

# EXPERIÊNCIAS COM ELETRÔNICA EM UMA TURMA DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL

Elis Jennifer Jaeger Laissmann<sup>1</sup>, Kelvin Fernandez Martins<sup>2</sup>, Rodrigo da Costa<sup>3</sup>, Samuel Diehl<sup>4</sup>,  
Vicenzo Baldasso<sup>5</sup>, Luis Antonio Orlandini<sup>6</sup>, Márcia Jussara Hepp Rehfeldt<sup>7</sup>

**Resumo:** Este estudo tem por objetivo apresentar duas experiências realizadas na área de eletrônica, desenvolvidas por alunos do Curso de Aprendizagem Industrial em Eletrônica do Centro de Educação Profissional SENAI Lajeado, que foram expostas na II Feira de Ciências Univates – descobrindo talentos, realizada no Câmpus da IES no mês de outubro de dois mil e doze. Foram abordadas propostas de desenvolvimento de experimentos em eletrônica, com o intuito de proporcionar aos alunos uma oportunidade de ampliarem os seus conhecimentos, além de expor os resultados de suas pesquisas e trabalhos para a comunidade. Como resultado final observaram-se o desenvolvimento do gosto dos alunos pela área da engenharia, comprovada pelo ingresso de um aluno no ensino superior nessa área, bem como a participação de outros em projetos de Extensão da Univates, como o Baja.

**Palavras-chave:** Feira de Ciências. Experimento em eletrônica. SENAI.

## 1 INTRODUÇÃO

O Curso de Aprendizagem Industrial em Eletrônica, ministrado no Centro de Formação Profissional SENAI Lajeado, tem por objetivo principal a formação de jovens para atuação na área de projeto, construção e manutenção de equipamentos e circuitos eletrônicos, por meio do estudo de características e especificações físicas de componentes eletrônicos, além de técnicas de análise de circuitos eletroeletrônicos e do uso de equipamentos para teste e medição de circuitos e componentes eletrônicos.

Em decorrência de suas atividades no curso citado, surgiu, por parte dos alunos, o objetivo de desenvolver alguns trabalhos para exposição na II Feira de Ciências Univates – descobrindo talentos, como forma de expor seus trabalhos para a comunidade acadêmica.

O primeiro estudo descrito refere-se a um teclado musical e o segundo trata de um protótipo de veículo movido à energia elétrica.

---

1 Aluna do Curso Aprendizagem Industrial em Eletrônica do Centro de Educação Profissional SENAI Lajeado.

2 Aluno do Curso Aprendizagem Industrial em Eletrônica, do Centro de Educação Profissional SENAI Lajeado.

3 Aluno do Curso Aprendizagem Industrial em Eletrônica, do Centro de Educação Profissional SENAI Lajeado.

4 Aluno do Curso Aprendizagem Industrial em Eletrônica, do Centro de Educação Profissional SENAI Lajeado.

5 Aluno do Curso Aprendizagem Industrial em Eletrônica, do Centro de Educação Profissional SENAI Lajeado.

6 Professor orientador do trabalho e do Curso Aprendizagem Industrial em Eletrônica do Centro de Educação Profissional SENAI Lajeado.

