

1. Carga Eletrônica

A documentação mais detalhada sobre esta topologia é descrita por Ian Johnston em seu site[10], onde ele projeta e fabrica uma carga de corrente constante (CCC) de 250W.

1.1 Topologia

Este circuito simples cria uma CCC com apenas três componentes fundamentais: um MOSFET de potência ligado a fonte em teste, como mostrado na Figura 1.1, um resistor shunt para medir a corrente do circuito e um amplificador operacional (OpAmp) funcionando como um comparador, controlando o MOSFET em sua região linear.

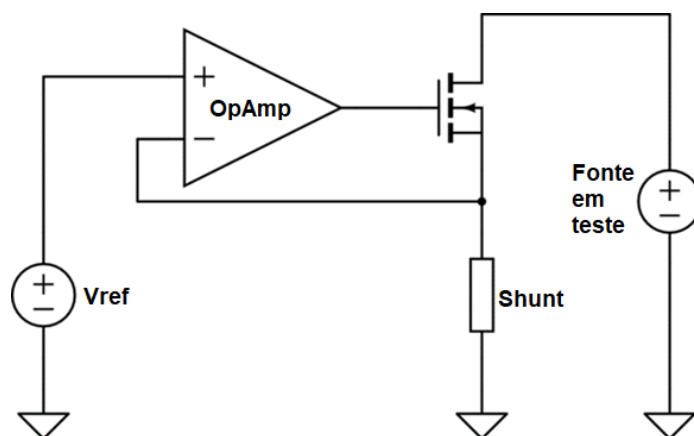


Figura 1.1 – Topologia escolhida.

Este circuito foi montado em uma protoboard e testado em bancada, Figura 1.2, funcionando como o esperado e permitindo uma boa precisão no controle da corrente. Para o protótipo, os componentes foram escolhidos de acordo com a disponibilidade no estoque do laboratório e dos fornecedores locais.

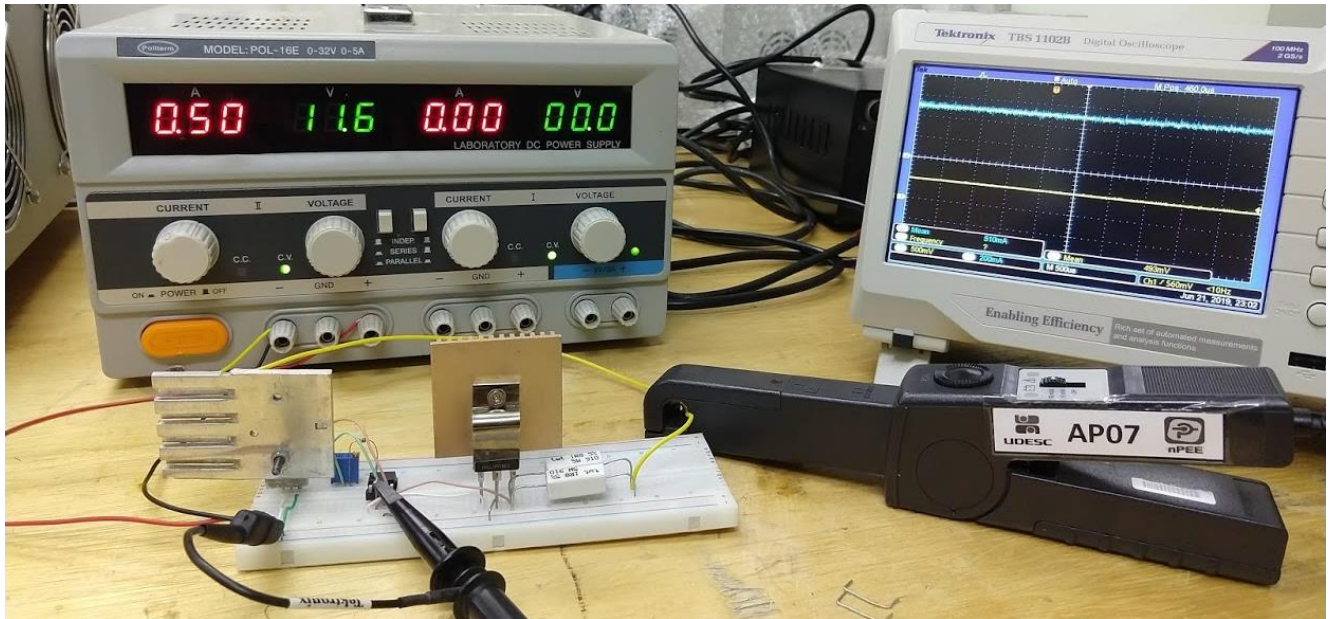


Figura 1.2 – Teste em protoboard.

