



CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA

FABRICIO BALBINOT

**DESENVOLVIMENTO DE UM MONITOR DE PRESSÃO DE PNEUS
PARA VEÍCULOS PESADOS COMO ÔNIBUS E CAMINHÕES**

Caxias do Sul

2022

FABRICIO BALBINOT

**DESENVOLVIMENTO DE UM MONITOR DE PRESSÃO DE PNEUS
PARA VEÍCULOS PESADOS COMO ÔNIBUS E CAMINHÕES**

**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

**DESENVOLVIMENTO DE UM MONITOR DE PRESSÃO DE PNEUS
PARA VEÍCULOS PESADOS COMO ÔNIBUS E CAMINHÕES**

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**

DESENVOLVIMENTO DE UM MONITOR DE PRESSÃO DE PNEUS PARA VEÍCULOS PESADOS COMO ÔNIBUS E CAMINHÕES

Fabricio Balbinot

Autor

fabricio94.balbinot2@gmail.com

Prof. Geison Luis Rasia

Orientador

geisonrasia@acad.ftec.com.br

Resumo:

Palavras-chave:.

DEVELOPMENT OF A TIRE PRESSURE MONITOR FOR HEAVY VEHICLES SUCH AS BUSES AND TRUCKS

Fabricio Balbinot

Author

fabricio94.balbinot2@gmail.com

Geison Luis Rasia

Teacher Advisor

geisonrasia@acad.ftec.com.br

Abstract:

Keywords:

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de pneu com pressão baixa,	14
Figura 2: Exemplo de Sensor de pressão e instalação na roda.	15
Figura 3: Exemplo de sistema TPMS com medição direta.	16

LISTA DE GRÁFICOS

Nenhuma entrada de índice de ilustrações foi encontrada.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
CO ₂	Dióxido de Carbono
TPMS	<i>Tire Pressure Monitoring System</i>
ECU	<i>Electronic Control Unit</i>
HDVs	<i>Heavy-Duty Vehicles</i> gentleman
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LCVs	<i>Light-Commercial Vehicles</i>
TNO	<i>Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek</i>
BIT	Banco de Informações de Transportes
NHTSA	<i>National Highway Traffic Safety Administration</i>
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
ECU	<i>Electronic Control Unit</i>
EEPROM	<i>Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory</i>
EMC	<i>Electromagnetic compatibility</i>
EMI	<i>Electromagnetic interference</i>
GND	<i>Graduated Neutral Density filter</i>
MCU	Microcontrolador
PCI	Placa de Circuito Impresso
PN	Part Number
RAM	<i>Random Access Memory</i>
ROM	<i>Read Only Memory</i>
VDC	<i>Voltage at Direct Current</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA.....	11
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	11
2.2 Objetivos específicos	11
2.3 JUSTIFICATIVA	11
3 TECNOLOGIA DE MEDIÇÃO DE PRESSÃO PARA PNEUS.....	13
3.1 MEDIÇÃO INDIRETA.....	13
3.2 MEDIÇÃO DIRETA	15
3.2.1 Leitor de pressão	15
3.2.2 Central de monitoramento.....	16
4 ESTUDO ACERCA DE PNEUS.....	17
5 REVISÃO DE NORMAS	17
6 SISTEMAS EMBARCADOS E ELETRÔNICA AUTOMOTIVA	17
6.1 CIRCUITOS INTEGRADOS	17
6.1.1 Topologia básica de um microcontrolador de 32 bits	18
6.1.2 Topologia básica de sensores para tpms	19
6.3 FONTES DE ENERGIA EM VEÍCULOS	20
6.3.1 Colocar a norma ISO que estabelece os níveis de tensão para sistemas 12 e 24Vdc.....	20
7 FIRMWARE.....	21
REFERÊNCIAS.....	22

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho disserta sobre o desenvolvimento do projeto de um sistema TPMS (sistema de monitoramento de pressão de pneus) para veículos pesados. No decorrer do trabalho é apresentada uma visão global sobre estes sistemas aplicados tanto em veículos da linha leve, quanto da linha pesada e aspectos que levaram países desenvolvidos tornar o uso de TPMS obrigatório desde fábrica, como ocorre com outros sistemas de segurança, por exemplo.

