



EXPERIMENTOS VIRTUAIS COMO ESTRATÉGIA FLIPPED CLASSROOM PARA DINAMIZAR A DISCIPLINA LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA

Eduardo T. Ueda – edutakeo@usp.br
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
Av. Prof. Almeida Prado, 532 – Butantã
CEP 05508-901 – São Paulo – SP

Stelvio H. I. Barboza – stelvio@pad.lsi.usp.br
Centro Universitário Senac de São Paulo
Av. Eng. Eusébio Stevaux, 823 – Santo Amaro
CEP 04696-000 – São Paulo – SP

Daniel B. Labriola – daniel.labriola@aluno.univesp.br
Antonio E. M. da Silva – 1500549@aluno.univesp.br
Kleber T. Neto – kleber.tadeu.neto@aluno.univesp.br
Universidade Virtual do Estado de São Paulo
R. Líbero Badaró, 293 – Centro
CEP 01009-907 – São Paulo – SP

Resumo: Disciplinas de eletrônica e laboratório de eletrônica são fundamentais em cursos de engenharia elétrica, eletrônica e de computação. Além disso, fornecem a base de conhecimento necessária para o estudo de outras disciplinas posteriores mais avançadas. Dentro deste contexto, em muitas instituições de ensino, como o Centro Universitário Senac de São Paulo, o acesso ao laboratório de eletrônica é permitido apenas durante as aulas ou excepcionalmente acompanhado por uma pessoa responsável pelo laboratório. Tal restrição acaba prejudicando a assimilação dos conceitos essenciais de eletrônica e, consequentemente, contribuindo para aumentar a taxa de evasão de alunos. Para mostrar que é possível melhorar o processo ensino-aprendizagem da disciplina laboratório de eletrônica por meio de uma abordagem ativa, este artigo propõe a adoção de experimentos virtuais como atividades de flipped classroom (sala de aula invertida), para que os alunos possam praticar os conhecimentos da disciplina de eletrônica antes das aulas no laboratório de eletrônica. Tais experimentos foram desenvolvidos em uma ferramenta online de simulação de circuitos, disponível na web para acesso dos alunos em qualquer lugar e horário. Para facilitar o trabalho do professor da disciplina de laboratório, vídeos explicativos de cada experimento virtual também foram preparados. A abordagem proposta não substitui a necessidade de aulas presenciais em laboratório, porém, irá contribuir para reduzir a evasão de alunos no curso, fazendo com que a compreensão do conteúdo das disciplinas de eletrônica e laboratório de eletrônica seja menos árdua. Para comprovar os efeitos benéficos da proposta deste artigo, no próximo semestre letivo será realizado um caso de estudo com os alunos da disciplina laboratório de eletrônica do curso de engenharia da computação do Centro Universitário Senac de São Paulo.

Palavras-chave: Experimentos virtuais, Simulação de circuitos, Sala de aula invertida, Laboratório de eletrônica.



1 INTRODUÇÃO

As disciplinas de Eletrônica e Laboratório de Eletrônica são oferecidas no núcleo básico do curso de Engenharia de Computação do Senac e são de extrema importância para a formação de um Engenheiro deste segmento profissional. Em Laboratório de Eletrônica os alunos desenvolvem atividades práticas reais utilizando equipamentos físicos na especificação, montagem e testes de circuitos eletrônicos. Porém, fora do horário normal da disciplina os alunos enfrentam dificuldade de acesso ao laboratório, pois é necessário ter um professor responsável para acompanhamento em qualquer atividade prática.

O objetivo deste trabalho é propor uma abordagem ativa para melhorar o processo ensino-aprendizagem da disciplina Laboratório de Eletrônica utilizando a estratégia *flipped classroom* (sala de aula invertida), aplicada em algumas disciplinas de instituições como Harvard e MIT (VALENTE, 2014). Assim, será realizado um caso de estudo no Centro Universitário Senac de São Paulo com a adoção de experimentos virtuais fora do horário de aula de Laboratório de Eletrônica.

Flipped classroom, conhecido em português como “sala de aula invertida”, é uma estratégia que visa melhorar o ensino presencial, propondo que o conteúdo de uma disciplina seja estudado antes do aluno frequentar a sala de aula (VALENTE, 2014). A inversão ocorre porque no ensino tradicional a sala de aula serve para o professor iniciar a transmissão de informação para o aluno, que em seguida deve estudar o conteúdo da aula.

Para a aplicação da estratégia *flipped classroom*, é necessário que o professor prepare material e disponibilize aos alunos por meio de uma plataforma *on-line* (vídeos, textos, etc) ou física (textos impressos, por exemplo) antes da aula, de maneira a tornar o encontro presencial mais produtivo devido à prévia reflexão dos estudantes com relação aos tópicos da disciplina.

