

NIVELADOR DE VOLANTE DIGITAL

Gilson Souza Oliveira¹, Antonio Giovani Dias², Landulfo Silveira Junior³

^{1,3}Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo (FEAU) - Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), Av. Shishima Hifumi, 2911 – São José dos Campos – SP, ¹gilson_oliveira@vivax.com.br, ³landulfo@univap.br

²General Motors do Brasil, Av. General Motors 1950 – São José dos Campos – SP
²antoniogiovani.dias@gm.com

Resumo: Com a concorrência cada vez mais acirrada, os clientes buscam locais autorizados e confiáveis para garantir a qualidade do serviço prestado. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um nivelador digital de volante para alinhamento de direção de automóveis. Com esse dispositivo pode-se ter maior confiabilidade no alinhamento de direção, pois hoje a maioria dos técnicos de oficinas centraliza o volante dos veículos a olho nu. Visto que um ângulo no volante de +/- 3 graus é o suficiente para deixar o carro desalinhado e com o volante torto devido ao erro visual do técnico, pois essa diferença é subjetiva a olho nu. Com o nivelador digital de volante, o dispositivo irá indicar num display o valor de ângulo correspondente à centralização do volante. Caso o ângulo fique fora da tolerância que é de +/- 1°, o erro será indicado também com um “LED” vermelho para o operador que está fazendo o alinhamento, este terá condições de corrigir o alinhamento do volante verificando o valor do ângulo no display LCD e com o “LED” verde indicando que o volante está dentro das tolerâncias de especificação de cada fabricante. Com isso o processo de alinhamento torna-se mais confiável, aprimorando a leitura, exatidão e qualidade do alinhamento de direção, podendo apresentar no display LCD uma precisão de +/- 0,16°, haja vista que isso é suficiente para melhorar a qualidade do processo de alinhamento de direção, pois o volante do carro tem que estar centralizado numa diferença de +/- 1°. O equipamento pode ser implementado com circuitos eletrônicos de baixo custo e de pouca manutenção.

Palavras-chave: Nivelador Digital, alinhamento de direção, ângulo do volante.

1. Introdução:

A subjetividade de alinhamento do volante de direção veicular automotivo, entre operador e condutor levou-se a estudar uma forma mais eficaz de ter-se um volante de direção bem alinhado, pois o método que é aplicado hoje nas oficinas e concessionárias veiculares permite que após o alinhamento de direção alguns condutores ficam insatisfeitos com o trabalho executado, pois os proprietários de veículos automotivos identificam que o volante não ficou totalmente centralizado na coluna de direção quando conduzido o veículo em linha reta, pois o alinhamento feito a olho nu em equipamento portátil de geometria não garante que o volante estará totalmente centralizado. Um alinhamento correto de direção evita um desgaste prematuro dos pneus, reduz o consumo de combustível e proporciona uma condução segura, confortável e fácil do veículo, garantindo a satisfação do condutor. Com o volante desalinhado, a direção fica desconfortável, dando uma sensação que o veículo não está andando em linha reta, podendo até mesmo confundir a trajetória do veículo e causar acidentes. A partir desse diagnóstico focou-se um estudo mais detalhado sobre geometria veicular, interiorizando conceitos importantes para o desenvolvimento de um dispositivo que

eliminasse a subjetividade do alinhamento do volante, conforme segue:

• Teoria de alinhamento da roda:

Os equipamentos de geometria veicular possuem um sistema de alinhamento geométrico que colhe os dados e proporciona exatidão e uniformidade de resultados de convergência e cambagem para os ajustes angulares de alinhamento dianteiro e traseiro das rodas. A coleta de dados dos resultados dos alinhamentos auxilia os operadores a avaliar a qualidade do processo de ajuste de geometria e permite aos mecânicos decidir qual a melhor forma de reparar um veículo com volante desalinhado e conseqüentemente satisfazer o condutor em relação ao volante desalinhado, veículo puxando a direção para um dos lados ou desgastes prematuro de pneus. Desta forma com esse projeto tem-se agora um dispositivo que permitirá a coleta de informações do alinhamento exato do volante de direção em relação às rodas nos equipamentos de geometria veicular portátil. O conhecimento das definições de alinhamento das rodas dadas a seguir contribui para um melhor entendimento dos procedimentos de alinhamento. Compensação do pneu e geometria da roda:

O cálculo do ângulo de alinhamento real, considerando que o pneu está fora de condições de rodagem. As irregularidades de superfície (como as letras em alto relevo, calombos ou deformações) e oscilações mecânicas (induzidas por rolos sujos, mancais soltos ou porcas soltas) deverão ser consideradas no caso de valores reais de convergência a serem usados nos cálculos de alinhamento. Para a compensação do pneu e da geometria da roda, são calculados valores médios acima de uma rotação do pneu para derivar o valor médio de convergência [1].

- **Teoria do caster:**

O caster é o ângulo formado entre a linha central da roda e o eixo de direção visto lateralmente.

- **Caster positivo:**

O caster é positivo quando a parte superior do eixo de direção está inclinada para a traseira do veículo. O caster positivo ajuda o veículo a seguir em linha reta quando desce a rua, e também ajuda as rodas a se endireitarem depois de serem viradas. O caster cruzado se refere à diferença entre os ângulos de caster para as rodas do mesmo eixo. Caster esquerdo menos o caster direito = Caster cruzado. Se o caster não é ajustado uniformemente, então o veículo puxará para o lado onde houver o menor ângulo de caster. Um caster cruzado positivo fará com que o veículo puxe para o lado direito. Um caster cruzado negativo fará com que o veículo puxe para o lado esquerdo.

- **Teoria da cambagem:**

Cambagem é o ângulo formado entre a linha central da roda e o eixo vertical quando a roda é vista pela frente.

- **Cambagem positiva**

A cambagem positiva é formada quando a parte superior da roda está inclinada para fora do centro do veículo.

- **Cambagem negativa**

A cambagem negativa é formada quando a parte superior da roda está inclinada para dentro do centro do veículo.

- **Cambagem cruzada**

Cambagem cruzada refere-se à diferença entre os ângulos de cambagem para as rodas do mesmo eixo. Cambagem esquerda menos cambagem direita = Cambagem cruzada.

Se a cambagem não for ajustada uniformemente, então o veículo puxará para o lado do maior ângulo de cambagem positivo. Uma cambagem cruzada positiva fará com que o veículo puxe para o lado esquerdo. Uma cambagem cruzada negativa fará com que o veículo puxe para o lado direito.

- **Teoria da convergência**

Convergência é o ângulo formado entre a linha central da roda e a linha central do veículo visto de cima [3].

- **Convergência (alinhamento positivo)**

A convergência (alinhamento positivo) é formada quando a parte frontal da roda está voltada para dentro da linha central do veículo, conforme figura 01 [3].

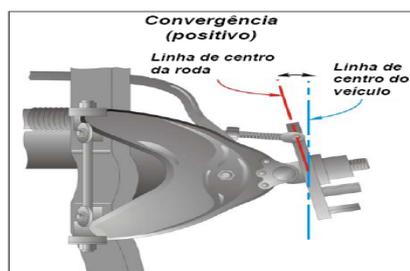


Figura 01

- **Divergência (alinhamento negativo)**

A divergência (alinhamento negativo) é formada quando a parte frontal da roda está voltada para fora da linha central do veículo, conforme figura 02 [3].

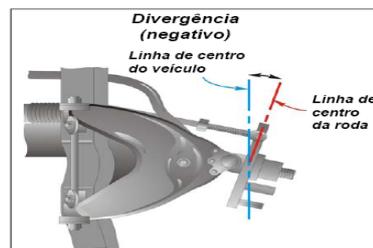


Figura 02

- **Soma das convergências**

A soma das convergências é o resultado da soma dos ângulos de convergência esquerdo e direito.