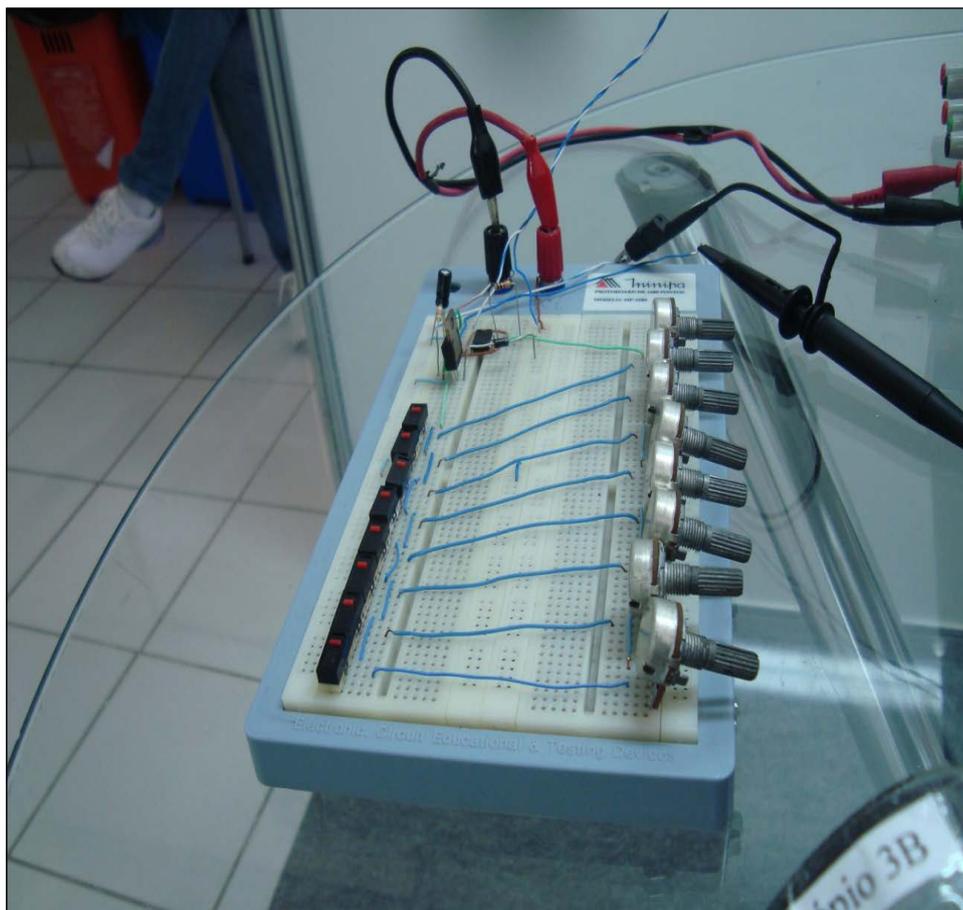
7 Professora do Centro Universitário UNIVATES e integrante da II Feira de Ciências Univates – descobrindo talentos.

## 2 O EXPERIMENTO - PEQUENO TECLADO MUSICAL

Este experimento buscou apresentar um estudo acerca da aplicação da ciência da eletrônica, mostrando a importância da experimentação para o projeto de equipamentos e circuitos eletrônicos. Foi experimentado o desenvolvimento do circuito eletrônico de um pequeno teclado musical, o qual foi baseado em um circuito eletrônico composto inicialmente de um bloco oscilador, ao qual foram ligados alguns interruptores, que, por sua vez, foram conectados a potenciômetros (utilizados para afinação), e uma saída amplificadora. Um circuito oscilador é basicamente um circuito eletrônico em cuja saída é possível obter uma diferença de potencial elétrico (tensão) variável no decorrer do tempo. Controlando-se a taxa de variação (frequência) do sinal presente na saída, pôde-se construir um circuito capaz de simular, com alto grau de realismo, um instrumento musical.

Este experimento teve por objetivo mostrar a todos os interessados a importância da experimentação no processo de projeto e construção de equipamentos eletrônicos, apresentando um circuito eletrônico capaz de executar notas e melodias musicais, formado por um conjunto de teclas (chaves) que, quando pressionadas, permitem a produção de diferentes sons. Com o intuito de divertir e entreter o público, o experimento nada mais é do que a primeira versão de um protótipo de telefone celular de brinquedo, sendo os sons produzidos nele, semelhantes aos produzidos no próprio brinquedo. Uma imagem ilustrativa da montagem realizada pode ser visualizada na Figura 1 a seguir.

