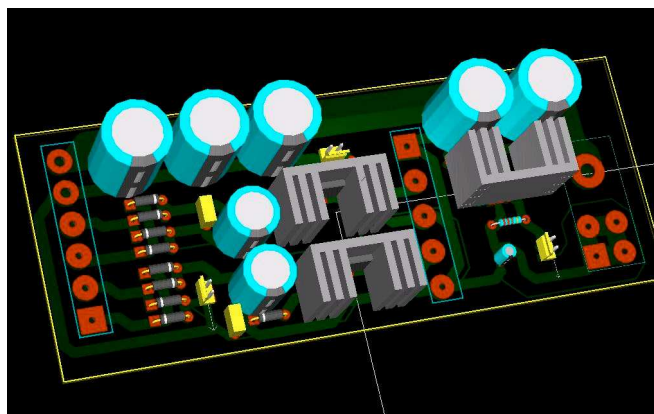


## Toroid do Brasil

**AN-08001**

**Fonte de Alimentação Regulável de 2 a 30 Vcc – 8 A**



**Janeiro de 2008**

**Toroid do Brasil Ind. e Com. Transformadores Ltda.**

**São José dos Pinhais – PR**

# sumário

SUMÁRIO.....	1
INTRODUÇÃO .....	3
<b>1</b> <b>IMPLEMENTAÇÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1</b> <b>DIAGRAMA DE BLOCOS</b> .....	<b>4</b>
1.1.1 TENSÃO DE SAÍDA 5VCC .....	4
1.1.2 TENSÃO DE SAÍDA 9VCC .....	4
1.1.3 TENSÃO DE SAÍDA AJUSTÁVEL .....	5
<b>1.2</b> <b>LISTA DE COMPONENTES</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b> <b>DIAGRAMAS ELÉTRICOS</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1</b> <b>TENSÕES DE SAÍDA</b> .....	<b>6</b>
2.1.1 TENSÃO DE SAÍDA AJUSTÁVEL .....	6
TENSÃO DE SAÍDA 5VCC .....	6
TENSÃO DE SAÍDA 9VCC .....	7
<b>TRILHAS – LAYOUT</b> .....	<b>7</b>
<b>2.3</b> <b>VISUALIZAÇÃO 3D DA PLACA</b> .....	<b>8</b>
<b>2.4</b> <b>IMAGENS DO PROJETO CONCLUÍDO</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b> <b>SUGESTÕES PARA MELHORAR O FUNCIONAMENTO</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1</b> <b>APRIMORANDO O CONTROLE DE TENSÃO E CORRENTE DE SAÍDA</b> .....	<b>12</b>
<b>3.2</b> <b>PROJETO ALTERNATIVO PARA ESTABILIZAR GRANDES VARIAÇÕES NA CARGA</b> .....	<b>12</b>
3.2.1 ESTABILIZAÇÃO ADICIONAL DA TENSÃO DE SAÍDA .....	12
3.2.2 CONTROLE DA ÁREA DE OPERAÇÃO SEGURA DOS TRANSISTORES DE SAÍDA	13
<b>3.3</b> <b>PROTÓTIPO</b> .....	<b>13</b>
<b>DIAGRAMA ESQUEMÁTICO</b> .....	<b>14</b>
<b>4</b> <b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>5</b> <b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>16</b>

## INTRODUÇÃO

O objetivo do presente documento é relatar todo o processo necessário para o desenvolvimento de uma fonte regulada capaz de fornecer +5Vcc, +9Vcc e uma tensão ajustável de +1,4Vcc até +30,5Vcc com uma corrente máxima de 8,2A.

Sem a pretensão de ser um estudo abrangente sobre o assunto, este documento serve de auxílio para projetistas, técnicos, engenheiros e hobbistas da área de eletro-eletrônica.

Para que o usuário pudesse visualizar a tensão e a corrente na saída ajustável, foram projetadas saídas auxiliares de forma que, através de um multímetro ou outro equipamento semelhante, a leitura desses parâmetros fosse facilitada.