Este artigo possui, além desta introdução, cinco seções que estão organizados da seguinte forma. A Seção 2, descreve a metodologia aplicada para alcançar o objetivo do trabalho. A Seção 3 apresenta alguns trabalhos que utilizaram a estratégia *flipped classroom*. Na Seção 4 são apresentados os experimentos virtuais propostos. A Seção 5 discute os benefícios deste trabalho. Por fim, a Seção 6 apresenta as considerações finais.

2 METODOLOGIA

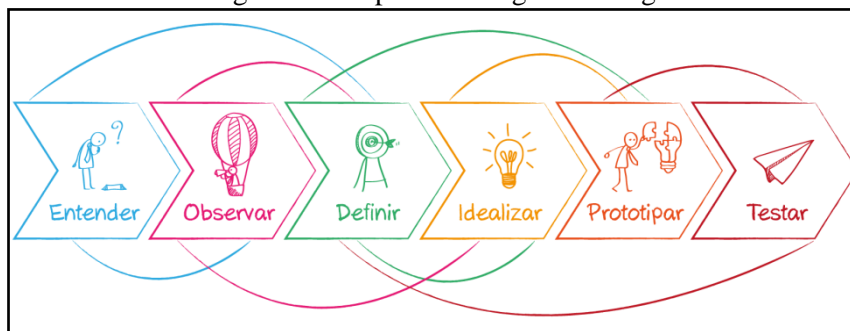
A metodologia adotada para o desenvolvimento deste artigo seguiu as etapas do processo Design Thinking (BROWN, 2010), conforme Figura 1. A primeira etapa consistiu em entender a relevância da utilização de ferramentas computacionais em laboratórios de cursos de engenharia.

A segunda etapa foi a observação do local escolhido para intervenção, no caso o laboratório de eletrônica do curso de Engenharia da Computação do Centro Universitário Senac de São Paulo. Na etapa seguinte foi definido o problema a ser tratado, que foi a dificuldade de acesso por parte dos alunos ao laboratório fora do horário de aula. Na fase de idealização foi efetuado um *brainstorm* de ideias culminando na proposta de experimentos virtuais com explicações em vídeos como atividades de *flipped classroom*.

A fase de prototipação foi realizada com a utilização de um software *online* para simulação dos experimentos e a preparação dos vídeos. A fase de teste e verificação da eficácia da solução ocorrerá quando o professor da disciplina de laboratório de eletrônica do Senac aplicar a estratégia deste artigo na disciplina, no segundo semestre de 2017.



Figura 1 – Etapas do Design Thinking.



Para a etapa de prototipação foi escolhido o Multisim Live, pois é uma ferramenta *online* e gratuita (MULTISIM LIVE, 2017). Uma vantagem desta ferramenta é que ela permite fazer simulações interativas em que o aluno pode clicar em um botão e ver um LED acendendo, por exemplo. Nessa situação, é possível supor que o entendimento do funcionamento de um determinado circuito específico é mais claro.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

A estratégia *flipped classroom* vem sendo aplicada como abordagem ativa de aprendizagem em diversas instituições de ensino. Em (DOLGOPOLOVAS *et al*, 2014) os autores aplicaram a estratégia na disciplina Introdução a Orientação a Objetos. O estudo concluiu que a estratégia aumentou o número de horas que os alunos passaram fazendo exercícios práticos. De acordo com este estudo os alunos não aceitaram muito bem a nova abordagem quando foram apresentados a *flipped classroom*, no início do semestre, porém mudaram de opinião ao final do semestre devido o auxílio de uma ferramenta de gerenciamento de tempo.

Em (TREVELIN *et al*, 2013) os autores compararam os resultados de reprovação e satisfação dos alunos, considerando as estratégias de ensino tradicional e *flipped classroom*, na disciplina Sistemas Operacionais. O estudo concluiu que foi possível obter ganhos quantitativos e qualitativos com a aplicação da estratégia *flipped classroom*, devido a diminuição do índice de reprovações e também pela preferência de 90% dos alunos pela nova abordagem de ensino.

Em (BISHOP & VERLEGER, 2013) os autores realizaram uma pesquisa *survey* considerando 24 estudos que aplicaram a estratégia *flipped classroom* em várias áreas. As evidências, apresentadas no *survey*, sugerem que o aprendizado dos alunos tende a melhorar com a estratégia *flipped classroom* comparado ao modelo tradicional.

Especificamente com relação às disciplinas de Eletrônica e Laboratório de Eletrônica, não foram encontrados trabalhos de pesquisa que aplicassem a estratégia *flipped classroom*.