Figura 1 – Imagem do teclado



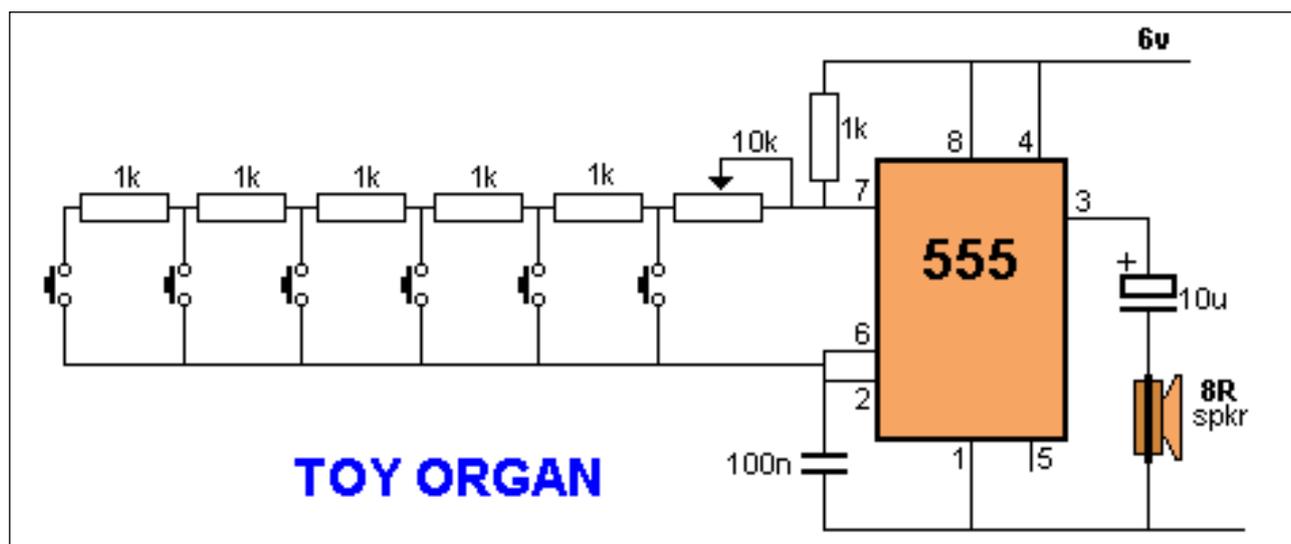
Fonte: os autores (2012).

O estudo foi desenvolvido com base no método dedutivo. Segundo Chemin (2012, p. 72-73), este método consiste em

[...] o pesquisador elege o conjunto de proposições hipotéticas que acredita serem viáveis como estratégia de abordagem para se aproximar de seu objeto. No decorrer da pesquisa, essas hipóteses podem vir a ser comprovadas ou não mediante a experimentação, ou dito de outra forma: com base em um problema, são elaboradas hipóteses (conjecturas de solução a priori, proposições possíveis) e, a partir de princípios estabelecidos, são deduzidas consequências que são testadas por meio de derivações (ou silogismos) ou tentativa de se chegar a um falseamento, contradições que rejeitam ou corroboram a(s) hipótese(s) formulada(s).

Assim, após a obtenção do esquema do circuito, por meio de pesquisas em *sites* da *internet*, trabalhou-se na experimentação/dedução dos valores de resistores para a obtenção de diferentes frequências nos variados componentes. O intuito era utilizar os componentes eletrônicos à disposição no laboratório de eletrônica do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai). Para melhor visualização da afinação, optou-se por colocar potenciômetros no lugar de resistências fixas, o que fez com que a afinação fixa se tornasse variável, fazendo com que a demonstração do equipamento ficasse mais interessante e interativa.

Figura 2 - Circuito eletrônico tomado como modelo para o projeto do teclado musical



Fonte: [http://www.talkingelectronics.com/te\\_interactive\\_index.html](http://www.talkingelectronics.com/te_interactive_index.html)

A frequência de cada nota musical a ser produzida foi obtida por meio de cálculos matemáticos, utilizando um valor de frequência (440 Hz) como referência. Para maior facilidade de afinação, e a fim de obter mais facilmente nos potenciômetros para produção das notas musicais, optou-se pela elaboração de uma tabela de afinação, conforme pode ser visto na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Tabela de afinação

Notas	Frequências (Hz)
DÓ	523
RÉ	587
MI	658
FÁ	698
SOL	783
LÁ	880
SI	987
DÓ	1046

Fonte: os autores (2012).

Na parte de afinação contou-se com a ajuda de um músico e também autor/apresentador do projeto, que, com sua sensibilidade auditiva e seu dom musical, ajudou na tarefa de afinação das notas produzidas. Por meio do uso de um osciloscópio, instrumento eletrônico de medida e aquisição de dados, que cria um gráfico bidimensional visível de uma ou mais diferenças de potencial elétrico, foi possível realizar melhorias no processo de afinação do instrumento e na apresentação do projeto ao público, por meio da visualização de diferenças de frequências obtidas em relação ao padrão adotado, e também de possíveis distorções presentes nas notas musicais produzidas pelo circuito eletrônico.

