

INTRODUÇÃO AO MICROPROCESSAMENTO DE ENERGIA, ELETRÔNICA DE POTÊNCIA E TRATAMENTO DE DADOS¹

Peterson Vieira Castro², Marcello Mezaroba³, Rafael Felipe Van Kan⁴

¹ Vinculado ao projeto “Conversores multifuncionais aplicados em microrredes de energia elétrica”

² Acadêmico do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica – CCT – Bolsista PIBITI/CNPq.

³ Orientador, Departamento de Engenharia Elétrica – CCT – marcello.mezaroba@gmail.com

⁴ Acadêmico do Curso de Doutorado em Engenharia Elétrica – CCT.

Carros voadores, na velocidade da luz e autônomos, são sonhos de ficção do século passado, que não foram alcançados. Em contrapartida, uma revolução nos automotivos está em andamento, que são os veículos elétricos. O primeiro carro elétrico nos EUA foi construído por William Morrison, em 1891 eram inclusive preferidos em detrimento ao veículo à combustão, entretanto melhorias neste, tais como a partida elétrica e vantagens de rendimento e baixo custo do combustível alavancaram a venda dos automotivos abastecidos com o combustível fóssil.

A história moderna dos veículos elétricos pode-se dizer iniciou em 1960, em Phoenix, nos EUA, onde ocorreu o primeiro simpósio internacional dedicado exclusivamente a este assunto. Os temas ambientais frequentes na atualidade, bem como a descoberta da finitude do petróleo, são fatores de impulsionaram o mercado dos veículos elétricos (VE's).

O mercado de economia de energia ganha espaço diariamente no cenário internacional. Entre propostas, ideias e projetos, os veículos elétricos e híbridos surgem como os percussores deste movimento, tanto pela viabilidade deste mercado, quanto pela já comprovação que está nele o epicentro da nova geração, que harmoniza eficiência e uso sustentável da energia.

As vantagens da expansão da comercialização dos veículos elétricos, fixam-se na pauta da transição para a independência dos combustíveis fósseis, que é um dos maiores desafios para a saúde e o bem estar da sociedade. Porém, com a expansão do mercado, surgem novos desafios.

Com uma maior frota de carros elétricos, é necessária a reformulação da rede elétrica, para que não haja sobrecargas, e menos ainda incapacidade de abastecimento da rede. Uma das maneiras de reduzir este impacto, está na manutenção dos carregadores destes veículos. É neste momento que defino a importância deste trabalho, que busca o aperfeiçoamento de um conversor multifuncional aplicado à uma microrrede de energia elétrica.

Neste contexto, foi realizado o estudo do Estado da Arte dos veículos elétricos e híbridos no Brasil e no mundo. O estudo incluiu o desenvolvimento das baterias ao longo dos anos, o avanço da indústria e mercado consumidor, os modelos de motores elétricos mais usuais, as regras e determinações quanto à segurança na produção dos veículos elétricos, os padrões dos carregadores internos e externos, a capacidade da rede elétrica no país e no exterior e, ainda, a visão detalhada da projeção e da viabilidade do mercado no cenário nacional.

O trabalho desenvolvido enquanto iniciante científico, foi diretamente ligado aos seguintes tópicos:

- Introdução aos conceitos básicos em Eletrônica de Potência e Processamento de energia;
- Introdução aos estudo sobre veículos elétricos;

- Tratamento e análise matemática de um conversor CA-CC trifásico bidirecional para carregamento de veículos elétricos, a partir de dados pré-determinados pelo doutorando Rafael Felipe Van Kan e simulações numéricas;
- Desenho de imagens dos circuitos elétricos ligados aos projetos relacionados aos conversores em estudo;
- Aprendizagem do método para elaboração de placas de circuito impresso para futuro auxílio na confecção das mesmas;
- Auxílio na confecção de um banner para o congresso ECCE 2019, que foi um passo importante para a divulgação dos resultados das pesquisas e simulações de todos os membros envolvidos no projeto;
- Estudo e utilização do DSP (Texas Instruments – TMS320F28377S), utilizado em parceria com o software ControlSuite, com o objetivo de se habituar ao uso de programação em C e auxiliar na construção dos códigos necessários para a operação de um conversor CA-CC.

Neste processo, foram utilizados diversos softwares importantes para o trabalho técnico de um engenheiro, tais como:

- MathCad – software amplamente usado em cálculos matemáticos e da área da engenharia;
- Visio – usado para criação de fluxogramas ou imagens, é importante para formar imagens de circuitos e componentes com alta resolução.
- Altium Designer – usado para o desenho de placas de circuitos impressos.
- PSIM – usado para a simulação de circuitos elétricos, mais especificamente na eletrônica de potência.
- CodeComposer – software de desenvolvimento de códigos de programação para microcontroladores da Texas Instruments.

Como resultados dos estudos e análise dos dados das pesquisas realizadas foi possível auxiliar na obtenção das condições de operação do conversor CA-CC trifásico bidirecional proposto no trabalho do doutorando Rafael Felipe Van Kan. Estas condições são apresentadas na Tabela 1.

