



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.
ISBN 85-7515-371-4

PROJETO MINI BAJA COMO ESTUDO DE CASO PARA INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA

Tomás Víctor Gonçalves Pereira Araújo – tomasvictor@yahoo.com

Isaac Barreto Queiroz - isaacqueiros@gmail.com

José Mauricio Ramos de S. Neto - josemauricio123@gmail.com

Luiz Gustavo Martins Vale – vategustavopb@yahoo.com.br

Antonio Marcus Nogueira Lima – amnlima@dee.ufcg.edu.br

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG,

Departamento de Engenharia Elétrica – DEE,

Laboratório de Instrumentação e Controle – LIEC

Av. Aprigio Veloso, nº 882 - Bodocongó

58.109-970 - Campina Grande - PB

Juscelino de Farias Maribondo – juscelino@dem.ufcg.edu.br

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG,

Departamento de Engenharia Mecânica – DEM

Av. Aprigio Veloso, nº 882 - Bodocongó

58.109-970 - Campina Grande - PB

Resumo: *A Competição Anual SAE Brasil de Mini Baja reúne faculdades de todo o Brasil, com o objetivo de promover o desenvolvimento acadêmico de alunos de engenharia junto ao setor automotivo. Este trabalho apresenta de forma sucinta um conjunto de instrumentos eletrônicos desenvolvidos para o veículo Mini Baja da Universidade Federal de Campina Grande, o Paraibaja. O desenvolvimento da eletrônica embarcada do Mini Baja propiciou a entrada de alunos de engenharia elétrica na equipe de modo que o desenvolvimento do veículo proporciona um bom estudo de caso para técnicas de instrumentação.*

Palavras-chave: *Mini Baja, Instrumentação Eletrônica, Microcontroladores*

1. INTRODUÇÃO

Dentre as categorias existentes no Automobilismo, as de veículos *off-road* (fora de estrada) despertam um fascínio especial, tanto para os pilotos como para o público. É um desafio constante para engenheiros e chefes de equipe que pretendem construir um carro o mais competitivo possível visando, essencialmente, velocidade e durabilidade para superar os mais difíceis obstáculos, e conquistar a vitória.

Tendo em vista a capacidade de projeto e desenvolvimento de um carro, a SAE Brasil (*Society of Automotive Engineers* - Sociedade de Engenharia da Tecnologia da Mobilidade), promove anualmente a Competição de Mini Baja, entre universidades de todo o país. Este evento prioriza a inserção dos alunos envolvidos no projeto, no setor automobilístico. Há, também, um desenvolvimento pedagógico, onde é possível colocar em prática boa parte das disciplinas estudadas na graduação, para que seja possível a concepção do protótipo.

Nesta Competição, as equipes devem mostrar suas habilidades de projeto, desenvolvimento e construção do Mini Baja, além de pilotarem os seu próprios protótipos. Desde o projeto até o carro já pronto, os integrantes devem obedecer às normas estabelecidas pela SAE.

Os Mini Bajas, são veículos monoposto, e possuem chassis tubulares em aço condizentes com as normas e procedimentos de segurança, além de suspensões independentes nas quatro rodas, carroceria em fibra de vidro, carbono ou kevlar, e motores estacionários de 10 HP padronizados para todas as equipes (Figura 1).



Figura 1 – Mini Baja (Paraibaja).

A Competição é dividida em provas estáticas – que avaliam a conformidade de projeto, *design* e inovação tecnológica; e dinâmicas - que avaliam o carro em movimento, como dirigibilidade, aceleração, frenagem e tração. O evento da competição é realizado durante um final de semana, onde as provas estáticas e dinâmicas são realizadas de quinta-feira a sábado. No domingo, acontece a apoteose do evento, onde todos os participantes estarão em um enduro de quatro horas de duração (das 10:00 às 14:00), com suas posições no *grid* de largada definidas em função das provas dos dias anteriores. O enduro vale 40% da pontuação total do evento, valorizando o melhor projeto.

Para a Universidade, os estudantes que participam do Projeto Mini Baja obtêm uma completa visão do desenvolvimento de um produto na indústria automobilística, desde o conceito até à viabilização de um veículo para o mercado de trabalho.

1.1 O Paraibaja

A UFCG participa da Competição SAE de Mini Baja desde 1998 (na época UFPB – Universidade Federal da Paraíba), com a equipe Paraibaja.

O Paraibaja foi desenvolvido para satisfazer dois nichos mercadológicos:

Lazer → Como veículo de recreação, para chácaras, hotéis-fazenda e praia. Podendo ser utilizado em terrenos arenosos, lamacentos e pedregosos com fácil dirigibilidade, estabilidade e boa aceleração, proporcionando entretenimento e segurança nos passeios.

Trabalho → Para transporte em pequenas cidades e no meio rural com suas atividades afins, como transporte de leite, ração e insumos em geral de pequenas propriedades, em locais inacessíveis a veículos maiores.

As principais características do Paraibaja são: o sistema de câmbio é automático; grande estabilidade; excelente manobrabilidade.

A equipe Paraibaja é composta por alunos do DEM (Departamento de Engenharia Mecânica) que projetam e constroem toda a estrutura mecânica do Mini Baja; alunos do DDI (Departamento de Desenho Industrial) que fazem o projeto visual; e a partir de 2003 a inclusão de alunos do DEE (Departamento de Engenharia Elétrica) responsáveis pela parte elétrica e eletrônica do carro. Esta equipe multidisciplinar da UFCG (Universidade Federal de Campina Grande), responsável por todas as etapas de projeto e construção do Mini Baja, participa da Competição anual da SAE, com provas de avaliação e enduro em Piracicaba – SP.

2. ELETRÔNICA NO PARAIBAJA

O Painel de Instrumentos do Paraibaja foi desenvolvido, diante de uma necessidade de garantir ao piloto informações precisas a respeito das condições do carro durante as provas dinâmicas. Este *feedback* proporciona uma melhor dirigibilidade, onde o piloto pode saber com precisão a velocidade correta de entrar numa curva, além das condições do Mini Baja, como nível de óleo do motor e combustível.