Desta forma viu-se a necessidade de construir um nivelador digital aplicado ao volante durante o ajuste das rodas, mostrando ao operador qual a posição correta do volante, assegurando que além das rodas estarem alinhadas, o volante também estará alinhado [3]. O Nivelador Digital irá fazer a leitura em graus do volante, mostrando esses valores num display LCD e indicando em um LED verde se o volante está dentro das tolerâncias especificadas, caso não esteja, será acionado um LED vermelho para informar ao operador que é necessário corrigir o ângulo do volante para dentro dessa faixa. Será desenvolvido um software para a calibração do nivelador, sempre que necessitar, o próprio operador poderá fazer esta calibração, devido sua facilidade e interação através de um display

LCD. Será desenvolvido também um conector de nylon com circuito interno para alimentar o nivelador digital no adaptador de 12V do carro, de forma a torná-lo portátil, ou seja será utilizado a própria bateria do veículo para alimentar o circuito do nivelador digital, otimizando o processo de ajuste de geometria. Com esse dispositivo será possível também corrigir o ângulo de impulso causado pelo excesso de desalinhamento do eixo traseiro em veículos que não permitem o ajuste de convergência do eixo traseiro, eliminando totalmente o risco de termos um volante desalinhado.

Materiais e Métodos:

A figura 03 mostra o diagrama em blocos do sistema:

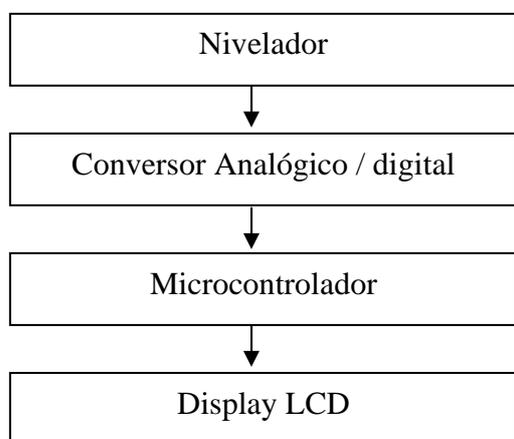


Figura 03 – Diagrama em Blocos

Nivelador – Sensor de nível que fará a leitura em graus do volante. Sensor “Clinometer” da Accustar que mede um ângulo entre +60° e – 60°, com resolução de 0.001°, tem uma saída linear de –3,6 a 3,6V (figura 04). O sistema funciona devido a um transdutor capacitivo de posição, em que uma variação de inclinação do sistema provoca no aparelho uma variação em sua capacitância. Esta variação de capacitância é devido à inclinação que o dispositivo sofre, pois uma vez que a capacitância é função da distância que separa as placas do capacitor, uma variação dessa distância, implica em uma variação da capacitância. A direção do sensor é dada pela composição de dois capacitores variáveis no mesmo dispositivo, sendo assim, feita a medição da direção do deslocamento angular. A movimentação do sensor produz uma mudança em sua capacitância que é proporcional ao deslocamento angular, e gera uma tensão nos terminais do capacitor.

Conversor Analógico / Digital – Circuito conversor para alterar a saída linear do sensor

para um sinal digital binário. Para o sinal analógico ser processado por um sistema digital, é necessário discretizá-lo em níveis bem determinados. A cada nível discreto do sinal analógico é associado um número digital, representado através de bits. Este processo de discretização e codificação são dados o nome de conversão analógico/digital. Este componente será responsável pela precisão de leitura indicado no display. Será usado um conversor A/D de 8 bits e a leitura será limitada entre -15° e +15°, gerando uma precisão de 0,11° na leitura, que é bem satisfatória para a aplicação. A precisão do projeto é expressa pela equação 1.1:

$$P = \frac{|A1| + |A2|}{2^n} \quad (1.1)$$

onde:

P: precisão de leitura obtida no projeto, (°);

A1: menor ângulo a ser lido, definido no projeto, (°);

A2: maior ângulo a ser lido, definido no projeto, (°);

n: número de bits usado no conversor A/D;

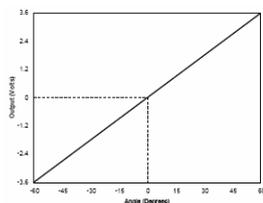
Microcontrolador 8051 – Processador responsável pela leitura dos valores codificados pelo conversor A/D, interpretação do sinal e acionamento do código respectivo à leitura do ângulo para o display. Além disso, o microcontrolador terá um programa para se efetuar a calibração do equipamento, sempre que necessário. Haverá uma indicação luminosa com LED verde se o nível estiver dentro da tolerância que é entre -1° e + 1°, e caso esteja fora dessa faixa irá atuar um LED vermelho alertando o operador. Foi utilizado o Kit Didático 8031 padrão DECN da ATMEL com o microcontrolador AT89S8252, devido sua facilidade em programação, possibilidade de ligação de circuitos adicionais ao sistema e baixo custo.

