 depositado em 21/03/2018 e BR 102018005472-4 depositado em 20/03/2018 apresentam um sistema e método para controlar uma PN de uma via férrea com capacidade de detectar a presença de um trem na própria via férrea sem a necessidade de fios fixados aos trilhos, portanto, permitem operação segura de barras colocadas em correspondência com a PN superando-se as limitações dos sistemas da técnica anterior. O sistema apresentando usa equipamentos transmissores e receptores que emitem feixes, os quais informam a presença do trem na ferrovia e acionam o sistema de aviso e/ou fechar barras. A principal diferença entres os sistemas, é que o presente pedido de patente possui um método de detecção do trem através de câmeras (2.1) e o *doppler* (2.2). A junção dos dois sensores proporciona uma validação e verificação mais eficaz da presença do trem, diferente do pedido BR 102018005552-6 em que o próprio documento assume que falhas nas caixas dos receptores e transmissores podem ocorrer e que por segurança o próprio sistema irá considerar que a área de PN está ocupada, impedindo o correto funcionamento do sistema.

64. Os pedidos PI 0306283-0, depositado em 26/012/2003, e MU 7700743-3, depositado em 18/04/1997, apresentam sistema de controle da passagem em nível e detecção da passagem e presença de trem através dos sensores implantados no solo, ocorrendo uma intervenção na via e nos trilhos. Diferentemente do presente sistema aqui pleiteado, em que o método de detecção não é invasivo, dispensando as alterações feitas na via e nos trilhos do trem.

65. Atualmente, pode-se resumir os sistemas existentes basicamente em três tipos: aqueles baseados em contadores de eixos dos veículos ferroviários, aqueles com circuito de via e aqueles que usam laço indutivo para constatar a presença dos veículos ferroviários. Estes sistemas são intrusivos à linha ferroviária, isto é, seus sensores são instalados

diretamente na linha ferroviária. Dessa forma, eventuais manutenções ou intervenções indevidas na linha ferroviária podem danificar os sensores e então comprometer o funcionamento do sistema.

66. Ainda, como estes sistemas não estão conectados à Internet ou aos centros de controle, não há mapeamento das falhas destes equipamentos. O sistema aqui apresentado conta com um sistema conectado à rede, podendo se encaixar nos modelos atuais de indústria 4.0 e *smart cities*.

67. Diante dessa necessidade e oportunidade comercial, criou-se o referido sistema, mais precisamente a um sistema de controle de PN baseado em inteligência artificial, cuja função consiste em detectar o trem de forma inovadora, usando câmeras de vídeo e doppler, sendo não intrusivo à linha ferroviária, realizar a sinalização semafórica aos condutores rodoviários, podendo acionar mecanismos de bloqueio de tráfego e identificação de veículos infratores.

68. Logo, em conformidade com o artigo 8° da Lei da Propriedade Industrial nº 9.279/96 e por todos os aspectos apresentados neste relatório, o objeto do presente pedido de patente se faz merecedor da proteção como Privilégio de Invenção, que ora se pleiteia.

REIVINDICAÇÃO

1. SISTEMA DE CONTROLE DE PASSAGEM EM NÍVEL BASEADO EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL – Trata-se de um sistema de controle de passagem em nível (PN) baseado em inteligência artificial, caracterizado por: servidor central (1); 4 Kits (2) de sensoriamento;4 câmeras de vídeo (3) de monitoramento de via; controladora semafórica (1.1), localizada no servidor central (1); processador central (1.2) (computador), localizado no servidor central (1); o servidor central (1) contem equipamentos elétricos (1.3), nobreak (1.4), modem (1.5) e roteador (1.6); semáforo (1.7) rodoviário, conectado a controladora semafórica (1.1); 4 Kits (2) de sensoriamento contendo câmeras (2.1) e *Dopplers* (2.2), agrupadas em duplas e dispostas em lados opostos da PN e equidistantes; 4 câmeras de vídeo (3), sendo duas do tipo rolling shutter (3.1) e duas do tipo global shutter (3.2), agrupadas em duplas e dispostas em diagonal oposta e equidistante na PN.