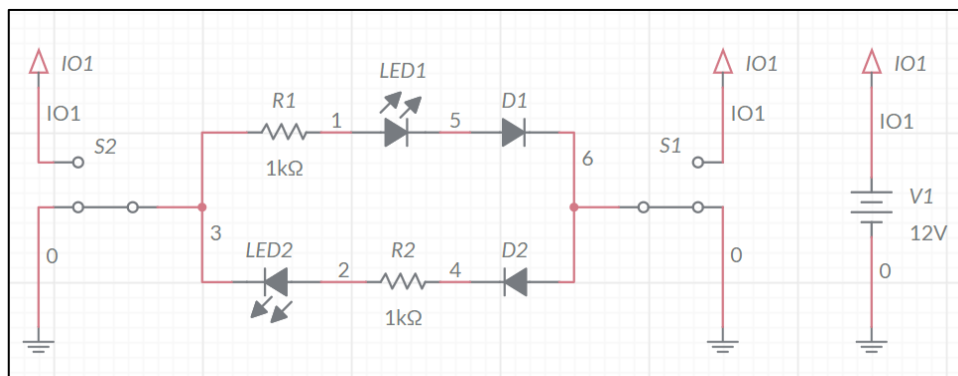
4 EXPERIMENTOS VIRTUAIS

Nesta seção são descritos os oito experimentos virtuais propostos como atividades *flipped classroom* para a disciplina Laboratório de Eletrônica do curso de Engenharia da Computação do Senac. Ao longo do semestre e de acordo com a orientação do professor, antes das aulas presenciais em laboratório, os alunos deverão estudar os experimentos virtuais, montando os circuitos na ferramenta Multisim Live, simulando seu funcionamento e também assistindo os vídeos explicativos para compreender o conteúdo apresentado.



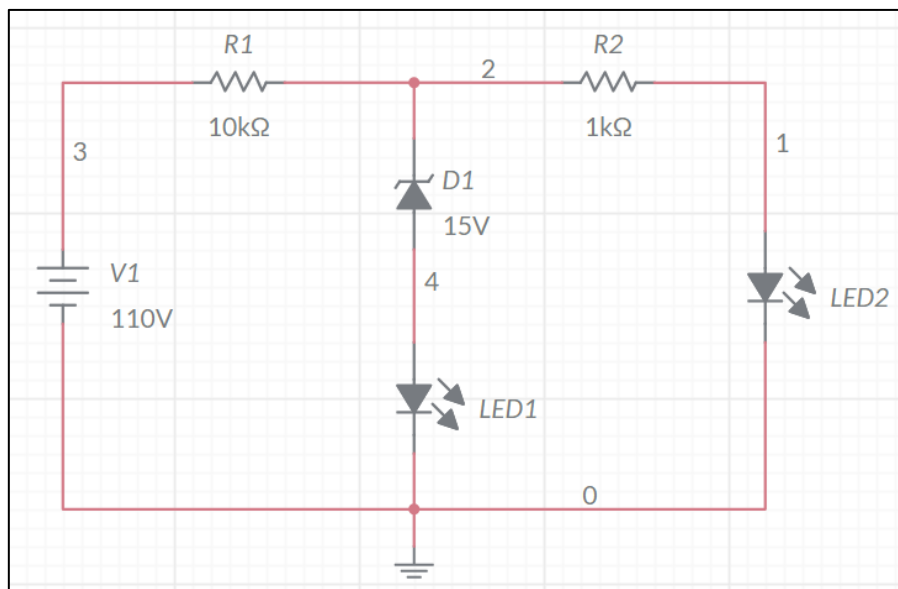
O primeiro experimento virtual consiste no circuito da Figura 2, que tem como finalidade identificar os pólos negativo e positivo de uma fonte de corrente contínua. Neste circuito, quando ocorrer o chaveamento, se o LED1 acender isso indica o sentido correto dos pólos, ou seja, a ponteira da esquerda é o pólo positivo e a ponteira da direita o pólo negativo. Mas se o LED2 acender isso indica sentido invertido dos pólos, ou seja, a ponteira da esquerda é o pólo negativo e a ponteira da direita o pólo positivo.

Figura 2 – Identificador de Polaridade.



O circuito da Figura 3 serve para identificar tensão. Este circuito permite saber se uma tomada é 110 V ou 220 V, por exemplo. Ao conectar o circuito na tomada se acender apenas o LED2, podemos afirmar que isso representa tensão de 110 V. Entretanto, se acender os dois LEDs, temos que isso representa tensão de 220 V.

Figura 3 – Identificador de Tensão.