Na saída do sinal foi utilizado um amplificador de áudio, fornecido pelo professor orientador, de 10W de potência, por ele confeccionado.

O amplificador de áudio acabou por auxiliar na apresentação da montagem ao público, proporcionando um áudio sem ruídos e mais amplo.

Os resultados, visualizados no circuito montado e em funcionamento, evidenciam que a montagem atingiu o resultado esperado no projeto.

O circuito eletrônico montado atendeu aos objetivos do projeto, produzindo oscilações com frequências determinadas, ao serem acionados os interruptores.

Com essa montagem pôde-se concluir que o processo de experimentação é essencial, sendo indispensável na produção de qualquer equipamento ou circuito eletrônico. O que este trabalho apresentou não é apenas um brinquedo, e sim, todo o processo prévio de estudo e pesquisa envolvido no desenvolvimento de um equipamento e a obtenção de um resultado planejado.

### 3 O EXPERIMENTO – VEÍCULO ELÉTRICO (PROTÓTIPO)

O segundo estudo buscou mostrar um pouco da aplicação da eletrônica nos meios de transporte, mais especificamente nos automóveis. Como exemplo, foi construído um simples veículo elétrico que, além de permitir a aplicação de conhecimentos em eletrônica, é ecologicamente correto, pois não libera gases poluentes na sua locomoção. O veículo basicamente é constituído de um chassi, feito de barras de ferro, um motor elétrico com potência de quatro HPs, um sistema de transmissão por corrente, além de circuitos de controle de velocidade e de monitoramento de carga da bateria, como mostra a Figura 3 a seguir.

Figura 3 – Veículo construído



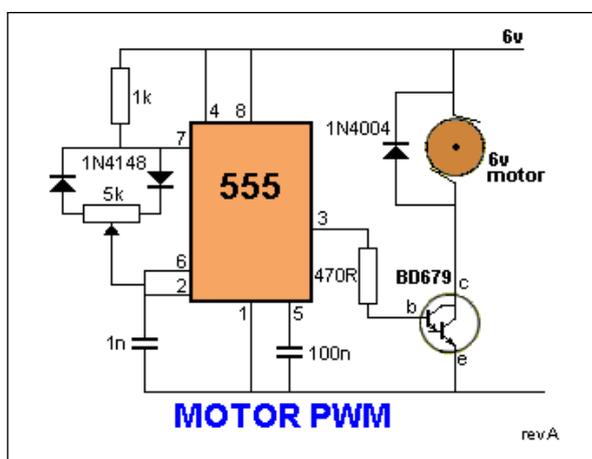
Fonte: os autores (2012).

Para realizar a construção do veículo foram necessários diversos meses de estudos e experimentos para chegar à definição dos componentes e materiais a serem empregados, de modo que se pudesse iniciar a montagem do chassi e das partes mecânicas. Para a montagem e soldagem do chassi e das partes mecânicas foi solicitado o auxílio de um metalúrgico, que, com sua experiência, deu diversas dicas que auxiliaram na construção. Foi determinado um sistema de transmissão por corrente, por ser o mais simples e ocorrer sem deslizamentos. A relação dessa transmissão foi dimensionada como sendo de 3:1, ou seja, a cada três rotações do eixo do motor, há uma rotação no eixo da roda.

O sistema elétrico de controle foi o principal objeto de estudo, já que o objetivo era exibir a aplicação da eletrônica no veículo em questão. Foram tomados como material de apoio para o estudo e desenvolvimento do sistema elétrico os referenciais teóricos Boylestad e Nashelsky (2004) e Rashid (1999) acerca dos dispositivos eletrônicos e circuitos.