O atual projeto possui dois sistemas de proteção, caso as saídas entrem em curto ou caso ocorra algum dano no circuito interno, que contam com dois fusíveis, um na entrada do circuito e outro na saída ajustável. Há também dissipadores em conjunto com dois ventiladores na parte traseira da fonte, destinados ao resfriamento dos transistores bipolares, aquecidos devido à corrente relativamente alta que flui sobre através dos mesmos.

O projeto foi elaborado, em sua grande parte, por Arielton Trento, estagiário em engenharia elétrica, complementado por Alexandre Torchelsen Feldens, técnico em eletrônica, sendo supervisionado por Paulo Koerbel Torres, gerente técnico. Todos colaboradores da Toroid do Brasil Indústria e Comércio de Transformadores Ltda. Os autores não se responsabilizam por danos causados devido ao funcionamento incorreto ou mal uso deste projeto.

## 1 IMPLEMENTAÇÃO

Em função do circuito ser relativamente simples, em termos da eletrônica, não foi necessário efetuar a simulação, portanto foi projetado e posteriormente testado na bancada. Como a montagem no *protoboard* era inviável, devido à corrente ser muito elevada em relação a suportada pelo mesmo, os componentes foram conectados uns aos outros por meio de malhas de fios de cobre (ligação “tipo aranha”). Foi utilizado um transformador do tipo toroidal, fornecendo até 8,2A na saída ajustável da fonte.

Nos primeiros testes os dissipadores de calor empregados não eram de tamanho apropriado, conseqüentemente alguns bipolares queimaram devido ao excesso de calor. Posteriormente, para auxiliar o resfriamento, foi adaptado coolers nos dissipadores.

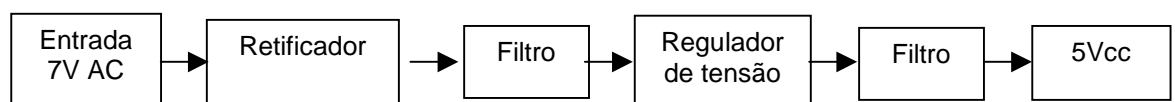
Tendo êxito no teste de bancada, o próximo passo foi montar o diagrama elétrico em um software apropriado para depois desenhar as trilhas da placa de circuito impresso e finalmente confeccionar a placa. O software utilizado para tal processo foi o Kicad, contando com ótimos recursos (inclusive visualização 3D da placa) e distribuição livre. Para mais informações sobre o Kicad, consultar referências.

É importante destacar que esta fonte é muito estável devido ao seu fator de ripple baixo. Em testes efetuados com um osciloscópio analógico, foi detectado a ausência de ripple.

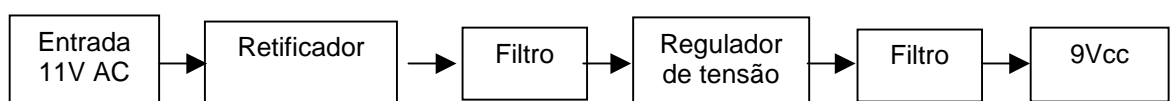
Para visualizar os diagramas elétricos e as imagens do projeto concluído, consultar os anexos.

