

PROJETO E FABRICAÇÃO DE VEÍCULO COMPETITIVO DESENVOLVIDO POR ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

FIGUEIRÊDO, Albert Jonny Cardoso (UFPB, discente colaborador, albertfvsa@gmail.com); NAKAMURA, Bruno Formiga (UFPB, discente colaborador, bfnaka@gmail.com); GOMES, Kilma Cristina Guerra (UFPB, discente bolsista, kilmaguerrag@gmail.com); ARAÚJO, Ludmila Martins de (UFPB, discente colaborador, ludmila.martins@hotmail.com); PONTES, Raoni Rodrigues (UFPB, discente colaborador, raoni_p@hotmail.com).

Centro de Tecnologia/Departamento de Engenharia Mecânica/PROBEX.

RESUMO

O Projeto e Fabricação de Veículo Competitivo Desenvolvido por Alunos do Curso de Engenharia Mecânica simula uma empresa do ramo automobilístico que tem a missão de elaborar um produto de alta qualidade com o objetivo de concorrer em competições regionais e nacionais contra equipes de universidades de todo Brasil, seguindo um regulamento estabelecido pela organização. Durante o desenvolvimento do veículo, são abordados aspectos inerentes ao projeto mecânico, dimensionamentos, testes, otimização, validação e fabricação de cada componente a partir de ferramentas e conceitos de engenharia. O Projeto traz aspectos práticos da engenharia para o cotidiano dos discentes participantes, lhes proporcionando uma experiência diferenciada e enriquecedora para seus futuros profissionais.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia de produto, Mini-baja, Competição.

INTRODUÇÃO

O protótipo mini-baja é um veículo tipo “off-road” desenvolvido por alunos de engenharia para competições a nível regional e nacional. Baseado na pró-atividade dos futuros engenheiros que por meio de pesquisas, desenvolvem novas ideias, aumentam o conhecimento técnico e colocam em prática o que é visto em sala de aula.

Os alunos têm como objetivo desenvolver um veículo atrativo ao mercado e capaz de vencer obstáculos de qualquer tipo de terreno, além de ser de fácil fabricação e manutenção, com um custo justificado e ter soluções inovadoras. Deverá também, seguir o Regulamento Baja SAE Brasil (RBSB), proposto pela SAE Brasil (Sociedade de Engenheiros da Mobilidade) e atender aos requisitos dinâmicos, estáticos e de segurança. Na competição nacional, mais de 70 equipes são inscritas e avaliadas em quesitos como projeto, segurança, frenagem e aceleração.



Figura 1. UFPBaja Indebelável (competição nacional março/2013). Foto: Nayane Queiroz.

Para que a equipe tenha êxito, deverá ser tratada como uma empresa dividida em equipes de projeto e administrativa, onde os componentes possuem cargos nas duas divisões.

DESENVOLVIMENTO

Todo trabalho realizado visa a participação dos protótipos que são fabricados em etapas regionais (Nordeste) e nacionais por dois anos consecutivos. Durante essas etapas, os mini-bajas são submetidos às várias avaliações estáticas e dinâmicas feitas por juízes credenciados que são engenheiros formados e atuantes nas mais diversas áreas do mercado. Cada avaliação recebe uma pontuação que é somada com as demais, resultando em um protótipo campeão, considerado como o melhor produto exposto ao cliente fictício SAE Brasil.

As provas são as seguintes:

Provas estáticas:

- relatório de projeto: antes do início da competição, os alunos têm um prazo para que seja enviado à organização um relatório contendo informações sobre todo o desenvolvimento do protótipo, incluindo considerações técnicas sobre os subsistemas que o compõem.

- apresentação de projeto: durante as competições, é feita uma apresentação presencial aos juízes com base nos dados enviados no relatório.

- avaliação de segurança: seguindo uma ficha técnica, o protótipo é analisado pelos juízes em mais de oitenta quesitos de segurança que definem se ele está apto ou não a participar das avaliações dinâmicas. Fazem parte desta avaliação, a prova de conforto do operador, na qual um juiz pilota o carro da equipe, e a prova de frenagem em que o carro, pilotado por um integrante, deve travar as quatro rodas simultaneamente, para avaliar quesitos dinâmicos de segurança. Além disso, é necessário que o piloto da equipe, utilizando todos os equipamentos de segurança, seja capaz de deixar o “cockpit” em menos de cinco segundos.

Provas dinâmicas:

- suspensão e tração: em um terreno acidentado, é avaliada a capacidade de transpor obstáculos e dirigibilidade.

- tração: é medida a capacidade de tração do veículo através do reboque de lastros, sendo desejável puxar pela maior distância possível.

