

Desenvolvimento de Dispositivo de Medição e Aquisição de Dados para Veículo Elétrico

Development of Measurement Device and Data Acquisition for Electric Vehicle

Hyoran Spessatto Pinto¹; Jonatas Policarpo Américo²; Ósis Eduardo Silva Leal³; Stéfano Frizzo Stefenon⁴

¹h.spessatto@hotmail.com

²jonatasamerico@gmail.com

³osisleal@utfpr.edu.br

^{1, 2, 3}Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR
Pato Branco/PR – Brasil

⁴stefanostefenon@gmail.com

⁴Universidade do Planalto Catarinense (UNIPLAC) – Brasil

Resumo

Este artigo apresenta técnicas aplicáveis na medição de tensão, corrente e temperatura, que foram incluídas no sistema de aquisição de dados microcontrolado proposto em um carro elétrico, o qual, por sua vez, tem a finalidade de, a partir de sua aquisição de dados, contribuir para a eficiência energética de veículos elétricos. Foi realizado a implementação dos circuitos de condicionamento de sinais, gerenciamento de sensores e hardware, e, com o projeto concluído, produziu-se as placas de circuito impresso. Foram desenvolvidos experimentos de modo a compará-los com as simulações, bem como ao instrumento de medição de referência, a fim de se realizar uma análise estatística do erro. O sistema desenvolvido correspondeu ao exigido, apresentando, no pior caso, aproximadamente 82% dos dados da medição com erros são gravados, e no melhor caso 99,7%, em medições que perduraram por quase duas horas.

Palavras-chave: aquisição de dados; sistemas embarcados; veículo elétrico.

Abstract

This article presents the techniques applicable to the measurement of voltage, current and temperature, which were included in the proposed microcontrolled data acquisition system in a electric car, which has the purpose from its data acquisition to contribute to efficiency of electric vehicles. An implementation of signal conditioning, sensor and hardware management circuits was done and, with completed project it was made a printed circuit boards. The experiments were developed to compare them to the simulations, as well as a reference measurement instrument, in order to perform a statistical analysis of the error. The system developed attend on request, in the worst case approximately 82% of the measurement data with errors were record, and in the best case 99.7% in measurements that takes almost two hours.

Key-words: data acquisition; embedded systems; electric vehicle.

1. Introdução

O uso dos automóveis como meio de transporte foi intensificado pelo fato da redução de seus preços e da criação da linha de montagem por Henry Ford. Nas últimas décadas, a facilidade que se estabeleceu para a obtenção de automóveis, fez com que o número da frota tivesse um crescimento elevado, acarretando assim o congestionamento das vias e também a elevação nos níveis de poluição (BUENO; PEIXOTO, 2012).

Segundo relatório realizado nas cidades da América Latina e Caribe, a principal fonte de poluição no mundo são os veículos movidos a óleo diesel e a gasolina, quando se leva em consideração as metrópoles. Essa fonte de contaminação é tão significativa, que sua classificação está situada acima de indústrias e de centrais termelétricas (HABITAT, 2013).

À numerosa quantidade de veículos em circulação trouxe problemas para a saúde humana e para o meio ambiente. Dentre esses, pode-se citar: a degradação contínua do ar, o aumento da temperatura média global, assim como a rápida taxa de queda na limitação dos recursos petrolíferos a cada ano (DIAS, 2013). Esses são alguns dos motivos que despertaram interesse na busca de uma solução para tal problema.

Segundo Fontaínhas (2013), o desenvolvimento de veículos equipados com motores mais eficientes tem sido uma preocupação constante, sendo observada uma redução dos índices de consumo. Muito tem se estudado para melhorar a eficiência nos processo produtos, para isso utilizam-se técnicas que evidenciam o resultado e desta forma garantindo que o investimento traga retorno (AGOSTINHO et al., 2017; RIGHEZ et al., 2016). Dentre as várias soluções propostas e discutidas no cenário mundial, dá-se destaque aos veículos híbridos e elétricos. Os veículos híbridos consistem de uma combinação de motor a combustão, bateria e motor elétrico (DIAS, 2013). Já os Veículos Elétricos (VE's), são providos de um motor elétrico que pode ser alimentado por baterias, provendo independência do sistema de energia, ou diretamente conectado à rede, necessitando assim, de estruturas especiais de conexão, para possibilitar sua locomoção como, por exemplo, os metrô (FONTAÍNHAS, 2013).

Nesse contexto, surgem as Unidades Eletrônicas de Controle (UEC) que, incorporadas aos automóveis, assumem funções de grande importância, como: o monitoramento das principais grandezas, integração dos sensores (por meio de canais de comunicação ou via barramentos) e ajuste no controle do sistema motor do veículo (STEFENON et al., 2017; STEFENON et al., 2019).

Tais unidades de controle são definidas como sistema embarcado. As UECs quando incorporadas a sistemas motores oferecem ganhos significativos em segurança, na velocidade de resposta, e na eficiência ao conjunto, quando comparados com máquinas exclusivamente mecânicas (NETO, 2009). O desenvolvimento de técnicas que melhorem a segurança veicular vem crescendo dentre as montadoras, em vista que atualmente os consumidores buscam veículos confiáveis para transportarem sua família (RAMOS et al., 2016).