### 1.1 DIAGRAMA DE BLOCOS

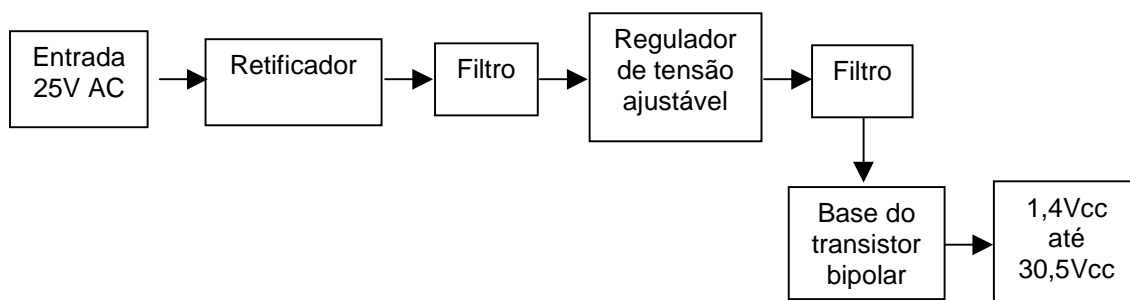
#### 1.1.1 TENSÃO DE SAÍDA 5VCC



#### 1.1.2 TENSÃO DE SAÍDA 9VCC



### 1.1.3 TENSÃO DE SAÍDA AJUSTÁVEL



## 1.2 LISTA DE COMPONENTES

**Tabela 1: Relação dos componentes utilizados**

Qtde.	Descrição	Preço (unidade) (R\$)
1	Transformador toroidal #4883	Sob consulta
2	Capacitor 470uF/25V	0,26
5	Capacitor 2200uF/50V	1,90
1	Capacitor 1uF/50V	0,10
5	Capacitor 100nF cerâmico	0,10
9	Diodo 1N4007	0,09
3	Conector KK 2 pinos (macho e fêmea) *	0,13 + 0,10
1	Led 5mm	0,12
1	Resistor 330 ohms	0,03
1	Resistor 470 ohms	0,03
1	Regulador LM7805	0,82
1	Regulador LM7808	0,84
1	Regulador LM317	1,00
4	Transistor 2N3055	0,90
2	Cooler 80X80 mm	6,95
1	Dissipador 180X80 * *	- -
1	Caixa 220X180X85 *	aprox. 13,00
1	Botão ON/OFF *	aprox. 4,00
1	Fusível grande 10A + porta fusível	0,30 + 1,35
5	Pares de borniers (VM / PT)	3,16
1	Knob *	0,65
1	Potenciômetro 5K	1,10
1	Fusível 5A + porta fusível	0,25 + 1,15
1	Chave 110V/220V *	1,00
		<b>TOTAL = R\$ 71,06 * * *</b>