No Brasil este tipo de sistema não é obrigatório, embora muitas montadoras já possuam este sistema integrados em muitos modelos de veículos leves. Na linha pesada como caminhões, ônibus e máquinas agrícolas este tipo de sistema não é comum se comparado a veículos leves.

Considerando o grande avanço e adesão desta tecnologia nos países desenvolvidos acredita-se ser apenas uma questão de tempo para que a exigência através de leis torne o uso de sistema TPMS obrigatório no Brasil. A serra gaúcha possui grandes montadoras de veículos pesados, como caminhões e ônibus, o desenvolvimento de um sistema de monitoramento de pressão para pneus para a linha pesada nesta região pode proporcionar um diferencial a estas montadoras frente a seus concorrentes.

Um sistema TPMS traz muitas vantagens ao condutor do veículo, como principal função a aferição automática e individual de cada pneu. A manutenção da pressão nos níveis nominais traz a grande vantagem de aumentar a vida útil dos pneus, reduzir o consumo de combustível, reduzir acidentes e todas estas vantagens também representam a diminuição da poluição, seja pela redução de emissões, ou pelo prolongamento da vida útil de pneus.

2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

2.1 OBJETIVOS GERAIS

O objetivo do trabalho é projetar toda a parte eletrônica de um sistema de TPMS para monitoramento da pressão dos pneus em veículos da linha pesada como ônibus, caminhões e máquinas agrícolas para pneus que utilizam ar como fluido.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos podem ser divididos em cinco principais partes, citas nos tópicos a seguir.

- a) Projetar o *hardware* (*display* e sensores) do sistema TPMS.
- b) Desenvolver o software de controle do sistema TPMS.
- c) Avaliar o funcionamento do sistema protótipo em uma aplicação real.

2.3 JUSTIFICATIVA

O número de veículos tem crescido rapidamente em todos os países, este crescimento é reflexo do desenvolvimento da economia e poder de aquisição da população, junto a estes avanços as exigências de segurança em automóveis aumentou, dentre elas está a exigência de sistema de monitoramento de pressão para pneus. (Quan Xin *et al* 2019)

Há uma grande tendência mundial para a adoção de TPMS sustentada por três grandes pilares, redução de acidentes, redução nas emissões de CO₂, e redução do consumo de combustível.

Cada país possui uma justificativa para a adoção de TPMS, por exemplo nos Estados Unidos da América a NHTSA estima que 535 mortes e 23000 acidentes são causados anualmente devido a pneus furados, ou estouros de pneus, não há como mensurar qual é a influência da baixa pressão nestes acidentes, porém há estudos que comprovam que pneus com pressão incorreta possuem suas características nominais modificadas, deixando o veículo susceptível a eventos inesperados como, por exemplo aquaplanagem, resistência de atrito e ruptura. Do ponto de vista custo

benefício o TPMS é de grande valia, fazendo com os pneus sejam calibrados com maior frequência, o custo não pode ser avaliado apenas no veículo equipado com o sistema, pois se um acidente for evitado, um possível congestionamento e danos a patrimônios públicos, ou de terceiros também serão evitados (NHTSA, pii TIRE PRESSURE MONITORING SYSTEM FMVSS No. 138, 2001)

Na Europa o grande objetivo da utilização de TPMs é a redução de combustíveis fósseis e redução de CO₂. Resultados obtidos por um estudo realizado pela TNO, organização holandesa de pesquisa científica, mostrou ser possível uma economia de 0,2% a 0,3% de combustível nas categorias LCV e HDV, além de mostrar que todos os benefícios econômicos da utilização de um sistema TPMS se sobressaem frente os custos de implementação, seja pela diminuição do desgaste dos pneus até a redução de acidentes. (Zyl *et al* 2019)

No Brasil não há exigências e regulamentações governamentais para a utilização de sistemas de monitoramento de pressão de pneus, porém a tendência mundial é real e a possibilidade de ser uma exigência no Brasil existe. A tabela a seguir mostra quais países e blocos econômicos já possuem regulamentação e exigem TPMS de série.

