

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

CAIXA PRETA EM AUTOMÓVEIS

Área de Engenharia Elétrica

por

Jacson Birai

Débora Meyhofer Ferreira
Orientadora

Itatiba (SP), Novembro de 2011

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

CAIXA PRETA EM AUTOMÓVEIS

Área de Engenharia Elétrica

por

Jacson Birai

Relatório apresentado à Banca
Examinadora do Trabalho de Conclusão do
Curso de Engenharia Elétrica para análise e
aprovação.
Orientadora: Débora Meyhofer Ferreira.

Itatiba (SP), Novembro de 2011

Aos meus pais, a minha irmã e melhor amiga Gisele, a minha orientadora que me ajudou muito para a realização deste trabalho a Deus e amigos pelo apoio em todos os momentos da minha vida.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	v
Lista de Tabelas... ..	vi
Lista de Fórmulas.....	vii
Resumo	viii
Abstract	ix
1.0 Introdução	01
2.0 Revisão Bibliográfica	03
2.1 Sistemas de Segurança Existentes em um veículo	03
2.2 A aquisição de medidas através da conversão de sinais mecânicos para sinais elétricos	04
2.2.1 Adquirindo os sinais para os transdutores	05
2.3 Sensores	07
2.3.1 Sensores existentes em um veículo	07
2.3.2 Sensores utilizados para a Caixa Preta	12
2.4 Redes de Comunicação entre Sensores Existentes em um Automóvel	15
2.5 Caixa Preta Utilizada em Aviões	17
2.5.1 Análise dos Dados Após um Acidente	19
2.6 Análise de uma situação simulada na Caixa Preta	20
2.6.1 Simulação de resultados adquiridos pela caixa preta em um automóvel após acidente	21
3.0 Metodologia	26
3.1 Projeto Físico da Caixa Preta	26
3.2 Resultados obtidos do projeto realizado	29
4.0 Conclusão	32
5.0 Trabalhos Futuros	34
6.0 Referências Bibliográficas	35
7.0 Anexos	37
7.1 Anexo 1.....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de freio ABS desmontado em 5 partes.....	05
Figura 2 – Sensor de temperatura.....	08
Figura 3 – Sistema de injeção eletrônica de combustível.....	10
Figura 4 – Sistema Antibloqueio de frenagem.....	11
Figura 5 – Pedal com sensor de luzes de freio.....	13
Figura 6 – Pedal com sensor de aceleração.....	14
Figura 7 – Sistema convencional de comunicação dos sensores de um automóvel....	16
Figura 8 – Sistema CAN de comunicação dos sensores de um automóvel.....	16
Figura 9 – Caixa preta utilizada em aviões.....	18
Figura 10 – Leitor de dados da caixa preta de aviões.....	20
Figura 11 – Veículo trafegando em condições normais.....	23
Figura 12 – Veículo sob a ação de uma aquaplanagem.....	24
Figura 13 – Circuito utilizado no projeto da Caixa preta.....	27
Figura 14 – Fluxograma do projeto.....	28
Figura 15 – Resultados obtidos do compilador C++	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela com dados adquiridos pela caixa preta automotiva	22
--	----

LISTA DE FÓRMULAS

Fórmula 1 – Equação da pressão do freio ABS.....	06
--	----

RESUMO

O objetivo deste trabalho é estudar o desenvolvimento de um dispositivo chamado Caixa Preta Automotiva, e seus aspectos físicos, construtivos e características de funcionamento, para que todos os carros possam vir a possuir este dispositivo de segurança, além dos demais já existentes, porém com grande eficácia somente em veículos de maior custo. Fazer uma análise do que fará parte da caixa preta automotiva, que serão alguns sensores do próprio funcionamento dos automóveis, como sensores de velocidade, direção, aceleração e frenagem, encontrando um modo de utilizar os dados emitidos por estes sensores de maneira a ajudar com informações para reconstruir um evento, que é gravar estes dados em uma memória, gerando então uma planilha de acontecimentos por tempo, gravando os últimos movimentos que foram feitos pelo condutor, para depois estes dados serem extraídos e analisados por autoridades competentes. Será mostrado um exemplo de utilização desta caixa preta realizando a simulação dos dados recebidos pela planilha, assim reconstruindo um acidente e entendendo como ela funciona, e também será feito um projeto onde será gravada a velocidade instantânea de uma das rodas de um carro de brinquedo para mostrar uma das formas de aquisição e gravação de sinais, além de que, mostrar que o projeto da caixa preta é viável. Este estudo pretende mostrar que a Caixa Preta Automotiva ajudará a monitorar os condutores de todos os veículos automotores e encontrar as verdadeiras causas e responsáveis pelos acidentes de trânsito, e com isso, buscar maneiras de reduzir o número de acidentes e punir os culpados pelas suas causas.

ABSTRACT

The objective of this work is to study the development of a device called Black Box Automotive, and its physical aspects, construction and operating characteristics, so that all cars are likely to have this safety feature, in addition to other existing but with great effective only in more expensive vehicles. Make an analysis of what will be part of the automotive black box, which will be some sensors of the functioning of private cars and speed sensors, steering, acceleration and braking, finding a way to use data sent by these sensors in order to help with information to reconstruct an event which is to record these data in a memory, then creating a spreadsheet of events by time, recording the latest moves that were made by the driver, then these data are extracted and analyzed by competent authorities. It will be shown an example of using this black box by performing the simulation of the received data in the spreadsheet, so reconstructing an accident and understanding how it works, and also will be a project which will be recorded the instantaneous speed of the wheels of a toy car for show a way of acquiring and recording signals, and to show that the black box design is feasible. This study aims to show that the Black Box Automotive will help monitor the drivers of all motor vehicles and find the real causes and those responsible for traffic accidents, and therefore, seek ways to reduce the number of accidents and punish the guilty for their cause.

1.0 INTRODUÇÃO

Com uma frota de veículos cada vez maior nas ruas e rodovias que não foram projetadas para receber essa nova quantidade de veículos, vem seguindo um número crescente de acidentes e mortes nas estradas causadas pela imprudência de motoristas que desrespeitam as leis de trânsito, pelos motivos mais fúteis, sem que haja punições aos devidos responsáveis, pois muitas vezes é difícil encontrar o verdadeiro culpado devido à falta de provas.

Com o passar dos anos, pesquisadores, cientistas e engenheiros vêm estudando uma forma de reduzir estes índices criando cada vez mais formas de evitar acidentes e encontrar os responsáveis por suas causas. Dentre estas formas de prevenção e punição podemos ver os radares eletrônicos que diminuem a velocidade dos motoristas, câmeras de vídeo que monitoram as ações dos condutores em uma rodovia e, dentre estes acessórios, podemos citar dois dos mais atuais que estão sendo cada vez mais comuns nos veículos de hoje que são, os *Air Bags*, para ajudar os passageiros em caso de colisão de veículos e os freios ABS, para ajudar na frenagem de um automóvel e assim evitar um acidente. Mas mesmo com a existência desses acessórios a quantidade de acidentes ainda é muito grande. Então para amenizar este problema será estudado o desenvolvimento de uma Caixa preta automotiva, com o objetivo de registrar a velocidade das rodas do veículo, bem como o ângulo do volante e pedais acionados, para assim, com estas informações, no caso de um acidente seja muito mais fácil encontrar o verdadeiro responsável pela sua causa.

O estudo da caixa preta automotiva só é possível porque há quase 70 anos atrás um modelo deste protótipo já havia sido idealizado pelo alemão Adolf Hitler após a morte de seu amigo e ministro Fritz Todt num acidente aéreo em 1942. Então após esta data, todos os aviões importados da Luftwaffe, força aérea alemã, passaram a ser obrigados a ter instalado um dispositivo que gravava magneticamente as conversas dentro da cabine de pilotagem. No entanto a invenção do primeiro protótipo de caixa preta em aviões é atribuída ao Dr. David Warren na Austrália em 1953 porque após a derrota alemã na segunda guerra mundial o mecanismo de Hitler ficou esquecido. Foi no final da década de 40 que foi desenvolvido um gravador que utilizava uma fita de metal como meio armazenador, que de fato era muito mais resistente às chamas que as fitas plásticas convencionais da época.

A caixa preta de aviões leva este nome porque se trata de um dispositivo eletrônico que não se pode ver suas partes internas, só é possível visualizar suas entradas e saídas como

conectores de cabos, por isso o termo caixa preta foi dado aos dispositivos utilizados em aviões para gravar seus dados em casos de acidentes, e não por serem pintados ou feitos de material preto.

Descobriu-se que nos anos 90 algumas montadoras haviam instalado uma caixa preta em milhares de veículos americanos, apesar de os motoristas não saberem de sua existência e de não haver uma lei que a regulamentasse. Hoje pelo menos cinquenta e dois modelos de nove marcas já saem de fábrica com o equipamento. A caixa preta é um chip capaz de armazenar informações enviadas por centenas de sensores eletrônicos que já existem em um veículo. Sua função é reconstruir um acidente a partir das informações coletadas para identificar causas e culpados. Embora não sejam noticiados, as seguradoras e o governo são os maiores interessados no assunto, pois para as seguradoras, seria de grande utilização saber os reais motivos de um acidente, para indenizar somente os condutores que dirigem corretamente “dentro da lei”, evitando perdas de lucros com indenizações indevidas pagas; já para o governo, saber de informações como o que foi que causou um acidente valerá para realizar projetos e educar motoristas e então evitar este tipo de situação que para o governo, gera gastos altíssimos com a recuperação dos feridos em acidentes de trânsito.

Em 1974 o departamento nacional de trânsito dos Estados Unidos instalou de modo experimental o protótipo de uma caixa preta em 1000 automóveis para monitorar a ocorrência de acidentes. Mas levou 20 anos para que a ideia evoluísse e fosse usada pelas montadoras.

A caixa preta que é inserida no veículo mantém-se atenta às informações enviadas pelas dezenas de sensores espalhados pelo carro e, assim que o *Air Bag* é acionado, a caixa preta grava automaticamente alguns segundos antes e depois do acidente.

A Caixa Preta para automóveis não é um assunto inédito visto que alguns fabricantes já desenvolveram um equipamento similar, como a *Super Box*, fabricada pelo IAPA - instituto de Aviações e Perícias, porém suas funções de longe não chegam perto do esperado por este estudo, visto que o foco da caixa já existente é rastrear um veículo em caso de roubo ou efetuar um rápido atendimento em caso de acidente, situações estas que beneficiam primeiramente as seguradoras, pois ajudam a encontrar o veículo caso seja roubado, e depois ajudar um condutor em caso de acidente para que o socorro chegue de forma mais rápida, lembrando que rastrear um veículo pode estar causando a invasão de privacidade das pessoas, porém todos estes aspectos não buscam as causas do acidente, para posteriormente serem realizados estudos com esses dados, para poder evitar novos acidentes.

2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistemas de segurança existente em um veículo

Com o passar dos anos os automóveis foram se aprimorando em vários quesitos, não deixando de lado a segurança, e para assegurar que o motorista possa dirigir com tranquilidade, cada vez mais são inseridos sistemas que entram em ação para controlar um automóvel, caso o condutor perca o controle ou fique passivo de situações de risco. Existem vários sistemas que garantem uma dirigibilidade sem riscos, os quais serão discutidos a seguir.

