



## **KIT COM INTERFACE ANDROID PARA ACIONAMENTO DE MOTOR CC ATRAVÉS DE CONVERSOR CHOPPER**

**Laio Oriel Seman** – laioseman@gmail.com

**Luiz Carlos Gili** – luizcarlosgili@gmail.com

**Cleiton Gili** – cgilinet@gmail.com

**Adriano Péres** – aperes.furb@gmail.com

**Romeu Hausmann** – romeuh@furb.br

Universidade Regional de Blumenau

Rua São Paulo, 3250 – Itoupava Seca

89030-000 – Blumenau – SC

**Resumo:** *O ensino de determinados temas pode muitas vezes ser prejudicado pela falta de tempo suficiente para abordagem teórica e prática, comprometendo o aprendizado. Nessas situações as atividades teóricas normalmente são priorizadas, prejudicando a formação do engenheiro. Com o objetivo de auxiliar nas atividades práticas no ensino da Eletrônica de Potência, a criação de um kit que possa gerar os pulsos para os mais diversos conversores CC-CC é feita de modo a facilitar a aprendizagem e auxiliar o professor na condução de atividades práticas. Para aumentar a versatilidade do kit foi agregado o controle através de um computador, empregando comunicação via interface USB (Universal Serial Bus), presente na maioria dos computadores. Isso aumenta a flexibilidade e torna o conjunto mais atrativo para o estudante pelo fato de usar ferramentas modernas que fazem parte do seu dia-a-dia.*

**Palavras-chave:** *conversores CC-CC, ferramenta educacional, pic 18f4550, PWM, software livre.*

### **1. INTRODUÇÃO**

A aprendizagem em conversores estáticos é fundamental para os estudantes de Engenharia Elétrica (BARBI & MARTINS, 2010). Uma ferramenta importante para auxiliar nesta aprendizagem é a realização de atividades práticas que envolvem as diversas topologias de conversores. Uma das dificuldades encontradas na experimentação dos conversores estáticos é a geração dos sinais de comando dos interruptores controlados, uma vez que cada estrutura de conversor possui características específicas para o comando dos semicondutores controlados. O desenvolvimento de um sistema (doravante denominado kit) que possa trazer praticidade e auxiliar o professor na tarefa de demonstrar o funcionamento de conversores estáticos é uma contribuição interessante se for de baixo custo.

Este trabalho apresenta o estudo e implementação de um kit para gerar os sinais de comando de diversas topologias de conversores CC-CC (SEMAN, *et al.*, 2013),

focando principalmente na geração de sinais do tipo full-bridge para possibilitar o controle de um conversor chopper ligado a um motor de corrente contínua.

## 2. ANDROID

O sistema Android, hoje presente na maioria dos *tablets* e *smartphones* do mercado foi uma escolha interessante para trazer portabilidade ao kit, de modo que cada aluno possa ter o *software* instalado no seu dispositivo.

Ele é um sistema operacional baseado em Linux projetado principalmente para dispositivos móveis *touchscreen*. Inicialmente desenvolvido pela Android Inc., primeiramente apoiado financeiramente pelo Google que depois o comprou em 2005. Foi lançado em 2007 junto com a fundação Open Handset Alliance: um consórcio de hardware, software, telecomunicações e empresas dedicadas à promoção de padrões abertos para dispositivos móveis.

O Android é um sistema *open source* e o Google libera o código sob a licença Apache. Este código-fonte aberto e seu licenciamento permissivo permitem que o *software* seja livremente modificado e distribuído por fabricantes de aparelhos, operadoras sem fio e desenvolvedores entusiastas. Além disso, o Android tem uma grande comunidade de desenvolvedores que criam aplicativos que estendem a funcionalidade de dispositivos, escrito principalmente em uma versão personalizada da linguagem de programação Java.

## 3. CONECTIVIDADE

Através de um *software* escrito em Python servindo como *host* no computador em que o kit está ligado, é possível enviar comandos para o kit através do dispositivo Android via UDP (*User Datagram Protocol*).