2. Veículo elétrico

Vista atualmente como uma das melhores alternativas aos veículos de motores a combustão, o VE, apresenta a partir dos anos 70 uma retomada em sua produção. Contudo, os veículos automotores que tem como propulsão um motor elétrico, foram desenvolvidos cronologicamente antes dos veículos a combustão. Mesmo com datas e locais confusos em relação a autoria dos primeiros desenvolvimentos, o que se pode afirmar é que se destacaram no início do século XIX (RODRIGUES, 2014; MELO, 2014).

Os menores custos de aquisição e operacionalização, invenção da partida elétrica ao invés da partida a manivela e a implantação da linha de montagem foram fatores que colaboraram consideravelmente para a disseminação dos automóveis a combustão. Já os VE's interromperam sua trajetória de crescimento e desenvolvimento, além das desvantagens perante os veículos a combustão, pela lenta ampliação dos sistemas de geração e transmissão, tornando precário o suporte para recarga das baterias (RODRIGUES, 2014).

Segundo afirma Ehsani, Gao & Emadi (2010) devido as suas limitações e desvantagens, durante meio século os VE's passam a atender, em sua maioria, apenas aplicações específicas como, por exemplo, empilhadeiras e carrinhos de golf. Contudo, em 1973, devido ao fato da crise de petróleo causada por muitos conflitos, voltam a serem enfatizados como uma alternativa por utilizar fontes renováveis de energia (FREITAS, 2015).

Um marco na busca de uma saída para a crise, foi o ano de 1976, quando o governo norte-americano lança um programa com o intuito de incentivar o desenvolvimento de veículos híbridos e elétricos e também estudos buscando uma melhor autonomia das baterias (IMBASCIATI, 2012; FREITAS, 2015; RODRIGUES, 2014). Montadoras do continente europeu e japonesas enxergam uma oportunidade de mercado, focando então suas pesquisas de desenvolvimento nos veículos elétricos e híbridos, para que em 1997 Honda e Toyota apresentassem respectivamente, Civic

Hybrid e Prius, o modelo da Toyota se destaca por mais de uma década como o mais vendido no mundo (LUCENA, 2011; BARASSA, 2015).

2.1 Classificação dos veículos elétricos

Segundo a Associação Brasileira de Veículo Elétrico (ABVE) e a SAE (*Society of Automotive Engineering*) um veículo pode ser denominado elétrico quando a propulsão de ao menos uma de suas rodas é acionada por um motor elétrico (INEE, 2017). Os VE a bateria são os mais populares e tem seu funcionamento baseado exclusivamente em um sistema de armazenamento formado por baterias que fornecem energia para a rotação do eixo do motor elétrico. Além do custo para a fabricação do carro, outro agravante é o fato de necessitar de eletropostos distribuídos para fazer o reabastecimento das baterias conectando-as a rede elétrica de distribuição (SILVA, 2014; BARASSA, 2015; NETO, 2013).

A combinação de motor elétrico, com outra fonte de energética complementar, geralmente um Motor a Combustão Interna (MCI), denomina-se uma classificação distinta, que são os Veículos Elétricos Híbridos (VEH). O MCI utilizado pode ser utilizado tanto na propulsão do veículo, como também atuando como gerador de energia elétrica, nesse caso as baterias atendem os picos de demanda do motor elétrico e podem ser recarregadas quando conectadas a rede ou através do gerador (RODRIGUES, 2014; SANTOS, 2013; BARASSA, 2015; NETO, 2013).

Há também veículos que tem sua alimentação fornecida pela rede de energia elétrica, estes recebem o nome de Veículo Elétrico Híbrido Plug-in, VE ligado à rede ou então Trólebus, e o que o diferencia do VEH é que suas baterias devem ter maior capacidade, pois não contam com MCI para auxiliar no reabastecimento. Este é o modelo mais encontrado no Brasil, mas enfrenta limitações na sua expansão principalmente pelo alto custo da implementação da rede (INEE, 2017; RODRIGUES, 2014; FREITAS, 2015). Segundo Anjos (2011), para garantir um melhor desempenho, rendimento e conforto, os sistemas eletrônicos embarcados passaram a serem aplicados constantemente as arquiteturas elétricas dos veículos.

3. Sistemas de medição dos veículos elétricos

Os sistemas eletrônicos embarcados são utilizados para aplicações específicas tendo uma resposta instantânea. Essas unidades são utilizadas frequentemente na indústria automobilística em veículos elétricos e híbridos, como também em freios anti-bloqueio (ABS) e controle de tração.

Estes sistemas quando adicionados a sistemas mecânicos mostram um desempenho superior, apresentando ganhos de conforto, segurança, menor consumo e impacto ao meio ambiente, não limitando-se apenas ao controle do motor. As evoluções são tão evidentes que 80% das inovações derivam da área eletrônica e representam aproximadamente 20% do custo dos automóveis (POGGETTO, 2009).

Nos VE's esse sistema tem por objetivo realizar o gerenciamento do consumo energético aumentando assim o rendimento, eficiência e autonomia. O principal foco para o controle é manter a tensão de alimentação constante e realizar a medição da corrente consumida pelo automóvel (IMBASCIATI, 2012).