O Paraibaja possui uma série de sensores, que informam as condições de vários pontos. Os sensores utilizados são: sensor de velocidade (*reed switch*), sensor de nível de óleo e nível de combustível (bóia), sensor de temperatura do motor (termômetro eletrônico) e sensor de rotação (bobina acoplada ao cabo de vela).

O Painel de Instrumentos deste veículo possui uma unidade central com o microcontrolador AT89S8252, monitorando os sensores e atualizando os *displays* ciclicamente (NICOLSI, 2000). Os recursos de instrumentação disponíveis, semelhantes aos encontrados em carros de passeio são:

- **Velocímetro** - indica a velocidade em Km/h;
- **Tacômetro** - mede a rotação em RPM (Revoluções por Minuto);
- **Termômetro** - indica a temperatura do óleo em °C;
- **Medidor de Nível de Combustível** - exibe o nível de combustível em litros (a capacidade do tanque do Paraibaja é de 3,6 l);
- **Indicador de Nível de Óleo Baixo** - luz indica que o nível do óleo está baixo.

Todo este sistema é montado em um único módulo que consiste na eletrônica embarcada do monoposto.

3. METODOLOGIA

Para a implementação do Painel de Instrumentos do Paraibaja, são utilizados recursos de eletrônica programável, através do microcontrolador AT89S8252. Este dispositivo permite o monitoramento dos sensores, a manipulação dos dados coletados e a exibição dos valores medidos no *display* do Painel. Toda a rotina de operação do Painel de Instrumentos é controlada por um programa interno (*firmware*) gravado no próprio chip, que realiza ciclicamente as seguintes operações: leitura, tratamento e exibição.

As medições do nível de óleo, RPM e velocidade são feitas com os sensores conectados, diretamente, às portas do microcontrolador, pois os mesmos fornecem informações binárias, e seu tratamento é feito no programa principal do sistema. Os dispositivos sensores de temperatura e de nível de combustível, são de natureza analógica, e para sua leitura utiliza-se um conversor AD de 8 bits.

Os valores são exibidos ao piloto através de *displays* de sete segmentos e LEDs indicadores, localizados no painel frontal do Mini Baja.

3.1 Interface (O Painel)

O painel foi montado em uma estrutura metálica localizada logo a frente do volante do Paraibaja. O Painel de instrumentos faz a indicação das condições do Paraibaja através de displays de sete segmentos e leds (Figura 2).

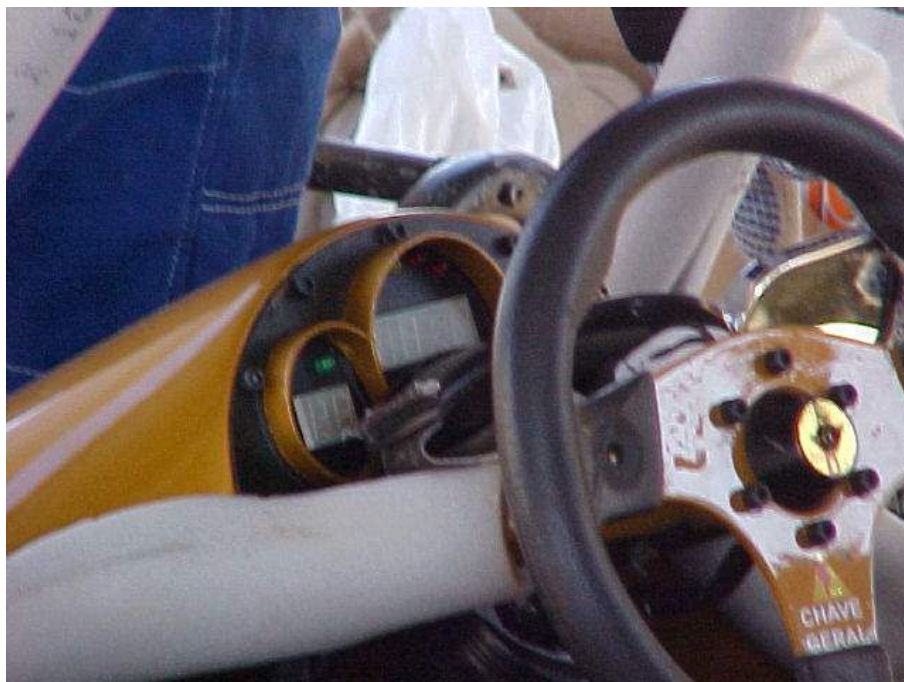


Figura 2 – Painel de Instrumentos logo a frente do volante.

A maneira como os indicadores foi posicionada, permite uma melhor visualização das informações pelo piloto.

O velocímetro indica a velocidade em Km/h e utiliza dois dígitos apenas, já que a velocidade máxima de um veículo Mini Baja não passa dos 80 Km/h.

O tacômetro mede a rotação em RPM (Revoluções por Minuto), composto por quatro dígitos, para a indicação quantitativa, e uma barra de oito leds para a indicação qualitativa da rotação do motor. A barra de leds serve para uma visualização rápida, onde o piloto desvia a atenção do percurso por pouco tempo.

O termômetro indica a temperatura do óleo do motor em °C, e utiliza apenas dois dígitos.

O Medidor de Nível de Combustível exibe o nível de combustível em litros (a capacidade do tanque do Paraibaja é de 3,6 l) também com dois dígitos.

O Painel possui leds de alerta para chamar a atenção do piloto quando: o valor de temperatura excede os 120°C (temperatura de superaquecimento); quando o nível de combustível está abaixo de 10% do nível do tanque completo (em torno de 0,3l); quando o

nível do óleo no cárter está baixo. Os sinais de alerta são acompanhados de um alerta sonoro produzido por um *buzzer* conectado ao sistema. Os valores de *set-point* de alerta podem ser alterados no próprio *firmware*, já que o sistema é bastante flexível.

O sistema é composto por duas placas de circuito impresso. Numa placa está localizado os dispositivos de visualização (displays e leds), onde a disposição dos componentes é feita exatamente como mostrado na Figura 3. Nesta etapa do projeto, foi necessário o desenho em escala natural do *lay-out* do Painel de Instrumentos, elaborado pelo *designer* da equipe Paraibaja.