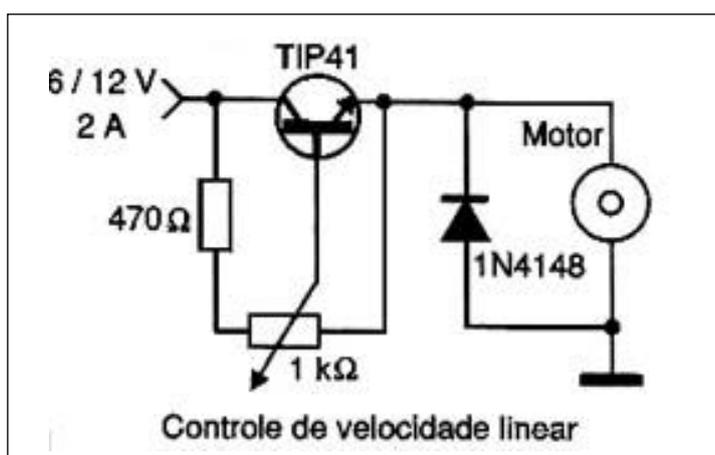
O circuito mais importante desenvolvido foi o de acionamento do motor, no qual ainda se fez necessária a variação de velocidade. Foi adquirido um inversor de tensão elétrica de 12Vcc para 220Vca com potência de 2000W, devido às características elétricas do motor empregado. Partindo das características do motor a ser controlado, foram selecionados diversos circuitos para possível utilização no controle de rotação do motor. Dentre eles estão o circuito de controle de velocidade analógico ou linear e o circuito de controle de velocidade digital ou por PWM (*Pulse Width Modulation* – Modulação por Largura de Pulso). Exemplos são mostrados nas figuras 4 e 5.

Figura 4 – Circuito para controle de velocidade por Modulação por Largura de Pulso



Fonte: [http://www.talkingelectronics.com/te\\_interactive\\_index.html](http://www.talkingelectronics.com/te_interactive_index.html)

Figura 5 - Circuito para controle de velocidade linear

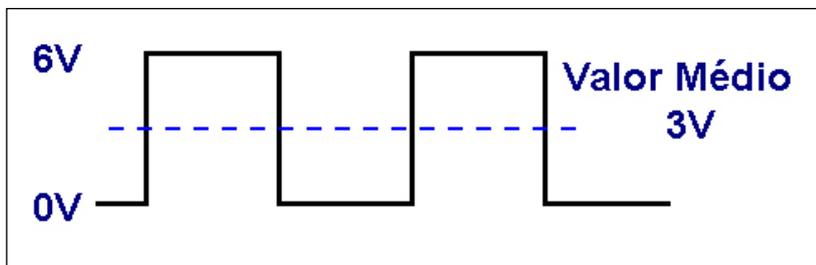


Fonte: <http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/robotica/5171-mec073a>

O circuito de controle de velocidade linear funciona variando a tensão enviada ao motor, por meio da mudança de condutividade do transistor bipolar. Quando se gira o eixo do potenciômetro, altera-se a tensão aplicada na base do transistor, fazendo-o conduzir mais ou menos corrente. Como principal característica positiva desse tipo de controle está a extrema simplicidade, entretanto possui uma grande desvantagem que é a alta potência dissipada pelo transistor, na forma de aquecimento.

Ao contrário do circuito de controle de velocidade linear, o circuito de controle de velocidade por PWM dissipa menos potência porque o sinal que é aplicado à base do transistor é pulsado e não contínuo, como nos controles lineares. Apresenta, porém, como principal desvantagem a sua maior complexidade em relação aos controles lineares. A Modulação por Largura de Pulso, é o controle da quantidade de energia elétrica repassada a um elemento consumidor por meio da mudança do tempo de duração da condutividade dos transistores, da aplicação de sinais de controle com largura, ou tempo de duração, maior ou menor, dependendo da quantidade de energia que se deseja repassar ao respectivo consumidor. Quando aplicado à carga, esses pulsos são convertidos em uma tensão média, podendo variar para mais próximo de um máximo ou de um mínimo, dependendo da largura empregada para os pulsos. O sinal de controle obtido pode ser visualizado na Figura 6.