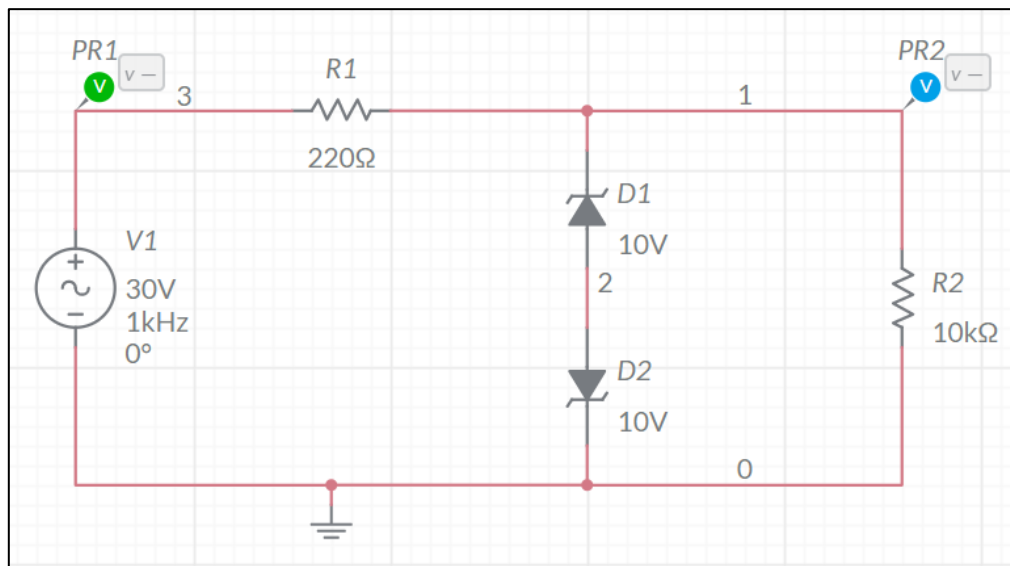


O circuito da Figura 4 é útil para limitar a tensão de uma fonte alternada de acordo com os diodos Zener especificados. Desta forma, é possível proteger o resistor R2 de uma tensão



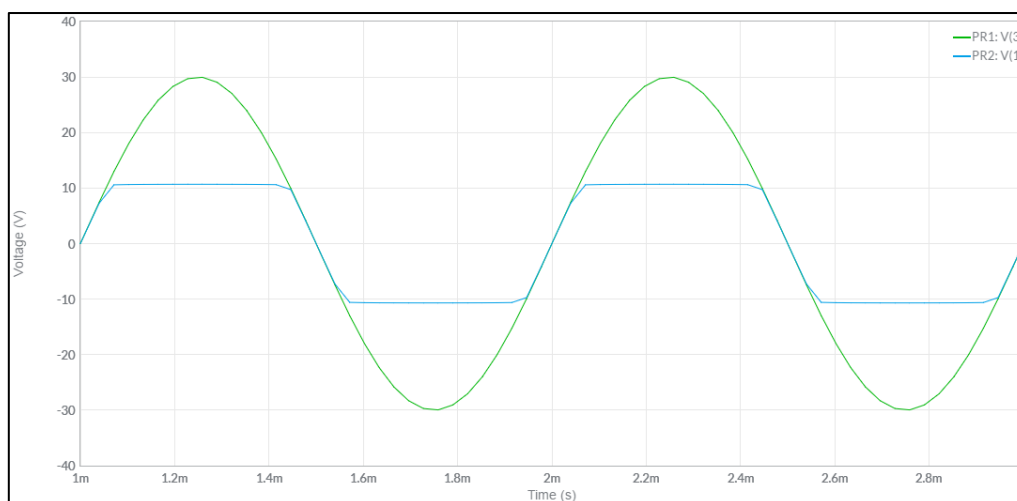
maior que 10 V. A ferramenta Multisim Live permite acrescentar duas ponteiras no circuito para observar as formas de onda.

Figura 4 – Limitador de Tensão.



Como ilustra a Figura 5, a seguir, a fonte possui uma tensão de pico de 30 V, porém, a tensão sobre o resistor R2 não ultrapassa o valor de 10 V. A compreensão de tal circuito é importante porque ele aparece em diversos circuitos mais complexos que o aluno terá que estudar.

Figura 5 – Tensão Limitada em 10V.