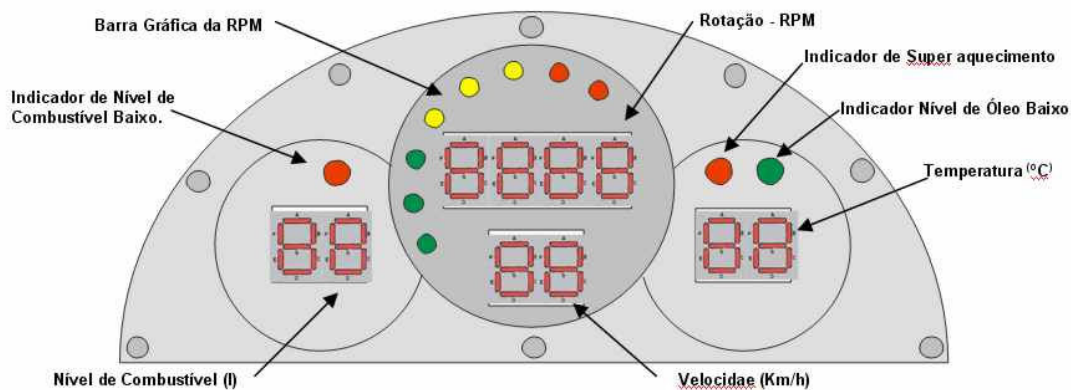


Figura 3 – *Lay out* dos indicadores no Painel do Paraibaja.

A segunda placa forma a unidade central do sistema com o microcontrolador, o conversor AD, o circuito de condicionamento de sinal e a fonte. A comunicação entre as placas é feita através de um *flat-cable*, que conduz os sinais de comando da unidade central para os displays.

As placas tiveram suas dimensões criteriosamente respeitadas, de maneira a permitir um acoplamento mecânico perfeito entre as placas e a chapa frontal do painel. Todo este sistema é montado em um único módulo formando um “sanduíche” de placas, que consiste na eletrônica embarcada do Paraibaja.

4. ESTRUTURA DE *HARDWARE*

O Painel de Instrumentos do Paraibaja teve que agregar todos os componentes descritos até então para formar uma estrutura de aquisição de dados. Assim as informações analógicas são obtidas através do conversor AD e exibidas para o piloto no display de sete segmentos. A verificação do nível do óleo, velocidade e rotação não necessitaram de conversão AD, pois os dispositivos sensores transferem uma informação binária. Na Figura 4 tem-se o diagrama simplificado do sistema do Painel de Instrumentos do Paraibaja.

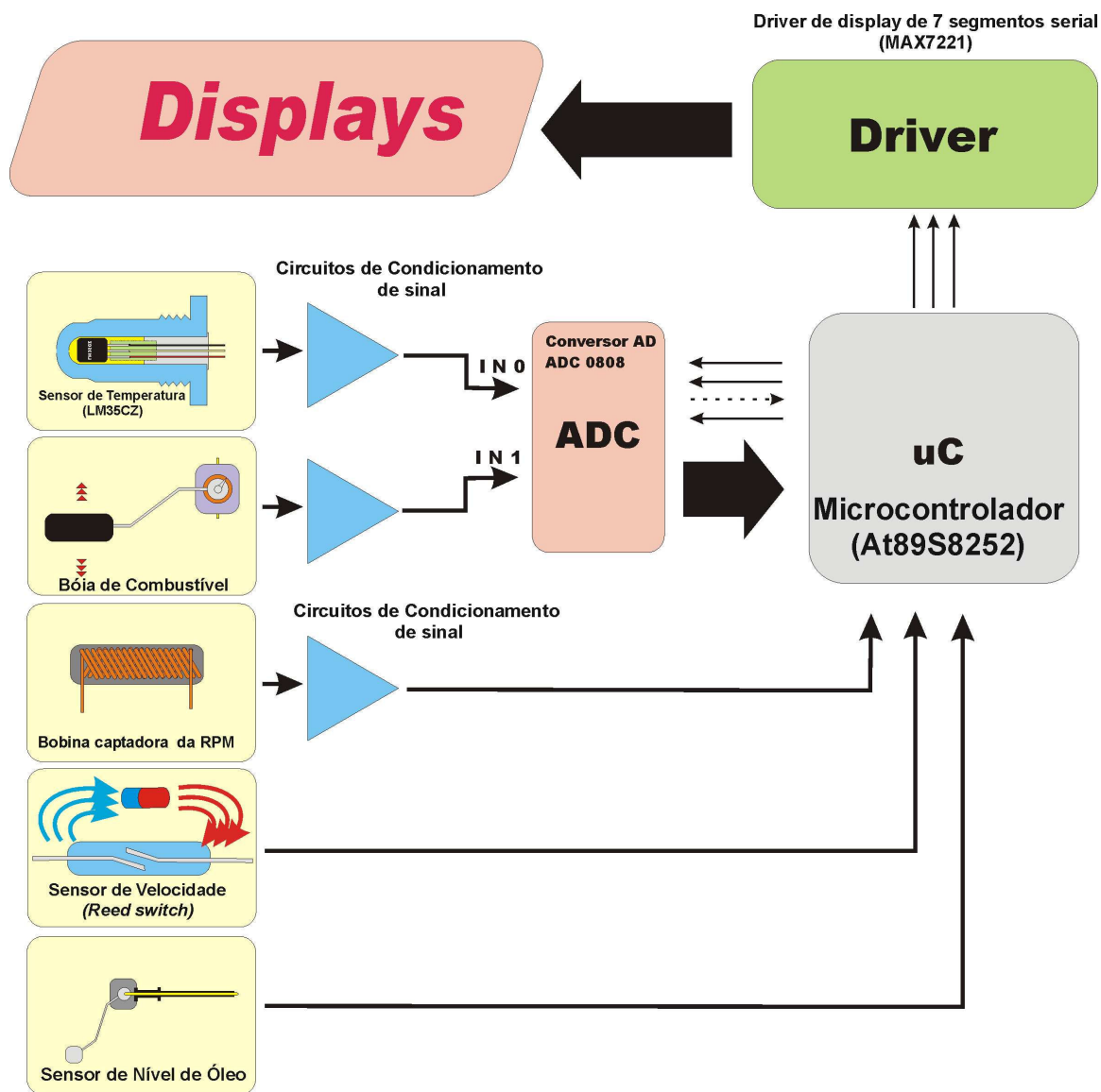


Figura 4 - Diagrama simplificado do Circuito do Painel de Instrumentos.