Dos sistemas de segurança existentes, um dos mais conhecidos é o cinto de segurança, que assegura que o condutor de um veículo e seus passageiros não sejam eles arremessados contra as partes metálicas de um automóvel, ou até para fora dele, caso o mesmo venha a colidir contra algum obstáculo. Outro sistema muito conhecido é o *Air Bag*, que também é muito usado nos veículos atuais, pois esse sistema cria uma bolsa de ar no volante no momento do impacto, para evitar uma contusão da cabeça do motorista no volante do carro. Existem muitos outros métodos de segurança que podem ser citados, como pneus com alta performance para terrenos molhados, sistemas que controlam a estabilidade do veículo, mais conhecidos como *ESP (Electronic Stability Program)* Programa Eletrônico de Estabilidade, sensores de distância dos veículos que se encontrem próximos ao que esta sendo conduzido, entre outros. Porém, vale notar que, a maioria dos dispositivos de segurança existentes nos automóveis é para proteger o motorista em casos de acidentes, mas são poucos os dispositivos que evitam os acidentes, como exemplo os radares de velocidade que obrigam o motorista a respeitar a velocidade condizente daquela via, porém não é um método muito eficaz, pois os trechos onde não existirem radar na via, o condutor pode facilmente desrespeitar o limite de velocidade. Um dispositivo pouco conhecido que é utilizado em caminhões e é um item que obriga realmente o condutor a respeitar limites de velocidade são os tacógrafos, muito utilizados em caminhões, vans e ônibus ele tem a função de registrar os trajetos e velocidades dos veículos. Porém este dispositivo não é aplicado a veículos de pequeno porte, como carros e motos, por este motivo é que também a caixa preta esta sendo criada, para fazer este tipo de registro que até o momento só é utilizado em veículos de grande porte e de fins lucrativos.

2.2 A aquisição de medidas através da conversão de sinais mecânicos para sinais elétricos.

Na conversão eletromecânica de energia são realizados processos para se converter energia mecânica em energia elétrica ou vice e versa, e a cada dia desenvolvem-se meios para obter modelos de transdutores que podem fazer parte de sistemas eletromecânicos mais complexos, como os utilizados nos automóveis, na conversão da rotação das rodas de um carro em um valor elétrico que mostra a velocidade instantânea das mesmas em um painel de instrumentos.

Um transdutor pode ser um sensor que é um elemento físico que emprega algum tipo de fenômeno natural pelo qual ele capta a variável que esta querendo se medir.

Transdutores ou conversores de energia são dispositivos que tomam uma forma de energia e a convertem em outra. Nos transdutores eletromecânicos as duas formas de energia são obviamente elétrica e mecânica. A quantidade de exemplos de conversores eletromecânicos com os quais o homem moderno tem contato quase diário é tão grande que se torna difícil enumerá-los. Porém, além dos transdutores eletromecânicos citados, existem outros transdutores muito encontrados em veículos, como transdutores que convertem sinais de pressão de óleo de motor, fluxo de combustível, pressão do acionamento do cilindro de freio entre outros, em sinais elétricos para posteriormente serem utilizados na forma de um melhor controle desses sistemas.

O local onde é instalado um sensor ou transdutor é muito importante, pois a entrada para o sistema de medição é a informação captada pelo sensor, e conseqüentemente, a interpretação de toda informação que passa e é indicada pelo sistema, depende daquilo que realmente é medido pelo sensor, como por exemplo, a interpretação de saída de um medidor de combustível de um veículo, que depende onde será inserido no tanque de armazenamento, pode gerar falsos resultados se o tanque tiver diferentes dimensões.

O equipamento de condicionamento de sinal que recebe o sinal da variável desejada irá modificá-lo a um sinal, até uma amplitude para melhor se trabalhar com ele. Este estágio opcional de amplificar um sinal a uma amplitude desejada pode ser feito para realizar tarefas como aumentar a magnitude do sinal através de amplificadores, remover porções do sinal por algumas técnicas de filtragem e, ou proporcionar acoplamento mecânico ou ótico entre o transdutor e o sinal de saída.

O estágio de saída de sinal indica e, ou registra o valor medido. Este pode ser um simples mostrador de saída com uma escala graduada, como o tacômetro de um veículo que tem suas escalas em quilômetros por hora, ou mesmo um dispositivo de registro como uma unidade de disco rígido de computador.

2.2.1 Adquirindo os sinais para os transdutores.

Para se adquirir sinais para que os transdutores possam trabalhar enviando seus sinais até uma base, para posteriormente processá-los é necessário adquirir os sinais de algum lugar. O local onde serão instalados os transdutores deve ser cuidadosamente analisado para saber se o que está medindo é realmente aquilo que gostaria de verificar. Pode ser citado como exemplo a captura do sinal de transdutor de freio ABS (*Anti Block System*), assim como é mostrado na figura1:

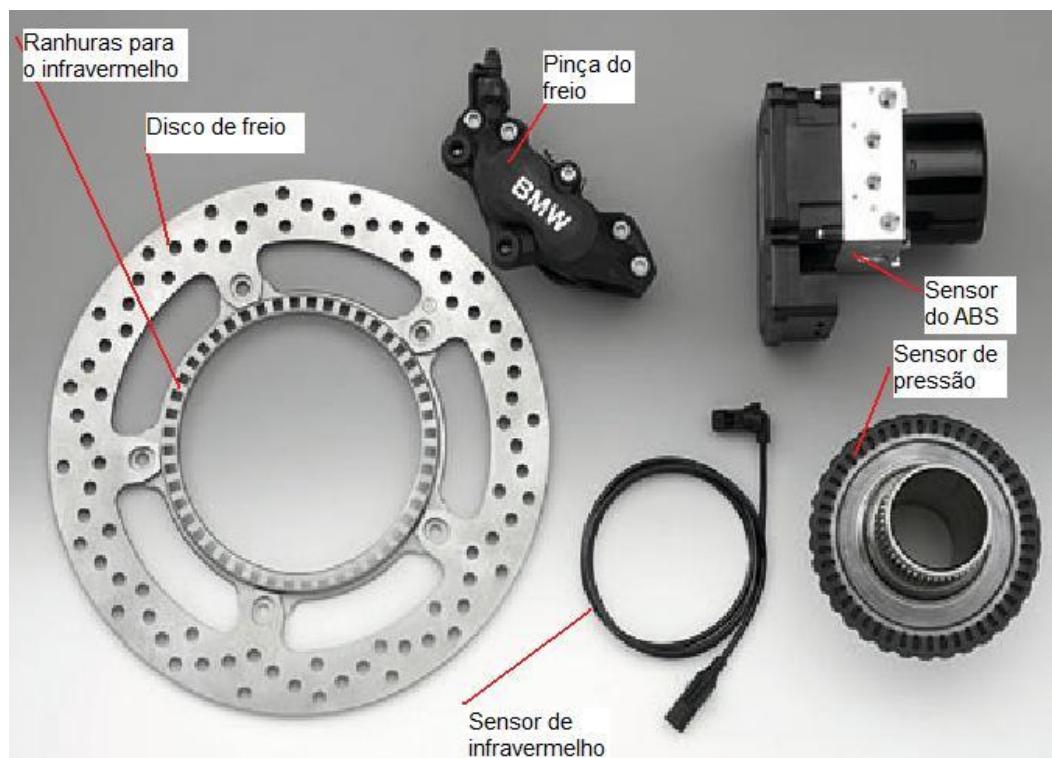


Figura 1: Sistema de freio ABS desmontado em 5 partes [1]

A figura 1 mostra o sistema de freio ABS desmontado de uma motocicleta, que foi dividido em cinco partes, sendo elas: disco de freio, ranhuras para o sensor de infravermelho, pinça de freio, sensor de infravermelho, sensor do ABS e sensor de pressão dos freios. O sensor de infravermelho emite um sinal de luz que passa pelas ranhuras, onde é recebido por um sensor receptor, assim com a rotação da roda, o sinal de luz infravermelho é ora interrompido e ora liberado, gerando assim um pulso cada vez que esse sistema funciona, sendo este pulso convertido em uma velocidade. Com o sistema já funcionando, o sensor do ABS faz uma comparação da velocidade do veículo e a pressão no freio. Se a pressão no freio for tão alta que faz com que a velocidade da roda fique igual à zero, é emitido um sinal ao sensor de pressão do freio que faz com que ele diminua a pressão nas pinças de freio, evitando assim que a roda trave. Este sistema pode ser expresso pela seguinte equação:

$$P = V_i/V_r$$

Sendo:

P = pressão do freio

V_i = velocidade instantânea

V_r = velocidade da roda

Equação da pressão do freio ABS

Sendo que se a pressão do freio for próxima à velocidade instantânea, o sistema diminui a pressão no freio, já quando a pressão volta a ter seu valor próximo a velocidade da roda a pressão no freio volta a aumentar.

Este sistema mostra o quanto é importante saber onde adquirir e traduzir o sinal que deseja interpretar, pois também deverá fazer parte da caixa preta estudada neste trabalho, pois a tendência é de que cada vez mais veículos passem a ter este sistema de freio ABS instalado, o que também ajuda a diminuir custos com inserção de sensores, pois o mesmo já lê a velocidade dos automóveis, dado que é essencial para ser analisado em casos de acidentes.

2.3 Sensores

Um sensor é um dispositivo que responde a um estímulo físico de maneira específica e mensurável. Alguns sensores respondem com um sinal elétrico a um estímulo, isto é, convertem a energia proveniente em um sinal elétrico. Nesse caso podem ser chamados de transdutores. O transdutor converte um tipo de energia em outro. Os sensores podem ser classificados quanto ao tipo de medida, sendo os proprioceptivos e passivos.

Sensores proprioceptivos são relacionados com a sensibilidade, ou seja, medem valores como velocidade, carga, ângulo e tensão. Já para os de medida passivo são atribuídas medidas como distância, intensidade de luz e amplitude de som.

2.3.1 Sensores existentes em um veículo.

Dentre os sensores existentes em um veículo, podem ser citados vários que hoje fazem parte da maioria dos automóveis, para que eles possam desempenhar seu papel com uma qualidade muito maior que no passado.

Nos últimos cinquenta anos os veículos automotores sofreram o que pode se chamar de uma revolução automotiva, pois quesitos como a segurança, o conforto, a estética e funcionamento existentes hoje em um veículo, nem eram possíveis de se imaginar no passado. Porém, para que fosse possível esta revolução, foi necessária uma inserção de vários sistemas de controle no funcionamento completo de um automóvel, além de outros parâmetros. Dentre os controles atuantes num veículo serão citados vários existentes, nos quais alguns serão de plena importância para a realização da Caixa Preta Automotiva, que são os seguintes:

A injeção eletrônica é um sistema de alimentação de combustível e de gerenciamento eletrônico do motor à combustão de um automóvel. Sua utilização em larga escala se deve a necessidade das indústrias automobilísticas a reduzir o índice de emissão de gases poluentes. Esse sistema permite um controle mais eficaz da mistura admitida pelo motor, mantendo-o mais próximo da mistura estequiométrica ou mistura de ar e combustível. Traduzindo, isso traz maior economia de combustível já que o motor trabalha sempre com a mistura adequada e também melhora o desempenho do motor.