O sistema de gestão das baterias faz o controle de diversas aplicações adicionadas aos VE's, dentre elas pode-se destacar em relação a este trabalho a telemática e sistemas *X-by-Wire*. A telemática é um sistema de transferência de informações de dados do veículo para uma base externa, a fim de diagnosticar problemas e fazer ajustes. Já o *X-by-Wire* é qualquer sistema acionado eletricamente por cabos, substituindo acionamento mecânicos, hidráulicos ou então pneumáticos, oferecendo um diagnóstico fácil em caso de problema, como também aumentando a precisão e confiabilidade. Sistemas como este são vistos atualmente como em ajustes de suspensão, injeção eletrônica e direção elétrica (POGGETTO, 2009).

Em veículos, a transmissão e recepção de informações é feita por diferentes padrões de redes de comunicação (FLORIDO, 2008). Um modelo utilizado em larga escala na indústria automotiva é a rede CAN (*Controller Area Network*). Esta rede é provida de diversos módulos em estrutura linear, conectados a um barramento. (PAPAIOANNOU, 2005; SILVA, 2009). Outra opção de rede é a *Byteflight*, que tem o princípio de funcionamento semelhante à CAN, diferenciando-a pela utilização de fibra óptica para comunicação. Por este motivo apresenta maior largura de banda, comunicação bidirecional por apenas um cabo e maior velocidade de resposta, tornando mais vantajosa sua utilização em sistemas de segurança como *air-bag* e pré-tensores de cinto de segurança, pelo curto tempo de ação (MENDES; SANTOS, 2007; PAPAIOANNOU, 2005; SILVA, 2009).

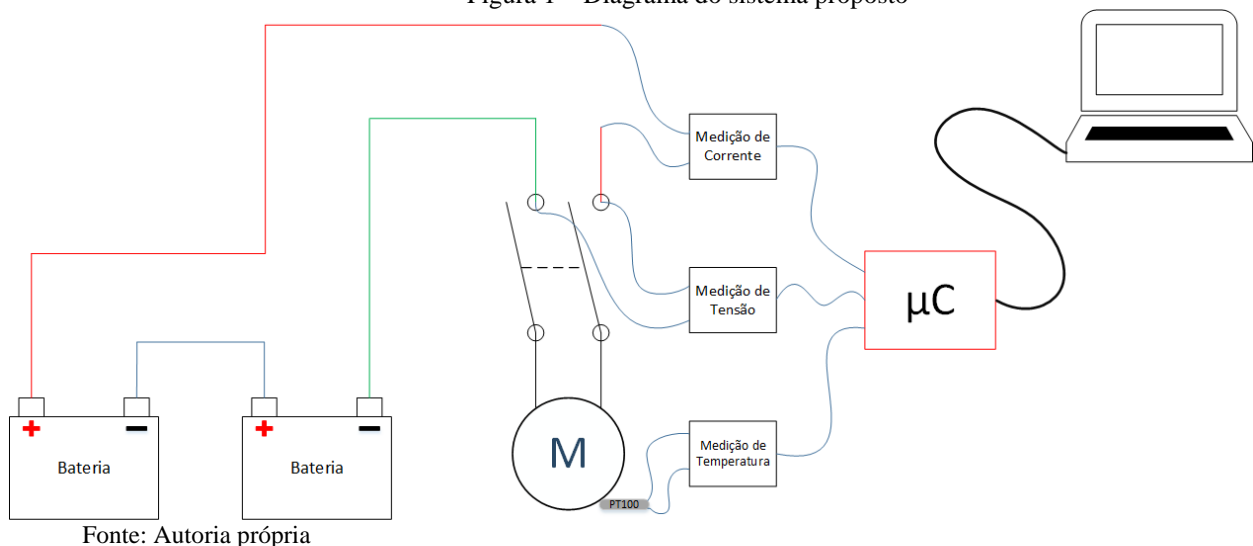
4. Sistema proposto para monitoramento

Para que o sistema pudesse ser desenvolvido, inicialmente buscou-se analisar as características técnicas do veículo elétrico desenvolvido pela UTFPR – Pato Branco para competições de eficiência energética. Por se tratar de um veículo de competição, a primeira

limitação é o espaço que pode ser destinado ao sistema, devendo ser questionado os tamanhos dos componentes. Outro empecilho, é a vibração durante a movimentação do veículo, para isso uma simples alternativa de soldagem em placa de circuito impresso foi a opção definida. Além disso, o sistema a ser montado tem disponível como especificação técnica do veículo, sistema totalmente em corrente contínua, alimentação de 36 Volts e correntes que no intervalo de -30 a +30 Ampéres, levando em consideração uma futura implementação de sistema de regeneração de energia.

O sistema proposto consiste de sensores para medição acoplados ao seu circuito de condicionamento de sinal, Unidade Central de Processamento e link de comunicação, conforme apresentado na Figura 1. As baterias são ligadas em série para que se obtenha uma tensão mais elevada em paralelo com o motor. Para medição de tensão elétrica há uma conexão em paralelo com o sistema e para medição de corrente a conexão é realizada em série. Todos os dados são enviados para um computador onde as informações são gravadas para posterior análise.

