



XIX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 13 a 17/08/2012 – São Carlos-SP
Artigo CREEM2012

CIRCUITO BÁSICO DE UM SISTEMA ELETRÔNICO PARA AVALIAÇÃO DE EQUILÍBRIO DINÂMICO DE TRATORES AGRÍCOLAS

Matheus Daniel de Souza Luciano¹, João Eduardo Guarnetti dos Santos², José Ângelo Cagnon³, André L. Andreoli⁴

FEB, Faculdade de Engenharia de Bauru, UNESP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Curso de Engenharia Mecânica

Campus: Bauru – Bairro: Vargem Limpa - CEP 17033-360 – Bauru – São Paulo

E-mail para correspondência: ¹matheus.souzaluciano@gmail.com, ²guarneti@feb.unesp.br, ³jacagnon@feb.unesp.br, ⁴andreoli@feb.unesp.br.

Introdução

Devido ao crescente desenvolvimento da agricultura no Brasil, os novos empresários agrícolas estão em busca de novas tecnologias para atender a demanda produtiva melhorando sua frota motomecanizada, priorizando melhorias no desempenho, conforto e segurança das máquinas e equipamentos agrícolas, em conjunto com a valorização do capital humano melhorando a relação homem-máquina. Novos tratores estão sendo adquiridos de forma a tratar melhor seus operadores, oferecendo-lhes maior conforto e segurança. Os tratores com alta tecnologia são os maiores responsáveis por essa mudança, uma vez que, estão empenhados no aumento da produtividade adotando novos sistemas eletrônicos contando inclusive com a ajuda de GPS (Sistema de Posicionamento Global) e de vários sensores embarcados (ANFAVEA, 2010).

Apesar dos atuais tratores possuírem altas tecnologias, eles são a fonte de potência mais utilizada para a melhora das atividades agropecuárias e aumento da produtividade. Entretanto, não possuem sensores que permitem detectar o risco de capotamento caso a máquina incline demasiadamente em terreno irregular. Isto pode ser corrigido com a implantação de um sensor anticapotamento, que alertará os operadores do risco que ele está sujeito. Estes sensores aumentarão a confiabilidade da máquina e transmitirão maior segurança na execução de tarefas em terrenos com declividades sob risco operacional, ou seja, fora do equilíbrio dinâmico e fora do ângulo limite de equilíbrio.

Acidentes envolvendo máquinas agrícolas, apesar de pouco divulgados e das raras estatísticas sobre o assunto, acontecem no meio rural. Vários são os fatores potenciais de risco: falta de conhecimento, falta de atenção, uso de máquinas que não atendem aos princípios ergonômicos e fora do padrão de segurança, trabalho em condições insalubres (calor/frio, sol, poeira, ruído e vibrações de máquinas e esforço físico demais). Contribuem também para a ocorrência de acidentes, operações em terrenos inclinados, alta velocidade durante as operações, despreparo do operador, além do uso de bebidas alcoólicas (SANTOS, 2012).

De acordo com a Anfavea (2010), do total de tratores existentes no Brasil, 59% têm 10 anos ou mais e 37% têm mais de 20 anos de uso. Podemos observar que a frota de tratores no Brasil não é tão nova, pois pequenos agricultores familiares também possuem tratores para a realização das tarefas mais difíceis, mas estes são antigos por serem 2 mais baratos quando da aquisição. Em uma máquina desse tipo, podemos determinar por meio de pequenos testes o centro de gravidade do trator e, em seguida, seus ângulos limites para tombamento. Usando um inclinômetro portátil, o trabalhador terá a oportunidade de averiguar o potencial de risco de capotamento do trator durante sua operação.

Conforme Carmo et al. (2010), os inclinômetros (ou tilt sensors) medem a inclinação de um objeto (ou de parte de um corpo) e há várias maneiras de implementá-los numa máquina. Estes medidores de inclinação podem, por exemplo, ser usados em veículos para medir aceleração e alterações de direção durante a trajetória. O sensoriamento da inclinação é um requisito quando pensamos na segurança. Na operação com tratores, os riscos de capotar ou empinar podem resultar em graves acidentes com sérios ferimentos para os operadores que, na maioria das vezes, acabam entrando em óbito. Para conter esses riscos, há sensores de baixo consumo de energia e baixos custos que podem ser aplicados a estas máquinas. Com o que concorda Novais (2011), Leite et al. (2010) e Leite et al. (2011).

XIX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 13 a 17/08/2012 – São Carlos-SP
Artigo CREEM2012

Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo a demonstração do circuito básico de um sistema eletrônico (inclinômetro) como sensor de segurança para tratores agrícolas, visto que a incidência de acidentes com relação ao tombamento lateral de tratores agrícolas é elevada e em função da não existência de equipamentos de baixo custo para avisar o operador quando o trator está na iminência de tombamento, fora do seu equilíbrio dinâmico.

