



Fonte de alimentação para equipamento de ultrassom

Power supply for ultrasound equipment

Alexia M. Watzlawick *, Joaquim M. Maia (orientador) †

RESUMO

A ultrassonografia é um método que possibilita a obtenção de imagens de órgãos e tecidos internos, além da visualização das estruturas e tamanhos destas partes, e até estimar a quantidade de fluxo sanguíneo. Desde a sua descoberta, ela vem ganhando muita importância e popularidade dentro da medicina devido ao seu baixo custo comparado às outras técnicas de geração de imagens, além de ser um método seguro e não invasivo para avaliar o corpo humano ou animal. O hardware dos scanners de ultrassom tem evoluído rapidamente devido ao desenvolvimento de novos circuitos eletrônicos. No entanto, a evolução tecnológica dos scanners de ultrassom leva a uma necessidade de utilização de fontes de alimentação que também são cada vez mais complexas, com baixas tensões para os circuitos de controle e recepção dos sinais e de altas tensões para os circuitos de transmissão. Assim, este trabalho teve como principal objetivo desenvolver, confeccionar e realizar testes em uma fonte de alimentação para um sistema de ultrassom. A fonte desenvolvida possui saídas de +3,3 V, $\pm 5,0$ V e regulável de $\pm 2,5$ V a ± 150 V. Os protótipos desenvolvidos poderão auxiliar no desenvolvimento futuro de instrumentação eletrônica no Laboratório de Ultrassom.

Palavras-chave: ultrassom, fonte de alimentação, circuitos de baixa tensão, circuitos de alta tensão.

ABSTRACT

The ultrasonography is a technique that makes it possible to obtain images of internal organs and tissues, in addition to visualizing the structures and sizes of these parts, and even estimating the amount of blood flow. Since its discovery, it has gained a lot of importance and popularity within medicine due to its lower costs comparing to other imaging techniques and being safe and a non-invasive method to evaluate the human or animal body. Ultrasound scanner hardware has evolved rapidly due to the development of new electronic circuits. However, the technological evolution of ultrasound scanners leads to a need to use power supplies that are also increasingly complex, with low voltages for the control and reception circuits and high voltages for the transmission circuits. Thus, this work had as main objective to develop, manufacture and perform tests on a power supply for an ultrasound system. The power supply developed has outputs of +3.3 V, ± 5.0 V and adjustable from ± 2.5 V to ± 150 V. The developed prototypes may help in the future development of electronic instrumentation in the Ultrasound Laboratory.

Keywords: ultrasound, power supply, low voltage circuits, high voltage circuits.