Figura 1 – Diagrama do sistema proposto



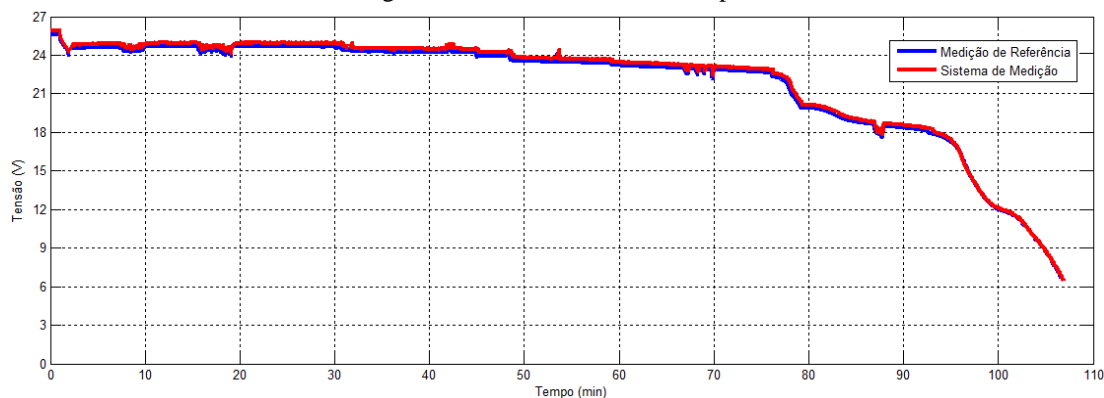
O sistema de medição é composto de 3 pontos, os quais são responsáveis pelo sensoriamento da tensão, corrente e temperatura. Através desse, cada bloco realiza as medidas por meio de seu circuito elétrico, e tem, como saída, um nível de tensão correspondente ao valor da grandeza medida. O bloco responsável pela medição da tensão do sistema proposto consiste em um divisor resistivo acoplado a um amplificador de instrumentação. A medição da corrente foi feita por um sensor de efeito Hall ACS712. O bloco de medição de temperatura foi implementado por uma ponte de Wheatstone e pelo sensor PT100, acompanhado de um circuito elétrico que fizesse o condicionamento desta grandeza. De modo a validar os circuitos propostos, foi realizada o

comparativo dos sistemas com um sistema de referência. O sistema de referência utilizado foi o Multímetro Digital ICEL MD-6510.

4.1 Medição de tensão

Com o projeto realizado, foi feita a confecção da Placa de Circuito Impresso (PCI) através do *software* Eagle[®] e posteriormente os componentes eletrônicos foram fixados a placa, concluindo o *hardware* para desenvolvimento desta análise inicial. A análise do sistema em funcionamento com resultados de testes preliminares é apresentada na Figura 2 em que é possível visualizar a a tensão em relação a aplicação de duas baterias em um motor ligado totalizando aproximadamente 25 Volts. Este sistema implementado foi utilizado neste artigo como referência para as análises.

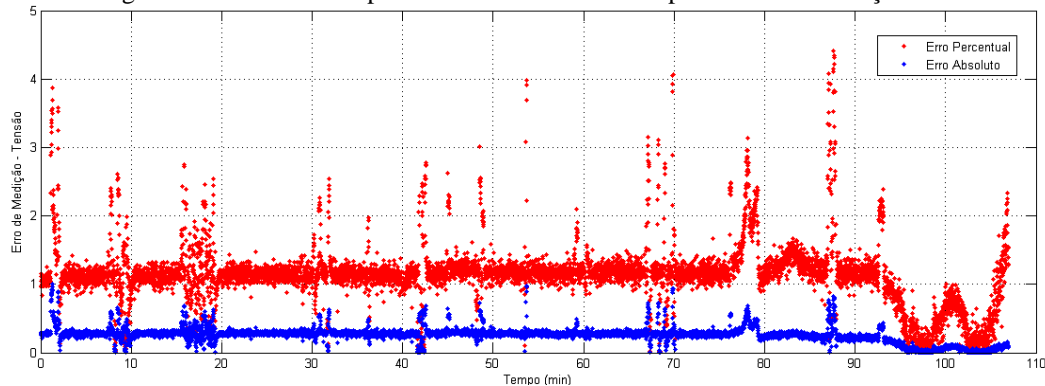
Figura 2 – Sinal de tensão obtido pelo sistema



Fonte: Autoria própria

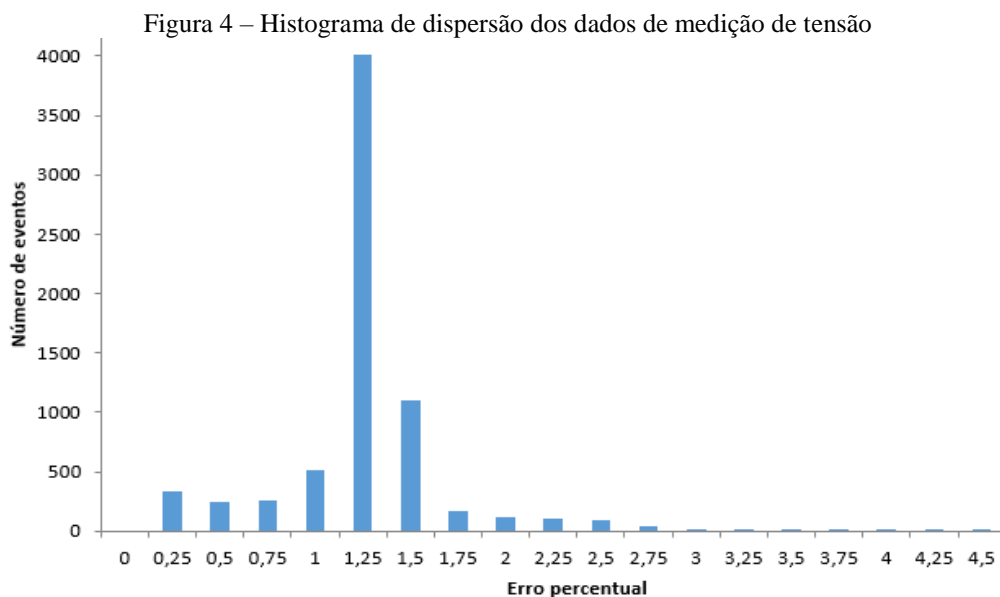
Através dos dados coletados e provendo da teoria de erros, calculou-se os desvios absolutos e percentuais, encontrando o gráfico de dispersão apresentado na Figura 3. Pode-se notar que o sistema apresentou erros absolutos de até 1 Volt e percentuais de até 4,5%. Este picos são oriundos de alterações abruptas em sua carga, fazendo com que apresentasse algumas oscilações.