4.1 Termômetro

A temperatura do óleo do motor é uma informação de grande importância para o piloto. Quando superaquecido, o motor fica fora de seu regime ideal de trabalho, causando um maior desgaste dos componentes internos e por conseqüência uma perda de rendimento. O superaquecimento indica também que o sistema está sobrecarregado e precisa ter o esforço aliviado. Quando o motor está “frio” seu rendimento também não é bom, pois o consumo de combustível aumenta e o torque proporcionado é menor. O processo de combustão precisa estar dentro de uma faixa operacional de melhor desempenho.

Em uma competição é preciso retirar o máximo de rendimento do sistema mecânico a ainda garantir sua durabilidade. O motor deve funcionar dentro da faixa de operação que tenha o melhor rendimento. Assim avaliando o nível de esforço o qual o motor está submetido, ou seja, se o motor está superaquecido, ou não, o piloto pode “aliviar ou apertar o pé” durante a prova de enduro.

A medição da temperatura é feita através do sensor de temperatura LM35CZ da National Semiconductor. Este sensor analógico possui uma faixa de operação de 0 a 150°C e uma precisão de 10mV/°C. Sua escolha foi feita devido à facilidade de utilização e encapsulamento (TO-92).

O sensor de temperatura está acomodado dentro de uma sonda de alumínio acoplada ao cárter do motor. O contato com o óleo é quase direto, onde a perda de temperatura é mínima, pois a sonda feita de alumínio (possui boa condutividade térmica) tem seu interior preenchido por pasta térmica para preencher os espaços vazios entre o sensor (Figura 5).

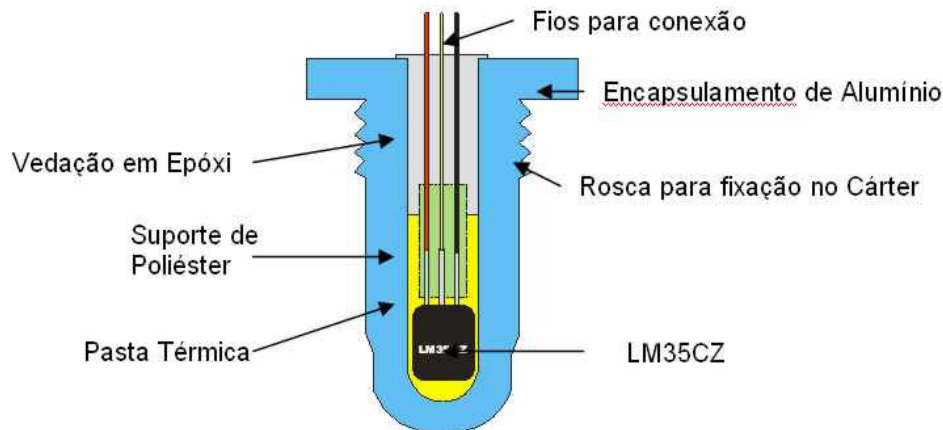


Figura 5 – Sonda para acoplar o LM35CZ ao cárter.

Com três fios conectados ao LM35 (VCC, GND e saída de sinal), a sonda possui um cabeamento que conduz a informação do nível de temperatura direto à unidade de aquisição de dados analógica.

A sonda é posicionada (parafusada) no cárter, de forma a obter o maior contato possível com a temperatura do óleo.

Um critério de segurança estabelecido pela equipe foi que quando a temperatura do motor ultrapassar os 120°C, o led de superaquecimento do painel acende e um sinal sonoro é ativado, alertando o piloto a situação.

Como a saída de tensão do sensor LM35CZ está bem definida para a entrada do conversor AD, o único condicionamento de sinal feito é a utilização de um *buffer* para evitar o carregamento da saída (SEDRA, 2000).

4.2 Medidor de Nível de Combustível

A medição do nível de combustível em veículos automotores é feita através de uma bóia resistiva, onde o valor de uma resistência varia em função da posição angular da haste de sustentação. A posição do conjunto haste-bóia, depende no nível de combustível contido no reservatório. Uma bóia para a medição do nível de combustível é um potenciômetro que varia seu valor em função no nível encontrado no tanque (Figura 6).

O valor da medição no volume de combustível no tanque do Paraibaja é dada com dois dígitos, informando o valor em litros. A capacidade do tanque do Paraibaja é de aproximadamente 3,6L (um galão) e o degrau de leitura é de 0,1l.

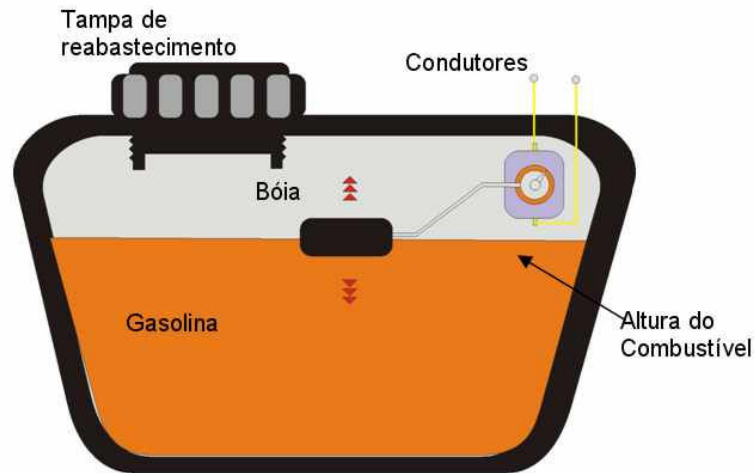


Figura 6 – Bóia para medição do nível de combustível.

