



ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPOS AUTOMOTIVOS

Moisés da Silva Pereira¹
Antônio Flavio Aires Rodrigues²
Luiz Carlos Gertz³

Resumo

Este projeto consiste no desenvolvimento de um veículo com base no chassi idealizado por Chapman em 1957 conhecido como Lotus Seven, visando aprimorá-lo e adequá-lo a atual legislação de trânsito nacional. O objetivo geral deste trabalho foi o de projetar o sistema suspensão e direção para o chassi do protótipo. Para isto foi necessário definir as características geométricas do sistema de suspensão dianteira e traseira, os pontos de engaste das suspensões e componentes no chassi, a linha de rolagem da carroceria e componentes que garantam o comportamento adequado em curvas. O protótipo desenvolvido possui características dinâmicas de um veículo esportivo, comumente associadas a estabilidade, baixo peso, rápida aceleração, alta capacidade para contornar curvas e rápida resposta de direção. A suspensão projetada é do tipo duplo A na dianteira e traseira. Para a realização do projeto, foi utilizado o software Solidworks, que permitiu desenhar os componentes e a montagem dos diversos sistemas que irão se integrar o chassi. O método usado para definir a geometria da suspensão se baseia na construção de modelos 2D para simular o funcionamento dos sistemas em relação aos seus pontos de fixação. Após as definições foi confeccionado o modelo 3D a partir do chassi já existente, onde é possível ter uma noção de como o sistema irá se comportar em conjunto com o chassi durante curvas, frenagens e acelerações conforme definidos os pontos de fixação dos componentes. O projeto foi finalizado o que permite que o chassi e a suspensão sejam construídos.

Palavras-chave: Suspensão; direção; protótipo.

INTRODUÇÃO

O Grupo de Tecnologia Automotiva, GTA, do curso de Engenharia Mecânica Automotiva da Universidade Luterana do Brasil, ULBRA, está desenvolvido há alguns anos um veículo com base no chassi idealizado por Chapman em 1957, conhecido como Lotus Seven. O projeto visa apresentar uma versão aprimorada deste automóvel.

Neste projeto pretende-se desenvolver um protótipo com características dinâmicas de um veículo esportivo, características que comumente estão associadas a estabilidade, baixo peso, rápida aceleração, alta capacidade para contornar curvas e rápida resposta de direção.

1 Aluno do curso de graduação Engenharia Mecânica Automotiva – Bolsista PROBITI/FAPERGS – moisespereira.gta@gmail.com

2 Professor do curso de graduação Engenharia Mecânica Automotiva – antonio.ulbra@gmail.com

3 Professor do curso de graduação Engenharia Mecânica Automotiva – gertzx@gmail.com

A suspensão é um dos principais elementos que caracteriza o comportamento dinâmico do veículo sendo responsável por amenizar reações causadas pela desfavorável distribuição de massas além de proporcionar aos passageiros um adequado nível de conforto e segurança protegendo a carga e o próprio veículo.

Com algumas definições quanto à concepção do carro pré-estabelecidas, é possível uma avaliação prévia do comportamento dinâmico que o protótipo irá apresentar, permitindo-se ajustar o veículo ainda em fase de projeto para que o mesmo tenha o comportamento conforme o esperado.

Ao final deste trabalho pretende-se apresentar o chassi do carro consolidado, com todas as definições relativas aos pontos de fixação das suspensões, componentes como motor e sistema de transmissão.

O projeto desta suspensão é fundamental para que o desempenho do veículo atinja o comportamento desejado, bem como as características de dirigibilidade esperadas deste novo carro. A consolidação deste estudo finaliza a fase de projeto do protótipo para que possa ser iniciada a construção.

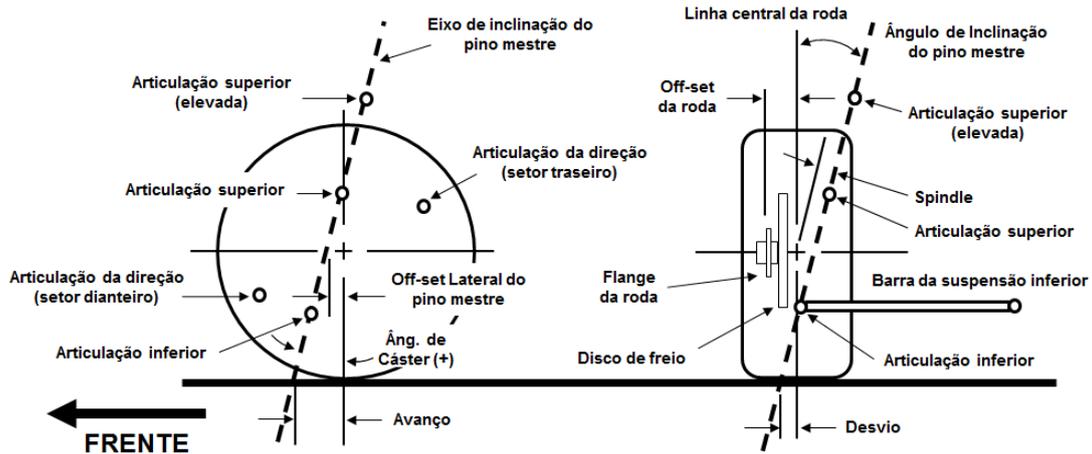
O objetivo geral deste trabalho foi o de projetar o sistema suspensão e direção para o chassi do protótipo. Para isto foi necessário definir as características geométricas do sistema de suspensão dianteira e traseira, os pontos de engaste das suspensões e componentes no chassi, a linha de rolagem da carroceria e componentes que garantam o comportamento adequado em curvas.