Figura 3 – Gráfico de dispersão do desvio absoluto e percentual na medição de tensão



Fonte: Autoria própria

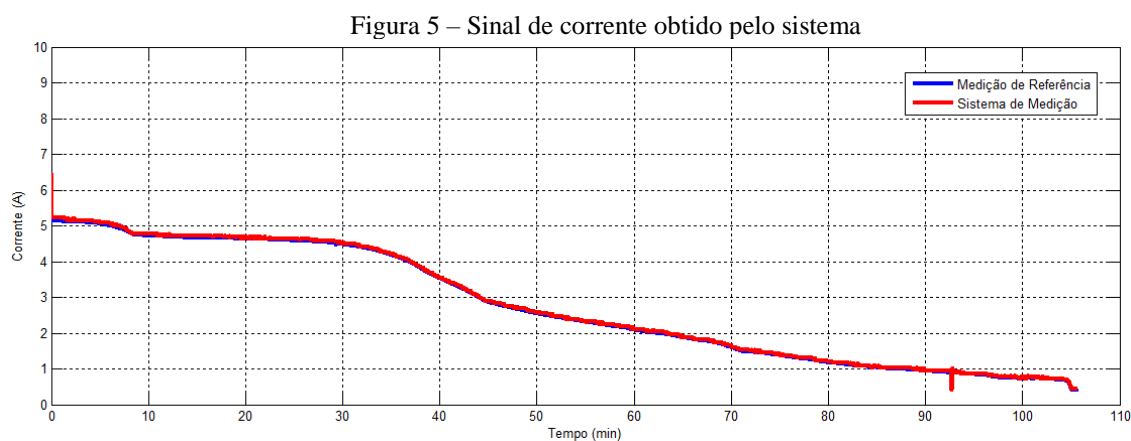
De modo a facilitar a quantificação deste comparativo é apresentado o histograma da Figura 4. Pode-se observar que mesmo tendo picos de erro de até 4,5%, a maior parte concentrava-se em valores percentuais menores do que 2,5%, no qual totalizam-se 98,38% das medições de tensão.



Fonte: Autoria própria

4.2 Medição de corrente

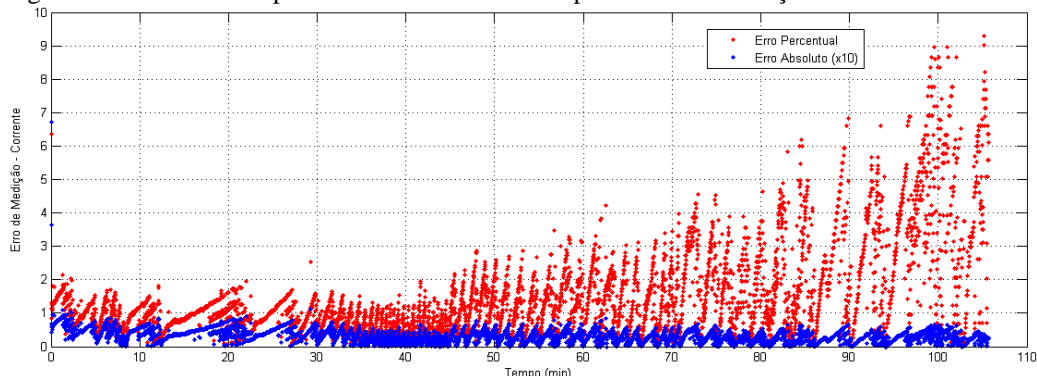
Foi realizado, de mesmo modo, a confecção do sistema de medição de corrente. O circuito foi constituído de duas baterias em série, fornecendo uma tensão de 25 Volts ao motor. O gráfico da medição realizada é apresentada pela Figura 5. Pode-se visualizar a dinâmica do motor, que em sua partida tem um pico de corrente. Algumas oscilações vistas são oriundas da aplicação de uma força contrária a rotação do eixo de maneira aleatória no tempo.



Fonte: Autoria própria

A Figura 6 apresenta os desvios na medição. Mesmo apresentando erros percentuais pontuais de quase 10%, notasse que as amplitudes dos desvios foram inferiores a 0,1 A.