Materiais e Métodos

Foi utilizado um acelerômetro $\pm 1.5g - 6g$ de Três Eixos Low-g microusinado da marca Freescale para a construção do sensor de segurança para posterior ensaio em máquinas agrícolas pertencentes a UNESP – Campus de Bauru junto ao Laboratório de Máquinas Agrícolas pertencente ao Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de FEB/UNESP – Bauru, quanto aos quesitos declividade operacional limite para simular ângulos de inclinação conforme Leite et al (2007) e NBR 12567 (1962)

O tombamento lateral será determinado considerando que todo o peso do trator está exercendo força somente nas rodas de um lado, ou seja, as rodas do outro lado ficam sem exercer força no chão conforme Promersberger et al. (1962) e Leite (2007).

Resultados e Discussões

Com os dispositivos utilizados foi construído um circuito para o sensor de segurança cujo layout é apresentado conforme Figura 1,

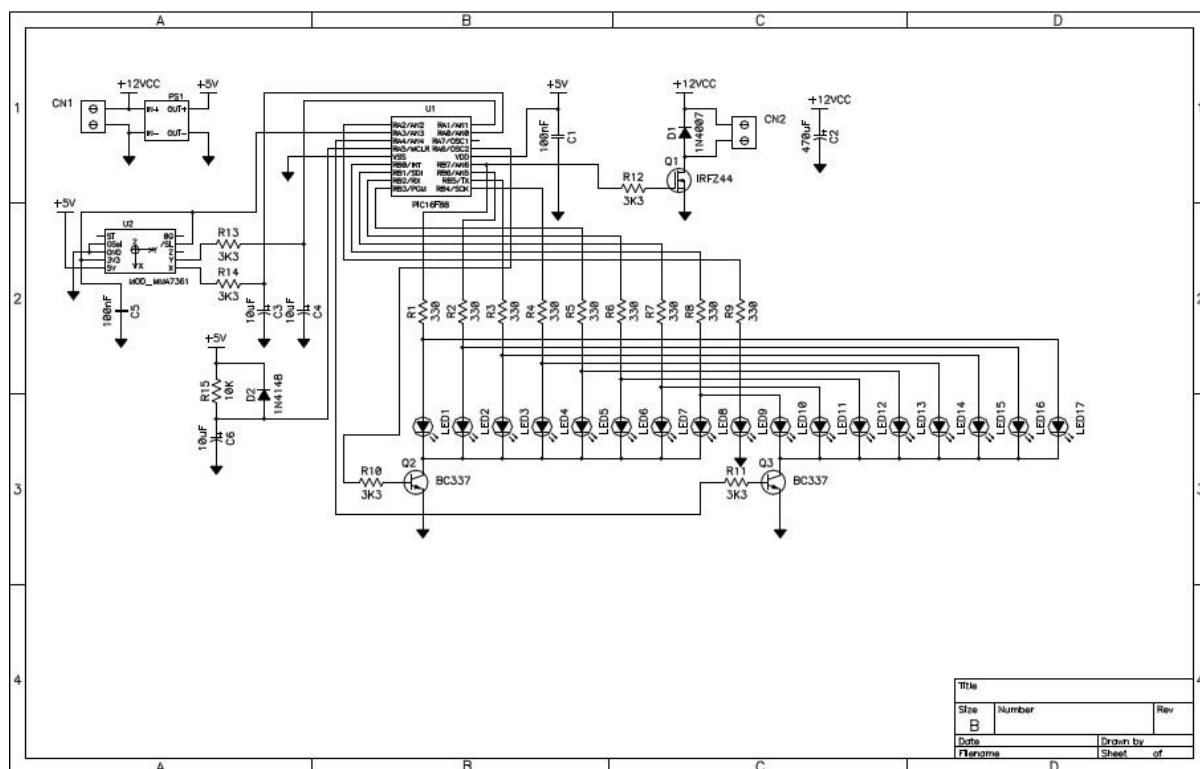


Figura 1 – Layout do circuito

A placa do circuito impresso pode ser visualizada conforme Figuras 2 e 3. Como a universidade não possui laboratório específico para impressão da placa do circuito, esse serviço foi realizado por uma empresa terceirizada.