O computador serve como um intermediário entre um dispositivo portátil, que pode se conectar a ele por rede local ou remota (internet), e o kit, conforme Figura 1. Assim, é possível o controle de conversores mesmo a grandes distâncias.

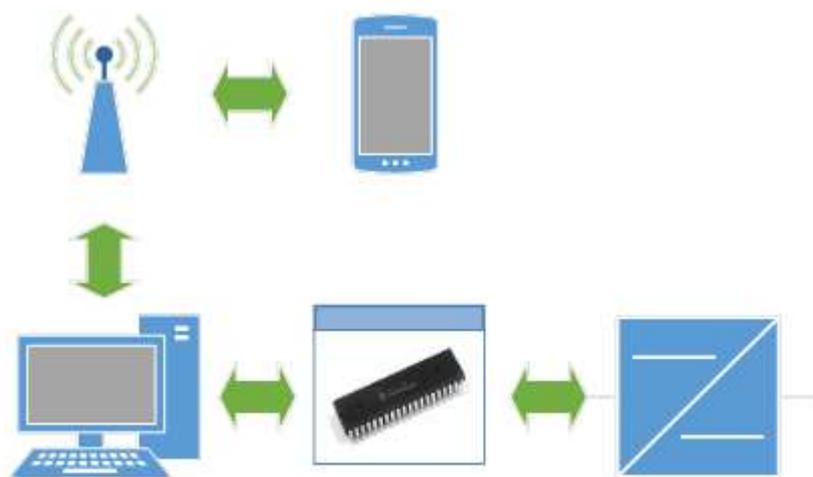


Figura 1 - Esquema de conectividade

#### 4. HARDWARE

Todo o conceito do kit (Figura 2) se baseia na geração de sinais de comando com modulação PWM. Para gerar esses pulsos, foi escolhido um microcontrolador da Microchip, modelo PIC 18F4550. A escolha se deu principalmente pelo seu baixo custo, e pelos seus módulos especiais de PWM, com registradores internos pré-definidos para controle de topologias Half-Bridge e Full-Bridge, que despertaram grande interesse para o desenvolvimento do kit. O microcontrolador escolhido também conta com total integração com USB (*Universal Serial Bus*), uma interface de comunicação amplamente difundida no mercado, e disponível em basicamente todos os computadores lançados nos últimos 10 anos.

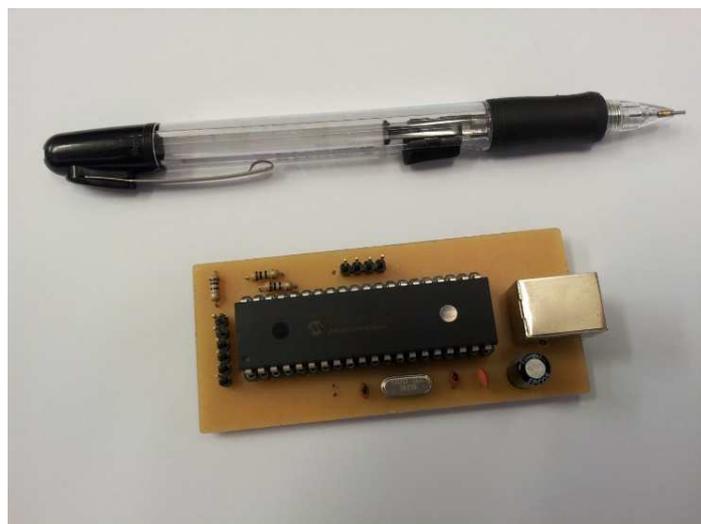


Figura 2 - Kit montado

#### 5. SOFTWARE

Considerando a grande capacidade de processamento dos computadores pessoais, optou-se por utilizar seu processamento nas principais tarefas. Dessa forma, o microcontrolador é empregado como interface entre o computador e o conversor CC-CC a ser controlado.