Tabela 1: Regulamentação e ano em diferentes regiões do mundo.

China	2017 - Regulamentação 2019 - Obrigatoriedade do TPMS para novos veículos
União Europeia	2012 – Regulamentação: EC661 – 2009 2012 – Obrigatoriedade para todos novos veículos homologados 2014 - Para todos os veículos novos
Indonésia, Israel, Malásia, Filipinas e Turquia	Exigência ao atendimento da norma Européia. 2014 – Obrigatoriedade de TPMS para novos veículos
Rússia	2015
Coreia do Sul e Japão	2013 – Regulamentação 2013 – Obrigatoriedade do TPMS em novos veículos 2015 – Obrigatoriedade em veículos existentes.

Taiwan	2012 – Regulamentação 2013 – Exigência do TPMS em novos veículos
Estados Unidos da América	2005 – Regulamentação: FMVSS138 2005 – Obrigatoriedade do TPMS em novos veículos

Fonte: NXP

Devido a grande tendência mundial é questão de tempo até que TPMS sejam exigidos no Brasil, veículos leves já possuem a tecnologia embarcada, porém não há sistemas nacionais de TPMS para linha de veículos pesados. Devido a região da serra gaúcha ser uma grande montadora de ônibus, caminhões e semirreboques o desenvolvimento de um sistema TPMS para linha pesada nesta mesma região, possui um grande potencial de ser implantado nas montadoras, além de os veículos possuírem todos os benefícios citados nos parágrafos anteriores.

3 TECNOLOGIA DE MEDIÇÃO DE PRESSÃO PARA PNEUS

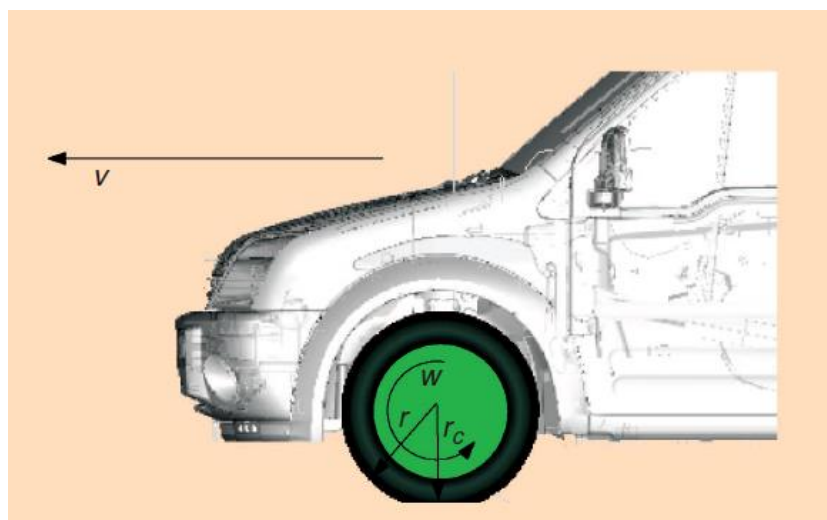
Um sistema TPMS tem a finalidade de alertar o motorista quando um ou mais pneus estão com a pressão interna abaixo do limite pré-definido de pressão para o modelo de pneu e podem ser classificados em dois principais grupos, o grupo de medição direta e o grupo de medição indireta, cada sistema possui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