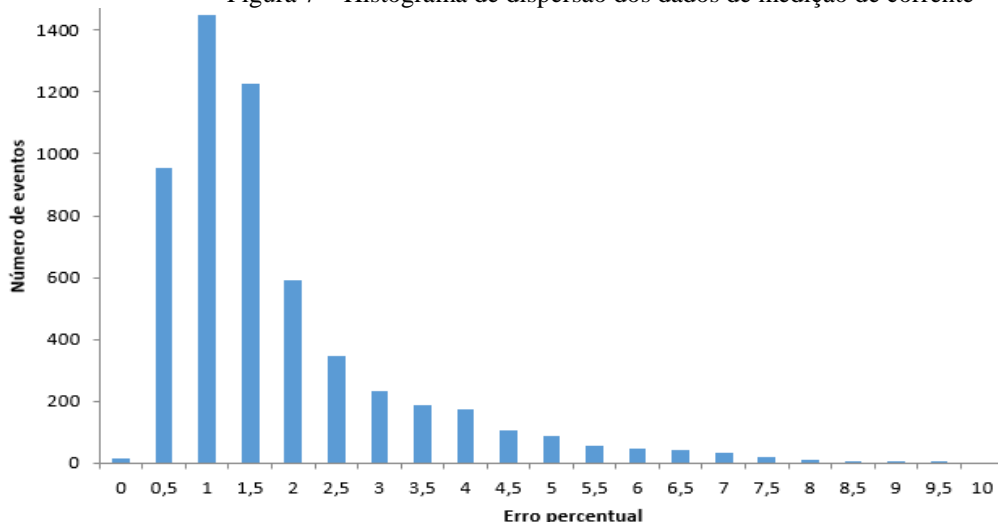
Figura 6 – Gráfico de dispersão do desvio absoluto e percentual na medição de corrente



Fonte: Autoria própria

O histograma da Figura 7 apresenta os desvios da medição. Considerando o mesmo limite de 2,5%, nesse caso 81,83% do número de eventos concentraram-se abaixo desta faixa.

Figura 7 – Histograma de dispersão dos dados de medição de corrente

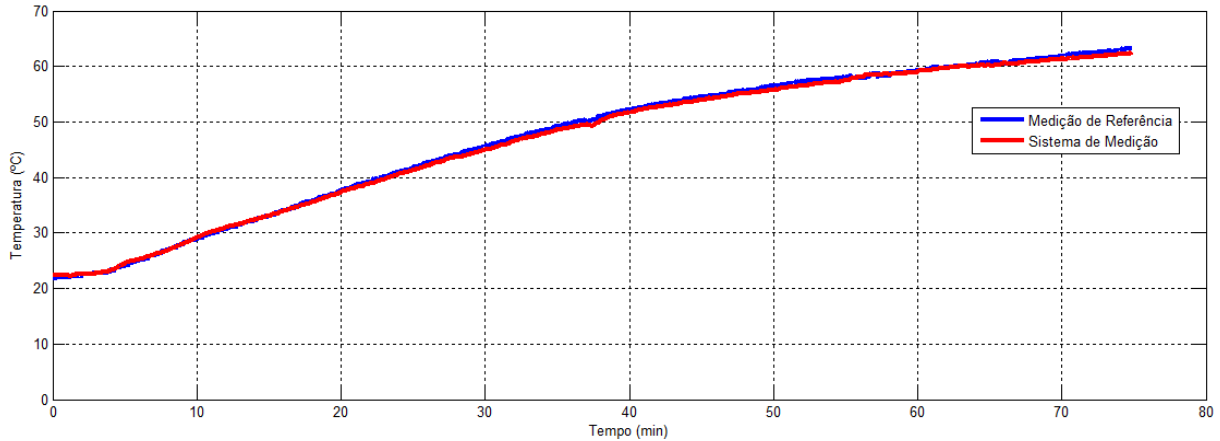


Fonte: Autoria própria

4.3 Medição temperatura

Para o desenvolvimento do sistema de medição de temperatura foi utilizado uma ponte de *wheatstone* com transdutor de temperatura e termoresistência PT100. A medição da temperatura, apresentada na Figura 8, foi realizada através da fixação do sensor na carcaça do motor. O motor foi submetido, novamente aos 25 Volts.

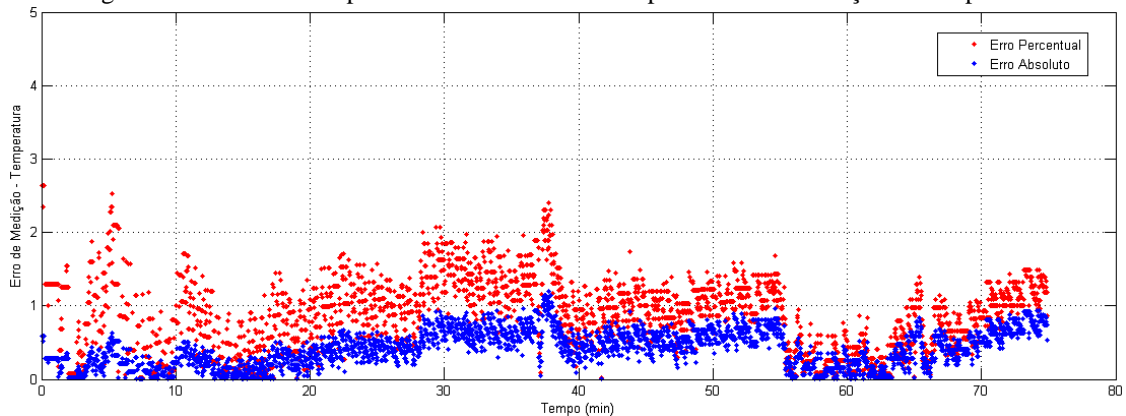
Figura 8 – Sinal de temperatura obtido pelo sistema



Fonte: Autoria própria

A Figura 9 apresenta a dispersão dos erros na medição. Os valores percentuais de desvio chegaram a 2,5%, o que representa aproximadamente 1 °C, considerado pequeno em relação a um motor que pode chegar até 200 °C.