Com estas condições foi possível obter as equações que regem o comportamento da operação do conversor e gráficos de potência que auxiliaram o pesquisador na análise deste conversor. Os gráficos são apresentados nas Figuras 1, 2 e 3.

Além dos mais foi dado suporte na elaboração de imagens e desenhos dos circuitos elétricos pertinentes a pesquisa e necessários nas publicações.

Trabalhos, estudos e suporte estão ainda sendo realizados para o entendimento dos códigos de programação em C, realizados no *software CodeComposer*, necessários para a operação e ensaios em bancada de um conversor CA-CC monofásico e futuros projetos de um conversor CA-CC trifásico.

Na continuidade dos trabalhos como iniciante científico, são vistos estudos para o entendimento dos códigos de programação em C para o dispositivo DSP (Digital Signal Processing – TMS320F28335). Estes códigos são necessários para a operação e ensaios em bancada de um conversor CA-CC monofásico e futuros projetos de um conversor CA-CC trifásico.

O trabalho desenvolvido tem rendido bons frutos para o iniciante científico. O conhecimento aplicado em eletrônica de potência, familiarizou conceitos e proporcionou conhecimentos ainda pouco vistos nas fases iniciais do curso.

A aplicação da teoria dos estudos para se tornar um engenheiro electricista reduz caminhos, traz o mercado de trabalho, a pesquisa e o desenvolvimento como elementos fundamentais para construir um bom aluno e profissional.

Além disso, vê-se uma melhoria no foco e na determinação para fazer cada conteúdo com o máximo de excelência, buscando e socializando cada vez mais conhecimento. A iniciação científica trouxe acima de tudo, o sentimento de pertencimento à engenharia elétrica, de que é neste lugar, entre fios, cálculos, circuitos impressos e softwares que eu, o iniciante científico quero estar.

Tabela 1. Condições de operação do conversor CA-CC trifásico

| Regiões de Operação | Razão Cíclica (D) | Intervalo <i>Phase-Shift</i> (δ) |
|---------------------|-------------------|---|
| R1 | $d < 0,5$ | $0 \leq \delta T_s < \left(\frac{1}{4} - \frac{d}{2}\right) T_s$ |
| R2 | $d < 0,5$ | $\left(\frac{1}{4} - \frac{d}{2}\right) T_s \leq \delta T_s < \left(\frac{1}{4} + \frac{d}{2}\right) T_s$ |
| R3 | $d < 0,5$ | $\left(\frac{1}{4} + \frac{d}{2}\right) T_s \leq \delta T_s < \frac{T_s}{2}$ |
| R4 | $d \geq 0,5$ | $0 \leq \delta T_s < \left(\frac{d}{2} - \frac{1}{4}\right) T_s$ |
| R5 | $d \geq 0,5$ | $\left(\frac{d}{2} - \frac{1}{4}\right) T_s \leq \delta T_s < \left(\frac{3}{4} - \frac{d}{2}\right) T_s$ |
| R6 | $d \geq 0,5$ | $\left(\frac{3}{4} - \frac{d}{2}\right) T_s \leq \delta T_s < T_s$ |
| R7 | $d < 0,5$ | $0 \leq \delta T_s < \left(\frac{1}{4} - \frac{d}{2}\right) T_s$ |
| R8 | $d < 0,5$ | $\left(\frac{1}{4} - \frac{d}{2}\right) T_s \leq \delta T_s < \left(\frac{1}{4} + \frac{d}{2}\right) T_s$ |
| R9 | $d < 0,5$ | $\left(\frac{1}{4} + \frac{d}{2}\right) T_s \leq \delta T_s < \frac{T_s}{2}$ |
| R10 | $d \geq 0,5$ | $0 \leq \delta T_s < \left(\frac{d}{2} - \frac{1}{4}\right) T_s$ |
| R11 | $d \geq 0,5$ | $\left(\frac{d}{2} - \frac{1}{4}\right) T_s \leq \delta T_s < \left(\frac{3}{4} - \frac{d}{2}\right) T_s$ |
| R12 | $d \geq 0,5$ | $\left(\frac{3}{4} - \frac{d}{2}\right) T_s \leq \delta T_s < T_s$ |