1 INTRODUÇÃO

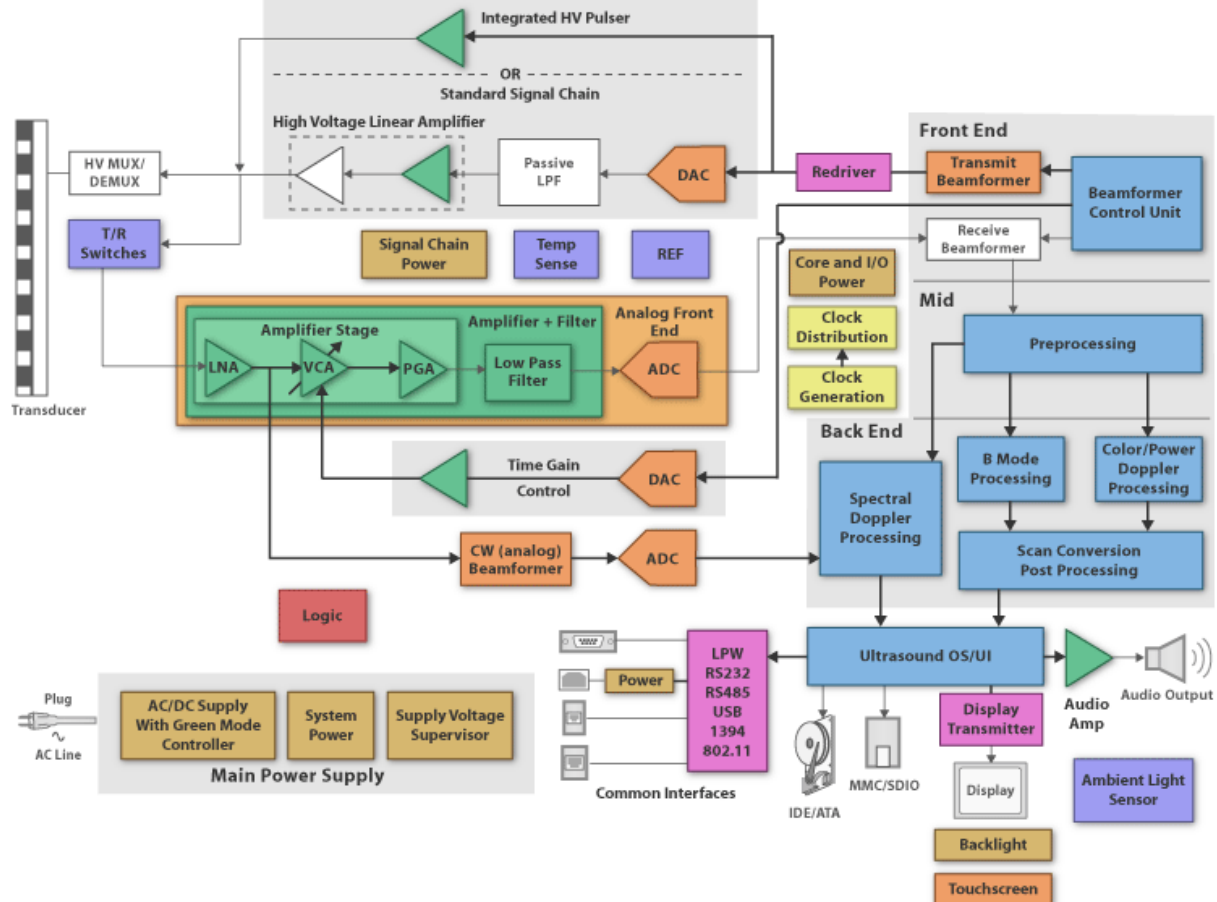
O ultrassom pode ser definido como uma onda mecânica com frequência superior à percebida pelo ouvido humano (acima de 20 kHz) que necessita de meio físico (ar, água, metais, tecidos biológicos, etc.) para se propagar (Hedrick & Hykes, 2004; Christensen, 2008; Wells, 1977; Jensen, 2001). Desde sua descoberta, o ultrassom foi aplicado em diversas áreas, desde detecção de objetos e medição de distâncias até para limpeza, mistura e aceleração de processos químicos. Uma das aplicações mais conhecidas é a ultrassonografia, presente tanto na medicina humana quanto veterinária (Hedrick & Hykes, 2004).

* Engenharia Mecatrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil; awatzlawick@alunos.utfpr.edu.br

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba; joaquim@utfpr.edu.br

Segundo Papáleo (2019), a ultrassonografia é o processo no qual se obtém imagens de órgãos, tecidos e outras partes interiores do corpo humano a partir da reflexão e espalhamento feitos a partir de um transdutor. Sua utilização na medicina vem crescendo com os anos devido ao baixo custo, além de ser um procedimento não invasivo e com radiação não ionizante (Saevo, 2021; Maia, 2004). A Figura 1 contém um diagrama de blocos com os principais sistemas de um equipamento de ultrassom típico [9].

Figura 1 - Diagrama de blocos de um equipamento ultrassom.



Fonte: Texas Instruments [9]

O equipamento de ultrassom pode ser dividido em blocos, sendo os principais [4][9]

- transdutor, que é o sensor responsável por emitir e receber as ondas sonoras;
- unidade de processamento central (CPU), responsável por gerar os sinais de controle para os circuitos de transmissão (*beamformer* de transmissão), processar os sinais recebidos (*beamformer* de recepção) para geração das imagens, gerenciar o armazenamento e interfaceamento do sistema para transmissão dos dados via rede;
- fontes de alimentação, tanto para os circuitos de transmissão do transdutor (que envolvem baixa e altas tensões: $\pm 2,5$ V a ± 150 V) quanto para a CPU, circuitos de recepção, controle e de interfaceamento (baixas tensões: +3,3 V e $\pm 5,0$ V, etc.) e seus sistemas adjacentes. Essas fontes devem apresentar baixo nível de ruído, baixo *ripple* e correntes da ordem de 2 A ou mais;
- amplificadores e filtros, que servem para condicionamento dos sinais de recepção do sistema;
- controle de pulso, responsável por determinar a amplitude, frequência e tempo de duração das ondas que serão transmitidas pelo transdutor;
- mostrador ou tela, onde aparecem as imagens processadas;



- dispositivos de armazenamento de dados.