XIX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 13 a 17/08/2012 – São Carlos-SP
Artigo CREEM2012

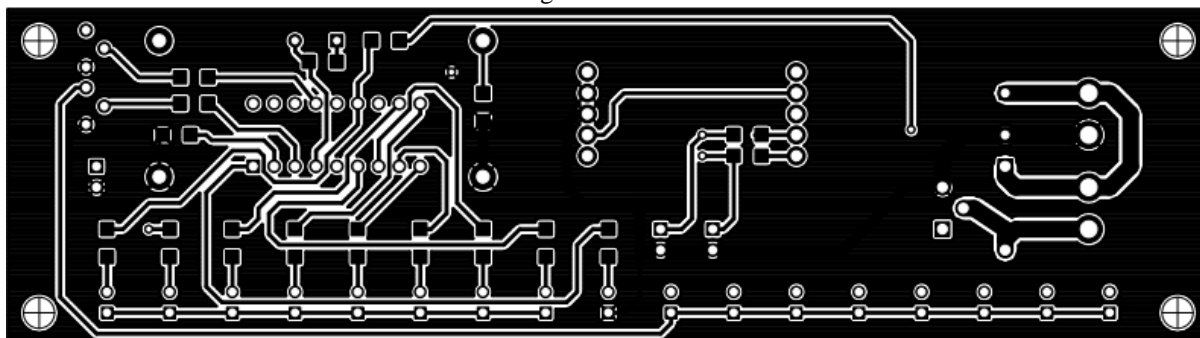


Figura 2 – Placa do circuito impressa, vista superior

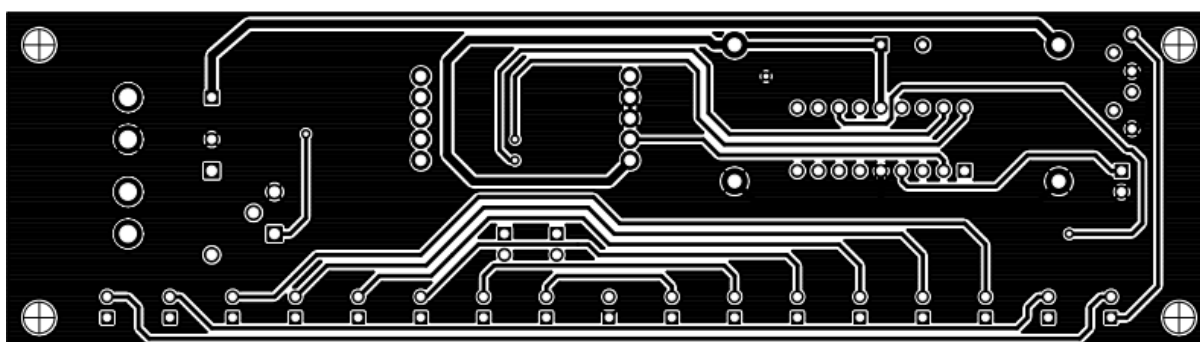


Figura 3 – Placa do circuito impressa, vista inferior

O sensor de segurança foi então desenvolvido junto aos Departamentos de Engenharia Mecânica e Engenharia Elétrica da FEB/UNESP – Bauru, conforme pode ser observado através das Figuras 4 e 5. Na Figura 5 é possível verificar a variação da inclinação lateral através de luzes indicativas verde, amarela e vermelha permitindo a adoção da faixa de segurança operacional em função da declividade operacional. O inclinômetro desenvolvido está apresentado com os circuitos montados e distribuídos em uma placa para efeito de testes. Após os testes de campo com as máquinas e as correções necessárias será enclausurado de forma a permitir uma usabilidade confortável e melhor adequação às máquinas.

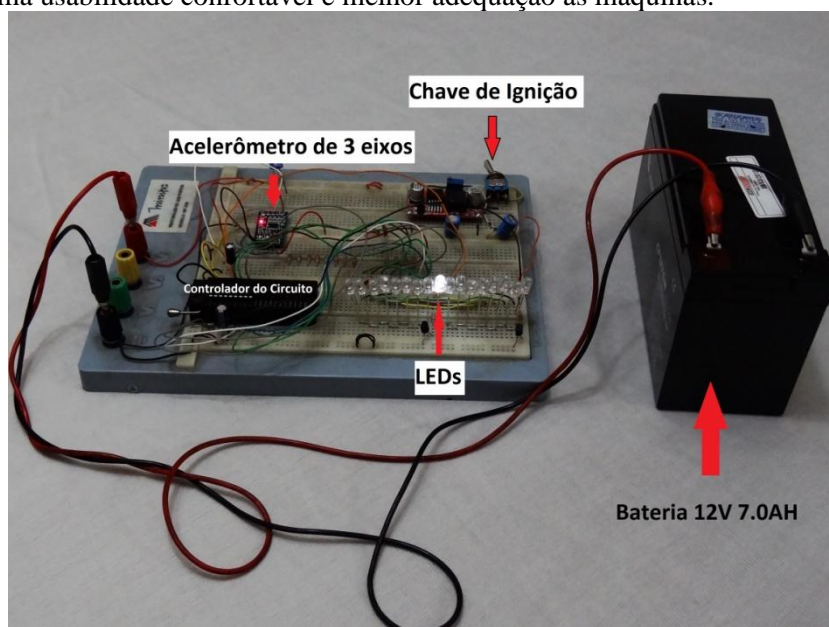


Figura 4 – Vista do inclinômetro a ser adaptado nos tratores a serem ensaiados.