- aceleração e velocidade: deve-se percorrer uma distância em linha reta de cem metros, onde é medida a aceleração máxima em trinta metros e a velocidade máxima ao final dos cem metros.

- enduro de resistência: última prova da competição. O protótipo deve percorrer por quatro horas sem intervalo, um percurso irregular, acidentado e com vários tipos de obstáculos, juntamente com os demais protótipos da competição, com o objetivo de permanecer o máximo de tempo possível na pista e completar o maior número de voltas.

A divisão do projeto em subsistemas possibilita a organização das atividades, resultando em mais eficiência e qualidade de execução. Sendo assim, cada subsistema tem suas tarefas bem definidas e, de acordo com metas estabelecidas, desenvolve seu projeto que deve ser integrado aos demais para a conclusão do projeto do protótipo.

O subsistema de freio tem como objetivo a parada completa no menor espaço possível e que durante a frenagem o veículo permaneça controlável. O Regulamento Baja SAE Brasil determina que o acionamento do freio deve ser hidráulico, com sistemas dianteiro e traseiro independentes e que quando acionado, haja o travamento das quatro rodas.

O subsistema de transmissão é responsável por atender aos parâmetros para melhorar a aceleração, a velocidade e a capacidade de tração. Com o intuito de alcançar as metas especificadas na engenharia de produto, foi desenvolvido um redutor secundário com duas marchas, além de controlar parâmetros, como a curva da CVT e redução total.

A suspensão foi projetada para absorver os impactos, manter a estabilidade e a segurança diante dos obstáculos e mudanças de trajetória, promover o maior contato possível entre pneu e solo, além de atender às metas de massa e se adequar a todas as situações de uso e terreno.

O sistema de direção adotado garante segurança e estabilidade durante o trajeto, melhora a manobrabilidade, permitindo uma resposta rápida do pneu ao piloto, além de atender às metas de massa preestabelecidas.

O desenvolvimento da estrutura foi realizado considerando a sua adequação a diversos aspectos produtivos e funcionais, como fabricabilidade, facilidade de acesso à manutenção, rigidez torcional, leveza e capacidade de se adaptar às ancoragens dos sistemas.

O projeto de eletrônica do veículo buscou atender especificações do RBSB e fornecer ao piloto informações relevantes a segurança, manutenção e desempenho.

Para viabilizar o atendimento das metas, são feitos testes dinâmicos e de bancada, pesquisa de mercado, além de cálculos e análises numéricas computacionais utilizando “softwares” comuns na indústria.

METODOLOGIA

As equipes de projeto são responsáveis pelo desenvolvimento dos subsistemas de freio, suspensão e direção, transmissão, estrutura e eletrônica, que devem atender às metas estabelecidas na fase de engenharia de produto com o intuito de alcançar o melhor desempenho possível nas provas às quais o protótipo é submetido.

Para organização administrativa, existe uma equipe de gerentes que tomam providências tornando possível a completa execução do projeto dentro do tempo previsto, com a estrutura, suporte e qualidade necessários.

A equipe de projeto tem como responsabilidade analisar, decidir, projetar e desenvolver os sistemas que são utilizados no protótipo e é dividida nos seguintes cargos:

- coordenador de subsistema: cada subsistema (freio, suspensão, transmissão, elétrica e estrutura) tem como coordenador um integrante com maior experiência e

conhecimento que é responsável por passar instruções aos demais integrantes do subsistema e, juntamente com eles, decidir como e qual deverá ser o conceito de sistema a ser utilizado no protótipo.

- projetistas de subsistema: os projetistas têm como responsabilidade desenvolver o sistema que foi selecionado como mais adequado ao projeto, bem como formular relatórios sobre as tarefas realizadas.

- “trainee”: os “trainees” são os novos integrantes de cada subsistema e devem seguir as orientações dos coordenadores e projetistas além de realizar as tarefas de treinamento que lhes são passadas.

A equipe administrativa realiza atividades de gestão e “marketing” sendo dividida da seguinte forma:

- gerente administrativo: acompanha o desenvolvimento e o cumprimento de todas as tarefas listadas pela equipe de projeto para que sejam realizadas dentro do prazo previsto.

- gerente de logística: junto ao professor orientador, é responsável por fazer solicitações de compras, serviços e transportes relacionadas à estrutura física, necessidades do projeto e da equipe.

- gerente de “marketing”: estabelece metas para a equipe de “marketing”, busca parceiros e patrocinadores que possam colaborar com o crescimento do projeto, promove a equipe em sites, redes sociais e mídias assistida e escrita.