O modo “Full-bridge” (Figura 2), utilizado para controle do conversor *chopper*, trás várias opções ao usuário. Aqui não apenas o funcionamento do conversor deve ser considerado, mas também sua utilização para o acionamento de um motor CC, considerando os quatro quadrantes. Os quatro quadrantes trazem a tona a plena possibilidade de controle de um motor, sendo ele passível de aceleração e regime tanto no sentido horário como anti-horário, e também proporcionando frenagem nos dois sentidos.

Para isso o usuário tem como opções as mudanças de frequência, razão cíclica, pode inverter o sentido da corrente na saída com um simples toque de botão, e pode definir também uma rampa de aceleração/desaceleração para simular um *soft-start*.

A Figura 3 mostra a tela do software desenvolvido através da captura em um dispositivo móvel. O dispositivo tendo acesso à rede sem fio consegue se comunicar com o computador servidor e interagir com este alterando os parâmetros da modulação PWM de acordo com sua necessidade.

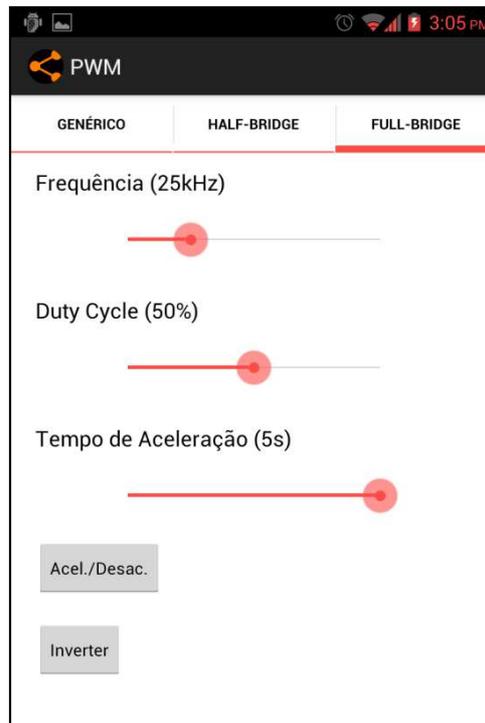


Figura 3 - Tela do software Android

## 6. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Após a montagem do *kit* como demonstrado na figura 2, todos seus modos de geração foram testados. A Figura 4 apresenta a ligação do *kit* ao conversor *Full-bridge* como exemplo de aplicação. Já as Figuras 5 e 6 demonstram o modo de comando “Full bridge” sendo aplicado no sentido horário e anti-horário ambos para uma frequência de 40kHz e razão cíclica de 50%.