3.1 MEDIÇÃO INDIRETA

A medição indireta utiliza dados de velocidade medidos pelo sistema de ABS, o algoritmo, para detecção de baixa pressão o algoritmo realiza os cálculos utilizando o modelo mecânico do pneu. (Xin *et al*, 2019)

Se um pneu estiver com pressão abaixo da nominal o raio efetivo será menor do que o dos outros pneus do veículo fazendo com que ele tenha uma velocidade angular maior do que um pneu que está com a pressão normalizada, a Figura 1 ilustra a relação entre o raio efetivo e o raio nominal. (VELUPILLAI, 2007; GÜVENÇ, 2007)

Figura 1: Exemplo de pneu com pressão baixa,



Fonte: (VELUPILLAI, 2007; GÜVENÇ, 2007)

Veículos com sistema de ABS por exemplo tem a capacidade de aferir a velocidade individual de cada roda, neste caso basta um o algoritmo que relacione as velocidades para determinar se há um pneu com pressão abaixo da nominal. Este modelo de aferição não requer hardware resumindo-se ao algoritmo de controle. (VELUPILLAI, 2007; GÜVENÇ, 2007)

O sistema de medição indireta se aproveita de sistemas já existentes no veículo podendo detectar pressão baixa em dos pneus.

Segundo VELUPILLAI et al. (2007) existe uma série de desvantagens na medição indireta, como não ocorrer aviso de pressão baixa se dois pneus do mesmo eixo ou do mesmo lado estiver com a pressão abaixo da nominal, ocorrer falso positivo em situações em que o veículo esteja em estradas com neve e ocorra o deslizamento dos pneus.

O autor XING et al. também concorda que o sistema de medição indireta pela velocidade não é preciso e possui desvantagens como não indicar o nível de pressão real dos pneus, mas só um alerta sonoro e/ou visual, falha no alerta quando pneus do mesmo lado estiverem com pressão baixa, além da confiabilidade ser baixa.

A vantagem de um sistema TPMS de medição indireta é de não utilizar hardware adicional e toda parte principal está concentrada no algoritmo, outra vantagem é que este modelo de sistema não requer programação de sensores no sistema quando a troca de rodas e pneus for efetuado, após a calibração basta resetar o sistema, desta forma ele considerará que aquela calibração é a padrão.

(VELUPILLAI, 2007; GÜVENÇ, 2007)

3.2 MEDIÇÃO DIRETA

Sistemas TPMS de medição direta necessitam de um sensor de pressão para cada pneu do veículo e é instalado no interior do pneu, transmitindo as informações através de tecnologias sem fio possuindo maior precisão na medição de pressão em comparação com o sistema de medição indireta. Estes sensores costumam utilizar baterias de lítio como fonte de alimentação, motivo este que enfrenta restrições ambientais. (Xin *et al*, 2019).

Pode-se observar que de acordo com os autores sistemas de medição direta possuem algumas desvantagens frente o sistema de medição indireta, pois são necessário componentes específicos para esta aplicação, mas também concordam que existe uma grande vantagem na precisão podendo indicar a pressão exata de cada pneu em tempo real.

3.2.1 Leitor de pressão

O módulo leitor de pressão necessita de dimensões reduzidas, além de precisar ser leve frente o peso de um pneu, para reduzir as forças centrífugas, geralmente é instalado junto a válvula conforme mostra Figura 1 e são projetados para atender temperaturas de -40°C a 120°C . (VELUPILLAI, 2007; GÜVENÇ, 2007)

Figura 2: Exemplo de Sensor de pressão e instalação na roda.