\* Elementos opcionais

\*\* Pode-se utilizar uma barra espessa de alumínio

\*\*\* Dissipador e transformador não inclusos

## 2 DIAGRAMAS ELÉTRICOS

### 2.1 TENSÕES DE SAÍDA

#### 2.1.1 TENSÃO DE SAÍDA AJUSTÁVEL

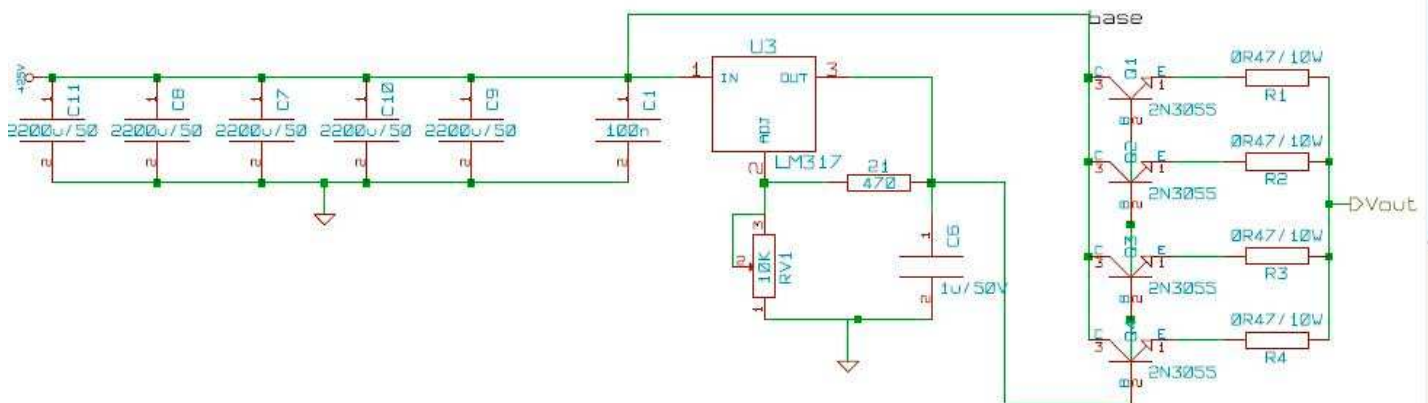


Fig.1: Diagrama da parte ajustável – 1,4Vcc até 30,5Vcc 8A

#### 2.1.2 TENSÃO DE SAÍDA 5VCC

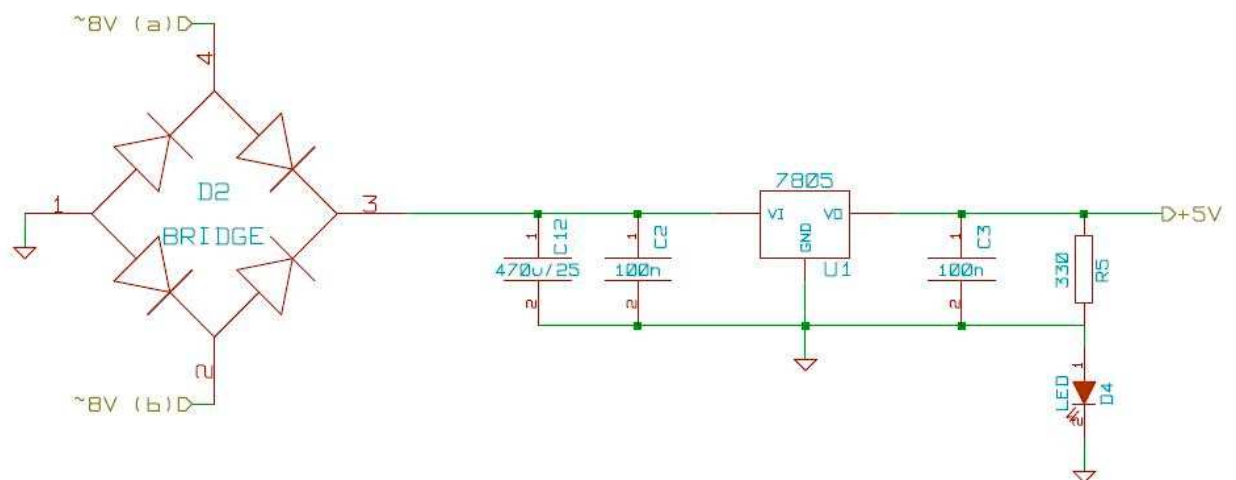