A informação do nível do combustível (tensão), é condicionada e transferida para a entrada IN1 do ACD0808. Um divisor de tensão entre a bóia e uma resistência de referência é feito de maneira a obter-se um valor de tensão proporcional ao volume de gasolina no tanque do Paraibaja.

Como a bóia possui apenas dois fios de contato, então tem-se, na verdade, um resistor variável. Isto faz com que a relação entre a tensão sobre a resistência da bóia e o nível de combustível não tenham uma relação linear. Além disso, a geometria do tanque faz que o volume de líquido não possua uma relação linear com a altura (Figura 7). Esta característica de não linearidade é compensada com a utilização uma tabela de referência (*look-up table*) de modo que o *firmware* faz uma relação dos níveis adquiridos com os valores correspondentes em litros, proporcionando a representação do volume verdadeiro de gasolina contida no tanque do Paraibaja.

4.3 Velocímetro

Para o Paraibaja o velocímetro pode representar um aumento na performance da pilotagem, pois o piloto pode encontrar a velocidade máxima de entrada em uma curva, por exemplo. Desta forma o rendimento da pilotagem pode melhorar, já que o piloto não conta apenas com o instinto para guiar durante a prova.

Por se caracterizar como um veículo *off-road* e por possuir um motor de baixa potência (10HP apenas) o Paraibaja não atinge altas velocidades, e por isso são utilizados apenas dois dígitos para a indicação do valor. A velocidade máxima de um Mini Baja gira em torno de 80 Km/h.

Um pequeno ímã é posicionado na roda traseira de forma que a cada volta o *reed switch* (chave magnética), que está fixado a estrutura do Paraibaja, feche contato (Figura 7).

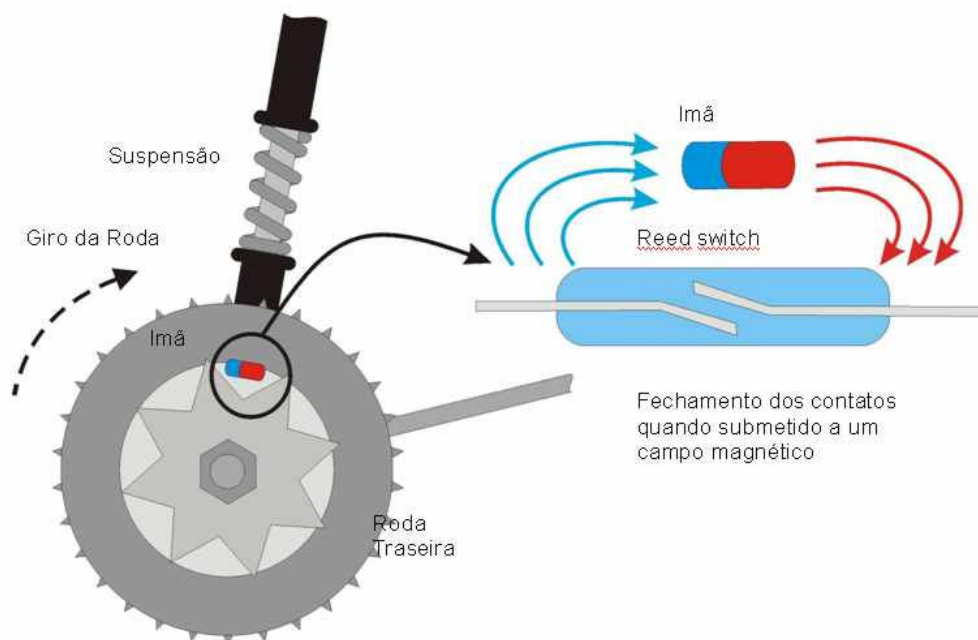


Figura 7 – *Reed Switch* utilizado para a medição da velocidade.

A utilização do *reed switch* permite que o sistema seja mais robusto, já que não há contato mecânico entre as peças móveis, além disso, a resposta em velocidade de comutação é satisfatória para a aplicação em questão. Este mesmo sistema é utilizado em computadores de bordo de bicicletas (AXELSON, 1997).

A cada volta do pneu o microcontrolador receberá um pulso na porta de entrada da interrupção externa. O ciclo normal de operação do *firmware* é interrompido, chamando a rotina de interrupção, onde um contador é zerado e habilitado, para a medição do tempo de uma volta. Finalizado o atendimento à interrupção o ciclo normal de operação do *firmware* é restabelecido. Quando houver uma nova interrupção (uma volta foi completada), uma nova rotina faz com que o contador que tinha sido disparado seja paralisado. O valor do registrador é proporcional ao tempo gasto por uma volta da roda, sendo registrado para o cálculo da velocidade. Antes de finalizar a rotina de interrupção, o sistema é preparado para uma próxima interrupção, onde será feita a leitura da velocidade novamente. Deste modo como o perímetro da roda é conhecido (constante), calcula-se a velocidade do Paraibaja em função do tempo que uma leva para completar uma volta.

4.4 Tacômetro

O Tacômetro é um instrumento de grande utilidade para o motorista, pois conhecendo a rotação do motor, é possível avaliar o nível de torque que está sendo aplicado às rodas. O tacômetro tem maior utilidade em veículos que possuem câmbio (caixa de marchas) manual ou automático, pois fornece ao motorista a informação do giro do motor, ajudando a decisão da necessidade ou não da troca de marchas. A rotação é um dos principais pontos no levantamento da característica de funcionamento do motor. O melhor rendimento do motor é obtido quando a rotação estiver dentro de uma faixa de valores adequada.

No Paraibaja a informação da rotação do motor tem maior utilidade durante os ajustes estáticos, onde o mecânico pode realizar os ajustes de rotação máxima e mínima. A transmissão de tração do Paraibaja é contínua (CVT - *Continuously Variable Transmission*). O CVT é um conjunto de polias, que faz a mudança automática da relação de transmissão à

medida que a rotação do motor aumenta. Esse sistema é utilizado em veículos leves como *scoters* (lambretas) e *carts*.