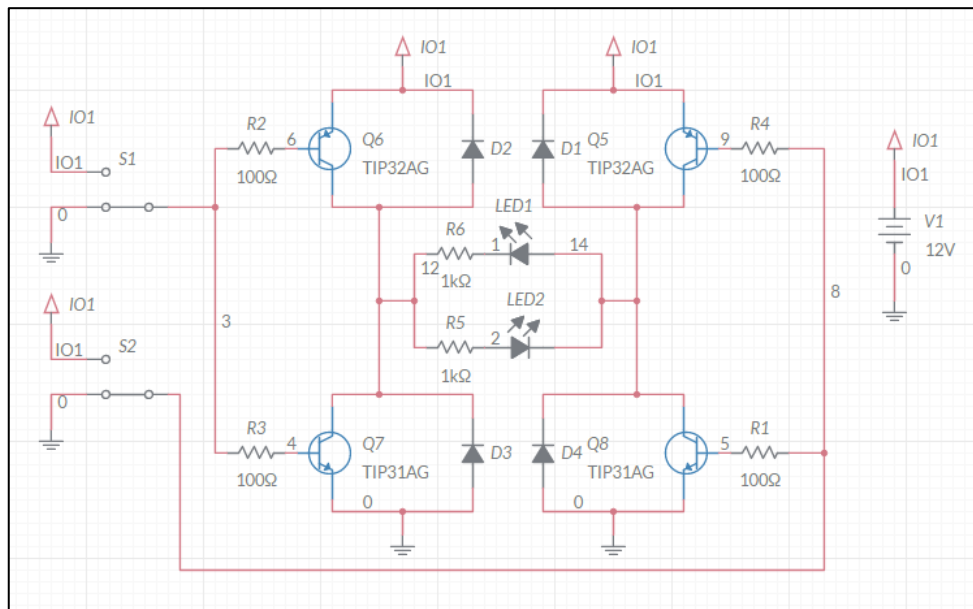


O circuito da Figura 6 é conhecido como Ponte H e é aplicado para controlar o sentido de giro de um motor de corrente contínua. Para ilustrar os dois possíveis sentidos de rotação do motor foram utilizados dois LEDs. Quando é realizado o chaveamento, se o LED1 acender o sentido de rotação do motor é o horário, mas se o LED2 acender o sentido de rotação do motor é o anti-horário.



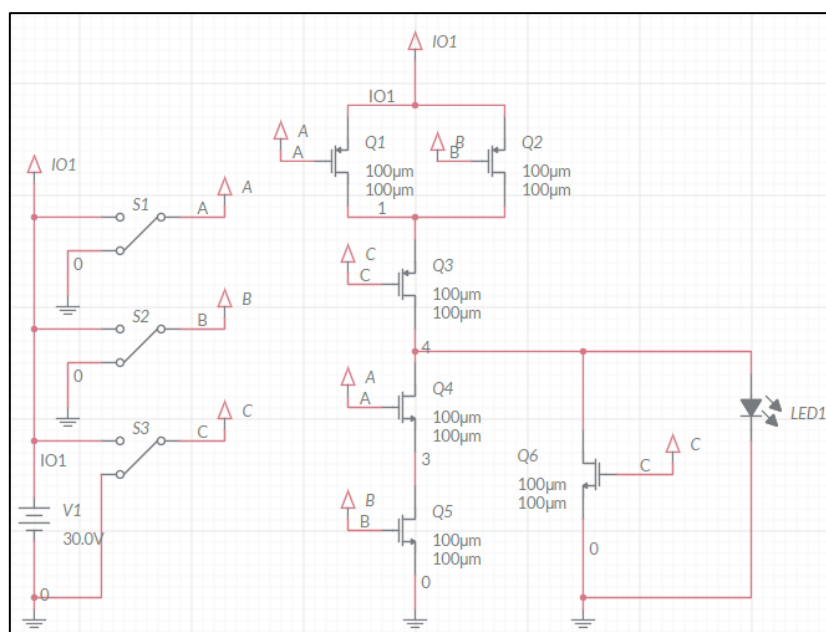
O circuito da Ponte H além de ter uma aplicação real também apresenta um conceito importante de eletrônica: amplificador de sinal.

Figura 6 – Ponte H.



O circuito da Figura 7 é a porta lógica $\overline{(A \cdot B + C)}$, de três entradas e construída com transistores CMOS. Quando a saída da porta lógica é 1, ou seja, tem nível alto, o LED1 acenderá. Como são três entradas existem oito saídas possíveis, e sendo assim o aluno deverá verificar se as simulações do circuito fornecem os mesmos valores da tabela-verdade da porta lógica.

Figura 7 – Porta Lógica Complexa com CMOS.





O circuito da Figura 8 ilustra como é possível construir um oscilador (ou gerador) de onda quadrada utilizando um amplificador operacional. Acrescentando duas pontesiras no esquemático é possível observar as formas de onda na entrada do amplificador e também na saída do circuito, confirmando que de fato é gerada uma onda quadrada, conforme mostra a Figura 9.

Figura 8 – Oscilador de Onda Quadrada com Amp Op.