Como o princípio do ultrassom se baseia principalmente na transmissão e recepção de ondas sonoras, o sistema requer tanto fontes de energia de alta tensão (para transmissão) quanto de baixa tensão (para recepção, condicionamento, filtros, entre outros). Desta forma, se faz necessário o estudo e desenvolvimento adequado das fontes que serão utilizadas em cada sistema.

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento, confecção e testes de uma fonte de alimentação envolvendo circuitos de alta e de baixa tensão para um sistema de ultrassom.

2 MÉTODO

O modelo de fonte de alimentação escolhido foi a TIDA-01352 da Texas Instruments ^[9]. Essa fonte é desenvolvida especificamente para sistemas de ultrassom, com baixas e altas tensões, sendo programável e com um maior número de canais para possibilitar o envio e recebimento das ondas sonoras. No Quadro 1 é possível verificar algumas das especificações da fonte.

Quadro 1 - Especificações do sistema para TIDA-01352.

Tensão de entrada	24 V \pm 10%
VMAIN – positivo	50 a 150 V (100 W nominal)
VMAIN – negativo	-50 a -150 V (100 W nominal)
VMID – positivo	2.5 a 50 V (100 W nominal)
VMID – negativo	-2.5 a -50 V (100 W nominal)
Saída 3.3 V	3.3 V a 2 A
Saída 5 V	5 V a 2 A
Saída -5 V	-5 V a 2 A
Programação	Digital
Resolução DAC	12 bits
Faixa de controle da tensão por DAC	0 a 5 V
Sincronização externa	Sim
Faixa de frequência externa	100 a 500 Hz

Fonte: Adaptado de Texas Instruments ^[9]

Após definido o modelo, o próximo passo foi realizar a aquisição dos componentes eletrônicos através de processos de importação (visto que não há disponibilidade desses no país) e montar três placas da fonte. Na Figura 2 pode-se conferir o diagrama de blocos da TIDA-01352.

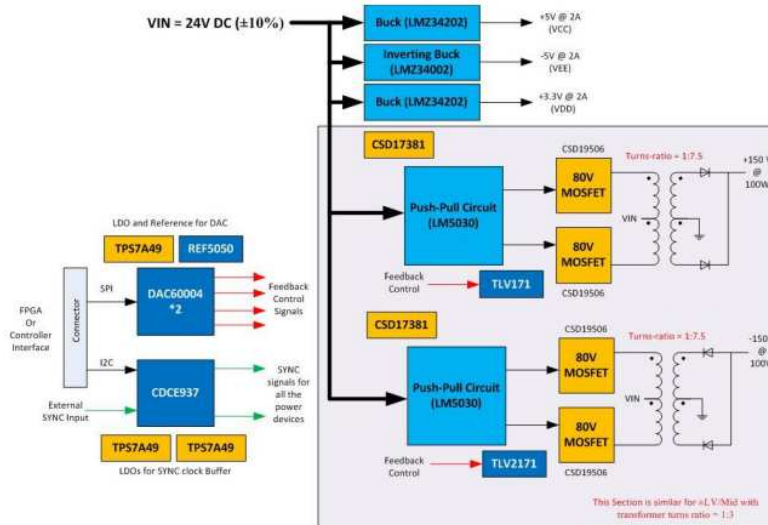
Como é possível ver na Figura 2, a TIDA-01352 necessita de uma fonte de 24V para alimentar os módulos de conversores BUCK (LMZ34202 e LMZ34002). Então, antes de realizar os testes com a fonte de alta tensão, foi necessário também desenvolver esta fonte de +24 V/2A.