Figura 1. Resultado em gráfico por área das condições da tabela 1

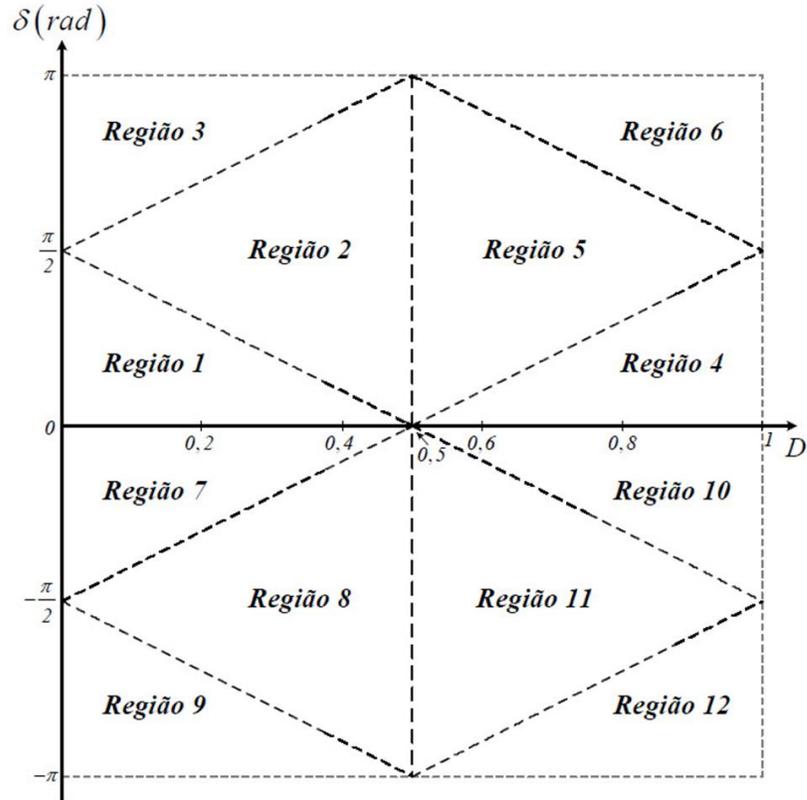


Figura 2. Fluxo de potência ativa em função do ângulo phase shift e da razão cíclica senoidal

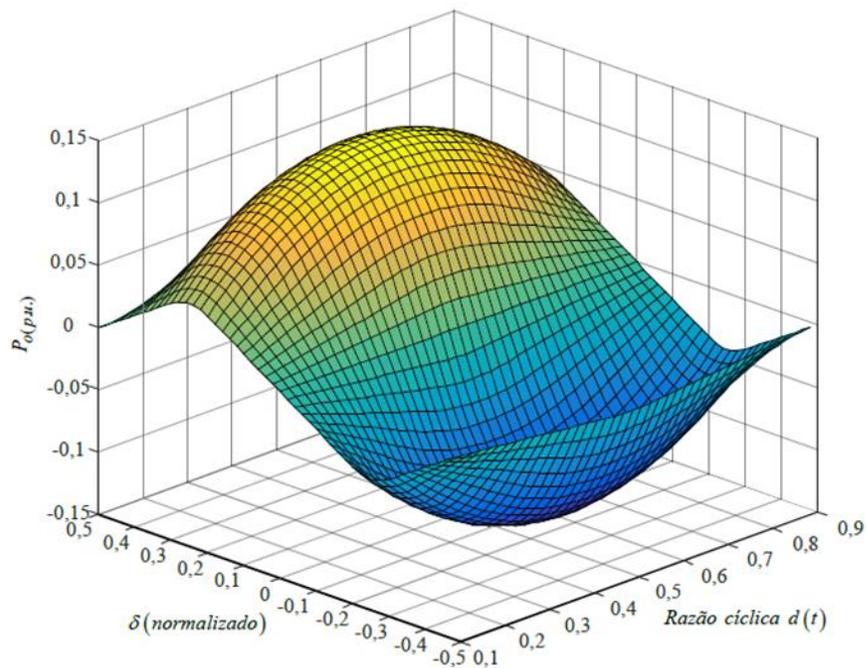
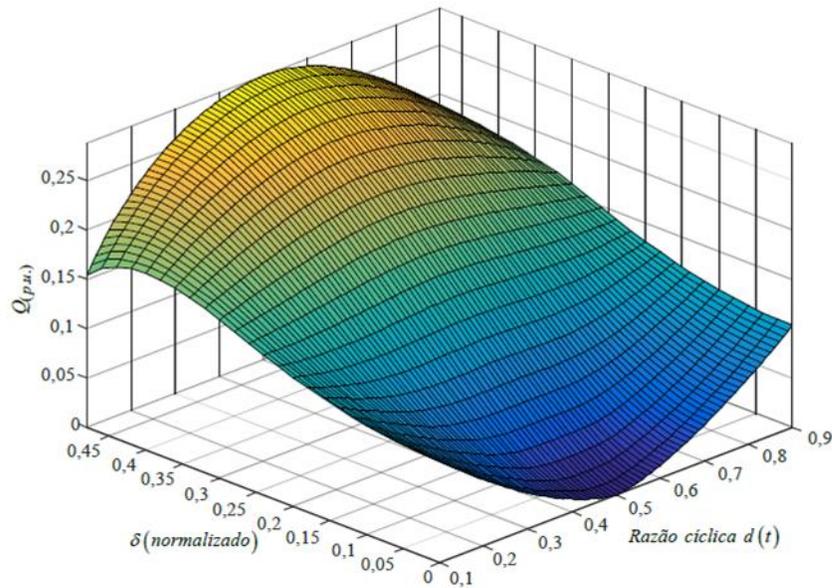


Figura 3. Fluxo de potência reativa em função do ângulo phase shift e da razão cíclica senoidal



Palavras-chave: microrredes, conversor, veículos.