Fonte: (VELUPILLAI, 2007; GÜVENÇ, 2007)

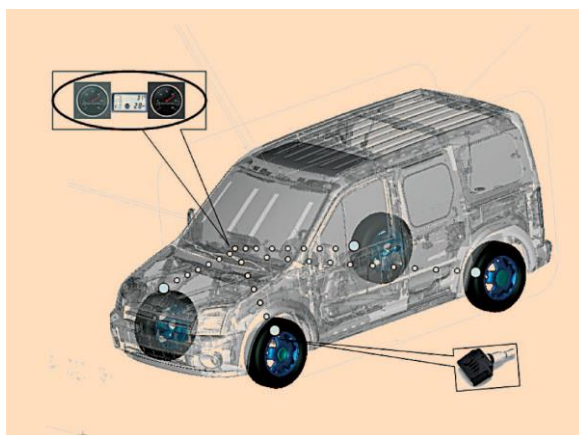
A válvula além de possibilitar inflar o pneu quando necessário exerce a função

de antena do transmissor sem fio, a tecnologia aplicada nos sensores geralmente é CMOS reduzindo ao máximo o consumo da bateria, pois espera-se uma longa vida útil do sensor. Além da tecnologia construtiva o uso ideal da energia disponível é parte muito importante e técnicas de gerenciamento de energia precisam ser aplicadas para reduzir o consumo da bateria. Existem modelos que enviam a informação de hora em hora quando o veículo está parado e outros que possuem sensores de velocidade desligando a transmissão quando não há movimento. Sensores mais elaborados também podem possuir um receptor de baixa frequência integrado, assim podem receber comandos de uma central equipada com transmissor, portanto o sensor somente realizará a leitura da pressão sob a solicitação da central. (VELUPILLAI, 2007; GÜVENÇ, 2007)

3.2.2 Central de monitoramento

A central de monitoramento recebe a informação dos sensores sem fio através de uma antena, podendo emitir alertas e em modelos mais avançados exibir no display qual pneu está com pressão baixa e qual é a pressão exatamente. Para a central fazer a distinção entre pneus é necessário programar cada sensor na central de forma a identificar que sensor está em cada roda, quando pneus ou sensores são substituídos uma nova programação necessita ser realizada. A central de monitoramento pode ser alimentada diretamente pela bateria do veículo, ou até mesmo por uma bateria portátil. A Figura 3 mostra um exemplo de TPMS com medição direta, sistema este composto por 4 sensores e uma central de monitoramento. (VELUPILLAI, 2007; GÜVENÇ, 2007)

Figura 3: Exemplo de sistema TPMS com medição direta.



Fonte: (VELUPILLAI, 2007; GÜVENÇ, 2007)

4 ESTUDO ACERCA DE PNEUS

5 REVISÃO DE NORMAS

(ANATEL e ISO)

6 SISTEMAS EMBARCADOS E ELETRÔNICA AUTOMOTIVA

Um sistema embarcado é definido como um sistema com capacidade de tratamento de informações vindas de um software processado internamente em uma unidade, em outras palavras, o software está embarcado na unidade de processamento, também conhecida como circuito integrado. A memória é a responsável por conter o *software* embarcado, mas pode ser utilizada para armazenar informações temporárias, fazer *logs* de dados entre outras funções de acordo com sua aplicação. Ao passar dos anos e da evolução da eletrônica foram criados inúmeros tipos de memórias cada qual para aplicações específicas, distinguindo-se entre si por características como capacidade de armazenamento, volatilidade, tempo de acesso e latência. As memórias mais conhecidas são as memórias RAM, ROM, PROM, EPROM, EEPROM e FLASH, memórias comumente utilizadas em computadores e outros dispositivos pessoais, podendo ser encontradas integradas a um microcontrolador, ou operando juntamente com um processador em CIs dedicados. (OLIVEIRA, 2010, ANDRADE, 2010)