O MOSFET precisara dissipar a maior parte da energia deste circuito, por isso precisa ter uma resistência térmica baixa aliada a uma grande capacidade de condução de corrente e bloqueio de tensão, assim o interruptor APT5010B2VR foi escolhido. Este interruptor pode dissipar até 500W de potência sem atingir a sua temperatura máxima de operação, possui uma baixa resistência térmica, consegue conduzir até 47A continuamente e pode bloquear até 500V, um excelente interruptor para esta aplicação[11].

Para diminuir o número de componentes e o tempo de prototipação, escolheu-se trabalhar com um resistor shunt com resistência aproximada de 1Ω , essa resistência foi obtida através da associação de dois resistores, de 5W e 2Ω , em paralelo, que limitam a corrente máxima em 3A. Pode-se então, definir os valores máximos de trabalho deste protótipo:

Tabela 1.1 – Carga de corrente constante, parâmetros máximos de trabalho.

| | | |
|------------------------------------------|------|----|
| Tensão Máxima | 500 | V |
| Corrente Máxima | 3,15 | A |
| Potência Máxima (Limitada por T_j) | 500 | W |
| Temperatura Máxima (T_j) | 150 | °C |

A potência máxima de trabalho é diretamente dependente da temperatura de junção do interruptor, esta temperatura deverá ser monitorada externamente pois o circuito não prevê proteções ou circuitos de feedback para temperatura.

A tensão medida sobre o resistor shunt é comparada a uma tensão de referência em um OpAmp LM358, que possui dois OpAmps em seu encapsulamento. Esta tensão de referência é obtida a partir de um divisor de tensão resistivo que é alimentado pela fonte de comando, que é regulada em 9V por um regulador LM7809. A fim de se obter uma boa precisão, foi utilizado um resistor de $10k\Omega$ em série com um trimpot de 25 voltas e $5k\Omega$, que limita a excursão da tensão de referência entre 0V e 3V, com uma precisão de $120mV \pm 5\%$. Como a tensão de referência e corrente no resistor shunt são diretamente relacionadas, o valor de tensão de referência equivale a corrente que será drenada do equipamento a ser testado.

1.2 Protótipo

A partir dos dados gerados teórica e empiricamente e com o auxílio do software Altium Designer 18, um protótipo foi criado e fabricado, como pode-se observar na Figura 1.3. para este protótipo escolheu-se trabalhar com dois circuitos de carga, descritos anteriormente, a fim de aproveitar melhor os componentes escolhidos, essa decisão permitiu que a corrente total do projeto fosse dobrada para 6A, ampliando o intervalo de teste.

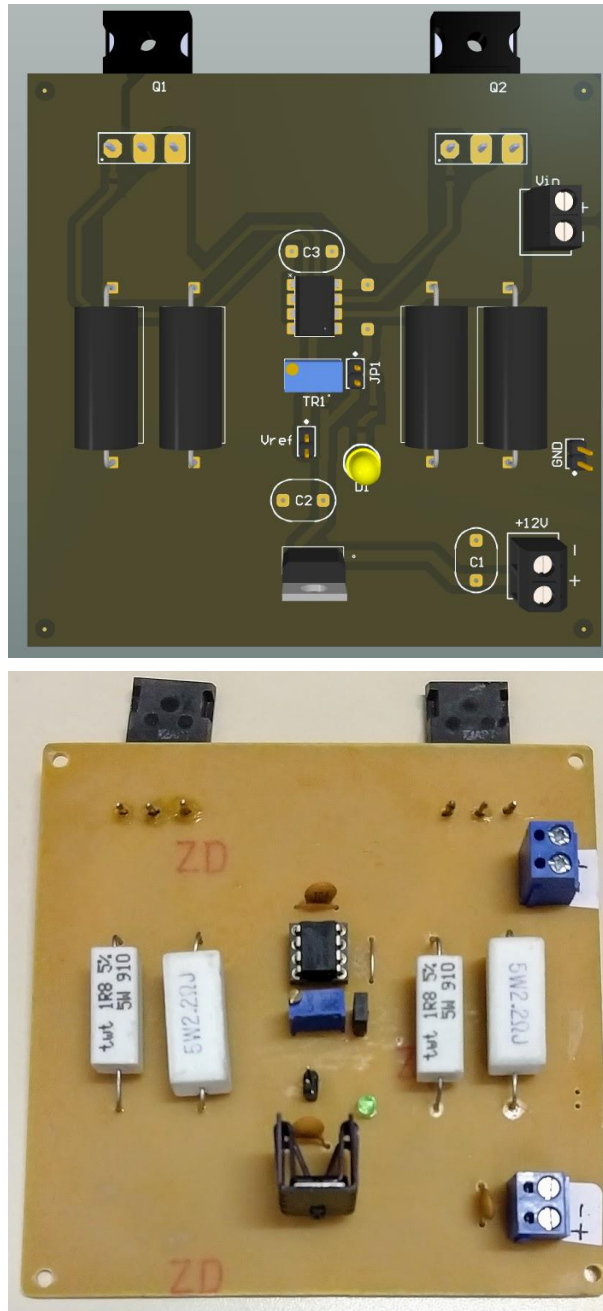


Figura 1.3 – Protótipo de CCC. A esquerda, render 3D; a direita, protótipo final.