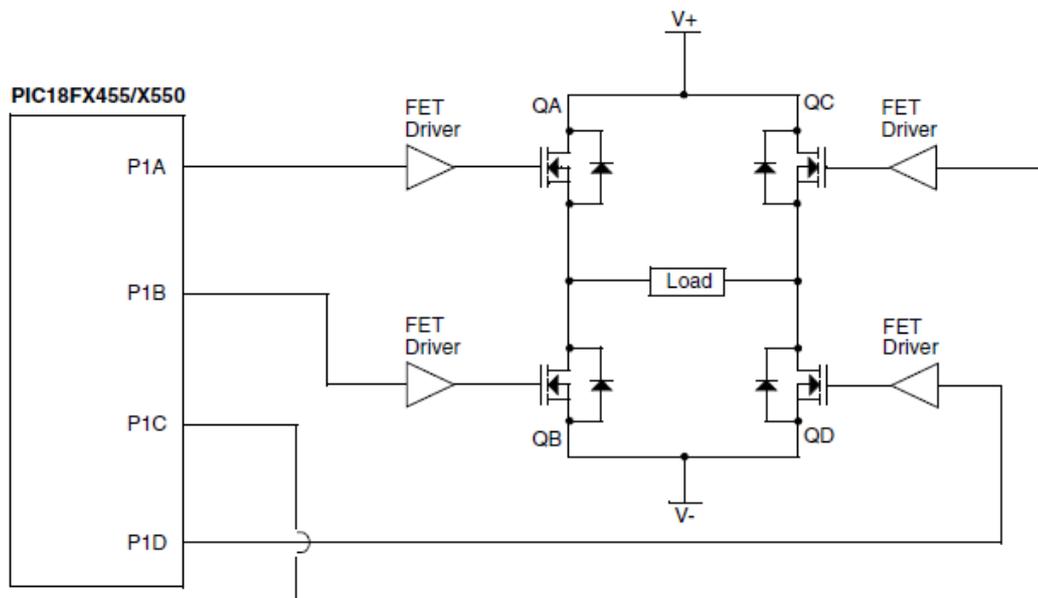


Figura 4 - Esquema de ligação full-bridge

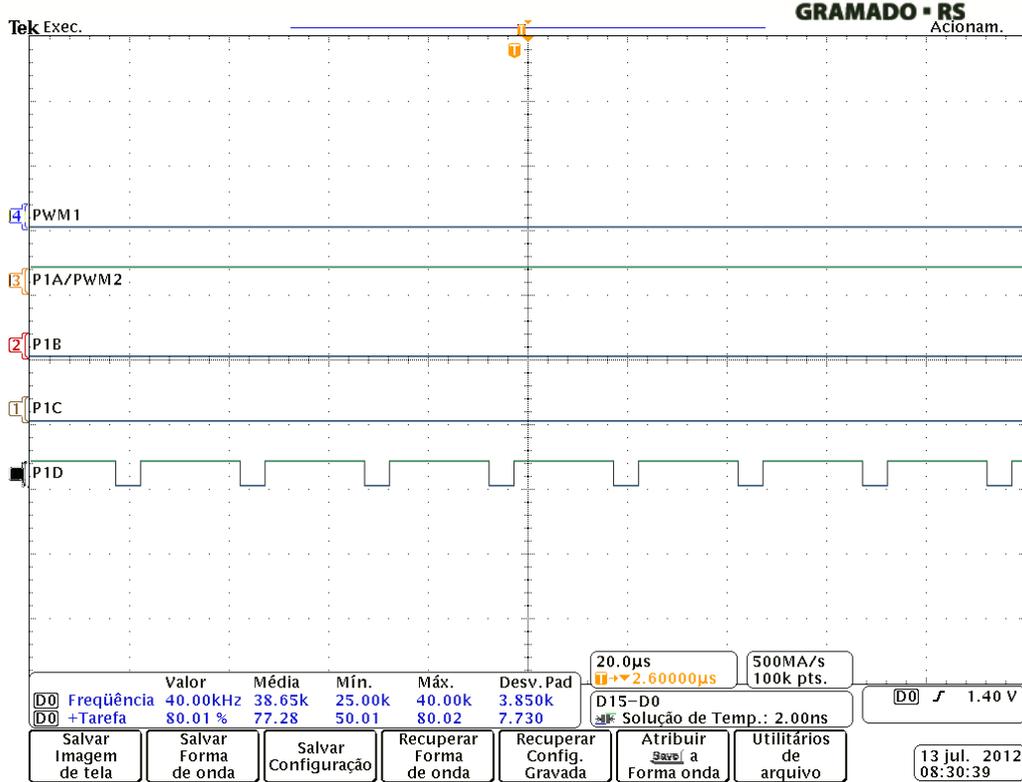


Figura 5 - Demonstrativo full-bridge

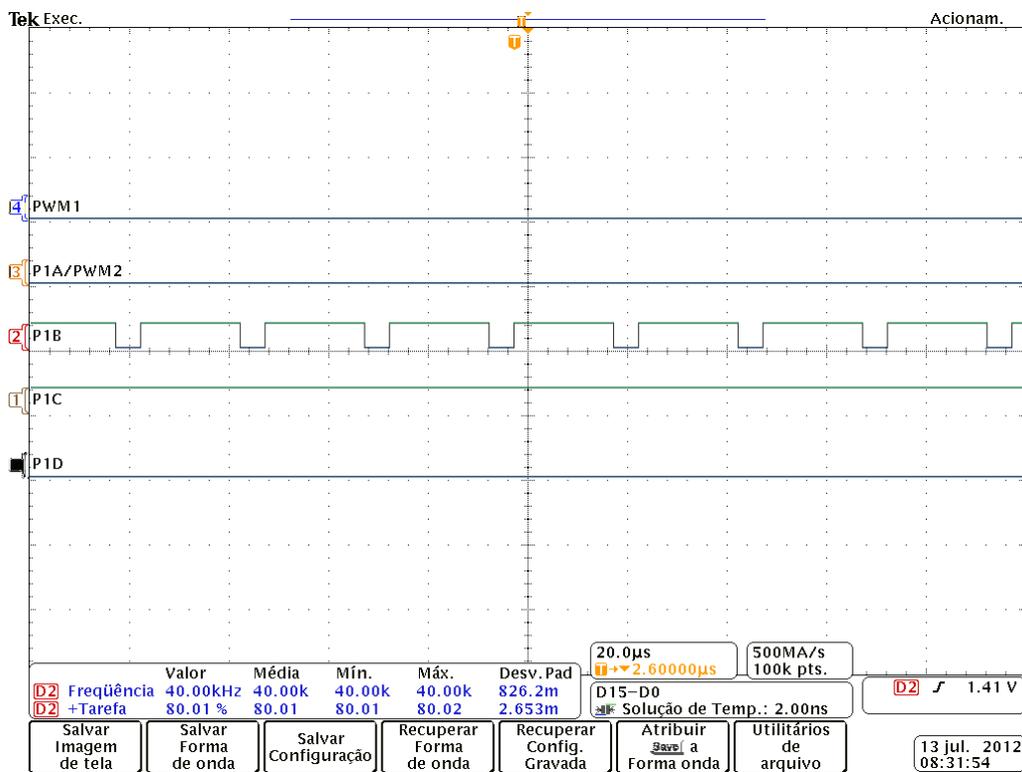


Figura 6 - Full-bridge com sentido inverso

Para comprovar o funcionamento do comando do tipo *Full-bridge* em um conversor CC-CC chopper, um protótipo foi montado, conforme apresentado na Figura 7.



Figura 7 - Protótipo do conversor CC-CC chopper