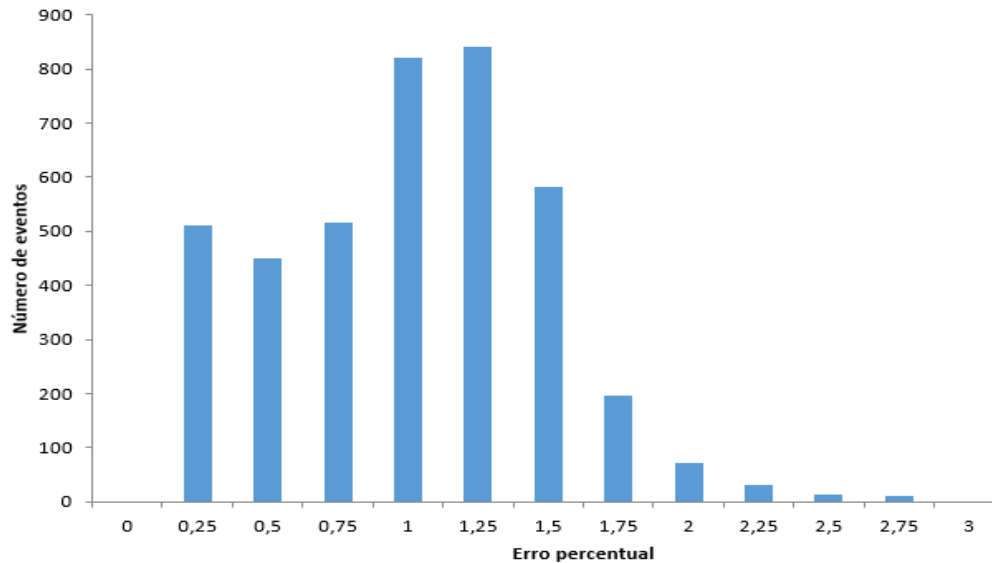
Figura 9 – Gráfico de dispersão do desvio absoluto e percentual na medição de temperatura



Fonte: Autoria própria

Através do histograma da Figura 10, nota-se que este é o sistema com melhor resultado. Sendo que, 99,7% dos dados coletados na medição foram menores que o limitante de 2,5%.

Figura 10 – Histograma de dispersão dos dados de medição de temperatura



Fonte: Autoria própria

5. Conclusões

Um assunto de constante discussão na atualidade é o máximo aproveitamento dos recursos energéticos. Neste contexto enquadram-se os carros elétricos. Foi realizado um estudo bibliográfico elaborado sobre o projeto proposto, analisou-se então maneiras de se mensurar as grandezas de suma importância relacionadas aos automóveis movidos à eletricidade. Em vista disso, a alternativa escolhida foi desenvolver um sistema embarcado, que efetuando suas medições, torna-se possível o aprimoramento da eficiência energética.

Para que o sistema pudesse entrar em funcionamento, após a análise das características técnicas do protótipo de veículo elétrico desenvolvido pela UTFPR- Pato Branco, vários testes foram realizados para melhor compreensão do funcionamento. Os transdutores foram escolhidos através de especificações técnicas e elétricas do veículo elétrico, definidas pela aplicação no qual se insere o trabalho. Com os sensores definidos, foram desenvolvidos circuitos de condicionamento do sinal de sua saída, o *hardware* do sistema e gerenciamento dos transdutores.

O circuito de temperatura, o qual em 99,7% dos dados de medição apresentou erros de no máximo 1,2 °C, que correspondem a 2,5% de desvio em relação ao instrumento de referência, o que torna este a melhor medição dentre os circuitos implementados. O circuito de medição de tensão apresentou desvios de até 4,5% em seu parâmetro que equivalem a aproximadamente 1 Volt, mas em 98,38% das suas medições concentrou seus valores medidos inferiores a 2,5% de discrepância. O circuito de medição de corrente teve erros percentuais de até 10% que consistem em quase 0,1 A

de desvio absoluto no ponto identificado, que analisado em valores absolutos é baixo, mesmo assim, a sua dispersão ao valor de referência esteve retida em 81,83% dos casos no limiar de 2,5% de erro.

Referências

AGOSTINHO, F. R.; ROCCA, G. A. D.; FERREIRA, F. C. S.; STEFENON, S. F. Estudo sobre a viabilidade financeira na atualização tecnológica de uma planta fabril: Utilização de motores elétricos de alta eficiência e iluminação LED. **Revista Espacios**, v. 38, n. 12, p. 5-17, 2017. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a17v38n12/17381205.html>>. Acesso em: 05 Jun. 2017.