Display LCD – Interface de leitura numérica do ângulo lido pelo sensor. Foi utilizado o Display LCD 2 linhas x 16 colunas devido a necessidade de baixa potência em relação ao display de 7 segmentos, além disso, pode-se configurar mensagem programáveis para ser escrita no display, tornando uma interface mais flexível para o usuário, utilizado o simulador LCDsim v1.0. É nele que serão indicados os valores de leitura do ângulo do

volante e também as mensagens no processo de calibração do sistema, conforme figura 06.

Resultados:

Ensaio com o nivelador:



| Inclinação | Valor Teórico | Valor Medido |
|------------|---------------|--------------|
| -60° | -3,6V | -3,599 V |
| +60° | +3,6V | 3,601 V |

Figura 04 – Precisão do “Clinometer”

3.2. Diagrama elétrico:

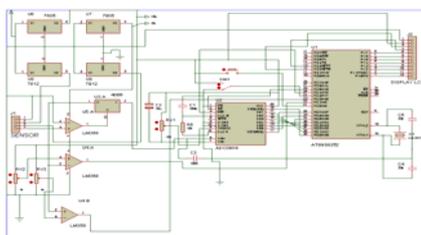


Figura 05 – Diagrama Elétrico

3.3. Ensaio com o microcontrolador e LCD:



Figura 06 – Nivelador Digital

Discussão

O nivelador digital de volante veicular apresentou eficácia nas leituras dos ângulos do volante, principalmente comparando com o método mecânico aplicado atualmente, pois a escala graduada se solta com facilidade gerando imprecisão nas leituras, conforme figura 07.



Figura 07 – Nivelador Mecânico

Durante os ensaios foi comprovado que os testes e resultados mostraram precisão no

display contribuindo para um melhor ajuste de alinhamento de direção, a precisão do nivelador de 0,11° na leitura, é satisfatória para a aplicação. A precisão do projeto é expressa pela equação 1.1 acima citada. Conseqüentemente este projeto contribuirá com a redução de desgaste prematuro de pneus, consumo excessivo de combustível e auxiliará em uma melhor condução do veículo.

Conclusão:

Os conhecimentos adquiridos foram suficientes para apoiar os estudos teóricos e as atividades de desenvolvimento do projeto. Com base no que foi proposto inicialmente, todos os objetivos foram alcançados de forma surpreendente em relação à precisão de leitura do Nivelador Digital, podendo apresentar no display LCD uma precisão de $\pm 0,16^\circ$, haja vista que isso é suficiente para melhorar a qualidade do processo de alinhamento de direção, pois o volante do carro tem que estar centralizado entre $+ / - 1^\circ$. O equipamento pode ser implementado com circuitos eletrônicos de baixo custo e de pouca manutenção, visto que o equipamento não utiliza componentes lineares em sua placa para fazer a lógica de conversão e cálculo dos valores em graus, usando somente CI's como componentes principais. Outro item bastante interessante é que o circuito consome pouca corrente, em torno de 200mA, e pode ser ligado diretamente à bateria do veículo pelo adaptador de 12V interno do acendedor de cigarros ou tomada para celular.

6. Referências:

- Fori, Apostila equipamento de geometria veicular, 2005 e-mail spareparts@foriauto.com
- <http://www.hofmann.com.br>, Acessado em 26/02/2007; <http://www.familycar.com>, acessado em 01/03/2007;
- <http://www.mecanicaonline.com.br>, acessado em 10/09/2006
- Tsugawa, M.O. e Matsunaga, A.M. Conversor Analógico/Digital: Apostila. São Paulo. 2005 v.3.1.
- <http://www.microcontrolador.com.br> acessado em 20/09/2006
- <http://www.farnell.com.br> acessado em 10/10/2006