O motor do Paraibaja é de quatro tempos (admissão, compressão, explosão e exaustão), onde a cada tempo é realizada em um giro do motor. A admissão é processo de injeção da mistura de combustível e oxigênio dentro da câmara de combustão. No próximo giro, quando o pistão subir a mistura é comprimida (compressão) recebendo mais energia. Dado mais uma volta e estando o pistão no ponto mais alto de seu curso, a vela que está no topo da câmara de combustão, libera uma centelha, detonando a explosão da mistura comprimida. A energia da explosão força o pistão a descer e girar o virabrequim, que transmite o movimento do pistão às rodas, completando mais um giro. Quando o pistão voltar a subir a válvula de exaustão é aberta e os gases produzidos pela queima são liberados (exaustão). Após mais um giro, e exaurido os gases da câmara de combustão, o processo é reiniciado.

Os tempos do motor ocorrem de maneira cíclica e sincronizada. Assim a vela libera a centelha para a queima, no momento em que a mistura está comprimida (a cada quatro giros). Devido a sua simplicidade, o motor do Paraibaja não possui nenhum dispositivo de gerenciamento da queima de combustível, e a centelha da vela é liberada a cada tempo do motor, ou seja, a cada giro.

Para a liberação da centelha de uma vela é necessária uma tensão elevada (aproximadamente 12KV). Desta forma os giros são captados por indução através de uma bobina acoplada (enrolada) no cabo da vela de ignição (Figura 8). Esta bobina funciona como uma antena, captando os picos de tensão na hora da ignição da vela.

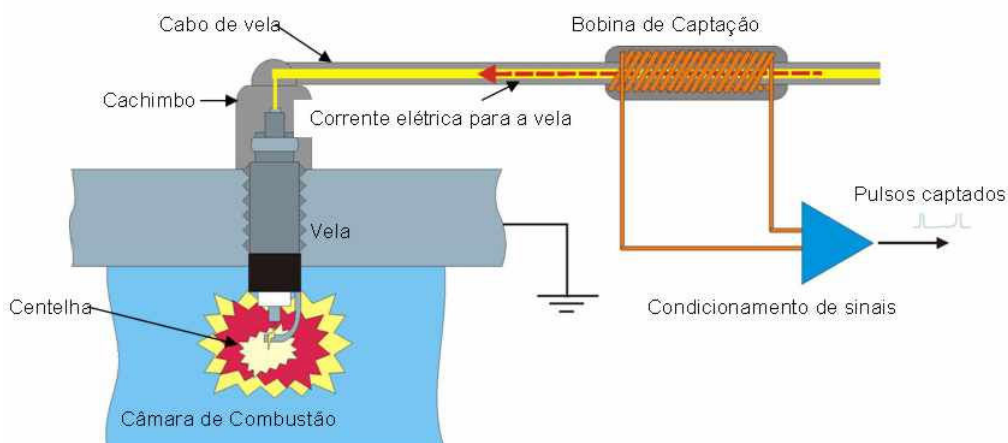


Figura 8 – Bobina acoplada ao cabo de vela captando picos de tensão.

Dentre as técnicas de medição de frequência a mais utilizada é que utiliza janela de tempo. Onde os pulsos são contados durante um intervalo de tempo fixo (base de tempo) e o valor da frequência é proporcional ao número de pulsos contados. Esta técnica é viável para medição de frequências relativamente elevadas, pois a janela de contagem pode ser pequena e o valor exibido ter boa precisão. Porém em um sistema mecânico, os tempos de ciclo dos processos (giro do motor ou giro de uma roda) são muito maiores que em sistemas eletrônicos. Devido a baixa frequência (relativo a sistemas eletrônicos) a utilização da janela de tempo para contagem dos pulsos da rotação do motor seria muito demorada (em torno de 10s), fazendo com que a atualização no display não fosse instantânea. O que seria bastante inviável, já que o piloto precisa de informações rápidas e atualizadas em um curto espaço de tempo.

Para a medição da rotação do motor, o período dos pulsos captados é medido pelo microcontrolador. O *firmware* calcula em RPM a frequência (rotação), proporcionando a leitura instantânea. A medição de frequência através da leitura do período garante um intervalo de atualização menor no display, de maneira que o piloto pode acelerar o carro e perceber o crescimento dos giros.

O algoritmo para a medição do período da rotação do motor é semelhante ao utilizado na medição de velocidade. Onde os pulsos produzidos pela bobina captadora são amplificados e conectados a entrada de interrupção 0 do microcontrolador (IN0). Quando ocorre uma interrupção em IN0 (um pulso da bobina), o ciclo de operação normal do *firmware* é interrompido.

4.5 Indicador de Nível de Óleo Baixo

Devido ao grande esforço do motor em uma prova de *off road* é natural que o óleo do motor vaze. O óleo faz a lubrificação dos componentes internos, evitando atrito e super aquecimento das peças móveis. Quando o óleo está em um nível abaixo do normal, a lubrificação das peças não é feita de maneira adequada, provocando aquecimento excessivo. O super aquecimento, além de comprometer o rendimento do motor, pode danificar definitivamente (fundir) algumas peças. Para garantir a durabilidade do Paraibaja durante a prova de enduro, o piloto deve saber se o óleo está com o nível baixo, para dirigir-se aos boxes e repor o fluido.

Quando o nível do óleo está baixo, uma bóia condutora localizada no interior do motor toca o fundo do cárter fechando contato com o a carcaça do motor que está aterrada (Figura 9). A indicação de nível do óleo baixo é feita através de um led no painel e um sinal sonoro do *buzzer*.