ANJOS, Eduardo G. P. **A Evolução da Eletrônica Embarcada na Indústria Automobilística Brasileira**. Monografia (Especialista em Processos Industriais). Centro Universitário do Instituto de Mauá de Tecnologia. São Caetano do Sul, 2011.

BARASSA, Edgar. **Trajetória Tecnológica do Veículo Elétrico: Atores, Políticas e Esforços Tecnológicos no Brasil**. 2015. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

BUENO, E. S.; PEIXOTO, P. T., **Os Impactos do Automóvel no Meio Ambiente**. São Paulo, 2012. Disponível em: <www.ecodebate.com.br> Acesso em 28 fev. 2017.

DIAS, Carlos M. T. **Projeto e desenvolvimento de um automóvel híbrido**. 2013. 111 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2013.

EHSANI, M.; GAO, Y.; EMADI, A. **Modern Electric Hybrid Electric and Fuel Cell Vehicles**. CRC Press, 2010.

FLORIDO, Ivan R. **Rede de Sensores sem fio em Ambientes Veiculares baseada no Padrão Zigbee**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

FREITAS, Daniel Z. **Análise de Eficiência e Controle de um Sistema Integrado Roda-Motor Elétrico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

HABITAT. **State of the world's cities 2012/2013**. 2013. 100 f. Disponível em: <<https://unhabitat.org/un-habitat-annual-report-2012/>>. Acesso em: 03 ago. 2017.

FONTAÍNHAS, José J. C. **Avaliação da viabilidade econômica da aquisição de um veículo elétrico em Portugal**. 2013. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Universidade do Minho, Braga, 2013.

IMBASCIATI, Henrique. **Estudo descritivo do sistemas, subsistemas e componentes de veículos elétricos e híbridos**. 2012. Monografia (Especialização em Engenharia Automotiva) – Escola de

Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia. São Caetano do Sul, 2012.

INEE, Instituto Nacional de Eficiência Energética. **Veículos Elétricos – Sobre Veículos Elétricos**. 2017. Disponível em: < http://www.inee.org.br/veh_sobre.asp?Cat=veh>. Acesso em: 10 Jun. 2017.

LUCENA, Samuel E. **A survey on electric and hybrid electric vehicle technology**. In: **Electric Vehicles – The Benefits and Barriers**. InTech, 2011.

MELO, Rodnei R. de. **Conversor CC-CC Bidirecional Intercalado aplicado a supercapacitores para Veículos Elétricos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

MENDES, H.; SANTOS, P. **Redes de Comunicação Automotivas**. 2007. Instituto Superior de Engenharia de Porto, Portugal, 2007

NETO, Alcides C. M. **Telemetria Automotiva via Internet Móvel**. 2009. 112 f. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) – Departamento de Ciência da Computação, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

NETO, Arthur K. **Cenário Brasileiro para os Veículos Elétricos**. 2013. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2013.

PAPAIOANNOU, Lannis Nicolaos. **Estudo da Eletrônica Embarcada Automotiva e sua situação atual no Brasil**. 2005. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Automotiva) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

POGGETTO, Gustavo D. **Critérios para seleção da arquitetura elétrica veicular em mercados emergentes**. 2009. Dissertação (Mestre em Engenharia Automotiva) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

RAMOS, K.; BARP, J. L.; ROCCA, G. A. D.; FERREIRA, F. C. S.; STEFENON, S. F. Alert and protection system for children in vehicles. **Business and Management Review**, v. 5, n. 10, p. 01-07, 2016. Disponível em: <[http://www.businessjournalz.org/articlepdf/BMR-510004-August%20-2016-5\(10\)-a.pdf](http://www.businessjournalz.org/articlepdf/BMR-510004-August%20-2016-5(10)-a.pdf)>. Acesso em: 05 Jun. 2017.

RIGHEZ, F.; DELA ROCCA, G.; ANDRADE ARRUDA, P.; FRIZZO STEFENON, S. Análise de Viabilidade Técnica e Financeira de um Site de Internet Banda Larga Fixa. **Revista GEINTEC - Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 6, n. 4, p. 3537-3552, 2016. Disponível em: <<http://revistageintec.net/portal/index.php/revista/article/view/984>>. Acesso em: 05 Jun. 2017.

RODRIGUES, Márcio do Carmo B. P. **Integração de filtro ativo de Potência Monofásico e Bifásico ao Sistema de Propulsão de um Veículo Elétrico**. 2014. Tese de Doutorado (em Sistemas Eletrônicos) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

SILVA. Adelino, **Redes de comunicações no automóvel - Sistemas Automóveis**, 2009. Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores. Disponível em:

<http://ave.dee.isep.ipp.pt/~mjf/act_lect/SIAUT/Trabalhos%202008-09/SIAUT2009_comunicacoesAutomovel.pdf>. Acesso em 14 Mar. 2017.

STEFENON, S. F. et al. Diagnostic of Insulators of Conventional Grid Through LabVIEW Analysis of FFT Signal Generated from Ultrasound Detector. **IEEE Latin America Transactions**, v. 15, n. 5, p. 884-889, maio. 2017.

STEFENON, S. F. *et al.* Analysis of the Electric Field in Porcelain Pin-Type Insulators via Finite Elements Software. **IEEE Latin America Transactions**, v. 16, n. 10, p. 2505-2512, out. 2019.

Recebido em: 30/08/2017

Aprovado em: 16/12/2020