****

**CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**FABRICIO BALBINOT**

**SISTEMA SEM FIO PARA MONITORAMENTO DE PRESSÃO DE PENEUS EM MÁQUINAS AGRÍCOLAS E VEÍCULOS PESADOS**

**Caxias do Sul**

**2022 FABRICIO BALBINOT**

**SISTEMA SEM FIO PARA MONITORAMENTO DE PRESSÃO DE PENEUS EM MÁQUINAS AGRÍCOLAS E VEÍCULOS PESADOS**

**Trabalho apresentado para o Curso de Engenharia Elétrica, do Centro Universitário Uniftec como parte dos requisitos para avaliação da unidade curricular de TCC.**

**Orientador: Prof. Geison Luis Rasia**

**Caxias do Sul**

**2022**

**FABRICIO BALBINOT**

**SISTEMA SEM FIO PARA MONITORAMENTO DE PRESSÃO DE PENEUS EM MÁQUINAS AGRÍCOLAS E VEÍCULOS PESADOS**

**Trabalho apresentado para o Curso de Engenharia Elétrica, do Centro Universitário Uniftec como parte dos requisitos para avaliação da unidade curricular de TCC.**

**Aprovado em \_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_**

**BANCA EXAMINADORA**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Professor Orientador: Esp. ou Me ou Dr. Xxxx XXI**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Professor Avaliador: Esp. ou Me ou Dr. Xxxx XXI**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Professor Avaliador: Esp. ou Me ou Dr. Xxxx XXI**

**Caxias do Sul**

**2022**

**SISTEMA SEM FIO PARA MONITORAMENTO DE PRESSÃO DE PENEUS EM MÁQUINAS AGRÍCOLAS E VEÍCULOS PESADOS**

**Fabricio Balbinot**

Autor

fabricio94.balbinot2@gmail.com

**Prof. Geison Luis Rasia**

Orientador

geisonrasia@acad.ftec.com.br

**Resumo:**

**Palavras-chave:**.

**WIRELESS SYSTEM FOR MONITORING TIRE PRESSURE IN AGRICULTURAL MACHINES AND HEAVY VEHICLES**

**Fabricio Balbinot**

Author

fabricio94.balbinot2@gmail.com

**Geison Luis Rasia**

Teacher Advisor

geisonrasia@acad.ftec.com.br

***Abstract:***

***Keywords:***

**LISTA DE FIGURAS**

[Figura 1: Topologia básica de fonte linear. 15](#_Toc89111444)

[Figura 2: Topologia básica de um conversor Buck. 16](#_Toc89111445)

[Figura 3: Formas de onda de diferentes pulsos de tensão e sua amplitude. 16](#_Toc89111446)

[Figura 4: Exemplo de ligação de um sistema eletrônico. 17](#_Toc89111447)

[Figura 5: Filtro com capacitor especial. 18](#_Toc89111448)

[Figura 6: Exemplo de filtro tipo T em um circuito de teste. 18](#_Toc89111449)

[Figura 7: Topologia do hardware do relé. 25](#_Toc89111450)

[Figura 8: Simulação 3D frente e verso. 27](#_Toc89111451)

[Figura 9: Fluxograma inicial. 30](#_Toc89111452)

[Figura 10: Rotina de calibração. 31](#_Toc89111453)

[Figura 11: Fluxo de configuração. 32](#_Toc89111454)

[Figura 12: Rotina operacional. 34](#_Toc89111455)

**LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1: Curva de carga de um trio de lanternas. 12

Gráfico 2: Atenuação de acordo com a capacitância e frequências. 19

Gráfico 3: Curva de carga lanternas 24Vdc. 24

Gráfico 4: Curva de carga lanternas 12Vdc. 24

Gráfico 5: Curva de carga de lanternas real de um veículo. 28

Gráfico 6: Limite de análise fixo. 29

Gráfico 7: Limite de análise variável conforme curva de carga. 29

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ANATEL Agência Nacional de Telecomunicações

TPMS Tire Pressure Monitoring System

SUMÁRIO

[1 INTRODUÇÃO 10](#_Toc89115631)

[2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA 11](#_Toc89115632)

[2.1 OBJETIVOS GERAIS 11](#_Toc89115633)

[3 LEGISLAÇÃO 13](#_Toc89115634)

[3.1 CONTRAN 13](#_Toc89115635)

[3.1 RESOLUÇÃO Nº 667, DE 18 DE MAIO DE 2017 - Anexo 1 13](#_Toc89115636)

[2 HARDWARE E SOFTWARE DE SISTEMAS EMBARCADOS 14](#_Toc89115637)

[4.2 CIRCUITOS ELETRONICOS 14](#_Toc89115638)

[4.2.1 Fonte 14](#_Toc89115639)

[4.2.2 Proteções 16](#_Toc89115640)

[4.2.3 Processamento 19](#_Toc89115641)

[4.2.4 Entradas e Saídas 19](#_Toc89115642)

[4.2.6 FMEA de projeto 20](#_Toc89115643)

[5 METODOLOGIA 20](#_Toc89115644)

[5.1 SOLICITAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO 20](#_Toc89115645)

[5.2 PROPOSTA EXECUTIVA 20](#_Toc89115646)

[5.3 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO 21](#_Toc89115647)