Esse sistema faz a leitura de vários sensores espalhados pelo motor em pontos estratégicos, examina as informações recebidas e com base em outras informações gravadas em sua memória envia comandos para diversos atuadores espalhados pelo motor.

O sistema de injeção eletrônica possui vários componentes, sendo que o principal é a central onde ficam gravadas as informações do veículo e os seus parâmetros de fábrica, ele também realiza os cálculos programados para gerenciar o motor (alimentação e ignição). Já os outros componentes podem ser divididos em dois grupos sendo os sensores e atuadores.

Os sensores são componentes que captam a informação para a central, transformando movimentos, pressões e outras grandezas em sinais elétricos para que a central possa analisar e decidir qual estratégia seguir. Alguns sensores que fazem parte da injeção eletrônica são:

- Sensor de posição da borboleta de aceleração - Este sensor informa à central a posição instantânea da borboleta. Ele é montado junto ao eixo da mesma, e permite à central identificar a potência que o condutor esta requerendo do motor.

- Sensor da temperatura do líquido de arrefecimento - Informa à central a temperatura do líquido de arrefecimento, o que é muito importante, pois identifica a temperatura do motor. Nos momentos onde a temperatura ambiente é mais fria o motor necessita de mais combustível, além de que, caso o sistema de arrefecimento funcione incorretamente, o sensor avisa o condutor desta falha, evitando danos ao motor do veículo.

Figura abaixo de sensor de temperatura do líquido de arrefecimento similar aos utilizados em automóveis atuais.

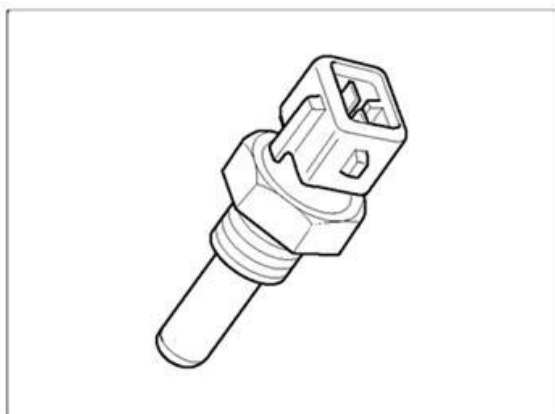


Figura 2: Sensor de temperatura [2]

- Sensor de temperatura de ar - Este informa à central a temperatura do ar que entra no motor. Junto com o sensor de pressão, a central consegue calcular a massa de ar admitido pelo

motor e assim determinar a quantidade de combustível adequada para uma combustão completa.

- Sensor de pressão do coletor - Responsável por informar a diferença de pressão do ar dentro do coletor de admissão, entre a borboleta e o motor, e o ar atmosférico.

- Sensor de rotação do motor - Informa a central a rotação do motor e na maioria dos sistemas a posição dos êmbolos, para a central realizar o sincronismo da injeção e ignição. Na maioria dos projetos ele é montado acima de uma roda magnética dentada fixada no virabrequim, mas pode ser encontrado em outros eixos também.

- Sensor Oxigênio ou Sonda lambda - Este sensor fica localizado no escapamento do automóvel, ele informa a central à presença de oxigênio nos gases de escape, podendo designar-se por sensor O_2 , é responsável pelo equilíbrio da injeção, pois ele tem a função de enviar a informação de qual é o estado dos gases à saída do motor, e é em função desta informação que a unidade do motor controla o pulso da injeção. Nos automóveis que podem rodar com mais de um combustível ou com uma mistura entre eles gasolina e álcool, a central consegue identificar o combustível utilizado, ou a mistura entre eles, através do sinal deste sensor.

- Sensor de velocidade - Informa a velocidade do automóvel, essencial para varias estratégias da central.

Já os atuadores são componentes responsáveis pelo controle, recebendo os sinais elétricos enviados pela central eles controlam as reações do motor. Os atuadores que fazem parte da injeção eletrônica são:

- Injetores - Responsáveis pela injeção de combustível no motor, a central controla a quantidade de combustível através do tempo que mantêm o injetor aberto (tempo de injeção). Esses podem ser classificados pelo seu sistema de funcionamento: monoponto (com apenas um injetor para todos os cilindros) e multiponto (com um injetor por cilindro). Sendo que esses injetam combustível de forma indireta, antes das válvulas de admissão, existe também a injeção direta, que os injetores de combustível injetam dentro da câmara de combustão. Segue figura abaixo de um injetor de combustível:

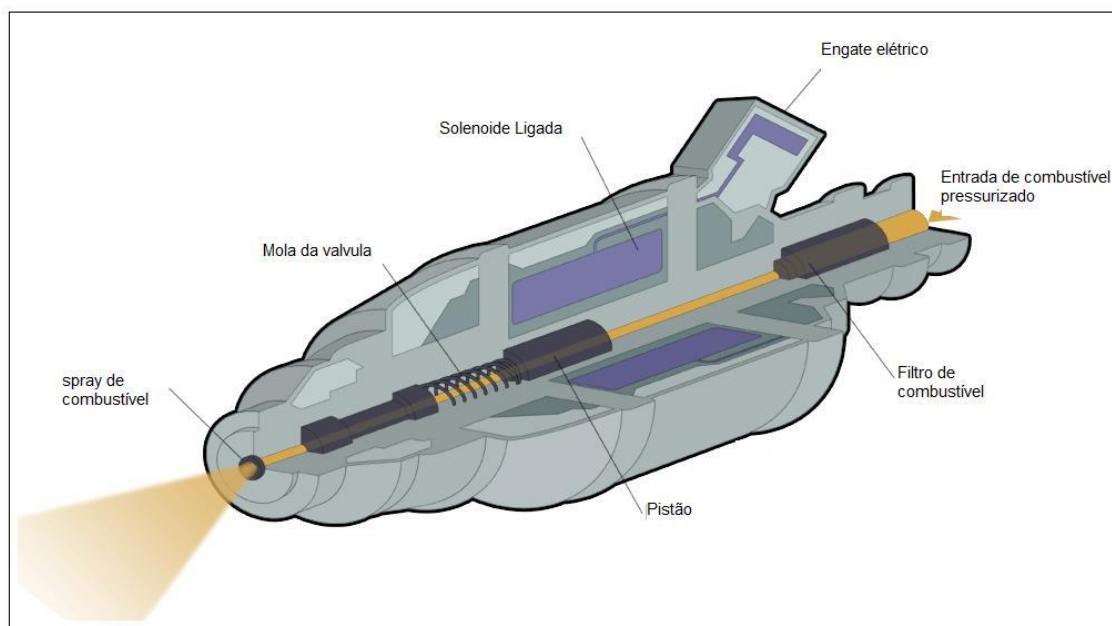


Figura 3: Sistema de injeção eletrônica de combustível [3]

- Bobinas - Componente que fornece a faísca ou centelha para o motor. Os sistemas antigos com ignição convencional utilizam uma bobina e um distribuidor para distribuir a faísca a todos os cilindros, já os sistemas modernos com ignição estática, utilizam uma bobina ligada diretamente a dois cilindros ou até uma bobina por cilindro. A central é responsável pelo avanço e sincronismo das faíscas.

- Motor corretor de marcha lenta ou motor de passo - Utilizado para permitir uma entrada de ar suficiente para que o motor mantenha a marcha lenta, indiferente às exigências do ar-condicionado, alternador e outros que possam afetar sua estabilidade. Normalmente o atuador é instalado em um desvio da borboleta, podendo controlar o fluxo de ar enquanto ela se encontra em repouso.

- Bomba de combustível - Responsável por fornecer o combustível com pressão aos injetores. Na maioria dos sistemas é instalada dentro do reservatório de combustível do automóvel, ela bombeia o combustível de forma constante e pressurizada, passando pelo filtro de combustível até chegar aos injetores.

- Ventilador de arrefecimento - Posicionado atrás do radiador, ele é acionado quando o motor encontra-se em uma temperatura alta, gerando passagem de ar pelo radiador mesmo quando o automóvel estiver parado. Nos sistemas modernos ele é desativado se o automóvel estiver acima de 90 km/h.

- Luz de avaria do sistema - Permite a central avisar ao condutor do automóvel que existe uma avaria no sistema da injeção eletrônica, ela armazena um código de falha referente ao componente e aciona a estratégia de funcionamento para o respectivo componente permitindo que o veículo seja conduzido até um local seguro ou uma oficina.

- Sensor de freio ABS que significa em inglês *Anti Block System* e traduzido para o português como Sistema Anti Blocante fica localizado geralmente nas rodas dos veículos como é mostrado na figura 4, tem a função de determinar a velocidade de um veículo num momento de acionamento dos freios, assim se caso os freios travarem ele atua juntamente com um sensor de pressão no cilindro de fluido de freio, fazendo assim com que seja aplicada menos energia nas pinças de freio evitando um travamento das rodas do veículo, o que ajuda a manter o controle em condições onde exista perigo na condução do automóvel.

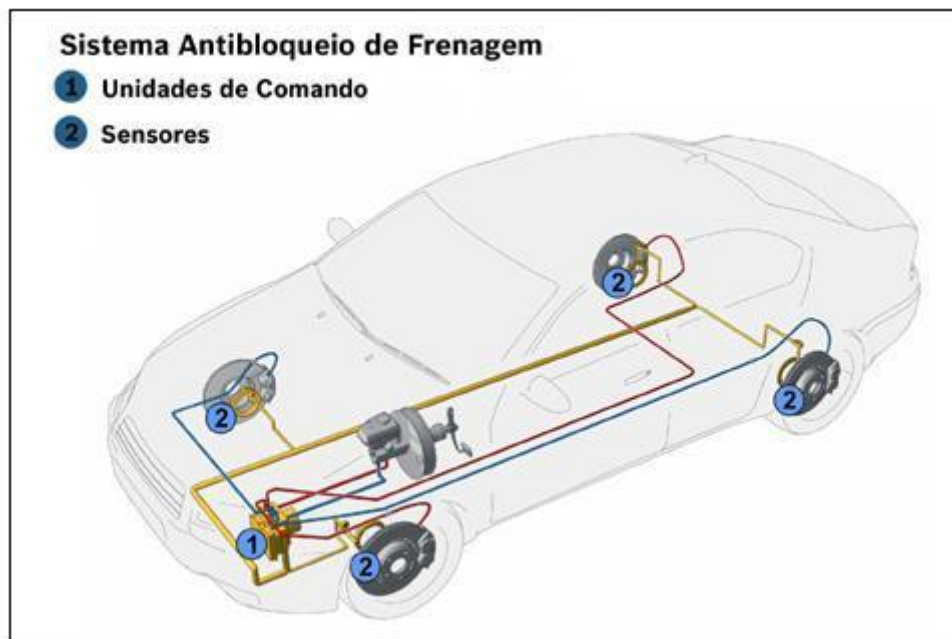


Figura 4: Sistema Antibloqueio de frenagem [4]

- Sensor de ângulo do volante - A função do sensor de ângulo da direção é de medir a posição do volante através do ângulo da direção. O sensor de ângulo de veículo está disposto como parte de um estator e um rotor. Com ele é possível determinar as direções que o condutor do veículo direcionou as rodas do seu carro.