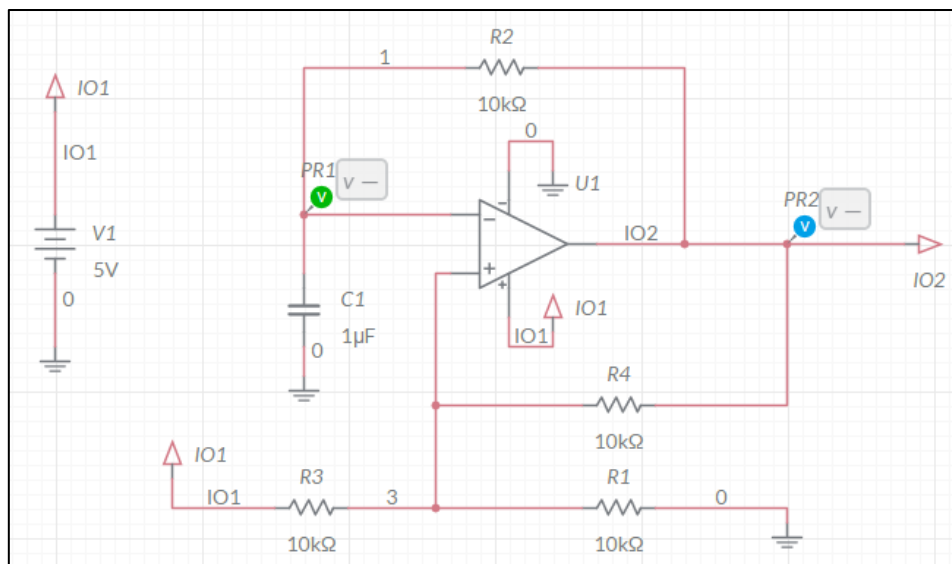
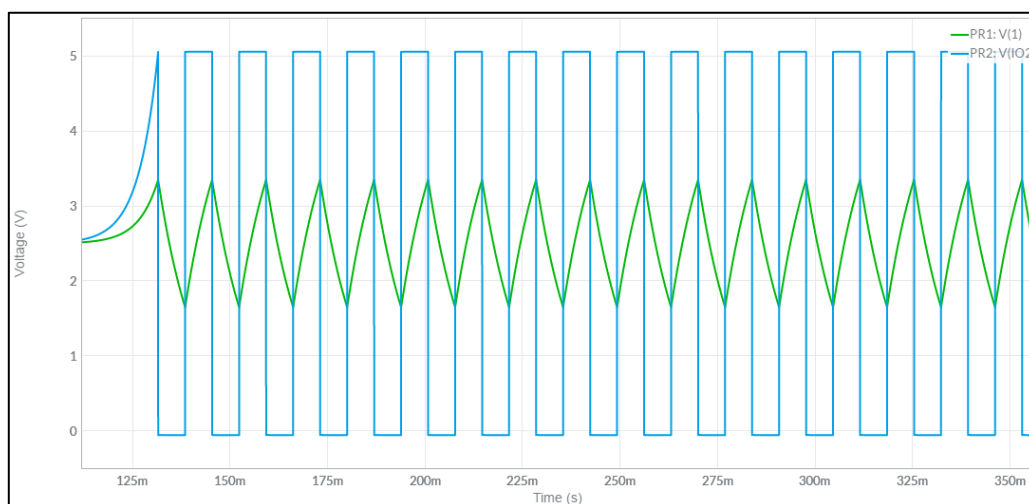


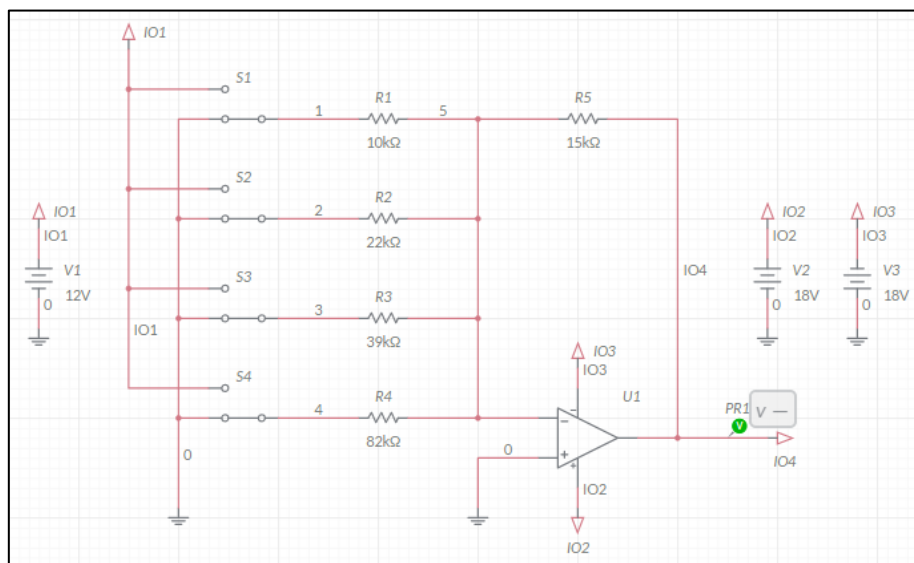
Figura 9 – Amplitude da Onda Quadrada com Amp Op.



O circuito da Figura 10 mostra como construir um conversor Digital/Analógico de 4 bits, utilizando um amplificador operacional. As chaves S1, S2, S3 e S4 representam os bits, sendo 0 quando uma chave está em nível baixo e 1 quando está em nível alto. Neste circuito o aluno deve perceber quais chaves representam os bits mais e menos significativos e também a variação na tensão de saída do circuito quando os bits variam de 0000 à 1111.