As Figuras 8, 9 e 10 apresentam as principais formas de ondas geradas através da experimentação do protótipo. Foi utilizada uma frequência de chaveamento de 25kHz com razão cíclica de 70% para a obtenção dessas figuras. A Figura 8 apresenta o motor funcionando em regime permanente, enquanto as Figuras 9 e 10 demonstram, respectivamente, o motor acelerando e desacelerando.

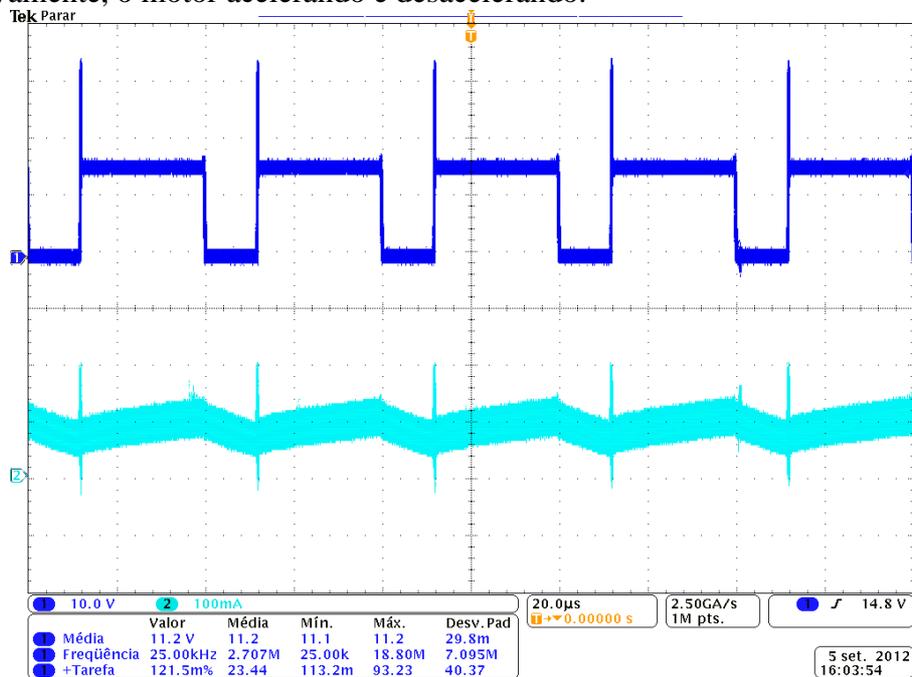


Figura 8 – Tensão e corrente no motor para regime permanente.