Com a relação dos sensores citados é possível saber o que já é encontrado nos automóveis atuais para ajudar a construir a caixa preta, e consequentemente reduzir custos de fabricação, além de saber também como funcionam os sensores que já existem e que farão

parte do dispositivo estudado como é o caso do sensor de velocidade, freio ABS e sensor de ângulo do volante, que já estão presentes em vários veículos.

2.3.2 Sensores utilizados para a Caixa Preta.

A interpretação dos dados recebidos dos sensores será em frequências e códigos binários, como a velocidade das rodas que será analisada em frequência de pulsos, e o acionamento de um pedal de freio que será analisado com código binário, assim apresentando sinal 1 quando estiver acionado e sinal 0 quando não estiver acionado, e o ângulo do volante que será feito com um disco perfurado em seu eixo, assim a cada sinal enviado pela interrupção nos buracos do disco conforme o volante seja virado, será convertido em um ângulo correspondente.

Para obter os dados nos quais serão feitas as interpretações do veículo, serão utilizados os seguintes sensores:

- Sensor de velocidade das rodas: Em cada roda do veículo será utilizado um disco com furos em sua borda interna e sensores emissores e receptores de luz, que ficam localizados exatamente nos furos que estão na borda interna do disco, para quando que, a roda do veículo, juntamente com o disco, comece a girar os sensores emissores, e receptores de luz passam a emitir um pulso a cada interrupção do sinal de luz, gerando assim uma frequência que unida a um relógio será convertida em velocidade, assim como é realizado em alguns veículos de hoje nos sistemas de freios ABS, lembrando que exatamente por este motivo este sensor já foi mencionado nos capítulos anteriores, pois ele já faz parte dos veículos atuais, e envia a informação que a caixa preta necessitará, diminuindo custos na fabricação deste dispositivo.

- Sensores de acionamento de pedais: Para saber se o condutor do veículo acionou algum pedal, serão inseridos sensores como os utilizados para acionar as luzes de freio e o sensor de aceleração de um carro, sendo que um deles é o sensor de luzes de freio ou interruptor BPP mostrado na figura 5, é o interruptor das luzes de frenagem e encontra-se no pedal de freio e a sua função é transmitir ao módulo de controle do motor informações sobre a desaceleração do veículo. Inicialmente ele encontra-se na posição de aberto e quando é fechado envia um sinal de 12 Volts ao módulo de controle do motor. Este sensor será interpretado pela caixa preta

como um código binário, sendo que quando o pedal estiver desativado ele envia sinal binário no valor de 0 e quando estiver ativado envia um sinal de valor 1. O mesmo serve para o sensor de aceleração que é mostrado na figura 6, funcionando de maneira similar ao sensor de freio, ele enviará sinais binários para a caixa preta para saber se o condutor estava acionando ou não o pedal de aceleração do carro.

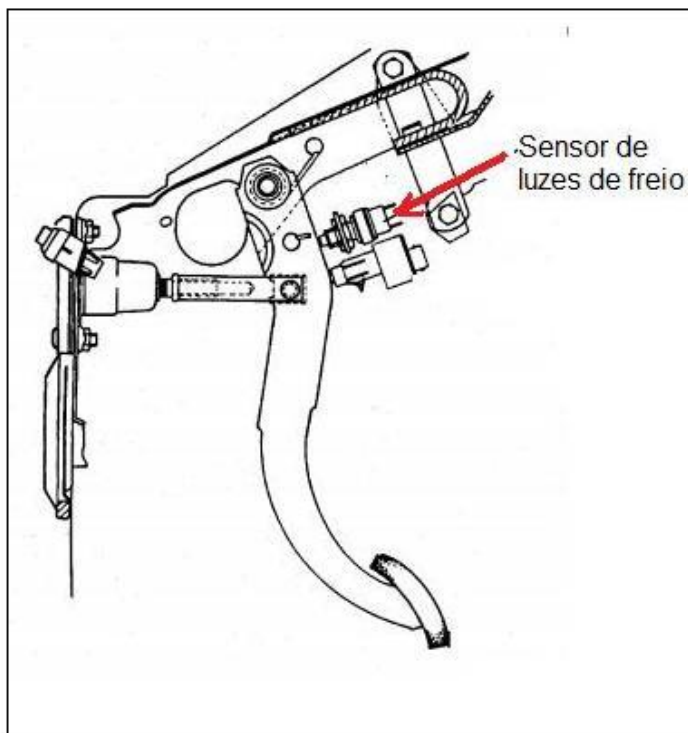


Figura 5: Pedal com sensor de luzes de freio [2]

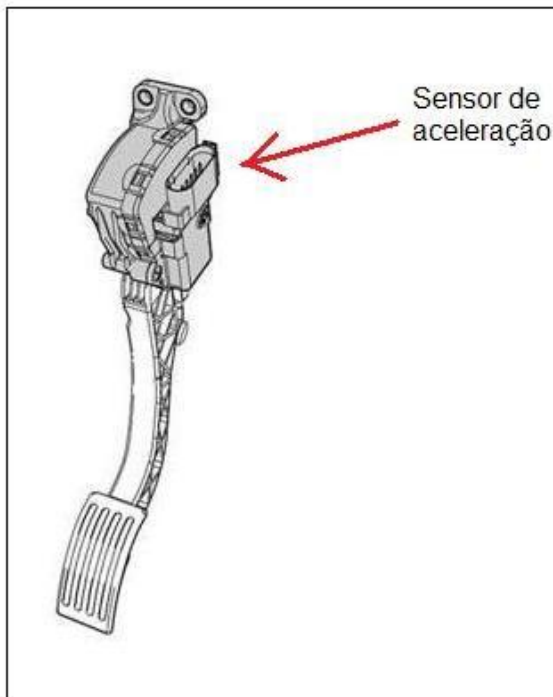


Figura 6: Pedal com sensor de aceleração [2]

- Sensor de ângulo do volante: Para poder identificar as direções em que um volante girou, serão inseridos sensores similares aos que foram utilizados para detectar a velocidade das rodas, como foi citado anteriormente, porém, em vez de se trabalhar com frequência eles irão funcionar com base em ângulos, assim, cada vez que um sensor do disco for acionado ele será equivalente a um determinado grau, podendo então saber quanto um volante girou e para que direção fosse esse movimento. Estes sensores serão posicionados de maneira que, quando as rodas estiverem na posição de reta, o ângulo no volante será de zero grau e, quando a roda girar para a direita, o ângulo será positivo e, para a esquerda, será negativo.
- Microcontrolador: Será utilizado um microcontrolador para realizar a interpretação dos sinais recebidos pelos transdutores e gravar os dados neles recebidos. A memória da Caixa Preta armazenará informações dos transdutores a cada 1 segundos, para que assim possa ser feita uma análise mais criteriosa dos dados que o veículo enviar ao controlador, já que todas as informações do veículo têm uma relação de acontecimentos por tempo.

2.4 Redes de comunicação entre sensores existentes em um automóvel

Uma das realidades mais novas que existe no mercado atual é a rede CAN que veio para melhorar e tornar mais inteligente um veículo motorizado, com equipamentos que se comunicam entre si, que processam informações com rapidez e que podem atuar e controlar com segurança determinadas tarefas de um sistema. O protocolo CAN esta sendo empregado por várias indústrias automobilísticas.

O CAN é uma rede de comunicação no qual trafegam dados com informações trocadas entre controladores distribuídos de forma modular. Cada módulo é responsável por funções específicas, mas colhem e ou geram dados que muitas vezes podem e devem ser utilizados por outros módulos, deste modo, cada módulo deve obtê-los, processa-los e transmiti-los através da rede de comunicação de dados de forma à compartilhar eles com todo o sistema de forma integrada. A flexibilidade dessa rede permite que seja aplicada a vários sistemas em que equipamentos precisem se comunicar, ou onde existam sistemas micro processados ou micro controlados, como será o caso da caixa preta. A complexidade dos sistemas de controle e a necessidade de trocar informações significavam cada vez mais cabeamentos, implicando num maior volume de chicote do automóvel. Além do custo de cabeamento necessário para ligar todos os componentes, por isso é que atualmente está sendo implantado este tipo de rede nos automóveis, pois além de poder enviar e receber dados de forma mais rápidas e condizentes com as exigências de mercado, diminui fortemente a quantidade de fios existentes num veículo. Esta diminuição de cabos e aceleração no processo pode ser visualizada nas imagens abaixo:

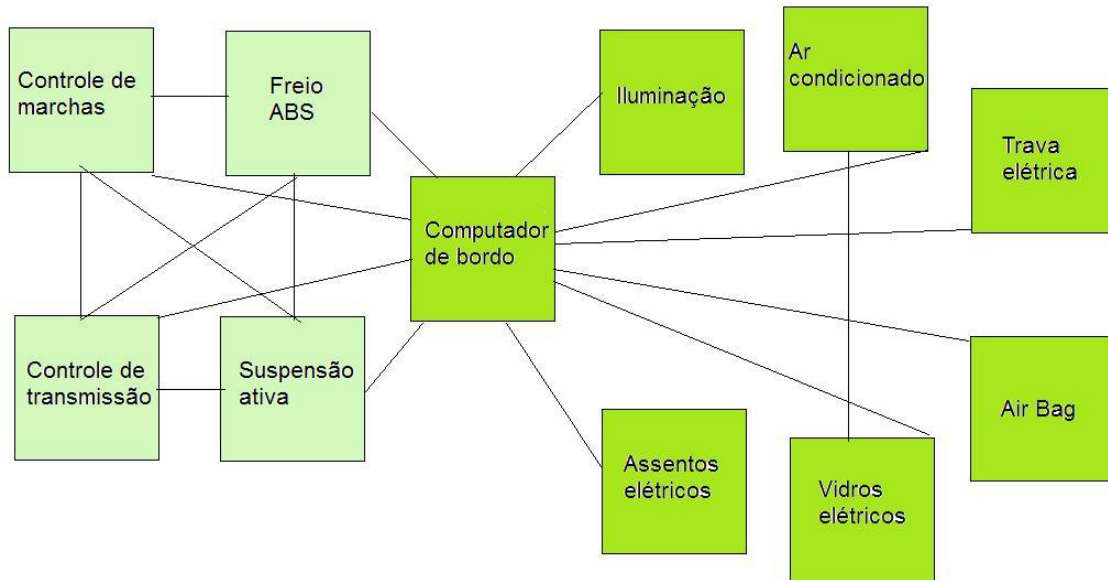


Figura 7: Sistema convencional de comunicação dos sensores de um automóvel [5]

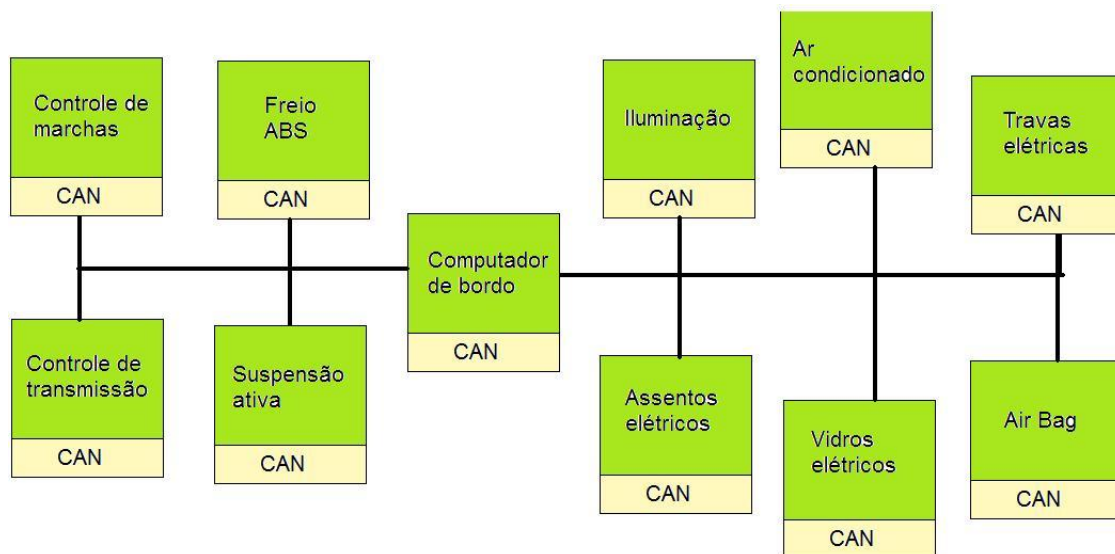


Figura 8: Sistema CAN de comunicação dos sensores de um automóvel [5]

Note que no sistema convencional é necessário que todos os sensores sejam conectados entre si, já no sistema CAN, basta que todos os sensores sejam conectados somente a uma central.