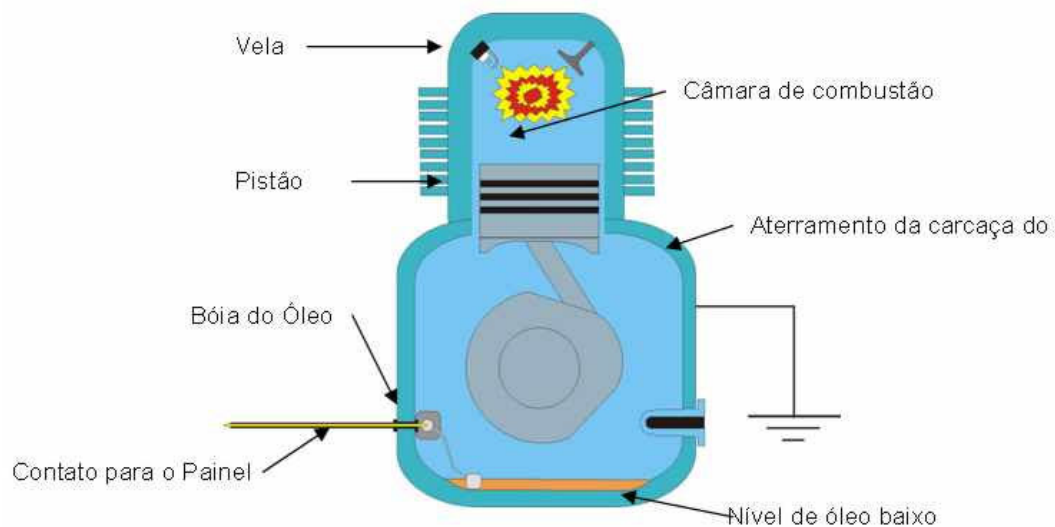


Figura 9 – Bóia indicadora de nível de óleo baixo.

5. ESTRUTURA DE *FIRMWARE*

O *firmware* do painel de instrumentos possui muitas funções, como o acesso aos sensores e displays, gerenciamento de *timers* e interrupções externas, a programação em baixo nível se torna inviável, pois levaria muito tempo e poderia se tornar complicada. Programando em uma linguagem de alto nível o controle das variáveis e o monitoramento

dos valores se torna mais fácil. A atualização do *firmware* é mais eficiente pois é possível analisar mais rapidamente o código escrito em C.

O AT98S8252 possui *watch dog timer* – WDT (Temporizador cão de guarda), que é um dispositivo independente do circuito do microcontrolador, verifica se o sistema está funcionando adequadamente. Um temporizador roda independente dos sistemas do microcontrolador, inclusive com oscilador próprio. Desta forma quando tempo de programado para o WDT acaba, o microcontrolador será resetado. O loop do programa principal deve conter uma rotina que zera o contador do WDT, evitando que o sistema seja resetado. Para que tudo funcione adequadamente o loop principal deve ter um tempo menor que o tempo programado para o WDT. Desta forma, se por algum momento o sistema “travar”, o WDT não receberá o sinal de zerar os contadores e assim que o tempo estourar o microcontrolador é resetado. Este recurso aumenta ainda mais a confiabilidade do sistema.

As operações do sistema são feitas de forma cíclica, onde o *firmware* segue o fluxograma mostrado na Figura 10.

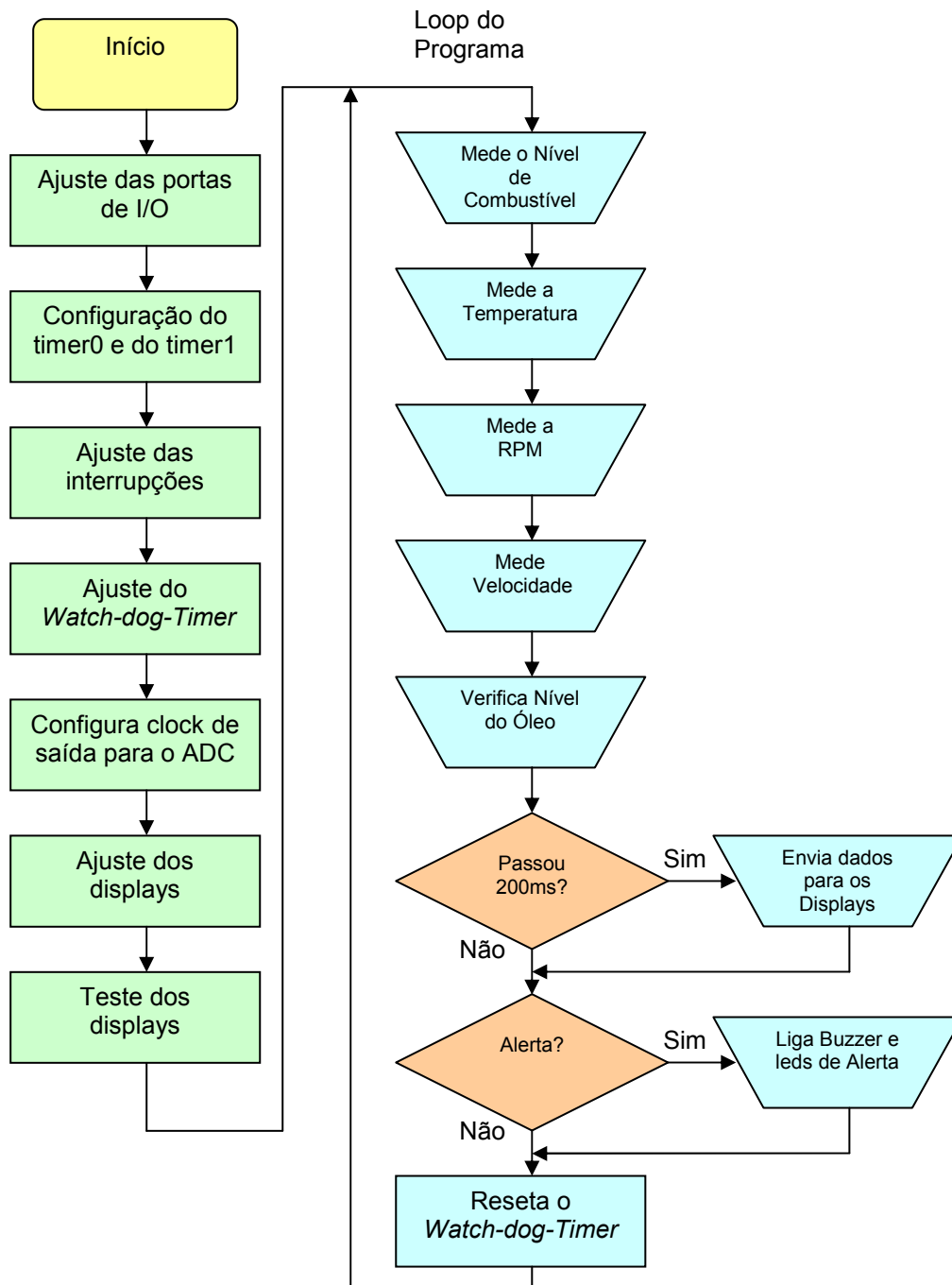


Figura 10 – Fluxograma do *firmware* do Painel de Instrumentos do Paraibaja.