METODOLOGIA

As características do sistema de direção foram determinadas baseada na teoria apresentada por Milliken (1995). A figura 1 apresenta os principais componentes.

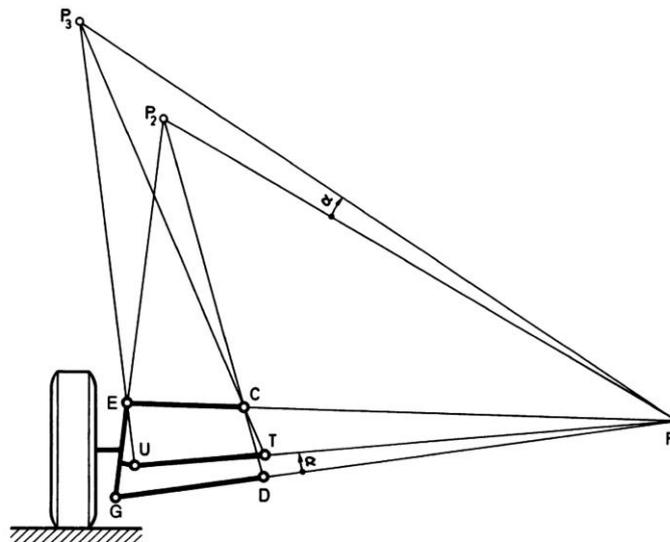
FIGURA 1 Características geométricas do sistema de direção.

Adaptado a partir de Milliken (1995).



O sincronismo entre a suspensão e o sistema de direção não é simples. A teoria básica sugere que se utilize o método de tentativa e erro. Para determinar as características geométricas da suspensão dianteira e do sistema de direção foi utilizado o método sugerido por Reimpell (2001).

FIGURA 2 - Geometria da direção de suspensão "duplo A" com a caixa de direção situada na parte posterior do eixo dianteiro.



Sendo:

E= articulação superior lado roda;

C= articulação superior lado chassi;

G= articulação inferior lado roda;

D= articulação inferior lado chassi;

U= articulação da direção da roda;

D= articulação da direção da Caixa de Direção;

P1= união das linhas que passam pelas articulações **EC** e **GD**;

P2= união das linhas que passam pelos pontos **GE** e **DC**;

P3= união das linhas que passam pelos pontos **UE** e **TC**.

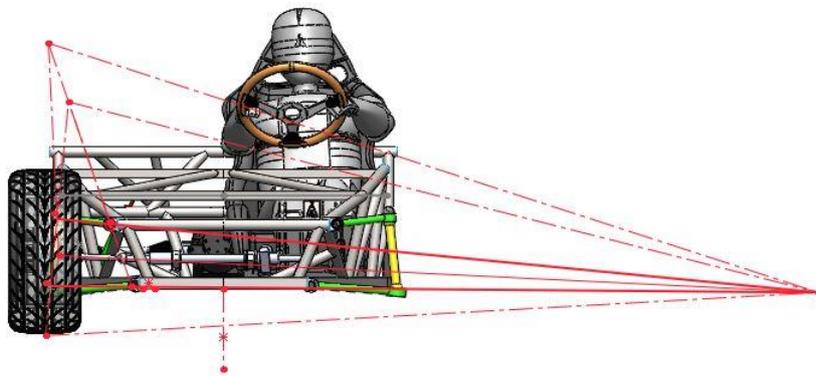
Esta geometria pode ser utilizada para definir a largura da caixa de direção, mas quando já se possui uma caixa com largura fixa (ponto T fixo), não se podem fazer muitas mudanças a respeito dessa geometria. O ângulo formado (na vista superior) entre a linha de Inclinação do Pino Mestre (linha EG) e o pivô da direção na ponta de eixo (ponto U) é fixo, e é definido pela Geometria de Ackerman.