Fig.2: Diagrama cuja tensão de saída corresponde a +5Vcc

### 2.1.3 TENSÃO DE SAÍDA 9VCC

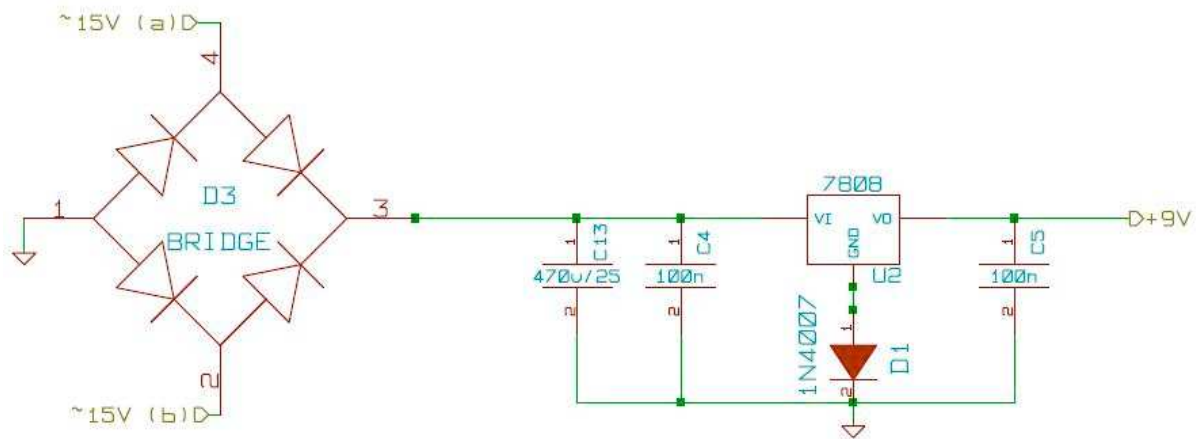


Fig.3: Diagrama cuja tensão de saída corresponde aproximadamente a +9Vcc

## 2.2 TRILHAS – LAYOUT

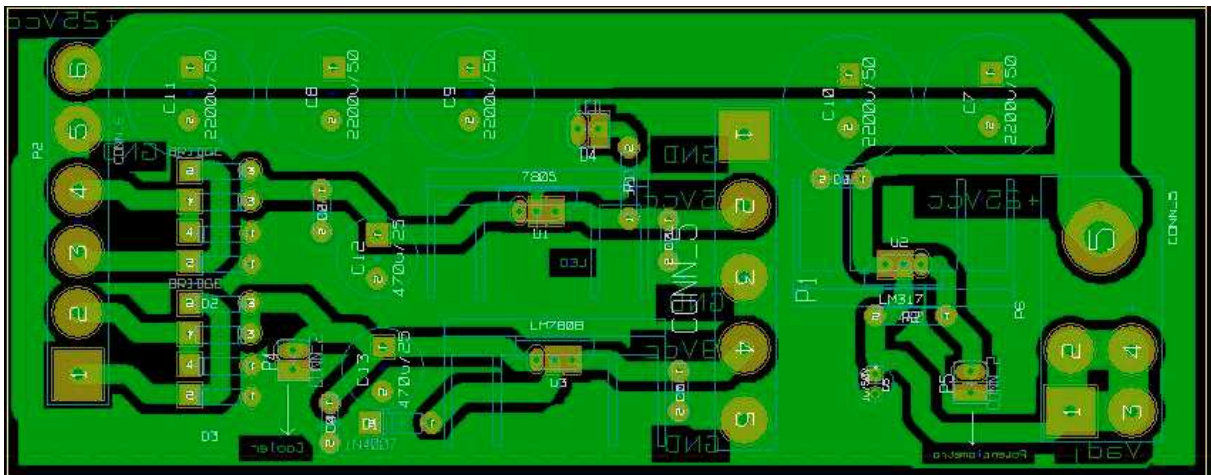


Fig.4: Confecção da placa através do software KICAD.

OBS.: a placa acima NÃO está em escala 1:1.