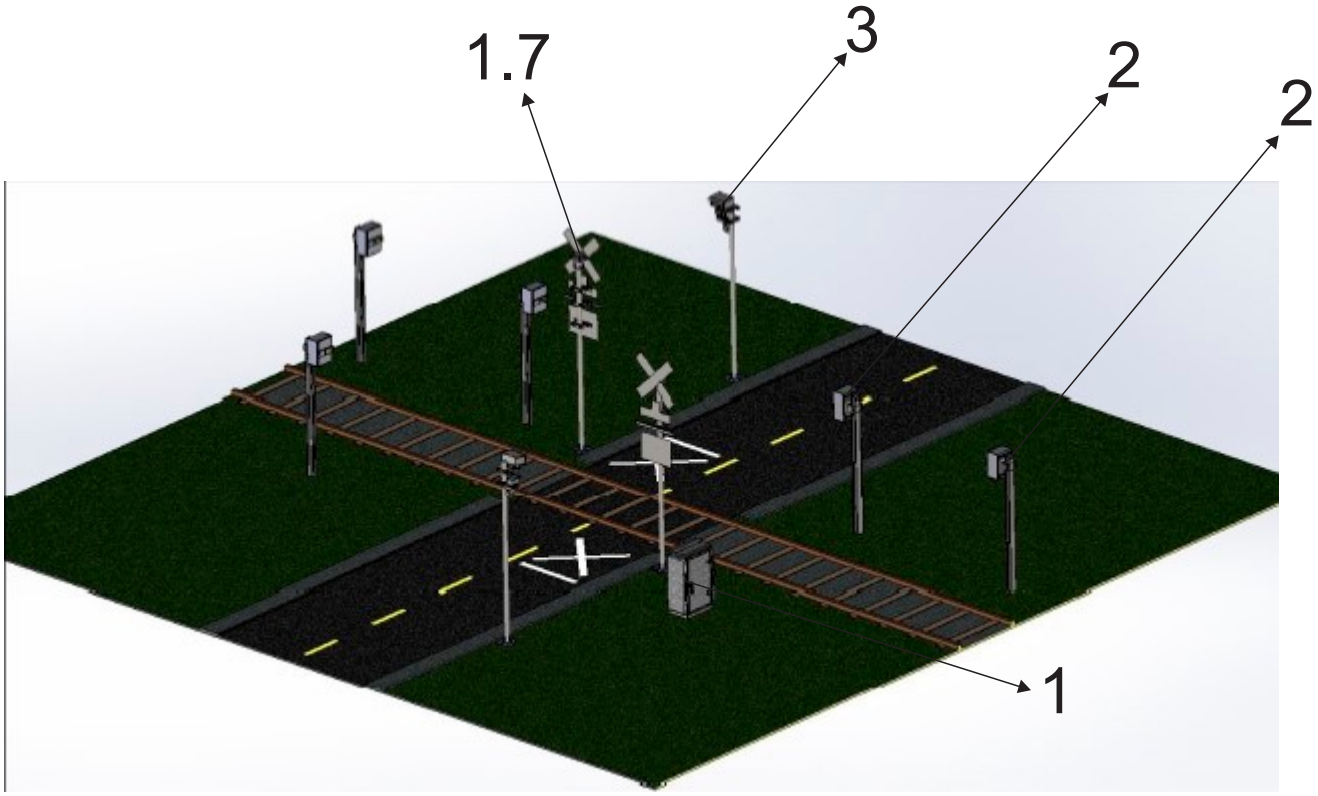


Figura 1

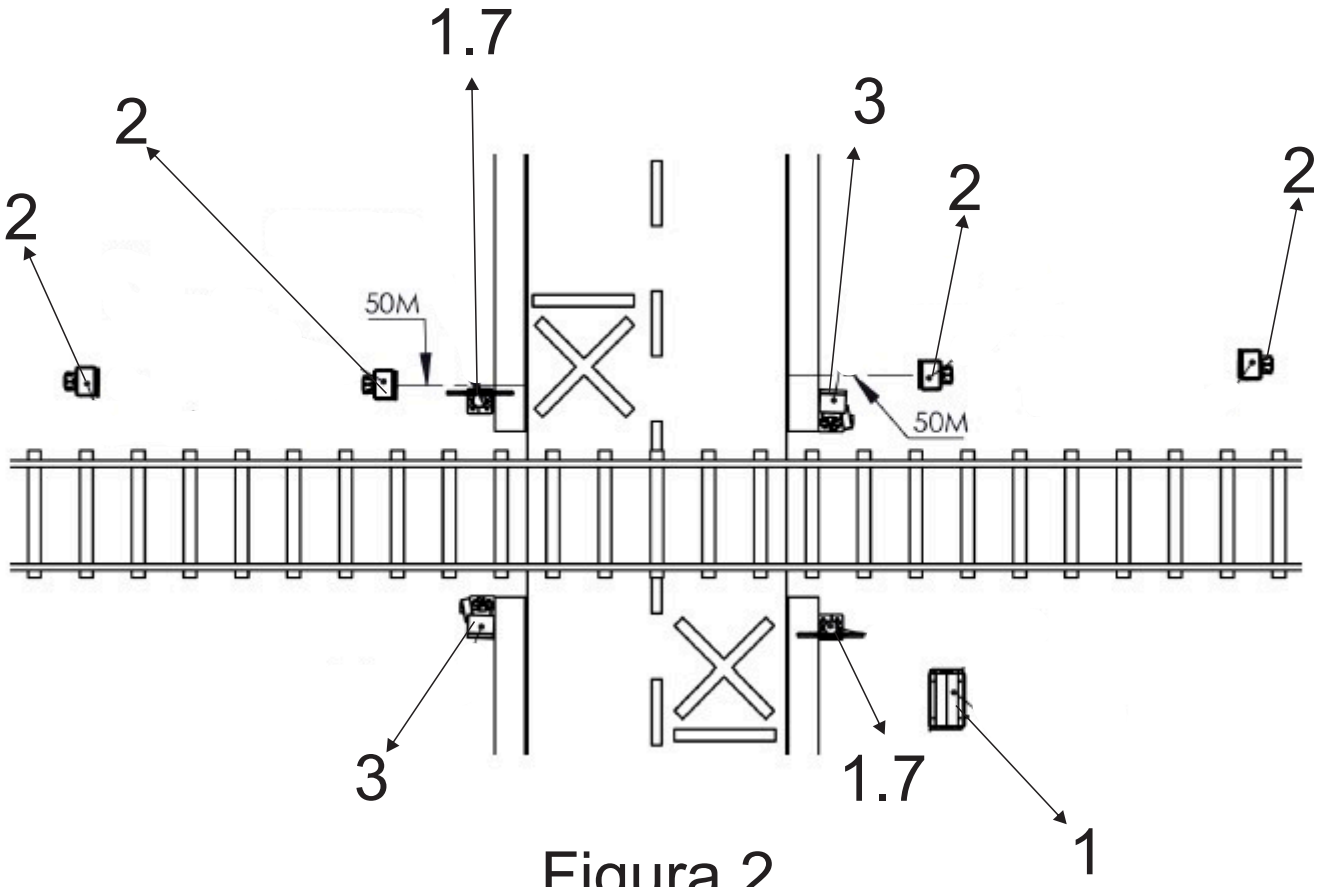


Figura 2

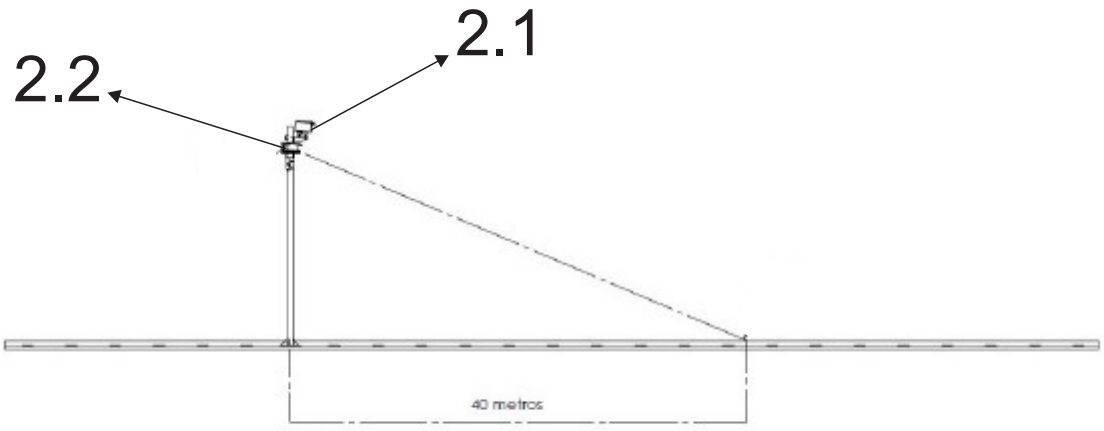


Figura 3

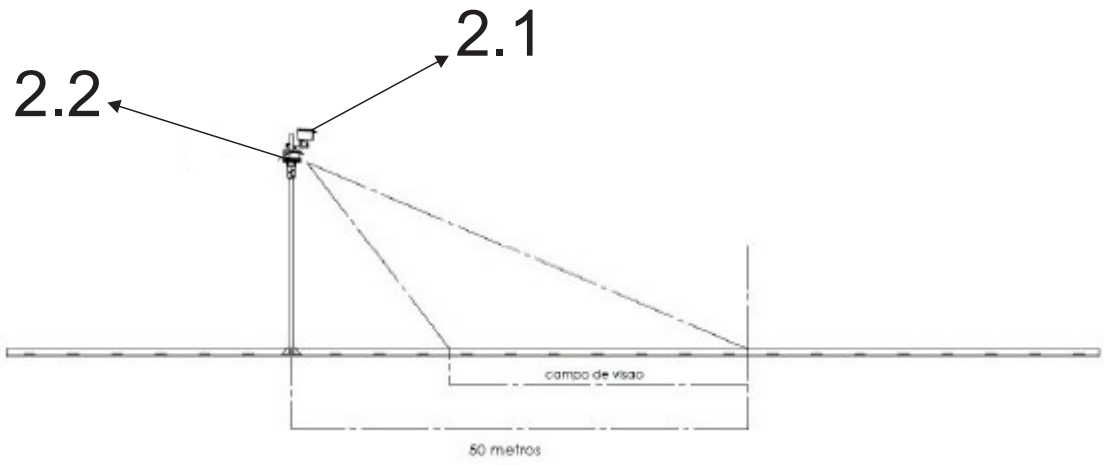


Figura 4

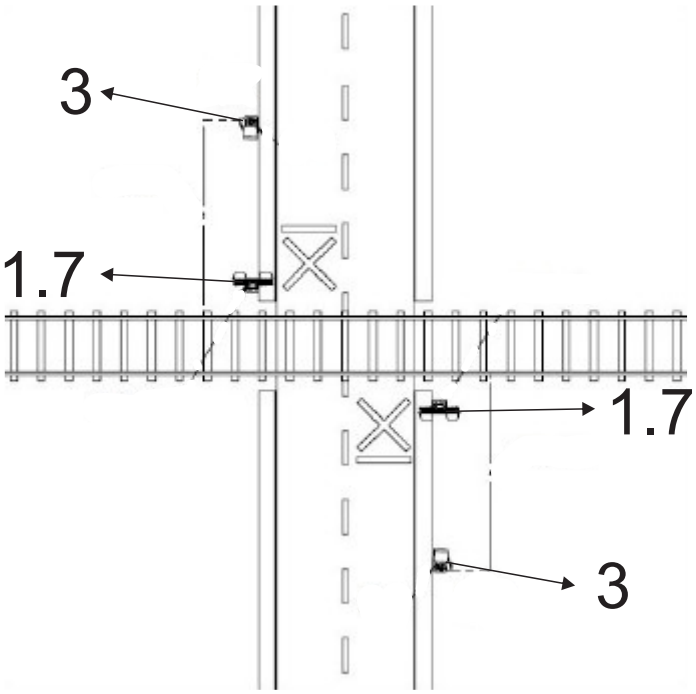


Figura 5

RESUMO

SISTEMA DE CONTROLE DE PASSAGEM EM NÍVEL BASEADO EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

O presente pedido de patente de Privilégio de Invenção, é caracterizado essencialmente por um sistema de controle de passagem em nível (PN) baseado em inteligência artificial, cuja função consiste em introduzir um novo sistema de detecção do trem e sinalização com semáforo 3 aspectos iguais aos já utilizados em cruzamento rodoviários para efetivo controle do fluxo dos veículos, além das sinalizações rodoviárias e ferroviárias previstas na norma vigente; é composto por: servidor central (1); 4 Kits (2) de sensoriamento, com câmera de vídeo de aproximação e sistema de rádio Doppler;4 câmeras de vídeo (3) de monitoramento de via; este sistema não é intrusivo a ferrovia, bem como é totalmente controlado por visão computacional e outros sensores interligados, com extensão de aplicação de infração de avanço de sinal controlado pelo mesmo sistema; em termos gerais, o referido sistema representa uma solução inovadora no que diz respeito ao sistema de controle de PN baseado em inteligência artificial, aliado a supervisionamento remoto do sistema e de seus componentes, não intrusivo e complementar; o uso de tecnologia baseada nos conceitos de indústria 4.0, cujo conceito geral afirmamos ser “Ferrovia 4.0”.