6.1 CIRCUITOS INTEGRADOS

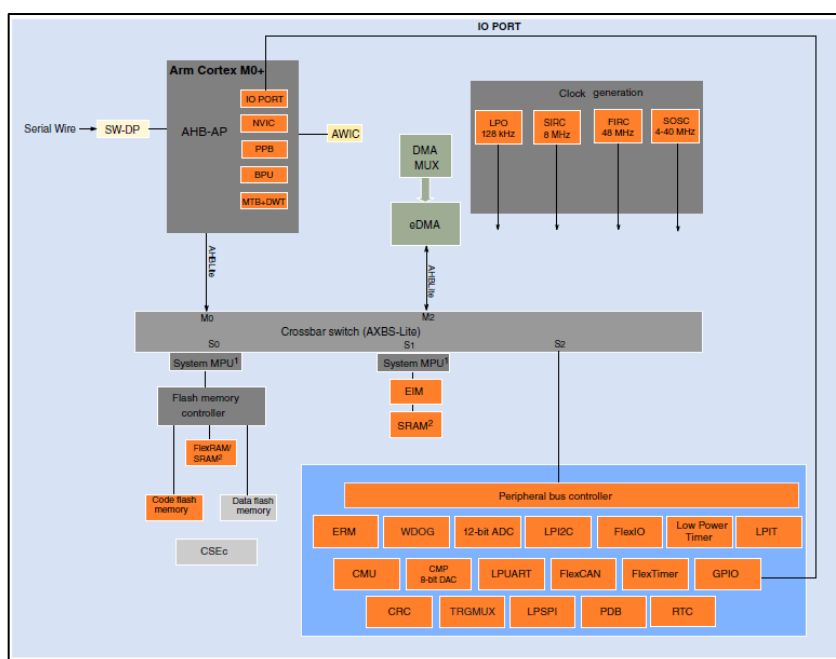
Com a invenção do transistor muitos equipamentos eletrônicos foram desenvolvidos utilizando circuitos digitais, porém a quantidade de transistores utilizados a cada nova aplicação crescia exponencialmente, trazendo a necessidade de realizar a miniaturização destes circuitos, através desta necessidade nasceram os circuitos integrados, possibilitando criar aplicações que antes eram quase impossíveis de serem desenvolvidas. O próximo grande passo do desenvolvimento eletrônico foi a criação do microprocessador, com capacidade de executar milhões de instruções por segundo utilizando um único CI. (OLIVEIRA, 2010, ANDRADE, 2010)

Os primeiros microcontroladores possuíam apenas a unidade de processamento, fazendo com que houvesse a utilização de um CI para cada periférico necessário, como por exemplo para memórias ROM e RAM, registradores de deslocamento, conversores analógicos, fazendo com que a PCI se tornasse grande já que era necessário montar inúmeros *chips* sobre ela. Com o passar dos anos o microcontrolador recebeu a integração de outros circuitos tornando-se uma unidade completa para processamento de dados em um único CI. (ALMEIDA, 2016)

6.1.1 Topologia básica de um microcontrolador de 32 bits

A Figura 4 mostra a arquitetura básica da família de microcontroladores S32K11X da fabricante multinacional NXP. É possível observar que além das memórias RAM e FLASH existem periféricos como a unidade de processamento Arm Cortex M0+, unidades de clock, além de periféricos de interfaceamento como exterior do CI, como por exemplo canais de comunicação UART, SPI, I2C, CAN, controlador de entradas e saídas (GPIO), temporizadores (Timer), canais para leitura de sinais analógicos (ADC) entre outros periféricos, todos integrados em um único CI de encapsulamento QFN de 32 pinos se considerado o microcontrolador S32K116.

Figura 4: Arquitetura da família de microcontroladores S32K11X.