Dentre as vantagens da rede CAN estão:

- Trata-se de um protocolo de comunicação padrão, que se comunica com uma rede multiplexada, reduzindo bastante o tamanho da estrutura e elimina a instalação elétrica ponto a ponto.

- Sofisticado mecanismo de detecção de erro e retransmissão de dados, garantindo quase 100% de confiabilidade na transmissão de dados.
- Redução do número e volume de chicotes existentes no automóvel.

A caixa preta seria um acessório que poderia acessar as informações diretamente através da rede CAN ao invés de ter que fazer novas conexões com os sensores que serão utilizados na sua construção, para reduzir os cabos necessários para fazer a comunicação entre os sensores e a caixa preta, além de aumentar a velocidade dos dados transferidos.

2.5 Caixa preta utilizada em aviões

Para dar base a construção do modelo de caixa preta estudado, primeiramente será preciso entender como os modelos já existentes funcionam. E para isso será feito um estudo da caixa preta utilizada em aviões, pois em muitos acidentes aéreos o único dispositivo que sobrevive é a CSMU - *Crash Survivable Memory Units* ou Unidade de Memória Sobrevivente a Acidentes. Normalmente a CSMU é um cilindro grande e laranja assim como é mostrado na figura 9, que pode suportar calor extremo, quedas violentas e toneladas de pressão.

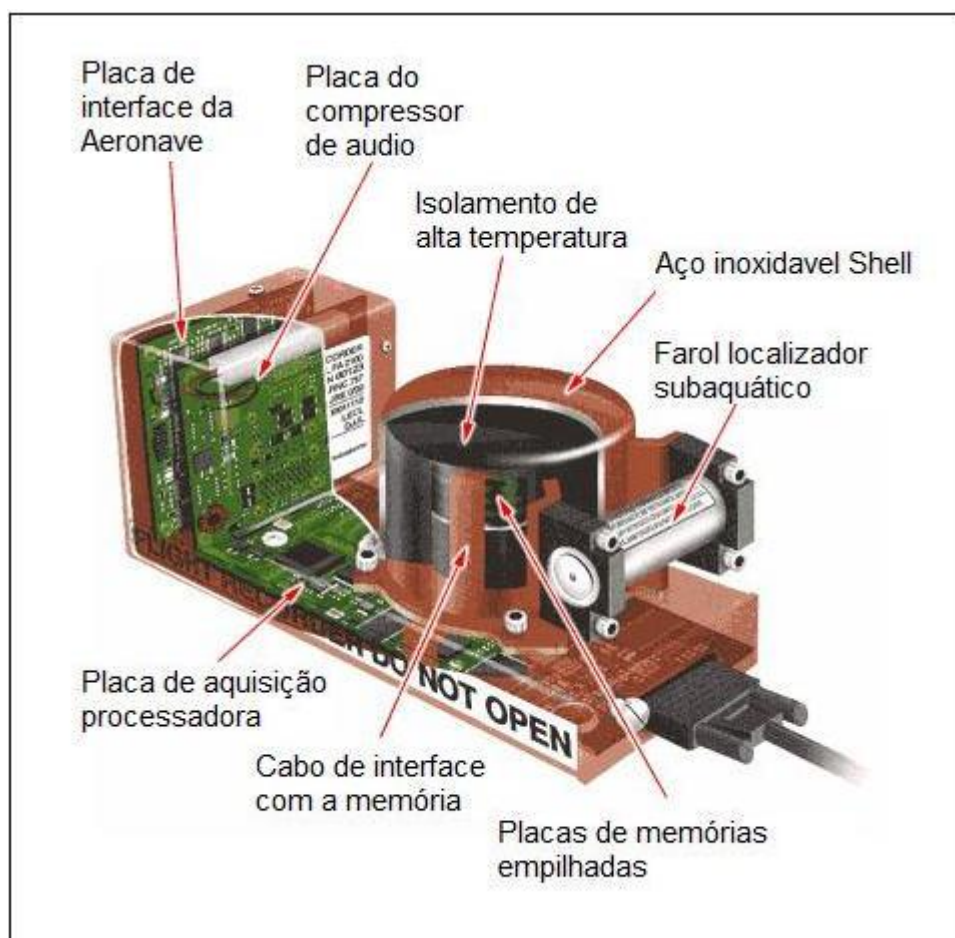


Figura 9: Caixa preta utilizada em aviões [6]

Usando três camadas de materiais a CSMU protege a pilha de placas de memória que armazenam as informações digitalizadas. A primeira camada é a caixa que é uma camada de alumínio ao redor da pilha de cartões de memória. A segunda camada é constituída de sílica seca com aproximadamente 2,53 centímetros de espessura e oferece proteção térmica para altas temperaturas. Isto é o que mantém as placas das memórias a salvo durante incêndios pós-acidentes. E a terceira camada guarda o material de isolamento de altas temperaturas, ou seja, a segunda camada, que é uma concha de aço inoxidável que mede aproximadamente 0,64 centímetros de espessura.

Para assegurar que a CSMU irá suportar as condições a que será submetida, são realizados vários testes que compõem a sequência de queda de sobrevivência que são eles:

- Teste de impacto, que a CSMU é atirada por um canhão de ar para criar um impacto de 3400 Gs sendo que 1 G é a força da gravidade da Terra que determina quanto pesa algo. Este impacto em que a Caixa é submetida pode ser igual ou superior ao que ela suporta em um acidente real.

- Para testar a resistência de penetração é feito um lançamento de uma barra de 227 quilos grama e 0,25 polegadas quadradas de superfície da barra, a uma altura de 10 pés na parte mais vulnerável da Caixa.
- Para suportar um esmagamento é realizado um teste que é aplicado 5000 libras de pressão por polegada quadrada em vários eixos da CSMU.
- O teste de temperatura é feito cozinhando a unidade com maçaricos por uma hora a uma temperatura de 2000 graus Fahrenheit.
- É realizado também um teste de imersão por 30 dias em água salgada.

2.5.1 Análise dos dados após um acidente

Apesar de levar o nome de caixa preta a CSMU é pintada de laranja brilhante. Esta cor diferente, juntamente com as tiras de fitas refletivas, ajudam os investigadores a encontrar as caixas pretas após um acidente. Além da pintura e das fitas refletivas a caixas pretas são equipadas com um localizador subaquático chamado *Beacon*. Este localizador emite uma onda que pode ser captada por sonares em navios caso a caixa esteja perdida em alto mar até uma profundidade de 14 mil pés

Após as caixas pretas serem recuperadas elas são conduzidas até um laboratório, onde serão analisados todos os dados gravados para tentar recriar os acontecimentos que antecederam o acidente. Se os componentes internos da caixa preta não estiverem danificados, após o acidente eles são ligados a um sistema de leitura e extraído todos os dados em questões de minutos, porém se houver qualquer dano interno, as placas das memórias são removidas, limpas e um novo cabo de interface com a memória é instalado. Em seguida a placa de memória é conectada a um gravador, como é mostrado na figura abaixo.



Figura 10: Leitor de dados da caixa preta de aviões [6]

O leitor de dados da caixa preta que é mostrado na figura acima tem um software especial para facilitar a recuperação dos dados. Após a extração dos dados, uma equipe especializada em aviões, segurança aérea e fabricantes, é convocada para interpretar as gravações armazenadas. Já para o modelo da caixa preta automotiva será usado como leitor de dados um computador com um software específico para ler os dados armazenados que neste caso será utilizado o compilador C++.

2.6 Análise de uma situação simulada na caixa preta

Para este capítulo será realizada uma simulação de uma situação em que o veículo perde o controle de sua direção, pois durante a utilização de um veículo, o condutor está sujeito a problemas como irregularidades da pista de rodagem, manobras de risco, como ultrapassagens em locais proibidos, perdas de controle por alta velocidade, problemas mecânicos como estouro de pneus e perdas de controle, devido a forças da natureza como chuvas e ventos laterais.

Para a simulação da caixa preta, será interpretada a utilização do veículo sobre chuva e a realização de uma frenagem, gerando a perda de controle da direção do condutor diante de uma situação de aquaplanagem.

A situação de aquaplanagem é conhecida pela frenagem do veículo em locais onde existe uma quantidade tão grande de água que os pneus não são capazes de drená-la para fora de suas ranhuras, fazendo com que o pneu flutue e diminua o atrito de aderência com o asfalto. Diante desta situação o carro acaba frenando somente o pneu que estiver em contato com o solo, e se aquaplanagem acontecer afetando somente um lado do veículo, ele pode vir a girar, assim como será mostrado na simulação a seguir.

2.6.1 Simulação de resultados adquiridos pela caixa preta em um automóvel após acidente

Para a realização da tabela abaixo foi feito um estudo dos acontecimentos que ocorrem durante uma situação de aquaplanagem, para posteriormente poder entender e simular os valores que realizam esta situação. A tabela mostra como seriam os dados adquiridos pelo software que iria se conectar a caixa preta. No software estariam disponibilizados todos os valores dos sensores que foram comentados nos capítulos anteriores e que fariam parte do dispositivo em questão.

Tabela 1: Tabela com dados adquiridos pela caixa preta automotiva.

Software Datalogger Black Box – Simulator								
Date: 22/07/2011								
Record	Time	Tire	km/h	km/h	Tire	Accelerator	Brake	Direction Angle
1	22:10:50:00	F.R.	100	100	F.L.	1	0	-2°
	22:10:50:00	B.R.	100	100	B.L.			
2	22:10:51:00	F.R.	95	95	F.L.	0	1	1°
	22:10:51:00	B.R.	95	95	B.L.			
3	22:10:52:00	F.R.	90	90	F.L.	0	1	2°
	22:10:52:00	B.R.	90	90	B.L.			
4	22:10:53:00	F.R.	85	30	F.L.	0	1	-163°
	22:10:53:00	B.R.	85	30	B.L.			
5	22:10:54:00	F.R.	70	65	F.L.	0	1	140°
	22:10:54:00	B.R.	70	65	B.L.			

