

<sup>1</sup> Guilherme Bauer, <sup>2</sup> Samir Ahmad Mussa, <sup>3</sup> Clóvis Antônio Petry  
(*pbbartok@gmail.com*, *samir@inep.ufsc.br*, *petry@cefetsc.edu.br*)



Grupo de Estudo de Novas Tecnologias - GENTec  
Departamento Acadêmico de Eletrônica  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina

Instituto de Eletrônica de Potência - INEP  
Departamento de Engenharia Elétrica  
Universidade Federal de Santa Catarina



## INTRODUÇÃO

A obtenção da indutância levando em conta a corrente e frequência reais de operação de indutores não tem sido possível na prática. Os equipamentos disponíveis para medir indutâncias, além de caros, aplicam uma corrente de amplitude bastante reduzida no indutor, com a finalidade de determinar a indutância do mesmo. A possibilidade de ajustar a frequência até é possível nestes equipamentos.

Assim, neste artigo se propõe utilizar um conversor do tipo buck para se determinar a indutância de indutores numa ampla faixa de valores.

Além de ajustar a frequência real para a qual o indutor foi projetado, o usuário também poderá ajustar a corrente que irá circular pelo indutor, alterando as características da carga e, assim, testando o indutor em condições muito parecidas com a aplicação final.

O comando e controle do conversor buck é realizado na forma digital por meio de um microcontrolador PIC 18F2520, como será descrito a seguir.

## OBJETIVO

O objetivo do trabalho é, a partir de um conversor buck cc-cc, implementar um sistema para medição de indutâncias, com a possibilidade do usuário determinar a frequência e a razão cíclica de operação do conversor.

Além disso, os principais dados de operação do sistema são apresentados em um display, para facilitar a operação do mesmo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O circuito do conversor buck é mostrado na Figura 1 a seguir, bem como o diagrama de blocos do circuito de comando e controle do mesmo.

Pode-se verificar que é medida a tensão da fonte de entrada ( $V_i$ ), da tensão após o interruptor  $S_1$  ( $V_{S1}$ ), a tensão de saída ( $V_o$ ) e a corrente no indutor ( $I_{Lx}$ ). O indutor a ser medido é identificado por  $L_x$ .

Para que o indutor seja submetido a corrente desejada, é necessário adicionar uma carga  $R_o$ . Além disso, uma fonte de tensão contínua é conectada na entrada ( $V_i$ ), com tensão máxima da ordem de 50 V.

A indutância é determinada aplicando-se a expressão a seguir.

$$V_L = L \frac{di_L}{dt} \rightarrow L_x = \frac{V_L \cdot \Delta t}{\Delta I_L}$$

É realizada uma linearização, visto que a corrente no indutor cresce linearmente em forma de rampa quando o interruptor  $S_1$  está fechado, e decresce linearmente em forma de rampa quando o mesmo interruptor está aberto. A indutância medida, a frequência de operação e razão cíclica são mostradas em um LCD.

O fluxograma do programa implementado no microcontrolador é mostrado na Figura 2.

A título de ilustração, mostra-se na Figura 3 a forma de onda do sinal de comando gerado pelo microcontrolador, para acionamento do interruptor  $S_1$ . Nota-se que a frequência de operação é de 50 kHz. Também na Figura 4 mostra-se a forma de onda do sinal de comando, mas para uma frequência de 100 Hz.

Foram realizados testes com o microcontrolador comprovando que se pode operar com frequências desde alguns hertz até da ordem de 100 kHz. Para operação com frequências maiores seria necessário usar um microcontrolador com uma frequência de relógio maior do que a do microcontrolador utilizado.

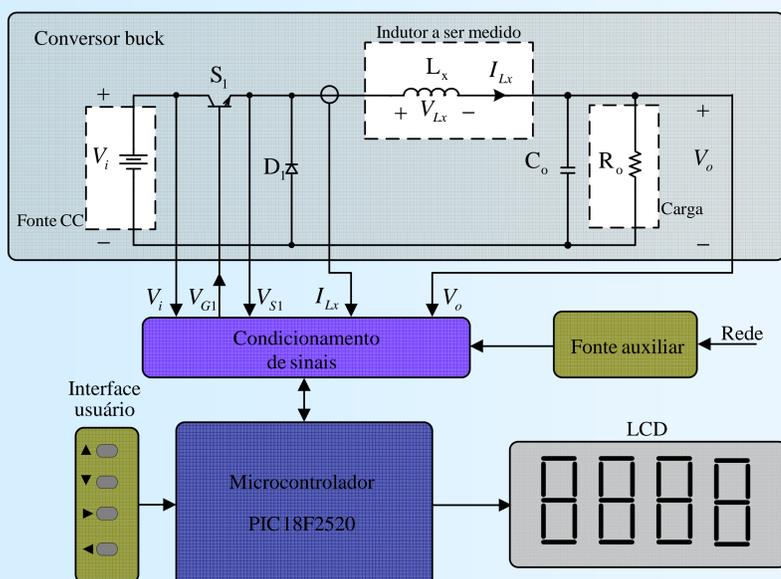


Figura 1. Diagrama de blocos do medidor de indutâncias.