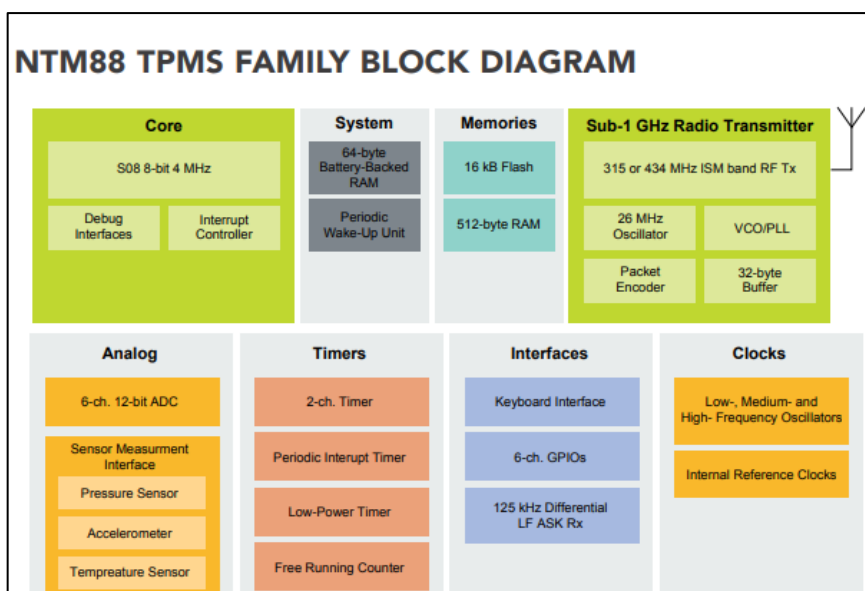


Fonte: NXP

6.1.2 Topologia básica de sensores para TPMS

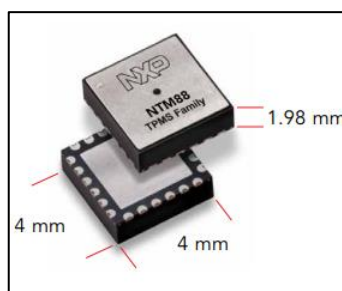
Outro tipo de circuitos integrados são sensores que cada vez estão menores e possuem mais funcionalidades. A fabricante NXP possui modelos de sensores de pressão para pneus de apenas 4mm x 4mm que contam com microcontrolador de 8 bits, sensor de pressão, acelerômetro, sensor de temperatura, conversor analógico, sistema gerenciador de energia, 26KB de memória flash, e transmissor sem fio integrados neste minúsculo encapsulamento. As Figura 5 e Figura 6 mostram as principais características integradas ao sensor. (NXP, 2021)

Figura 5: Funcionalidades integradas na família de sensores NTM88.



Fonte: NXP

Figura 6: Dimensões do CI da família de sensores NTM88



Fonte: NXP

Os circuitos integrados não se limitam apenas a sensores e microcontroladores, porém são estes os dois principais circuitos integrados de um sistema TPMS.

6.3 FONTES DE ENERGIA EM VEÍCULOS

Comumente em um veículo existem dois provedores de energia elétrica, a bateria e o alternador. A bateria tem o objetivo de armazenar energia elétrica para alimentar o motor de partida, após o motor estar operando a bateria não tem mais o papel de fornecer energia e sim receber energia elétrica do alternador, que funciona como um gerador e provedor de energia, já que ele será o responsável por carregar a bateria e manter a alimentação de todos os equipamentos eletroeletrônicos no veículo como, lâmpadas, painel de instrumentos, sensores, ECUs e painéis auxiliares. (BOSCH, 2005)

Todos os módulos eletrônicos são alimentados pelo alternador sendo que o nível de tensão é comumente de 12 ou 24 Vdc??????????????????

6.3.1 Colocar a norma ISO que estabelece os níveis de tensão para sistemas 12 e 24Vdc

Correlacionando os níveis de tensão possíveis fornecidos pelo chassi de um veículo com a tensão de operação de um microcontrolador da família S32K11X da NXP, é possível ver que não é possível alimentar o sistema embarcado diretamente com a tensão fornecida tanto pela bateria quanto pelo alternador, sendo necessário um estágio de compatibilização de nível de tensão. Baixas tensões de operação não são características apenas dos MCUs da família S32K, mas da maior parte de MCUs, de mercado, como por exemplo microcontroladores da MICROCHIP e ST.