Uma vez que esta geometria estiver certa, não haverá problemas de convergência negativa ou positiva devido ao deslocamento vertical da roda e, conseqüentemente, o veículo ficará estável em condições normais de uso quando a suspensão for acionada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

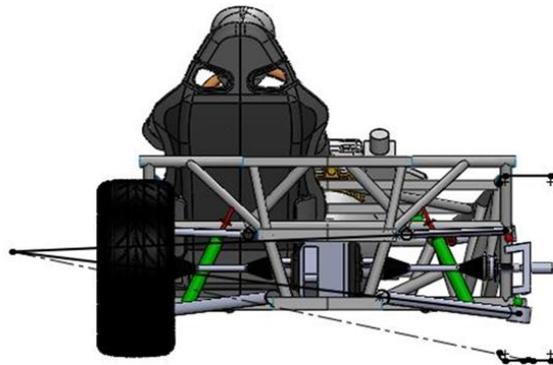
A suspensão desenvolvida é do tipo duplo A, com amortecedores e molas fixados na balança inferior e no chassis. Para determinar as características geométricas da suspensão dianteira e do sistema de direção foi utilizada a teoria apresentada por Reimpell (2001), conforme figura 1.

Figura 1: Determinação da geometria do sistema de direção.



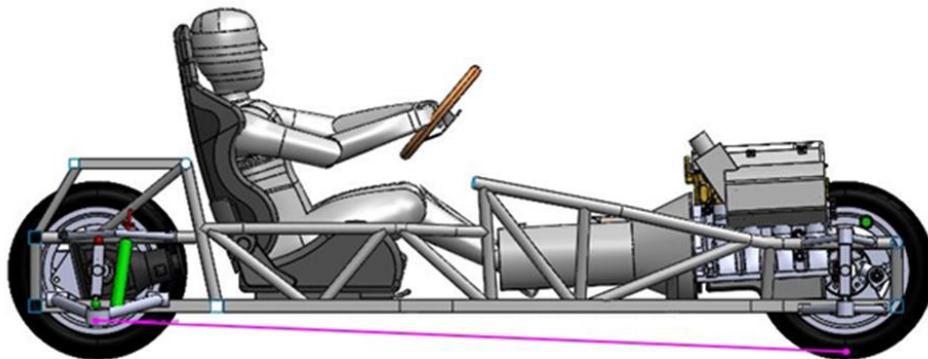
A geometria da suspensão traseira foi determinada de forma que o centro de rolagem da carroceria fique mais elevado do que o da dianteira. Como o veículo possui o centro de gravidade deslocado para a dianteira, seu comportamento é subdirecional, ou seja, o eixo dianteiro tende a derivar em curvas.

Figura 2: Geometria da suspensão traseira.



Para minimizar este efeito a linha de rolagem deve ser inclinada, sendo mais elevada no eixo traseiro.

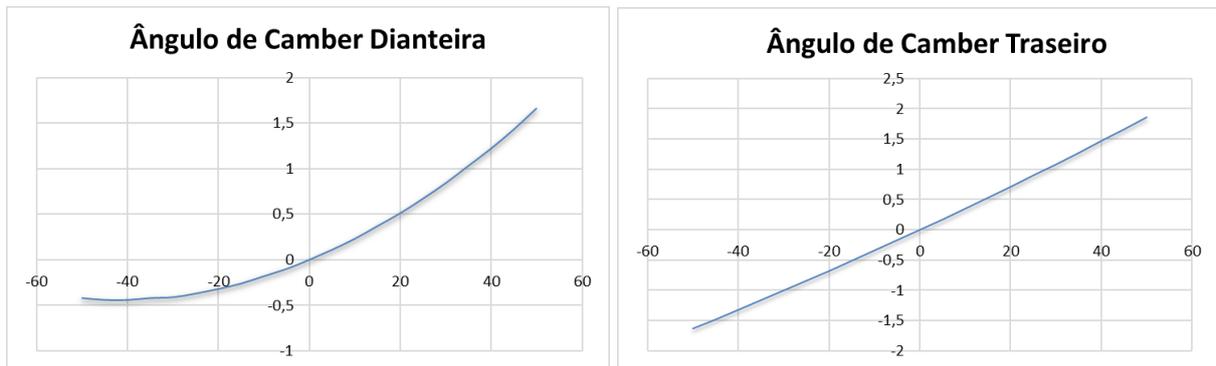
Figura 3: Linha de rolagem da carroceria



Simulando o movimento da roda se deslocando em relação a carroceria pode-se constatar que o sistema de direção está projetado de forma adequada, já que a variação de ângulo de câmbio atendeu aos parâmetros preestabelecidos (figura 4 e 5).

Avaliando o movimento da suspensão foi constatado que não possui uma grande variação de câmbio tanto na dianteira (gráfico 1) quanto na traseira (gráfico 2) para o curso estabelecido para a suspensão que é de 35 mm para cima e de 25 mm para baixo.

Figura 4: Gráficos de variação de ângulo de Camber por deslocamento da roda dianteira e traseira.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até o momento foi projetado o sistema de direção e suspensão de forma que veículo tenha o comportamento dinâmico esperado para um protótipo esportivo. A simulação de funcionamento dos sistemas mostrou que não existe variação de convergência das rodas direcionais quando a suspensão é acionada.

AGRADECIMENTOS

O Grupo de tecnologia Automotiva da ULBRA agradece a empresa Viemar Indústria Automotiva por apoiar este projeto.

REFERÊNCIAS

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

REIMPELL, J. **The Automotive Chassis: Engineering Principles**. 2. Edição. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001.