Percebem-se na Figura 8 as formas de ondas quase idealizadas. A curva superior representa a tensão aplicada aos terminais do motor e a inferior a corrente. O motor encontra-se em tração. Os picos existentes na forma de onda de tensão são provenientes da comutação, onde a energia do elemento indutivo é transferida ao capacitor intrínseco

do interruptor utilizado. Tal característica é aproveitada para alertar aos alunos sobre as não idealidades presentes nos processos de experimentação de qualquer conversor estático.

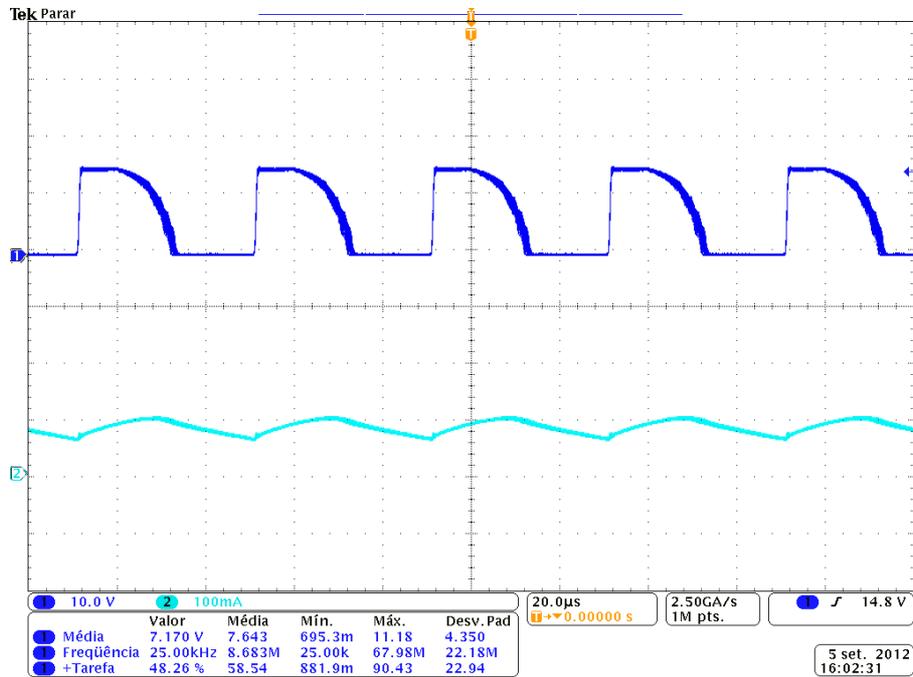


Figura 9 - Demonstrativo da aceleração do motor.