- gerente de oficina: na fase de construção do protótipo, coordena e fiscaliza a execução as atividades que são realizadas na oficina mecânica.

RESULTADOS

O projeto do UFPBaja Indebelável aumentou o desempenho dos componentes já construídos no protótipo anterior (UFPBaja Inexorável), reunindo informações de projeto e experimentais, como levantamento de esforços, refinamento de parâmetros com base no veículo real e análise dos processos de fabricação, além da seleção de materiais. Desta maneira, foram apontadas, avaliadas e realizadas modificações de geometria, adoção de novos conceitos, mecanismos e métodos para controle da qualidade mantendo as características de uma peça real o mais próximo possível da projetada.

Para aumentar o rendimento geral do carro, foram estudadas várias alternativas e feitas diversas análises em cada sistema, selecionando as que racionalizaram os recursos e investimentos, através da Engenharia e Análise de Valor (CSILLAG, 1991). Embasando-se no conceito de evolução contínua, foi possível o desenvolvimento de um protótipo 6,82% mais leve e superando os números de desempenho das metas, como explicitado na Tabela 1.

Tabela 1. Especificações do produto final – UFPBaja Indebelável

| Especificações do produto | Meta | Resultado |
|---|-------------|------------------|
| Tempo de deslocamento 0-30m (s) | 3,9 | 3,7 |
| Velocidade máxima 0-100m (km/h) | 58,1 | 60,1 |
| Massa total (kg) | 138 | 144 |
| Aceleração lateral máxima no skid pad (m/s ²) | 6,86 | 6,86 |
| Raio mínimo de curva (m) | 1,8 | 1,8 |
| Capacidade de tração em asfalto (N) | 1300 | 1100 |
| Frequência natural da suspensão(Hz) | 1,2-1,5 | 1,3 |
| Ângulo de ataque (°) | 45 | 45 |
| Distância de frenagem 60-0km/h (m) | 15,0 | 15,69 |

O desenvolvimento do UFPBaja Inelutável lidou com a relação entre avanço tecnológico e o consequente aumento nos custos referentes a isso, tendo como um fator decisivo a implementação de soluções inovadoras para a construção de um protótipo da mais alta precisão técnica e dinâmica.

A obtenção de parâmetros chave, considerações durante a transição de uma peça virtual até a finalizada e a observação dos resultados dos testes e validação conduziram a um veículo 2,16% mais leve com níveis de performance comparáveis aos melhores produtos oferecidos na categoria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em sete anos de existência a equipe do Projeto já foi três vezes campeã do Nordeste e esteve entre as dez melhores do Brasil. Nesse período, mais de 50 alunos tiveram a oportunidade de aprender como funciona uma empresa de projetos e adquirir um diferencial a partir do aprendizado que o Projeto proporciona.

Durante o ano de 2013, as equipes de projeto e administrativa foram responsáveis pelo desenvolvimento de dois protótipos intitulados de UFPBaja Indebelável e UFPBaja Inelutável que representarão a Universidade Federal da Paraíba nas competições nacionais e regionais de 2014 e 2015 em busca de mais resultados significativos.

REFERÊNCIAS

CSILLAG, J. M., **Análise do Valor: metodologia do valor, redução de custos, racionalização administrativa**, 3ª ed., São Paulo, Atlas, 1991.

Vehicle Ergonomics – Best Practice Guide, Loughborough University, Highway Agency Publication, 2007.

LIMPERT, Rudolf, **Brake Design and Safety**, 2ª ed., Warrendale, SAE International, 1999.

MILLIKEN, W. F & MILLIKEN, D., **Race Car Vehicle Dynamics**, Warrendale, SAE International, 1995.

GILLESPIE, T.D., **Fundamentals of Vehicle Dynamics**, 1ª ed., Nova York, SAE International, 1992.

AAEN, Olav, **Clutch Tuning Handbook**, Racine, Aaen Performance, 2009.

BREUER, J. Bert & BILL, Karlheinz., **Brake Technology Handbook**, 1ª ed., Warrendale, SAE International, 2008.

CANALE, Antônio Carlos, **Automobilística dinâmica desempenho**, 1ª ed., São Paulo, Érica, 1989.

Manuais da QS 9000, **Análise de modos e efeitos de falha potencial (FMEA)**, 1ª ed., Brasil, 1997. Manual de Referência.

SHIGLEY, J. E., **Projeto de Engenharia Mecânica**, 7ª ed., Porto Alegre, Bookman, 2004.

RBSB, **Regulamento Baja SAE Brasil**, Brasil, SAE Brasil, 2013.