3 RESULTADOS

Como a maior parte dos componentes da TIDA-01352 são do tipo *Surface Mounted Device* (SMD) e as placas são de 4 camadas, decidiu-se por contratar a empresa Circuibras Ind. e Com. de Circuitos Impressos Profissionais Ltda. (<https://www.circuibras.com.br/>) para a confecção das placas e a Jagher Eletrônica para a soldagem dos componentes SMD, sendo ambas as empresas de Curitiba - PR. Foram confeccionadas 3 placas de circuitos impressos (*printed circuit board* - PCB) com os modelos disponíveis no site da Texas Instruments.^[8]

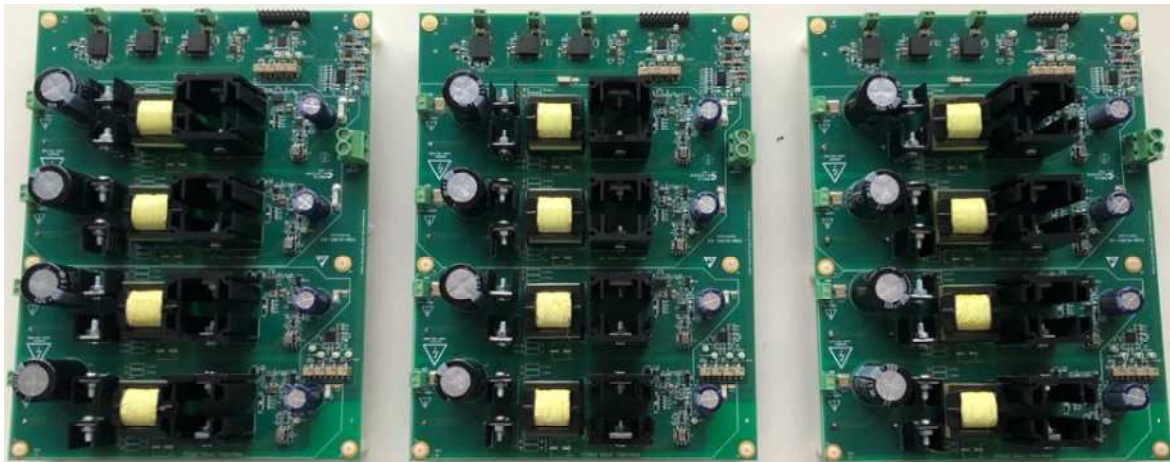
A ilustração das placas confeccionadas com os componentes já soldados é apresentada na Figura 3.

Figura 2 - Diagrama de blocos da fonte TIDA-01352 mostrando todas as tensões que podem ser geradas (+3,3 V e $\pm 5,0$ V e $\pm 2,5$ V a ± 150 V).



Fonte: Texas Instruments [8]

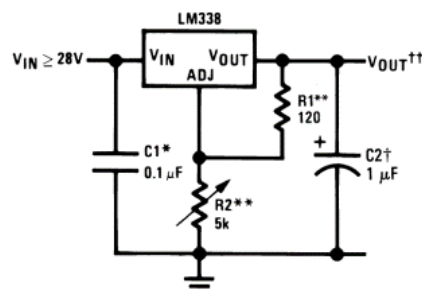
Figura 3 - Placas totalmente montadas.



Fonte: Autoria própria (2021)

Para a fonte de 24V, optou-se pelo uso do regulador de tensão LM338 (Texas Instruments [7]). Encontrou-se o exemplo da Figura 4 no manual da Texas Instruments, que utiliza o componente com uma alimentação de 28V para criar uma fonte regulável de 1,2 a 25V.