Descrição das situações da tabela acima:

1° normal

2° Início da frenagem

3° Continuação da frenagem

4° Início da frenagem sob aquaplanagem

5° Continuação da frenagem sob aquaplanagem

Com os dados adquiridos pela tabela acima podemos entender que o veículo que possuía a caixa preta de onde foram retirados estes dados passou por uma situação de perda de controle, assim como será explicado a seguir:

Na primeira situação o veículo, segundo os dados obtidos da caixa preta, está em uma aparente situação normal, pois todas as rodas estão em uma velocidade constante, com a

direção reta e acelerando assim como pode ser visto na imagem abaixo configurada com os dados da tabela.

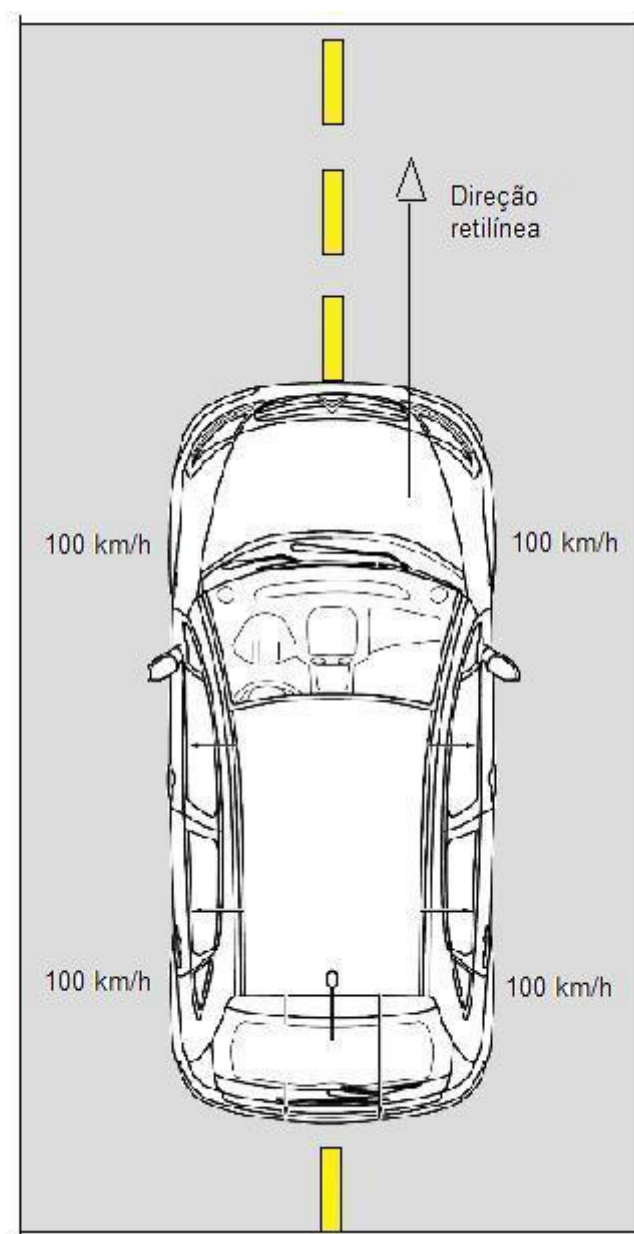


Figura 11: Veículo trafegando em condições normais [7]

Então continuando a análise dos dados é possível notar que o veículo começa a apresentar uma queda de velocidade, pois o pedal do acelerador não está mais sendo acionado, mas sim o pedal de freio, e continua em uma direção retilínea até a terceira situação, que é apresentada uma variação do ângulo no volante e uma diferença na velocidade das rodas o que sugere um início de uma situação de perda de controle devido a uma aquaplanagem assim como é mostrado na imagem seguinte.

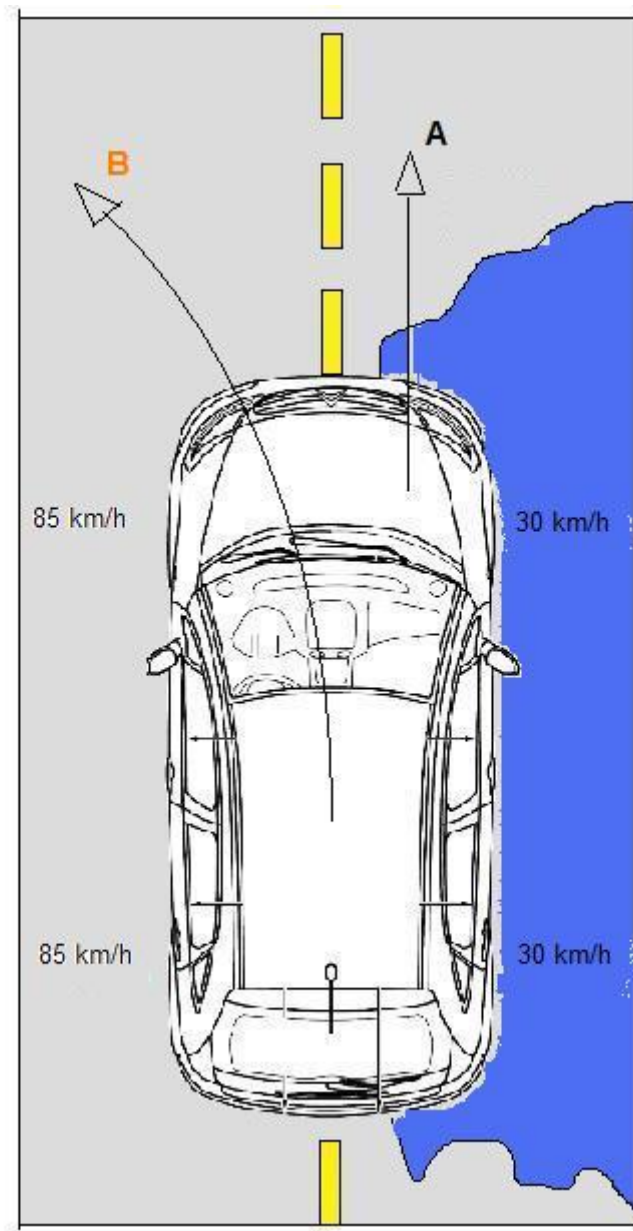


Figura 12: Veículo sob a ação de uma aquaplanagem [7]

O condutor possivelmente ao notar uma poça de água no seu trajeto, acionou o sistema de freio do automóvel, o que gerou a seguinte situação:

- Um veículo em condições normais, onde todas as rodas estão em contato com o solo, ou seja, a força de atrito estático é igual em todos os pneus, faz em caso de uma frenagem que o veículo desacelere linearmente, sem perder sua trajetória, porém como é mostrado na imagem acima, o condutor acionou os freios sob um lençol de água a uma velocidade considerada perigosa para este tipo de situação, então ao passar sob a poça formada, os pneus do lado

direito diminuíram a área de contato com o solo devido à velocidade e a água presente no local, assim a frenagem tornou-se somente virtual ou falsa, pois o pneu, não estando em contato com o solo seu atrito tornou-se menor, o que faz com que eles freiem e apresentem um valor de velocidade menor, porém irreal, já os pneus do lado esquerdo apresentam o verdadeiro valor de velocidade, pois estão em pleno contato com o solo. Esta situação fez com que o veículo girasse em torno de seu eixo central saindo de sua trajetória original dada com a letra A na imagem citada, para uma trajetória de descontrole dada pela letra B. Por esta razão é que na quarta e quinta situações o ângulo do volante muda de direções repentinamente, isto porque o condutor está tentando corrigir a sua trajetória depois de perder o controle do seu automóvel.

Agora para fazer a análise de uma situação real basta pensar em situações cotidianas, como uma barreira policial em uma rodovia, pois sabendo que o máximo de velocidade permitido em uma rodovia brasileira é de 120 km/h, caso um condutor que possua a caixa preta, seja parado por um policial nesta rodovia, e que ao se conectar com o programa do automóvel analisado, verifica que a velocidade que o carro obteve nos últimos minutos foi de 140 km/h, significa que o condutor estava desrespeitando as leis de trânsito, e assim podendo multa-lo por excesso de velocidade.

3.0 METODOLOGIA

3.1 Projeto físico da caixa preta

A realização do projeto físico da Caixa Preta tem como objetivo inserir sensores de infravermelho em uma das rodas de um carro de brinquedo e verificar sua velocidade constante, similar ao que é pretendido no projeto original, porém com menos sensores do que foi citado nos capítulos anteriores, mas com o mesmo princípio, pois a única diferença é a quantidade de sinais capturados, que neste projeto se limitam aos sensores de velocidade.

Para a realização do projeto foi montado um circuito eletrônico que captura os sinais dos sensores infravermelhos inseridos na roda de um carro e os envia para um computador, onde são interpretados através de linguagem de programação em C++ e emite como resultado a velocidade do automóvel constantemente. Caso fossem inseridos os sensores de ângulo do volante e acionamento dos pedais de freio e acelerador o princípio de funcionamento do circuito eletrônico seria o mesmo, porém com mais entradas de sinais e a única coisa que mudaria neste projeto seria a forma de interpretação dos mesmos, pois para o cálculo da velocidade está sendo utilizado o método de distância por tempo, agora para o cálculo do ângulo seria utilizado o método de interrupções de sensores, gerando um ângulo correspondente com o sensor interrompido, e para saber o acionamento dos pedais seria usado o método de interrupção de um sensor, assim para pedal acionado o sensor estaria interrompido e emitindo um sinal para a variável, e pedal livre o sensor não estaria emitindo sinal algum.

O circuito eletrônico utilizado é o mostrado na figura abaixo e é composto pelos seguintes componentes:

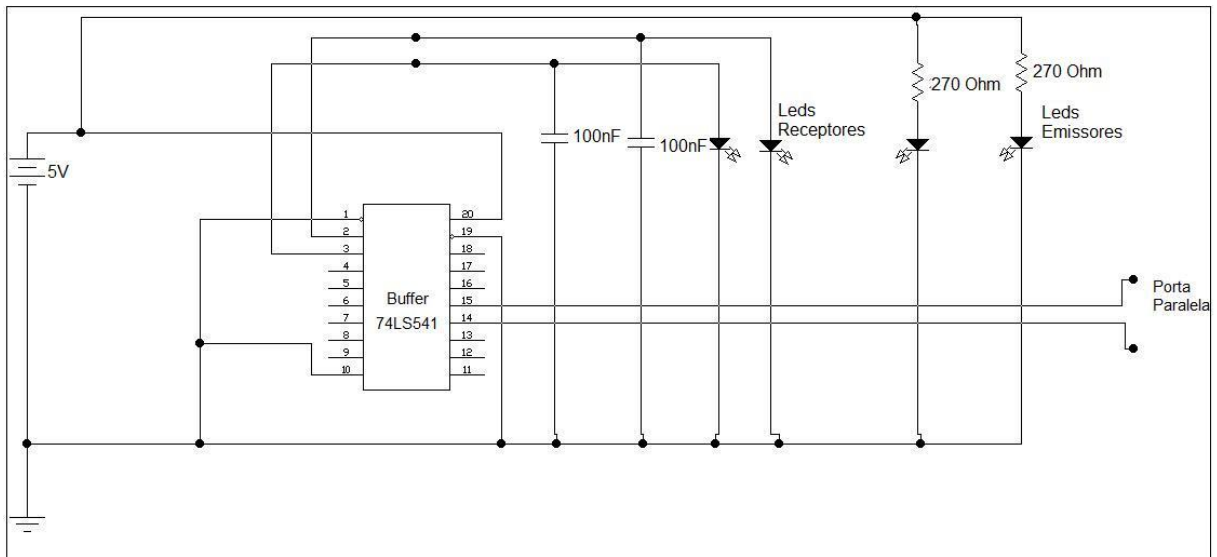


Figura 13: Circuito utilizado no projeto da Caixa preta [8]