Como mostrado anteriormente a bateria e o alternador forma um conjunto de potência para o sistema veicular, porém também podem existir dispositivos que utilizam baterias de baixa tensão exclusivas do módulo estando isoladas do sistema de alimentação principal do veículo. Um exemplo de sistema que utiliza bateria individual são os botões do Sistema de Parada Solicitada *Wireless* desenvolvido pela empresa LOHR, estes botões utilizam uma pequena bateria de 3V com durabilidade estimada de 5 anos com uma única bateria, o sistema receptor possui a funcionalidade

de indicar quando está na hora de fazer a substituição da bateria. (LOHR)

7 FIRMWARE

REFERÊNCIAS

[NXP, **A Global Solution for Tire Pressure Monitoring Systems**. Disponível em: <<https://www.nxp.com/docs/en/white-paper/TPMSWP.pdf> >. Acesso em: 05 abr. 2022.]

[VELUPILLAI, Sankaranarayanan; GÜVENÇ Levent. Tire Pressure Monitoring. **IEEE CONTROL SYSTEMS MAGAZINE**. [S.l.]: IEEE, v. 27, n. 6, p. 22-25, dez. 2007. Disponível em: < <https://ieeexplore.ieee.org/document/4384640/citations#citations>>. Acesso em: 05 abr. 2022.]

[NHTSA. **PRELIMINARY ECONOMIC ASSESSMENT: TIRE PRESSURE MONITORING SYSTEM**. Disponível em: <<https://www.nhtsa.gov/document/preliminary-economic-assessment-tire-pressure-monitoring-system>>. Acesso em: 05 abr. 2022.]

[NHTSA. **FINAL REGULATORY IMPACT ANALYSIS: TIRE PRESSURE MONITORING SYSTEM**. Disponível em: < <https://www.nhtsa.gov/fmvss/tire-pressure-monitoring-system>>. Acesso em: 05 abr. 2022.]

[ZYL Stephan van. *et al.* **Study on tyre pressure monitoring systems (TPMS) as a means to reduce light-commercial and heavy-duty vehicles fuel consumption and CO2 emissions**. Disponível em: <https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid:84b183d4-904f-48dc-a2fd-4ee515e24b1a> >. Acesso em: 09 abr. 2022.]

Daqui para abaixo, não revisado ainda!!!!!!!!!!!!!!

BOSCH. **Manual de tecnologia automotiva**. Editora Blucher: 2005. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521215523/>>. Acesso em: 13 out. 2021.

OLIVEIRA, André.Schneider. D.; ANDRADE, Fernando.Souza. D. **Sistemas Embarcados - Hardware e Firmware na Prática**. Editora Saraiva, 2010. 9788536520346. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536520346/>. Acesso em: 02 dez. 2021.

CHEN, K.; YEH, C. Preventing Tire Blowout Accidents : A Perspective on Factors Affecting Drivers ' Intention to Adopt Tire Pressure Monitoring System. n. 77, p. 1–14, 2018.

Quan Xin *et al* 2019 *J. Phys.: Conf. Ser.* **1314** 012100

PAPER • OPEN ACCESS

Automobile tire pressure monitoring technology
and development trend

To cite this article: Quan Xin *et al* 2019 *J. Phys.: Conf. Ser.* **1314** 012100

Quan Xin *et al* 2019 *J. Phys.: Conf. Ser.* **1314** 012100. **Automobile tire pressure monitoring technology and development trend**

Zyl *et al* 2019: **Study on Tyre Pressure Monitoring Systems (TPMS) as a means to reduce Light- Commercial and Heavy-Duty Vehicles fuel consumption and CO₂ emissions**

TNO 2013 R10986 | final report

ANEXOS

OLIVEIRA, André Schneider D.; ANDRADE, Fernando Souza D. **Sistemas Embarcados - Hardware e Firmware na Prática**. [Digite o Local da Editora]:

Editora

Saraiva, 2010. 9788536520346. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536520346/>. Acesso em: 26 mai. 2022.

Links