Este protótipo foi fabricado em uma placa de circuito impresso (PCB) de $100\text{mm} \times 100\text{mm}$, uma área pequena com uma grande densidade de potência. A CCC necessita de uma fonte auxiliar de 12V para operar, possui um LED para indicar o acionamento do circuito de comando e um ponto de medição para que se possa monitorar a tensão de referência. Devido a maneira em que foi construído, este protótipo sempre irá drenar o dobro da corrente pré-definida na tensão de referência, permitindo uma variação entre 240mA e 6A .

Desta maneira, cada protótipo de carga de corrente constante pode drenar até 6A continuamente, desde que receba uma alimentação auxiliar de 12V e que a temperatura de junção dos interruptores esteja abaixo dos parâmetros pré-estabelecidos pelo fabricante.

1.3 Teste Em Bancada

Para comprovar o funcionamento da CCC foram realizados testes de bancada onde o protótipo foi submetido a trabalho em diferentes pontos de operação, Figura 1.4. Também se testou a paralelização entre protótipos para facilitar o escalonamento da corrente de teste.

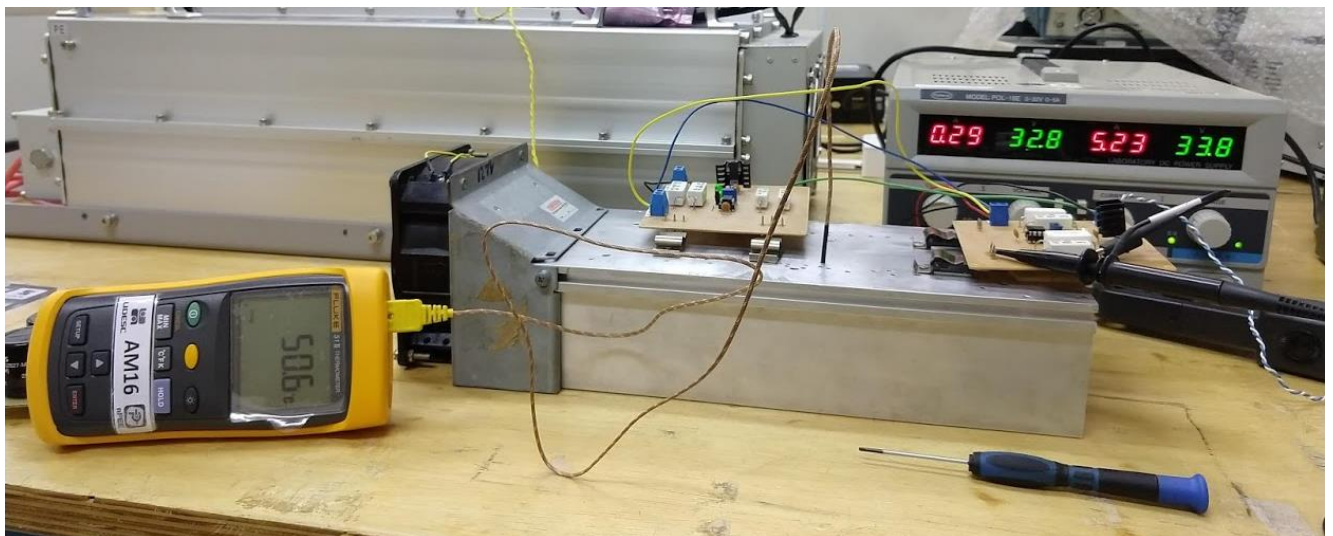


Figura 1.4 – Teste em bancada, carga de corrente constante.

Os testes foram realizados com um dissipador HS14575 [12], com 250mm de comprimento e ventilação forçada superior a 6m/s. A temperatura do dissipador aumentou 30°C, em relação a temperatura ambiente, próximo ao esperado para a potência de 360W.

[10] “Project #017 - Electronic Constant Current Dummy Load V2.0”. [Online]. Available at: <https://www.ianjohnston.com/index.php/projects/53-project-017-electronic-constant-current-dummy-load-v2-0>. [Acessado: 21-jun-2019].

[11] “APT5010B2VR”.

[12] HS Dissipadores, “Dissipadores de Calor”.