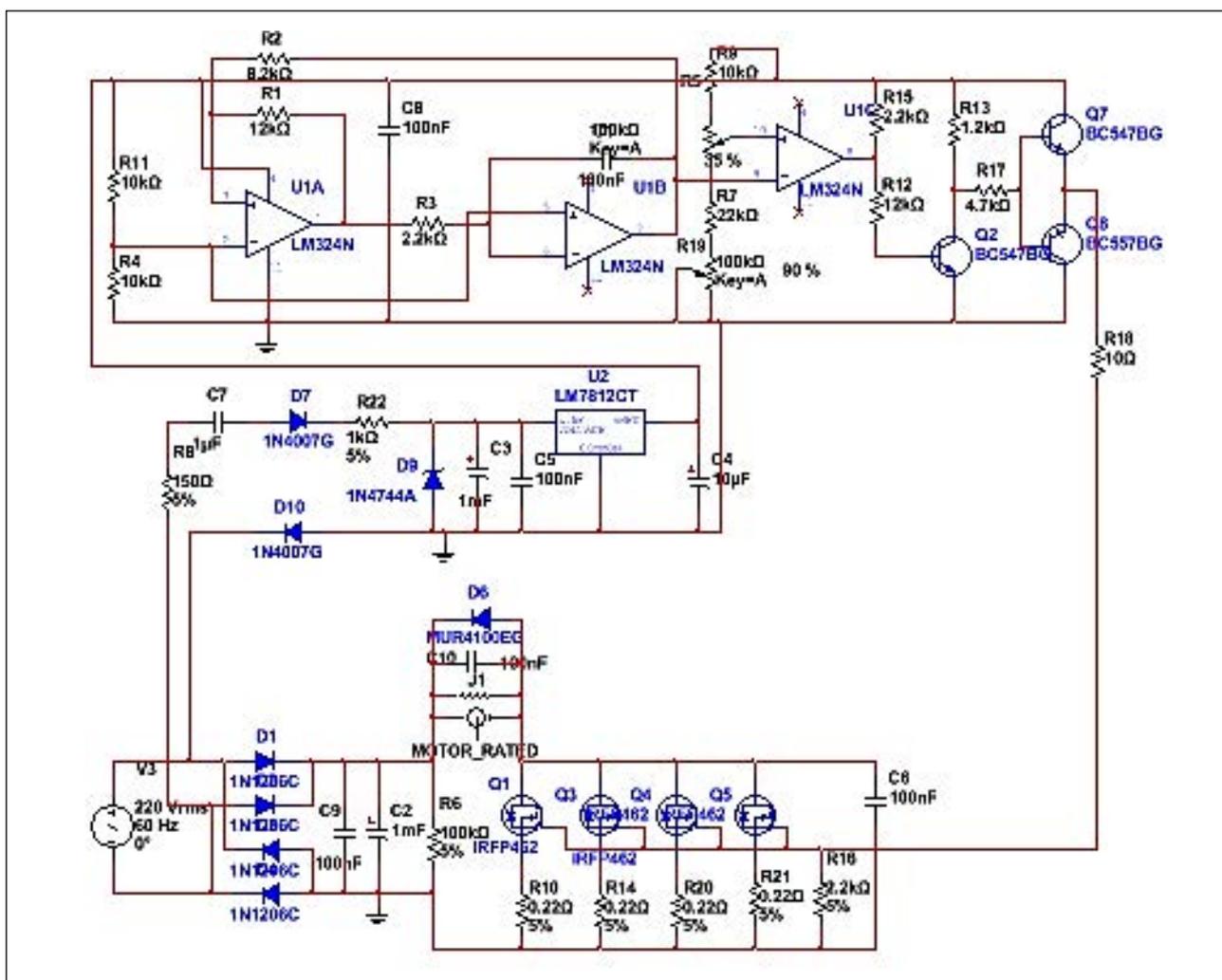
Figura 6 – Valor de tensão média de um sinal PWM



Fonte: <http://www.roboconet.net/modules.php?name=Forums&file=viewtopic&p=34739>

O circuito que acabou sendo selecionado para a implementação do controle de rotação do motor foi o por PWM, por dissipar menos energia em forma de calor, característica muito importante a ser levada em consideração quando o quesito é a autonomia de circulação do veículo. O esquema desse circuito é exibido na Figura 7.