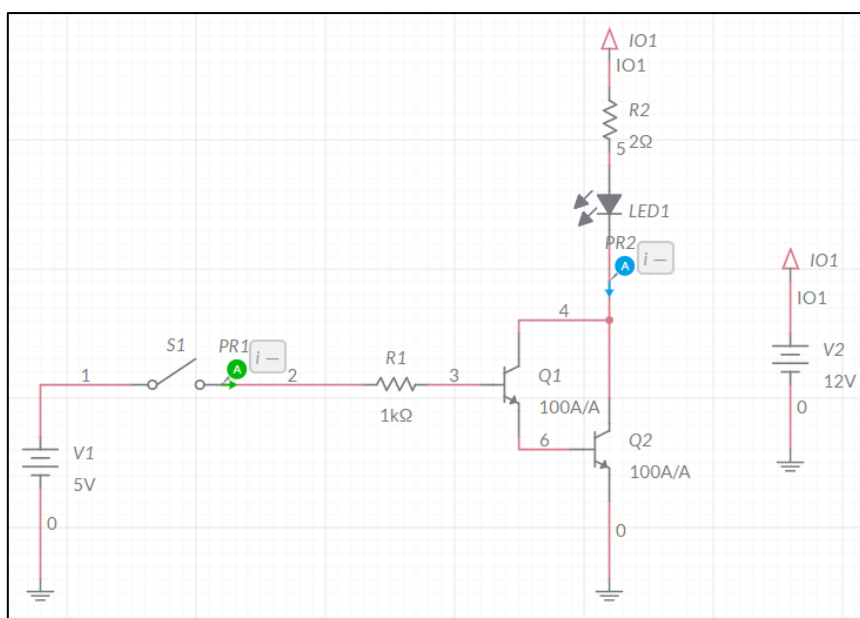


Figura 10 – Conversor D/A com Amp OP.



O circuito da Figura 11 é aplicado para ligar (e desligar) um motor DC de 5A (representado por um LED e um resistor). Com apenas um transistor bipolar isso não é possível, mas utilizando dois transistores na configuração Darlington, como apresentado, é possível conseguir o ganho de corrente necessário para o motor ligar.

Figura 11 – Amplificador de Pequenos Sinais com Conexão Darlington.



5 DISCUSSÃO

Os experimentos virtuais desenvolvidos como atividades de *flipped classroom* foram baseados no referencial bibliográfico das disciplinas de Eletrônica e Laboratório de Eletrônica



do curso de Engenharia da Computação do Senac: MALVINO (2008a), MALVINO (2008b) e MARINO (2007); e também em CARVALHO (2016) e FRANCO (2016).

Para que o professor da disciplina Laboratório de Eletrônica possa aplicar a estratégia *flipped classroom*, no próximo oferecimento da disciplina, foram fornecidos os arquivos *.msjs* dos circuitos gerados na ferramenta Multisim Live e também os vídeos explicativos de cada circuito, incluindo detalhes de montagem de alguns deles. Por sua vez, ele deverá fornecer para os alunos apenas os vídeos, deixando as tarefas de criar e simular os circuitos no Multisim Live, para serem feitas antes das aulas de laboratório.

A finalidade dos experimentos virtuais propostos é fazer com que os alunos consigam assimilar parte do conteúdo da disciplina antes de irem para as aulas no laboratório. Além disso, tais experimentos apresentam situações práticas com o intuito de estimular a curiosidade e interesse do aluno pelo conteúdo da disciplina. Desta forma, o aluno passa a ser um elemento ativo no processo de construção de seu próprio conhecimento, assim como o processo ensino-aprendizagem torna-se mais dinâmico. Com isso, o professor poderá dedicar as aulas em laboratório para aprofundar os conhecimentos adquiridos nos experimentos virtuais assim como apresentar novos assuntos.

É comum que as instituições de ensino utilizem metodologias de aulas expositivas, consequentemente, pelo fato dos alunos estarem acostumados com esta cultura de ensino, ao se depararem com a estratégia *flipped classroom*, o aluno pode manifestar certa recusa, por acreditar que o estilo tradicional, ao qual está acostumado, é mais adequado. Esta resistência por parte dos alunos pode fazer com que os benefícios da estratégia *flipped classroom* não ocorram.

A aplicação da estratégia *flipped classroom* requer um envolvimento maior por parte do professor com a disciplina, pois além da elaboração de material, como vídeos, ele deve estar preparado para sincronizar adequadamente as atividades presenciais com as virtuais e tirar as dúvidas que os alunos provavelmente tenham. Além disso, a aplicação de tal estratégia também exige mais planejamento por parte dos alunos para conseguirem acompanhar a disciplina, e não apenas do professor.

Por meio de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), para disponibilizar os vídeos dos experimentos virtuais, o professor poderá obter informações estatísticas como, por exemplo, qual foi o vídeo mais assistido. E por meio de questionários de avaliação de opinião também poderá descobrir qual a percepção de cada aluno com relação aos experimentos virtuais. Desta forma, será possível realizar a manutenção e melhoria do material *online* para futuros oferecimentos da disciplina.