### 2.3 VISUALIZAÇÃO 3D DA PLACA

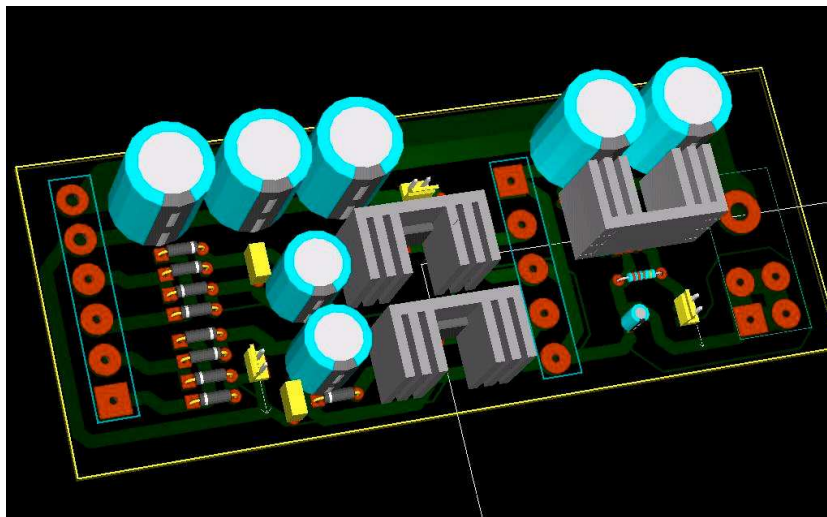


Figura 5: Vista 3D da placa de circuito impresso

### 2.4 IMAGENS DO PROJETO CONCLUÍDO

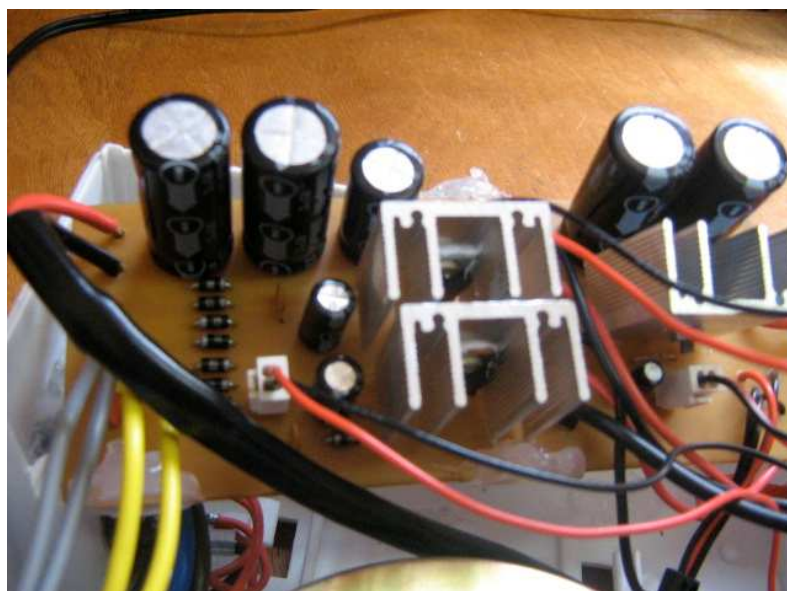
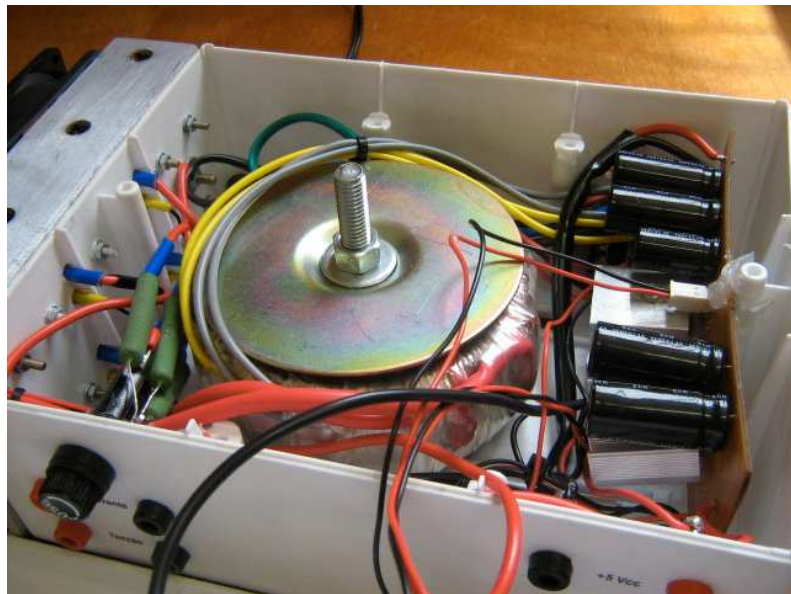


Figura 6: Placa de circuito impresso (A)





**Figura 7: Placa de circuito impresso (B)**



**Figura 8: Visão do transformador e da placa**



**Figura 9: Conectores para os multímetros e das saídas 5V e 9V**



**Figura 10: Potenciômetro e conectores da saída ajustável**



**Figura 11: Dissipadores e Coolers**



**Figura 12: Multímetros conectados para efetuar a medição das grandezas envolvidas**



**Figura 13: Botão liga/desliga e chave seletora 127V/220V**

### 3 SUGESTÕES PARA MELHORAR O FUNCIONAMENTO

#### 3.1 APRIMORANDO O CONTROLE DE TENSÃO E CORRENTE DE SAÍDA

Em muitas situações, nos deparamos com alguma montagem de laboratório que requer correntes elevadas. A fonte acima descrita vem de encontro com esta necessidade, possuindo uma baixíssima ondulação na saída, e uma montagem bem amigável.