Componentes que compõem o circuito da Caixa preta:

- 1 Circuito integrado Buffer 74LS541
- 2 Capacitores cerâmicos de 100 nF
- 1 Cabo paralelo
- 1 Fonte de tensão estabilizada em 5 volts
- 2 Leds emissores de infravermelho
- 2 Leds receptores de infravermelho
- 2 resistores de 270 ohms

Segue o fluxograma do programa utilizado no compilador C++ para realização do projeto da caixa preta:

Fluxograma do programa utilizado no projeto

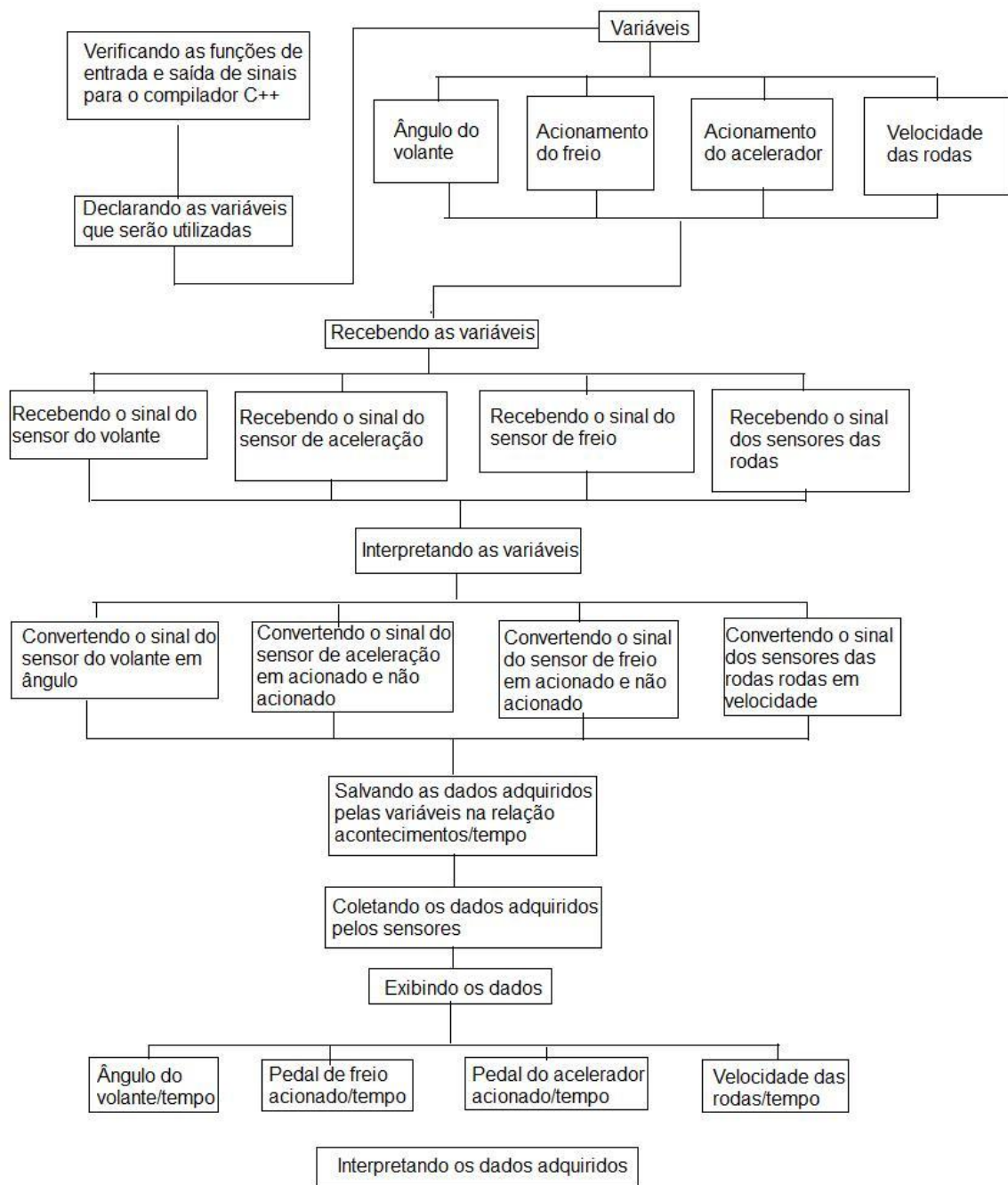


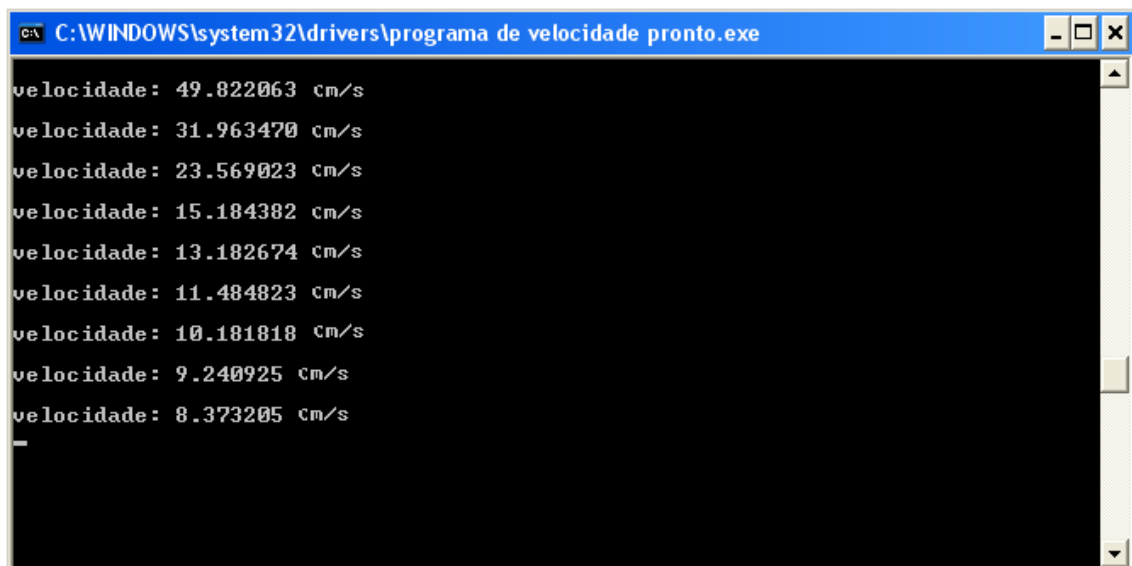
Figura 14: Fluxograma do projeto

No fluxograma acima do projeto realizado é possível entender a rotina de funcionamento dos sensores atuando no programa da caixa preta. Inicialmente o compilador verifica os sinais de entrada e saída de dados da porta paralela do computador, depois segue

designando quantas e quais serão as variáveis que serão utilizadas para realizar o processamento dos dados, segue para a captura dos sinais dos sensores e os convertem nas medidas que se deseja, como velocidade e ângulo, então com os dados capturados, eles são salvos em uma memória onde sequencialmente são coletados e analisados. No fluxograma é possível verificar que além do sensor de velocidade que foi utilizado no projeto estão sendo mostrados também os sensores do volante e pedais de freio e acelerador para poder entender como funcionaria o projeto real da caixa preta.

3.2 Resultados obtidos do projeto realizado

O resultado esperado com o projeto da Caixa preta foi o de se obter a velocidade do automóvel constantemente, afim de posteriormente poder realizar análises com os dados obtidos, como saber a velocidade máxima alcançada pelo condutor do veículo, sabendo então se em algum instante ultrapassou o máximo permitido da rodovia trafegada por ele, assim como é mostrado o resultado na figura a seguir que foi retirada do programa C++ aplicado no projeto da Caixa preta com o carro de brinquedo.



```
C:\WINDOWS\system32\drivers\programa de velocidade pronto.exe
velocidade: 49.822063 cm/s
velocidade: 31.963470 cm/s
velocidade: 23.569023 cm/s
velocidade: 15.184382 cm/s
velocidade: 13.182674 cm/s
velocidade: 11.484823 cm/s
velocidade: 10.181818 cm/s
velocidade: 9.240925 cm/s
velocidade: 8.373205 cm/s
```

Figura 15: Resultados obtidos do compilador C++

Na figura acima é possível verificar que o compilador envia um valor de velocidade a cada instante que os sensores de infravermelho são acionados, e que estes valores indicam

uma redução de velocidade, pois o carro inicialmente está sendo conduzido a aproximadamente 49 centímetros por segundo como sendo a máxima velocidade e na última leitura indica um valor de 8 cm/s, podendo entender que o condutor estava freando o seu carro.

Para a realização do projeto foi escolhido o software Dev C++, pois ele contém os recursos necessários para a captação dos dados a serem interpretados que foram escolhidos para realização da caixa preta, além de que, é um programa fácil para se utilizar, pois existem compiladores distribuídos gratuitamente que oferecem até o código fonte do compilador, possui várias bibliotecas gratuitas e ele é compatível com várias plataformas, como Windows, Unix, Macintosh e Chips sem sistema operacional, que é o caso dos micro controladores.

Com os resultados do teste foi possível medir e verificar a velocidade do automóvel constantemente, velocidade esta que foi adquirida por dois sensores infravermelhos localizados na roda do automóvel que acionavam e paravam um cronometro em duas etapas, sendo a primeira etapa a cada 14 centímetros e a segunda a cada 15 cm, medida esta retirada da circunferência da roda do carro entre os sensores, gerando um valor de velocidade com erro de mais ou menos 1 cm a cada acionamento dos sensores, sendo esta velocidade comprovada com teste de equiparação, pois foi verificado que para o carro percorrer o trecho de 1 metro em aproximadamente 2 segundos, deveria estar a velocidade média de 50 centímetros por segundo, e o programa compilador mostrou uma velocidade média do carro neste mesmo trecho de 1 metro no tempo de 2 segundos a velocidade de 48 cm/s, se aproximando muito da velocidade calculada. Porém vale salientar que se trata de um projeto inicial, cuja, a incerteza dos dados ainda é muito grande, mas caso venha a ser desenvolvido um projeto real da caixa preta, tem que se ter em mente que os automóveis de hoje possuem a maioria dos sensores citados na caixa preta, como é o caso da velocidade dos carros, que já é gravada em uma memória e possui uma ótima exatidão, porém não é disponibilizada da forma estudada neste trabalho, é utilizada apenas por montadoras para melhoria do projeto de seus carros. Então com esta informação fica muito fácil gravar a velocidade e os outros parâmetros pretendidos no projeto em uma memória externa, que neste estudo foi realizado através de linguagem de programação em um computador, e que foi feito com um custo relativamente baixo, porém para um projeto real estima-se um investimento mínimo de R\$ 1.500,00, para custear os gastos com o desenvolvimento de componentes eletrônicos, circuito captador de sinais, carcaça a prova de impactos, sensores para captação dos sinais, software necessário para interpretação dos dados, código fonte além dos profissionais envolvidos.