6. RESULTADOS EM PISTA

O Painel de Instrumentos do Paraibaja, foi um grande passo dado na evolução do Mini Baja da UFCG, onde na competição anual promovida pela SAE-Brasil em 2003, foi um item muito bem avaliado na prova de inovação tecnológica. A equipe Paraibaja ficou na 18ª posição no enduro do domingo e na 23ª posição na classificação geral.

Durante os dias em que acontecem a competição, ocorrem muitos problemas inesperados, como mal contatos e *bugs* no *firmware*. Assim foi preciso uma concentração extrema para que tudo funcionasse como esperado.

O enduro por se tratar de uma situação de extremo esforço para o conjunto mecânico e eletrônico, além de realizado em um ambiente completamente hostil, fez com que alguns problemas fossem detectados, como:

Interferências Eletro-Magnéticas – como explicado na seção 4.4, a produção da centelha na vela necessita de picos de alta tensão. Esses picos *sipikes* são captados pelo sistema e em alguns momentos podem interferir no microcontrolador. A solução parcial deste problema foi a construção de uma fonte regulada com filtros LC na entrada, e capacitores de 100 μ F para o desacoplamento AC (supressão dos sinais AC) na saída dos reguladores e nos pinos de alimentação dos CIs.

Temperatura do cockpit – A prova de enduro dura quatro horas, começando às 10:00 da manhã e terminando às 2:00 da tarde, que é justamente a hora mais quente do dia. Este problema só foi detectado durante a competição, mas os componentes suportaram bem a temperatura da prova.

Vibração – esta foi a maior dificuldade encontrada durante o desenvolvimento do sistema, pois foi necessário um muito cuidado com o acolchoamento e fixação das placas no módulo do painel. Os conectores da placa dos displays com a unidade central tiveram que ser vedados com cola quente para não apresentar mau contato.

Lama e água – associado à forma como o circuito é acondicionado, a lama pode penetrar nas placas e danificar o sistema. Para solucionar este problema, as placas foram embaladas com filme plástico (utilizados para embalar carne), numa tentativa de vedá-las contra a infiltração. Funcionou bem, mas não é a maneira adequada para solucionar este problema em definitivo.

Porém, mesmo com todas estas adversidades o sistema funcionou bem, apesar de necessitar de evoluções no projeto no que diz respeito a robustez e confiabilidade.

Para o piloto o painel de instrumentos do Paraibaja não teve tempo de ser testado de forma a desenvolver-se uma dirigibilidade em função dos dados.

Para que o painel de instrumentos do Paribaja esteja adequado às condições exigidas pela prova, é necessário uma série de ajustes na estrutura física do projeto. Um módulo mais robusto deve ser feito para acomodar a delicada circuitaria do projeto. Os sistemas de acoplamento com os sensores devem ser isolados (opto-acopladores). A caixa que acomoda o módulo da unidade central deve ter blindagem eletrostática, para evitar interferências além de vedação contra água e lama.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista as adversidades de condições impostas pelo tipo de competição, se faz necessário uma série de cuidados para embarcar instrumentos em um veículo *off road*, de modo que, características que garantam robustez e confiabilidade do equipamento devem ser relevadas de maneira a garantir melhor durabilidade do equipamento.

O Painel construído possui flexibilidade para futura implantação de um sistema de aquisição de dados e telemetria. Assim o projeto afirma ainda mais sua flexibilidade, onde será necessário acoplar-se os novos sistemas e atualizar o *firmware*. Espera-se que com a experiência novos protótipos possam ser implementados.

O Projeto Paraibaja é uma grande oportunidade para os alunos que desejam entrar no setor de engenharia automotiva. Porém a estrutura desenvolvida pode ser totalmente adaptada para a solução de outros problemas, por se tratar de um sistema de aquisição de dados totalmente programável.

O ano de 2003 foi o primeiro ano em que um aluno de Engenharia Elétrica participou do projeto. Em 2005 montou-se uma equipe para participar da competição de 2006, porém devido aos poucos recursos a equipe não pôde participar da competição. Mesmo com esta limitação, o grupo de alunos de Engenharia Elétrica pode revisar alguns conceitos e técnicas de instrumentação embarcada de modo a melhorar as características técnicas do primeiro painel, além de implementar novos instrumentos.

Entretanto espera-se que novos alunos sejam encorajados a participar desta “aventura”, que trará grandes avanços no desenvolvimento técnico e pessoal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NICOLOSI, Denys Emílio Campion,- *Microcontrolador 8051 Detalhado*
/Denys Emílio Campion Nicolosi, - São Paulo - SP, Érica, 2000;

AXELSON, Jan, - *The Microcontroller Idea Book*
/Jan Axelson, - Madison – WI – EUA, Lakeview Resarsh, 1997;

SEDRA, Adel S., SMITH, Kenneth C., *Microeletrônica*, quarta edição,
/Adel S. Sedra e Kenneth C. Smith – São Paulo – SP, Makron Books,
2000;

MINI BAJA PROJECT AS CASE OF STUDY FOR ELECTRONICS INSTRUMENTATION

Abstract:

The SAE Brazil Mini Baja Annual Competition band many universities of Brazil aiming promote de academic development of engineering students in the automotive segment. This article presents in a concise for a set of electronics instruments developed for the Mini Baja vehicle of Canpina Grande Federal University, the Paraibaja. The improvement of the embedded electronics of Mini Baja fetches the access for the electric engineering students in the team. The entire vehicle development exemplifies a good case of study for electronic instrumentation techniques.

Key-words: *Mini Baja, Electronic Instrumentation, Microcontrollers*