Figura 7 – Circuito eletrônico para controle de rotação do motor

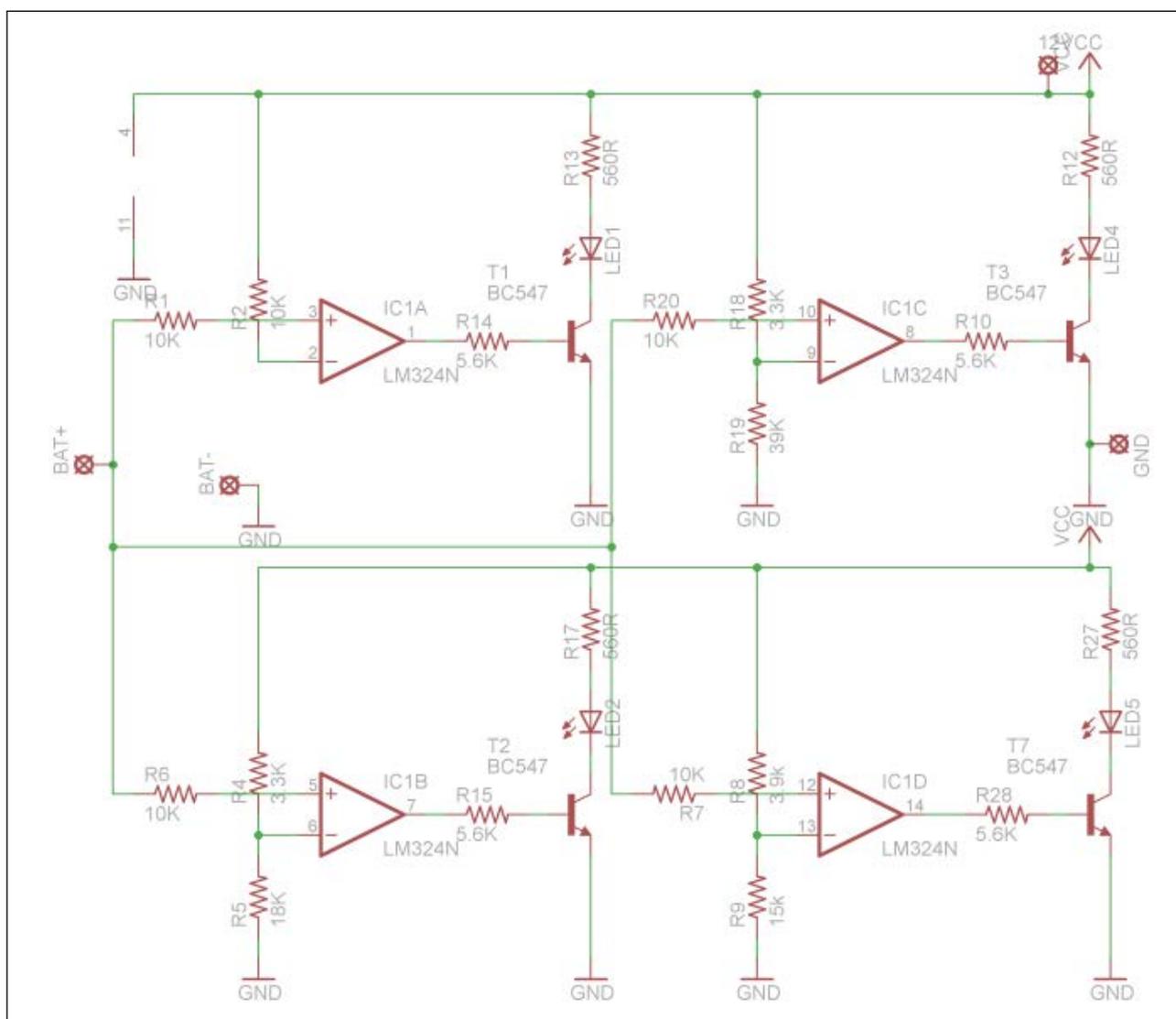


Fonte: os autores (2012).

O esquema pode ser dividido em três partes. A primeira, localizada na região superior, corresponde ao circuito eletrônico que gera o sinal PWM. A segunda, localizada na região intermediária, corresponde ao circuito da fonte de alimentação do circuito. Já a terceira e última parte, localizada na região inferior, é a etapa de potência, responsável direta pelo acionamento e controle da RPM do motor.

Como todo veículo movido por derivados de petróleo possui uma indicação de quanto combustível há no tanque, foi desenvolvido para o protótipo de veículo elétrico um circuito eletrônico capaz de realizar a indicação de quanta energia elétrica ainda resta nas baterias. Ele é composto basicamente por quatro comparadores de tensão que tem suas saídas ativadas com diferentes níveis de tensão da bateria. O primeiro led indica quando a carga da bateria está acabando, começando a piscar quando a bateria apresenta uma diferença de potencial elétrico de 11V. O segundo led apaga quando a tensão da bateria fica abaixo de 11,4V. O terceiro apaga quando a bateria chega em 11,8V. E o quarto led apaga quando a bateria fica abaixo de 12,3V. Um esboço pode ser visto na Figura 8.