A aplicação da estratégia *flipped classroom* na disciplina Laboratório de Eletrônica promoverá a experiência necessária para que outros professores possam adotar a mesma estratégia em outras disciplinas do curso de Engenharia da Computação do Senac. Assim, será possível tratar um dos maiores desafios de um curso de engenharia, que é a alta taxa de evasão de alunos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou experimentos virtuais como proposta de estratégia *flipped classroom* (sala de aula invertida) para melhoria do processo ensino-aprendizagem da disciplina Laboratório de Eletrônica.

Para comprovar os benefícios da abordagem educacional proposta, no segundo semestre de 2017 será realizado um caso de estudo com os alunos da disciplina Laboratório de Eletrônica do curso de Engenharia da Computação do Senac. Ao longo do semestre será verificado se os experimentos virtuais estão contribuindo para reforçar a compreensão dos



tópicos da disciplina. Além disso, ao final será comparado o desempenho da turma em relação a turmas anteriores em termos de distribuições de notas finais.

Tais observações são necessárias para que outros *insights* aconteçam e a estratégia deste trabalho possa ser aperfeiçoada.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação do Curso de Engenharia da Computação, do Centro Universitário Senac de São Paulo, por permitir a intervenção na disciplina Laboratório de Eletrônica como parte do caso de estudo proposto neste artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BISHOP, J. L.; VERLEGER, M. A. **The flipped classroom: A survey of the research.** ASEE National Conference Proceedings, Atlanta, GA. 2013.

BROWN, T. **Design thinking: Uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias.** Rio de Janeiro: Elsevier. 2010.

CARVALHO, A. C. L.; DA SILVA, D. M. **Laboratório de eletrônica analógica e digital: Teoria e experimentos práticos.** São Paulo: SENAI Editora. 2016.

DOLGOPOLOVAS, V.; SAVULIONIENE, L.; DAGIENE, V. **Enhancing Students' Motivation in the Inverted CS2 Course: a Case Study.** International Conference on e-Learning. 2014.

FRANCO, S. **Projeto de circuitos analógicos: Discretos e integrados.** Porto Alegre: AMGH Editora. 2016.

MALVINO, A. **Eletrônica.** São Paulo: McGraw Hill. Volume 1. 2008.

_____, A. **Eletrônica.** São Paulo: McGraw Hill. Volume 2. 2008.

MARINO, M.; CAPUANO, F. **Laboratório de eletricidade e eletrônica: Teoria e prática.** São Paulo: Érica. 2007.

MULTISIM LIVE. **Online Circuit Simulator.** Disponível em: <<https://beta.multisim.com/>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

TREVELIN, A. T. C.; PEREIRA, M. A. A.; NETO, J. D. de O. **A utilização da “sala de aula invertida” em cursos superiores de tecnologia: Comparação entre o modelo tradicional e o modelo invertido “flipped classroom” adaptado aos estilos de aprendizagem.** Journal of Learning Styles. v. 6, n. 12, 2013.

VALENTE, J. A. **Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida.** Educar em Revista, Curitiba, Brasil, Edição Especial n. 4/2014. Editora UFPR. 2014.



VIRTUAL EXPERIMENTS AS A FLIPPED CLASSROOM STRATEGY FOR DYNAMIZING THE ELECTRONIC LABORATORY DISCIPLINE

Abstract: *Electronics and electronics lab disciplines are key in electrical, electronic and computer engineering courses. In addition, they provide the necessary knowledge base for the study of later, more advanced disciplines. Within this context, in many educational institutions, such as the Senac University Center of São Paulo, access to the electronics laboratory is only allowed during classes or exceptionally accompanied by a person in charge of the laboratory. Such a restriction undermines the assimilation of the essential concepts of electronics and, consequently, contributes to increase the student dropout rate. To show that it is possible to improve the teaching-learning process of the electronic laboratory discipline through an active approach, this article proposes the adoption of virtual experiments as flipped classroom activities, so that students can practice the Knowledge of the discipline of electronics before classes in the electronics laboratory. These experiments were developed in an online circuit simulation tool, available on the web for student access at any time and place. To facilitate the work of the teacher of the laboratory discipline, explanatory videos of each virtual experiment were also prepared. The proposed approach does not replace the need for face-to-face classes in the laboratory, however, it will help reduce student drop-out in the course, making comprehension of the content of the electronics and electronics lab disciplines less arduous. To prove the beneficial effects of the proposal of this article, in the next semester, a case study will be carried out with the students of the discipline electronic laboratory of the computer engineering course of the Senac University Center of de São Paulo.*

Key-words: *Virtual Experiments, Circuit Simulation, Flipped Classroom, Laboratory of Electronics.*