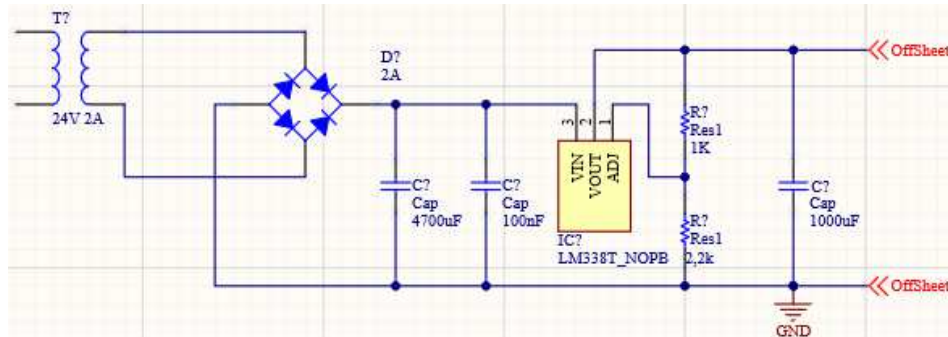
Figura 4 - Fonte de tensão ajustável com LM338



Fonte: Texas Instruments [7]

Adaptando os componentes deste sistema para um transformador de 24V/2A e saída de 24 V também, chegou-se ao esquemático da Figura 5.

Figura 5 - Fonte de alimentação 24V/2A.



Fonte: Autoria própria (2021)

Com o esquemático finalizado, procedeu-se então para a compra dos materiais e confecção da placa de circuito impresso. No entanto, devido às complicações ocasionadas pela pandemia COVID-19, que impediu o acesso da bolsista e orientador às dependências da Universidade, os testes em laboratório com as fontes desenvolvidas não puderam ser realizados. Esses testes deverão ocorrer no ano de 2022, quando houver liberação das atividades presenciais na UTFPR.

4 CONCLUSÃO

Embora a pandemia tenha atrapalhado bastante o desenvolvimento do projeto, ainda foi possível projetar a fonte de alimentação +24 V e confeccionar as três placas da fonte de alimentação com saídas de baixas e altas tensões para serem utilizadas com sistemas de ultrassom.

As fontes projetadas serão utilizadas por outros alunos de mestrado e de doutorado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial (CPGEI) para desenvolvimento de circuitos de hardware para transmissão e recepção de sinais de ultrassom no ano de 2022.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Joaquim Maia, por providenciar toda a pesquisa e meios necessários para a realização do projeto até onde foi possível, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa disponibilizada e à UTFPR pela infraestrutura e auxílio financeiro.



REFERÊNCIAS

- [1] CHRISTENSEN, D. A. **Ultrasonic Bioinstrumentation**, John Wiley & Sons, New York, 1988.
- [2] HEDRICK, W. R., HYKES, D. L., STARCHMAN, D. E. **Ultrasound physics and instrumentation**, 4a. Edição, Mosby, St. Louis, 2004.
- [3] JENSEN, J. A. **linear description of Ultrasound Imaging Systems**, Technical University of Denmark, Lyngby, 2001.
- [4] MAIA, J. M. **Ultrassom**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial (CPGEI). Curitiba, 2004.
- [5] PAPALÉO, R. M. **Ultrassonografia: Princípios Físicos e Controle da Qualidade**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, 2019.
- [6] SAEVO. **Manual do Proprietário: Sistema de ultrassom portátil Doppler digital colorido**. Disponível em <http://www.saevo.com.br/site/images/online/manuais_48842_ULTRASSOM_FP_102.pdf>, acessado em 04 de setembro de 2021.
- [7] TEXAS INSTRUMENTS. **LM138 and LM338 5-Amp Adjustable Regulators**. Texas, 2016. Disponível em <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm338.pdf>, acessado em 15 de fevereiro de 2021.
- [8] TEXAS INSTRUMENTS. **TIDA-01352 Schematic and Block Diagram**. Texas, 2016. Disponível em https://www.ti.com/lit/df/tidrrk3/tidrrk3.pdf?ts=1631044279978&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F, acessado em 06 de outubro de 2020.
- [9] TEXAS INSTRUMENTS. **TIDA-01352: 400-W Continuous, Scalable, ± 2.5 - to ± 150 -V, Programmable Ultrasound Power Supply Reference Design**. Texas, 2017. Disponível em <https://www.ti.com/tool/TIDA-01352>, acessado em 06 de outubro de 2020.
- [10] TEXAS INSTRUMENTS. **Ultrasound Scanner**. Disponível em http://www.ti.com/solution/ultrasound_system, acessado em 06 de outubro de 2020.
- [11] WELLS, P. N. T. **BIOMEDICAL ULTRASONICS**, Academic Press, New York, 1977.