Figura 8 – Circuito eletrônico de monitoração da carga das baterias



Fonte: os autores (2012).

Pode-se concluir que o desenvolvimento de um projeto nessa área é de suma importância, pois a preocupação existente nos dias atuais em relação ao meio ambiente e com o desenvolvimento de veículos não poluentes levaram a desenvolver um protótipo de veículo elétrico. Este projeto teve como objetivo principal construir um veículo movido a baterias, de simples operação e ecologicamente correto.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância da participação dos alunos, como expositores na II Feira de Ciências Univates – descobrindo talentos, foi visivelmente sentida no incremento de conhecimentos que foram desenvolvidos por eles, bem como o aumento da capacidade de assumir responsabilidades. Mais do que participar de um evento, os alunos puderam aprimorar-se ainda mais nos estudos referentes às montagens de seus projetos, atingindo mais plenamente um dos objetivos do Curso de Aprendizagem em Eletrônica, que é o projeto de circuitos eletrônicos.

Também para os alunos envolvidos, a participação foi marcante, principalmente por conta do contato com estudantes e profissionais dessa área de conhecimento, que enriqueceram ainda mais a experiência dos expositores, por meio dos conhecimentos compartilhados e dos questionamentos realizados.

Segundo um dos alunos participantes da Feira de Ciências, as suas expectativas pessoais foram superadas, pela visualização de outros trabalhos expostos e pela interação e troca de experiências com estudantes e professores de cursos de graduação. A participação como expositor serviu para tomar a decisão final quanto ao direcionamento dos estudos após o término do Ensino Médio, vindo o aluno citado a ingressar em um dos cursos de Engenharia ministrados pela Univates.

Segundo outro aluno expositor, a participação na Feira de Ciências foi de suma importância para a tomada de contato com novas ideias e tecnologias. Durante a participação no evento, ele e seu colega, expositores do protótipo de veículo elétrico, acabaram por entrar em contato com alunos dos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia em Controle e Automação, participantes do projeto de construção de um veículo de competição para participação na competição Baja SAE Brasil. Desse contato, surgiu o interesse dos referidos alunos expositores em atuar no referido projeto. Atualmente, eles estão atuando no projeto BAJA Univates, na condição de voluntários, auxiliando nas atividades de pesquisa e desenvolvimento dos sistemas eletroeletrônicos que serão utilizados no protótipo do veículo desse projeto.

Analisando-se as falas dos alunos participantes da Feira de Ciências, pode-se inferir que:

a) a participação dos alunos atingiu um dos objetivos da Feira de Ciências, que segundo Marchi et al. (2012, p. 173), é a busca pelo desenvolvimento de “ações vinculadas à Educação Científica, com ênfase na construção e resgate de processos metodológicos que visam a desenvolver o espírito crítico e criativo dos alunos dos ensinos fundamental, médio e técnico nas escolas do Vale do Taquari”;

b) a Feira de Ciências oportunizou aos alunos uma integração com a universidade e a comunidade, oportunizando aos participantes a aproximação com o meio acadêmico e a pesquisa (SANTINI et al., 2012).

#### REFERÊNCIAS

BOYLESTAD, L.; NASHESKY. **Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2004.

CHEMIN, B. F. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos:** planejamento, elaboração e apresentação. 2. ed. Lajeado: Ed. Univates, 2012. 315 p.

MARCHI, M. I. Et al. II Feira de Ciências Univates – descobrindo talentos para a pesquisa. In: XIV Mostra de Ensino, Extensão e Pesquisa. Lajeado - MEEP, 2012. **Anais...** Disponível em: <[http://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/38/pdf\\_38.pdf](http://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/38/pdf_38.pdf)>. Acesso em: 12 abr. 2013.

RASHID, M. H. **Eletrônica de Potência** – Circuitos, Dispositivos e Aplicações. São Paulo: Makron Books, 1999.

SANTINI, R. de O. Feira de Ciências Univates – descobrindo talentos para a pesquisa. In: XI Salão de Iniciação Científica da Univates e VI Salão de Extensão, 2012. **Anais...** Disponível em: <[http://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/29/pdf\\_29.pdf](http://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/29/pdf_29.pdf)>. Acesso em: 12 abr. 2013.