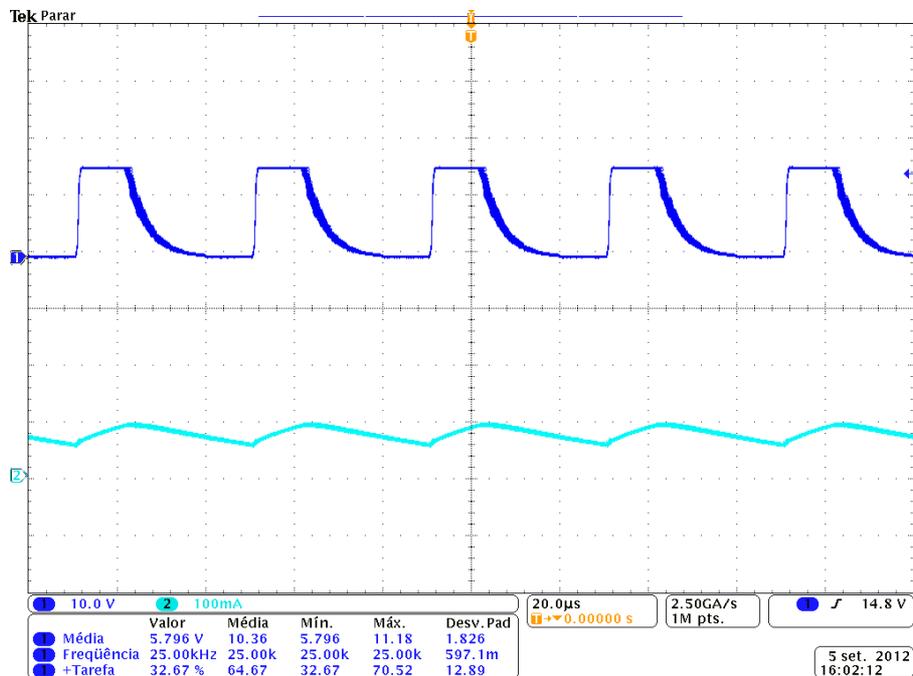


Figura 10 - Demonstrativo da desaceleração do motor.

As Figuras 9 e 10 mostram a aceleração e a desaceleração do motor, respectivamente. Tais curvas foram obtidas utilizando-se o osciloscópio no modo de aquisição por média, mostrando que a razão cíclica está se alterando.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o estudo foi feito um levantamento sobre o sistema operacional Android, seu conceito e o seu uso em um projeto incluindo microcontroladores. Pode ser verificado que a linguagem utilizada se mostrou adequada na comunicação via USB e UDP, parte essencial da estruturação do projeto. Uma interface com o usuário foi definida e criada. Componentes de baixo custo foram selecionados, e topologias foram escolhidas, deste modo o kit tomou forma.

Durante a fase de testes do protótipo verificou-se que as formas de onda se mostraram adequadas e conforme se esperava, suprimindo as necessidades para o controle de conversores CC-CC. Isso ficou mais claro com a montagem do conversor e seus testes.

O desenvolvimento de uma plataforma dessa natureza ajuda sobremaneira os alunos e também ao professor da disciplina, pois alia a mobilidade presente na vida dos jovens com a necessidade de uso de novas tecnologias na atração do aluno para as engenharias. Além disso, o sistema foi todo projetado e idealizado por alunos concluintes dos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia de Telecomunicações da FURB sob a orientação de docentes da área de Eletrônica de Potência. Os estudantes sabendo que o sistema foi desenvolvido por seus colegas ficam ainda mais estimulados, proporcionando o desenvolvimento de habilidades laboratoriais mais avançadas.

Por fim, a importância do compartilhamento de código ficou evidente, pois a conclusão deste trabalho não teria sido viável sem a colaboração de desenvolvedores independentes que espalharam seu código pela internet.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBI, I.; MARTINS, D. C.. Eletrônica de potência - Conversores CC -CC básicos não isolados. Edição dos autores, Florianópolis, 2000.

SEMAN, L. O.; HAUSMANN, R. ; GILI, C. ; GILI, L. C. . Kit experimental de conversores CC-CC controlados através de interface USB utilizando software livre sob GPLv3. In: VIII International Conference on Engineering and Computer Education - ICECE '2013.

### **KIT WITH ANDROID INTERFACE FOR DC MOTOR DRIVE THROUGH CHOPPER CONVERTER**

***Abstract:** The teaching of some themes can often be affected for the lack of time to the theoretical knowledge and the practical activities. In these situations, theoretical basis are normally prioritized, affecting the engineer's development. With the objective of helping practical activities in Power Electronics teaching, it's created a kit that can generate pulses for different DC-DC converters to facilitate learning and help the teacher. To increase the versatility of the kit a computer control was added using USB (Universal Serial Bus) communication present on most computers. This increases flexibility and makes the whole kit more attractive to students because most of them are used to the computer interface.*



***Key-words:** dc-dc converters, pic 18f4550, PWM, open-source software.*