Comparando o projeto da caixa preta com o que já existe no mercado atual é fácil dar crédito ao projeto deste trabalho, pois os protótipos existentes tratam-se de dispositivos que custam aproximadamente R\$ 1.200,00, mas que funcionam somente através de sinais de satélites e internet, e não dos próprios sensores existentes no carro, não podendo garantir a veracidade das informações, pois existem pontos globais onde esses sistemas não funcionam corretamente, além de que o condutor fica sempre sendo rastreado, o que pode ser visto como uma invasão de privacidade, e também o intuito deste projeto é torná-lo obrigatório nos automóveis e não um acessório, assim como é comercializado atualmente, podendo ficar a critério das montadoras a melhor maneira de implementar este dispositivo nos carros, e como incentivo, elas podem ter seus impostos reduzidos, pois tal dispositivo ajudará a diminuir gastos que o estado tem em atender vítimas de acidentes de trânsito que é altíssimo, então esse seria o item para amenizar os custos com o projeto, pois a implantação do mesmo deverá ajudar a diminuir o número de acidentes e consequentemente seus gastos.

4.0 CONCLUSÃO

Inicialmente, para a construção da caixa preta, foi estudado um material para compor a sua carcaça para que suportasse os choques das colisões que ela poderia vir a sofrer em casos de acidentes, chamadas para casos de incêndio e a vedação contra água caso o veículo fosse submerso, e dentre tantos materiais existentes o que mais se adequou a esta necessidade do projeto da caixa preta automotiva foi o mesmo utilizado na composição das caixas pretas encontradas em aviões, o que garantirá que as informações gravadas no veículo não se percam caso algo como incêndio, imersão e choques ocorram com ela, porém deve-se levar em conta que a resistividade deverá ser bem menor, pois a força de impacto entre automóveis que se envolvem em um acidente é muito menor que a considerada em aviões, fator este que ajudará a reduzir os custos da fabricação deste dispositivo. A caixa preta em si será uma caixa metálica de cor laranja, similar à utilizada em aviões, e ficará localizada preferencialmente abaixo do banco traseiro, para caso ocorra uma colisão ela fique o mais longe possível da zona de impacto e seja assim destruída.

Para a gravação dos dados adquiridos pela caixa preta, será utilizado um micro controlador, pois ele tem a vantagem de fazer a interpretação dos dados enviados pelos sensores e gravar em sua memória estes dados, para serem analisados posteriormente em casos necessários. Para fazer a aquisição desses dados e interpretação dos sinais recebidos, será utilizada uma linguagem de programação como linguagem C, *Assembly* entre outros.

Os dados adquiridos pela caixa preta serão inicialmente velocidade das rodas, acionamento dos pedais de freio e acelerador e ângulo dos volantes, podendo depois, com maiores aperfeiçoamentos, serem implementados muitos outros sensores, como os que fazem parte do funcionamento do motor para assim com os dados adquiridos, eles possam ser usados por montadoras para melhorar o modo de fabricar seus automóveis.

Após a realização do projeto e verificação dos dados colhidos é possível dizer que incrementar a Caixa preta em um veículo real pode não ser uma tarefa tão trivial, porém mostra que é possível, pois o projeto realizado mostrou o resultado esperado, que era o de se gravar e verificar a velocidade de um carro constantemente, utilizando eletrônica e linguagem de programação, já transformar isto em um projeto real dependerá de maior tempo de estudo, testes e profissionais do ramo automobilístico, para enfim chegar ao resultado mais esperado que, será o de monitorar todos os condutores de veículos automotores com o intuito de reduzir

o índice de acidentes no trânsito, realizando esta tarefa de modo eficiente e beneficiando a todos.

5.0 TRABALHOS FUTUROS

Pretende-se dar continuidade ao estudo relacionado à caixa preta automotiva analisando o desenvolvimento do setor automotivo em relação à segurança dos motoristas, agregando o desenvolvimento deste setor na melhoria e construção do projeto. Hoje os automóveis que são comercializados as classes econômicas mais altas possuem um número altíssimo de sensores e componentes que ajudam na segurança dos condutores, como freios de alta performance, controles de estabilidade, sistemas de controle de tração, entre outros, porém o custo que se paga por esta segurança é muito alto, podendo somente poucas pessoas ter o direito a este privilégio, e ficando a maioria fora deste patamar de segurança. Para mudar um pouco esta realidade é que é preciso realizar estudos deste setor, para poder agregar mais destes itens de segurança existentes nos automóveis de grandes nomes em automóveis populares e paralelamente na agregação para um melhor desenvolvimento da caixa preta. Fazer com que montadoras comecem a trazer em seus automóveis populares mais itens de série relacionados à segurança, contando logicamente com a ajuda do governo para a redução dos custos para implementação destes itens, e poder agregar mais dispositivos a caixa preta, se tornando um equipamento cada vez mais complexo, ajudando no desenvolvimento do setor automotivo, além da melhor monitoração dos condutores e de reconstituição mais detalhada em casos de acidentes.

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.

- [1] Como funciona o sistema [Internet] 2011 Jun 06 [acesso em 2011 Set 06] Disponível em: <http://faraosdoasfalto.blogspot.com/2011/06/artigos-e-dicas-como-funciona-sistema.html>
- [2] Focus [Internet] 2011 Jun 15 [acesso em 2011 Ago 22] Disponível em: <http://fenix.revemar.com.br/cat/Novo%20FOcus/HTML/ms-focus-303-14-02.htm>
- [3] WikipedianProlific: *Injector3.gif* [Internet] 2009 Abr 28 [acesso em 2011 Jun 18] Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Injector3.gif>
- [4] Vivas Filipe: Sistema de Freios ABS [Internet] 2011 Ago 12 [acesso em 2011 Ago 18] Disponível em: http://regatadosveleiros.multiply.com/journal?&page_start=20
- [5] Marque Marco Antonio: Can Automotivo [Internet] 2004 Abr [acesso em 2011 Ago 18] Disponível em: <http://adm-net-a.unifei.edu.br/phl/pdf/0030994.pdf>
- [6] *How Black Boxes Work* [Internet] 2011 Ago 12 [acesso em 2011 Ago 18] Disponível em: http://www.iasa.com.au/folders/Safety_Issues/dfdr-cvr/howblackboxworks-1.html
- [7] Carro Citroen C3 2005 [Internet] 2011 Ago 12 [acesso em 2011 Ago 18] Disponível em: <http://bibikalki.narod.ru/portugalskij/citroen/Citroen-C3-2005>
- [8] Messias Antonio Rogério: Introdução a Porta paralela [Internet] 2011 Ago 12 [acesso em 2011 Set 18] Disponível em: <http://www.rogercom.com>
- [9] Teoria e Projeto para medições mecânicas, 4º edição, Richard S. Figliola e Donald E. Beasley, Editora LTC, Rio de Janeiro 2007.
- [10] Eletromecânica, Aurio Gilberto Falcone, Volume 1, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo 1979
- [11] Kamal Ibrahim: *Infra Red Proximity Sensor* [Internet] 2011 Jan 24 [acesso em 2011 Set 07] Disponível em: http://www.ikalogic.com/ir_prox_sensors.php

[12] Pegasus Mechanics: Injeção Eletrônica [Internet] 2011 Jan 11 [acesso em 2011 Mai 16] Disponível em: <http://oficinabrasilvirtual.blogspot.com/2011/01/injecao-02-injecao-eletronica.html>

[13] Carlos: Sonda Lambda [Internet] 2011 Ago 12 [acesso em 2011 Mai 16] Disponível em: <http://www.carangoblog.pop.com.br/tag/sonda+lambda>

[14] Descrição e Funcionamento do freio a disco [Internet] 2011 Mar [acesso em 2011 Mai 16] Disponível em: <http://engmeccefet.blogspot.com/2008/04/descricao-e-funcionamento-do-freio-disco.html>

[15] Barret Brian: O ingrediente secreto de uma caixa preta de avião [Internet] 2011 Jan 10 [acesso em 2011 Mai 16] Disponível em: <http://www.gizmodo.com.br/conteudo/o-ingrediente-secreto-de-uma-caixa-preta-de-aviao/>

[16] Freio ABS [Internet] 2011 Ago 16 [acesso em 2011 Out 12] Disponível em: <http://carros.hsw.uol.com.br/freios-abs.htm>

7.0 ANEXOS

7.1 Anexo 1

Programa utilizado na realização do projeto da caixa preta

```
#include <stdio.h>
#include <time.h>
#include <dos.h>
#include <sys\timeb.h>
#include <stdlib.h>
#include <conio.h>
#include <windows.h>
#define LPT1 0x37
#define x 0xFF
//essa primeira parte é para verificar se windows esta habilitado

//----não mexer-----Rotina para acesso a DLL-----
//Declaração dos ponteiros para a função
typedef short _stdcall (*PtrInp)(short EndPorta);
typedef void _stdcall (*PtrOut)(short EndPorta, short valor);
char *tzstr = "TZ=PST8PDT";
main()
{
HINSTANCE hLib; //Istância para a DLL inpout32.dll
PtrInp inportB; //Instancia para a função Imp32()
PtrOut outportB; //Instancia para a função Out32()
//Carrega a DLL inpout32.dll na memória
hLib = Load Library("inpout32.dll");
if(hLib == NULL) //Verifica se houve erro no carregamento
{
printf("ERRO. O arquivo inpout32.dll não foi encontrado.\n");
getch();
return -1;
}
//Obtem-se o endereço da função Inp32 contida na DLL
inportB = (PtrInp) GetProcAddress(hLib, "Inp32");
if(inportB == NULL) //Verifica se houve erro
{
printf("A função Inp32 não foi encontrada.\n");
getch();
return -1;
}
//Obtem-se o endereço da função Out32 contida na DLL
outportB = (PtrOut) GetProcAddress(hLib, "Out32");
if (outportB == NULL) //Verifica se houve erro
{
printf("A função Out32 não foi encontrada.\n");
getch();
}
```

```

return -1;
}
//----fim do não mexer-----Rotina para acesso a DLL = fim-----
int main(int argc, char *argv[]);

struct timeb t1;
struct timeb t2;
long double time1=0;
long double time2=0;
long double result=0;
float i=0, d=0, a, b, c, z, f, g, p, v, VM;
int j, bip=25, bip2=250;
int valor = 5;
for(f=0; f<9999; f++)
{
unsigned char teste=0x00;
//int resultado;
putenv(tzstr);
tzset();
system("cls");
{
resultado:
do{
teste = inportB(0x379);
}
while(teste==127);
if (teste == 95)
{
ftime(&t1);
}
else{
if(teste == 111)
ftime(&t2);
c=((t2.time-t1.time)*1000);
z=(t2.millitm - t1.millitm);
p=(c+z);
v=(0,14/p);
VM=(v*1000);
printf("\nvelocidade: %f cm/s \n",VM);
system("");
}
goto resultado;
}
getch();
getch();
FreeLibrary(hLib); //Libera a memória alocada pela DLL
return (1);
}
}

```