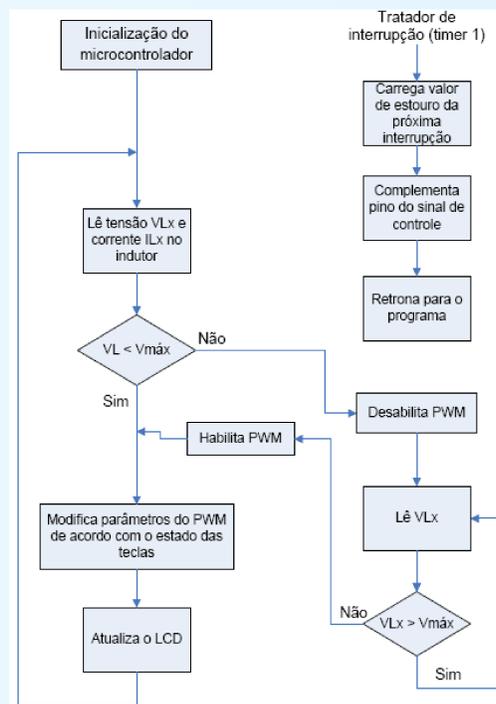


Figura 2. Fluxograma simplificado do programa implementado no microcontrolador.

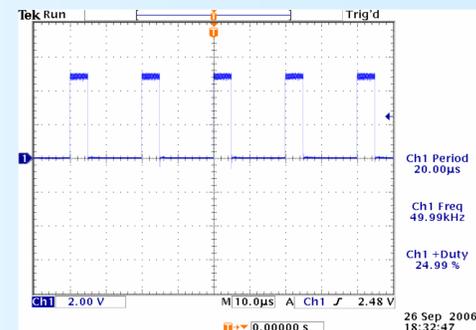


Figura 3. Sinal de comando para o interruptor, operando com 50 kHz e  $D = 0,25$ .

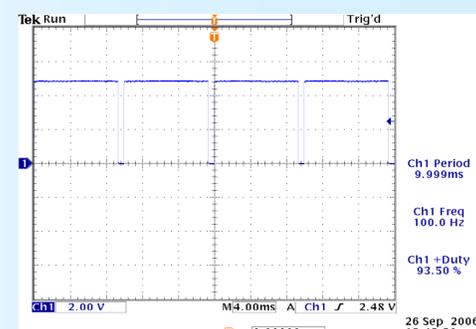


Figura 4. Sinal de comando para o interruptor, operando com 100 Hz e  $D = 0,94$ .

## FOTOS DO PROTÓTIPO

Nas Figura 5 e Figura 6 mostram-se as fotos do protótipo implementado. Na Figura 5 tem-se em detalhe o estágio de potência do sistema, onde está montado o conversor buck. A seguir, na Figura 6, mostram-se os detalhes do estágio de comando e controle, onde percebe-se o microprocessador, display e outros componentes.

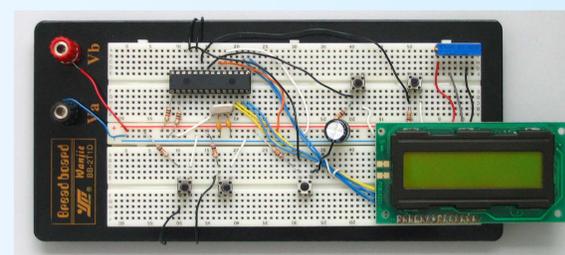
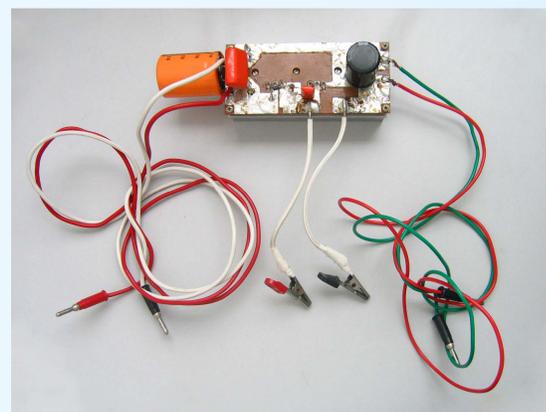


Figura 5 e 6. Fotos do sistema: Estágio de potência (conversor buck) e Estágios de comando e controle (microcontrolador, display, etc.)

## CONCLUSÕES

Medir indutâncias em aplicações da indústria eletroeletrônica é uma tarefa comum. Muitas vezes constrói-se indutores e os mesmos são verificados já na implementação, correndo-se o risco de danificar o circuito eletrônico em teste devido a problemas do indutor construído. Um medidor de indutâncias que permita ajustar a frequência de operação, razão cíclica e corrente no indutor é uma necessidade, seja em laboratórios de pesquisa e desenvolvimento, ou também e principalmente, na indústria eletroeletrônica.

Portanto, neste trabalho apresentou-se um medidor de indutâncias facilmente implementável, o qual utiliza um conversor buck, amplamente conhecido no meio da eletrônica de potência. A partir de um sinal de comando no gatilho do interruptor deste conversor, pode-se obter uma corrente no indutor em forma de rampa, com valor médio determinado pela carga e com frequência e razão cíclica ajustadas pelo usuário. Como esta corrente pode ser linearizada por segmentos de reta, facilmente se obtém a indutância do indutor sob medida aplicando a expressão da relação tensão-corrente para este elemento.