[5.4 DESENVOLVIMENTO DA PCI 21](#_Toc89115648)

[5.5 DESENVOLVIMENTO DE FIRMWARE 21](#_Toc89115649)

[5.6 MONTAGEM DE PROTÓTIPOS 21](#_Toc89115650)

[5.7 TESTES DE HOMOLAGAÇÃO EM LABORATÓRIO 22](#_Toc89115651)

[5.8 ENVIO DE PROTÓTIPOS AO CLIENTE 22](#_Toc89115652)

[5.9 MONTAGEM EM LINHA DE PRODUÇÃO 22](#_Toc89115653)

[6 DESENVOLVIMENTO DO PROEJTO 23](#_Toc89115654)

[6.1 ESTUDO DAS LANTERNAS 23](#_Toc89115655)

[6.2 PROJETO DO HARDWARE 25](#_Toc89115656)

[6.3 REVISÃO DO CIRCUITO E REUNIÃO DE DFEMA 26](#_Toc89115657)

[6.4 DESENVOLVIMENTO DA PCI 26](#_Toc89115658)

[6.4 DESENVOLVIMENTO DO FIRMWARE 27](#_Toc89115659)

[6.4.1 Análise inicial de lógica de controle e configuração 27](#_Toc89115660)

[6.4.2 Visão geral das lógicas 30](#_Toc89115661)

[6.4.3 Lógica de calibração 31](#_Toc89115662)

[6.4.4 Lógica de configuração 31](#_Toc89115663)

[6.4.5 Lógica operacional 33](#_Toc89115664)

[6.5 TESTES DE LABORATÓRIO 35](#_Toc89115665)

[6.6 APROVAÇÂO 35](#_Toc89115666)

[6 CONCLUSÃO 35](#_Toc89115667)

[REFERÊNCIAS 35](#_Toc89115668)

# 

# 1 INTRODUÇÃO

# **2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA**

## 2.1 OBJETIVOS GERAIS

**2.1.1 Objetivos específicos**

## 2.2 JUSTIFICATIVA

3 LEGISLAÇÃO

## 3.1 CONTRAN

4 TECNOLOGIA DE MEDIÇÃO DE PRESSÃO PARA PENEUS

Um sistema TPMS tem a finalidade de alertar o motorista quando um ou mais pneus estão com a pressão interna abaixo do limite pré-definido de pressão para o modelo de pneu e podem ser classificados em dois principais grupos, o grupo de medição direta e o grupo de medição indireta, cada sistema possui vantagens e desvantagens. (VELUPILLAI, 2007 e GÜVENÇ, 2007) pg 22.

## 4.1 MEDIÇÃO INDIRETA

A medição indireta não avalia diretamente a pressão de cada pneu e sim a velocidade angular de cada roda. Se um pneu estiver com pressão abaixo da pressão dos outros pneus do veículo ele terá uma velocidade angular maior do que um pneus que está com a pressão normalizada, pois o raio rc será menor que o reio r conforme explica figura a seguir.

Figura : Exemplo de pneu com pressão baixa,

Uma imagem contendo frente, homem, grande, estacionado

Descrição gerada automaticamente

Fonte: (VELUPILLAI, 2007 e GÜVENÇ, 2007)

V = Velocidade nominal

= Velocidade angular

R = raio nominal do pneu

Rc = raio efetivo do pneu

= deflexão do pneu

## 4.1 MEDIÇÃO DIRETA

### 4.2.1 Fonte

### 4.2.2 Proteções

### 4.2.3 Processamento

### 4.2.4 Entradas e Saídas

### 4.2.6 FMEA de projeto

# 5 METODOLOGIA

## 5.1 SOLICITAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO

## 5.2 PROPOSTA EXECUTIVA

## 5.3 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

## 5.4 DESENVOLVIMENTO DA PCI

## 5.5 DESENVOLVIMENTO DE FIRMWARE

## 5.6 MONTAGEM DE PROTÓTIPOS

## 5.7 TESTES DE HOMOLAGAÇÃO EM LABORATÓRIO

## 5.8 ENVIO DE PROTÓTIPOS AO CLIENTE

## 5.9 MONTAGEM EM LINHA DE PRODUÇÃO

# 6 DESENVOLVIMENTO DO PROEJTO

## 6.1 ESTUDO DAS LANTERNAS

## 6.2 PROJETO DO HARDWARE

## 6.3 REVISÃO DO CIRCUITO E REUNIÃO DE DFEMA

## 6.4 DESENVOLVIMENTO E MONTAGEM DA PCI

## 6.4 DESENVOLVIMENTO DO FIRMWARE

### 6.4.1 Análise inicial de lógica de controle e configuração

### 6.4.2 Visão geral das lógicas

### 6.4.3 Lógica de calibração

### 6.4.4 Lógica de configuração

### 6.4.5 Lógica operacional

## 6.5 TESTES DE LABORATÓRIO

## 6.6 APROVAÇÂO

# 6 CONCLUSÃO

# REFERÊNCIAS

Tire Pressure Monitoring

SANKARANARAYANAN VELUPILLAI and LEVENT GÜVENÇ 2007

DECEMBER 2007 « IEEE CONTROL SYSTEMS MAGAZINE 25

**ANEXOS**

.