XIX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 13 a 17/08/2012 – São Carlos-SP
Artigo CREEM2012

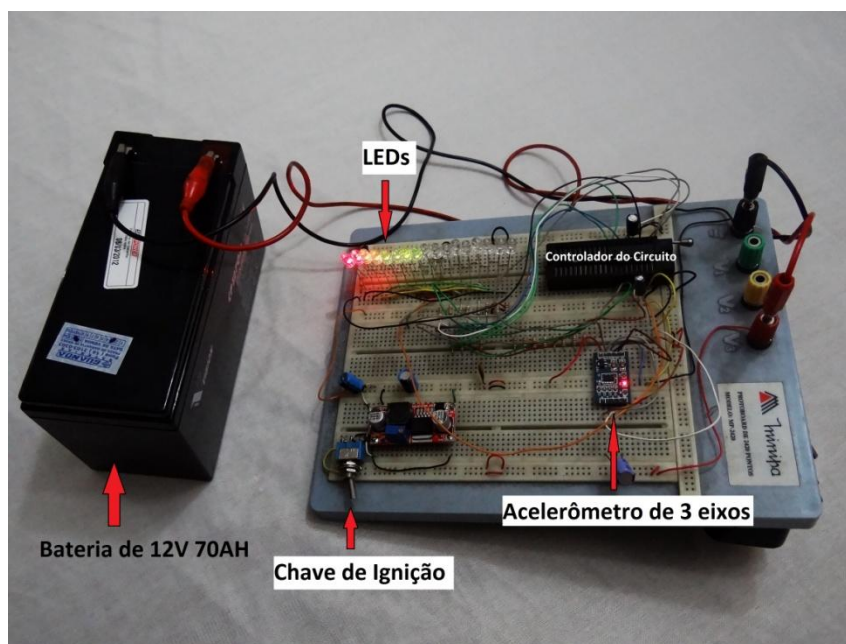


Figura 5 – Vista superior do inclinômetro com luzes indicativas da iminência de tombamento

Conclusões

O equipamento está sendo testado sob as condições utilizadas na metodologia do projeto.

Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Trator Agrícola – Determinação do centro de gravidade. CB-05 – Comitê Brasileiro de Automóveis, Caminhões, Tratores, Veículos Similares e Autopeças. Rio de Janeiro, 1992. 6 p. (NBR 12567).

ANFAVEA, **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. São Paulo: ANFAVEA, 2010, 188p. 5

CARMO, K.C., SANTOS, J.E.G., GUTIERREZ, A., SANTOS Filho, A.G. **Desenvolvimento de sistema de segurança (inclinômetro) para minimizar acidentes com operadores de tratores agrícolas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, XII, 2010, Assis, SP. Anais... UNESP: PRÓ-REITORIA DE PESQUISA 2010. ISSN 2178-860. p.4537-4540.

LEITE, F. Construção de um Inclinômetro para Avaliar o Efeito da Declividade Lateral no Desempenho de Tratores Agrícolas.. Botucatu, 2007. 105 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.

LEITE, F., SANTOS, J.E.G., LANÇAS, K.P. et al. Evaluation of tractive performance of four agricultural tractors in laterally inclined terrain. *Engenharia Agrícola (Impresso)*. , v.31, p.923-929, 2011.

LEITE, F., SANTOS, J.E.G., LANÇAS, K.P. Construção e calibração de um inclinômetro para uso em tratores agrícolas como instrumento de segurança. *Energia na agricultura (UNESP. Botucatu. CD-Rom)*.,v.25, p.40-52, 2010.

NOVAIS, I.R.W. SANTOS, J.E.G. SANTOS Fº, A.G. Desenvolvimento e avaliação de sensor de segurança como sistema de proteção visando a segurança operacional dos operadores de tratores agrícolas: estudo



Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos



XIX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 13 a 17/08/2012 – São Carlos-SP

Artigo CREEM2012

de caso. In: 1ª fase do XIII Congresso de Iniciação Científica da UNESP, 2011, Bauru. Anais do XIII CIC.,2011. PROPE – Pró-Reitoria de Pesquisa-UNESP. ISSN 2178-860.

PROMERSBERGER, W.J., BISHOP, F.E. Modern farm power. New Jersey, **Prentice Hall**, 1962. 280 p.

SANTOS, J.E.G. Curso de especialização em engenharia de segurança do trabalho, Módulo: Segurança Agropecuária. Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista. Bauru. 134 p. 2012. (Apostila).