Mas, sempre existem casos mais exigentes, onde devemos dispor de uma fonte de alta corrente e com uma excepcional estabilidade em tensão, conforme as diversas solicitações de corrente.

Podemos apreciar no diagrama esquemático da fonte anterior que o elemento estabilizador (o LM 317) compensa todas as variações de tensão em **seu pino de saída**, sendo que a saída da fonte está ligada após vários outros componentes (resistores, fusível, transistor de potência e amperímetro), onde existirão quedas de tensão, variável com a carga e com a temperatura.

Eliminar o fusível e o amperímetro da saída é fácil: basta situá-los antes do sistema regulador. Porém isso não elimina as quedas de tensões nos transistores e nos resistores de saída.

Temos, então, que tomar como ponto estabilizado os bornes de saída da fonte. Veremos a seguir como solucionar esta questão.

#### 3.2 PROJETO ALTERNATIVO PARA ESTABILIZAR GRANDES VARIAÇÕES NA CARGA

O projeto aqui proposto tem como base a folha de dados (*datasheet*) do circuito integrado LM723, que é dedicado à construção de fontes lineares sofisticadas.

##### 3.2.1 ESTABILIZAÇÃO ADICIONAL DA TENSÃO DE SAÍDA

A realimentação da tensão de saída é realizada diretamente nos conectores de saída da fonte, permitindo que se compensem as seguintes quedas de tensão:

- Fiação de entreligação dos componentes;
- Fusível de saída (que deixa de ser empregado neste modelo);
- Resistores de saída;
- Amperímetro;
- Variações na tensão base-emissor dos transistores de saída que ocorrerem devido a variações na carga e variações na temperatura.

Essa tarefa é realizável facilmente com o LM723, pois temos os pinos do amplificador diferencial disponíveis, para tomarmos a referência do ponto mais conveniente.

Com estes cuidados, teremos uma excepcional estabilidade na tensão de saída.

### 3.2.2 CONTROLE DA ÁREA DE OPERAÇÃO SEGURA DOS TRANSISTORES DE SAÍDA

Este é um controle da maior importância, quando se requer versatilidade e segurança no equipamento.

Controlando a área de operação segura (AOS - do inglês *Safe Operating Area* - SOA) dos transistores de saída, teremos como benefícios:

- Dimensionamento melhor do dissipador, pois limita-se a dissipação de coletor dos transistores, sob qualquer condição de carga;
- Proteção intensiva dos transistores, mesmo com curto-circuito na saída, devido a limitação dinâmica da corrente que circula na carga.

Assim, não necessitaremos de fusível para proteção de curto-circuito, pois a fonte, quando for excedido o limiar de corrente disponível para a tensão de saída que estiver ajustada, se comportará como uma fonte de corrente constante, não mais uma fonte de tensão constante.

Portanto, a fonte irá reduzir a tensão de saída, conforme o nível da sobrecarga, até zero, no caso de curto-circuito.

O circuito integrado dedicado escolhido possui um pino disponível para realizar esse controle.

Nota-se que os circuitos integrados reguladores de tensão que possuem o transistor de saída incorporado, possuem um sistema de contorno da AOS (de temperatura e tensão) do próprio transistor, o que torna estes componentes extremamente robustos.

## 3.3 PROTÓTIPO

O protótipo foi montado no mesmo lugar da fonte anterior, aproveitando-se os elementos necessários que já estavam presentes, como a seção retificadora e os transistores de potência.

Foi escolhida uma faixa de tensão de saída menor, de 3 a 28 V, porém seria livre utilizar outras faixas.

Atingiu um pico de corrente de 12,5 A, com 12 V na saída, sendo disponíveis picos de corrente maiores, quanto maior for a tensão de saída ajustada. A corrente de curto-circuito é inferior a 6 A.

A corrente máxima contínua não deverá ultrapassar a capacidade do transformador.

O *ripple* na saída é, novamente, de magnitude desprezível.

Possui, ainda, uma variação de poucos milivolts nos bornes de saída, mesmo que a variação de carga seja de 0 A a 12 A.

### 3.4 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO

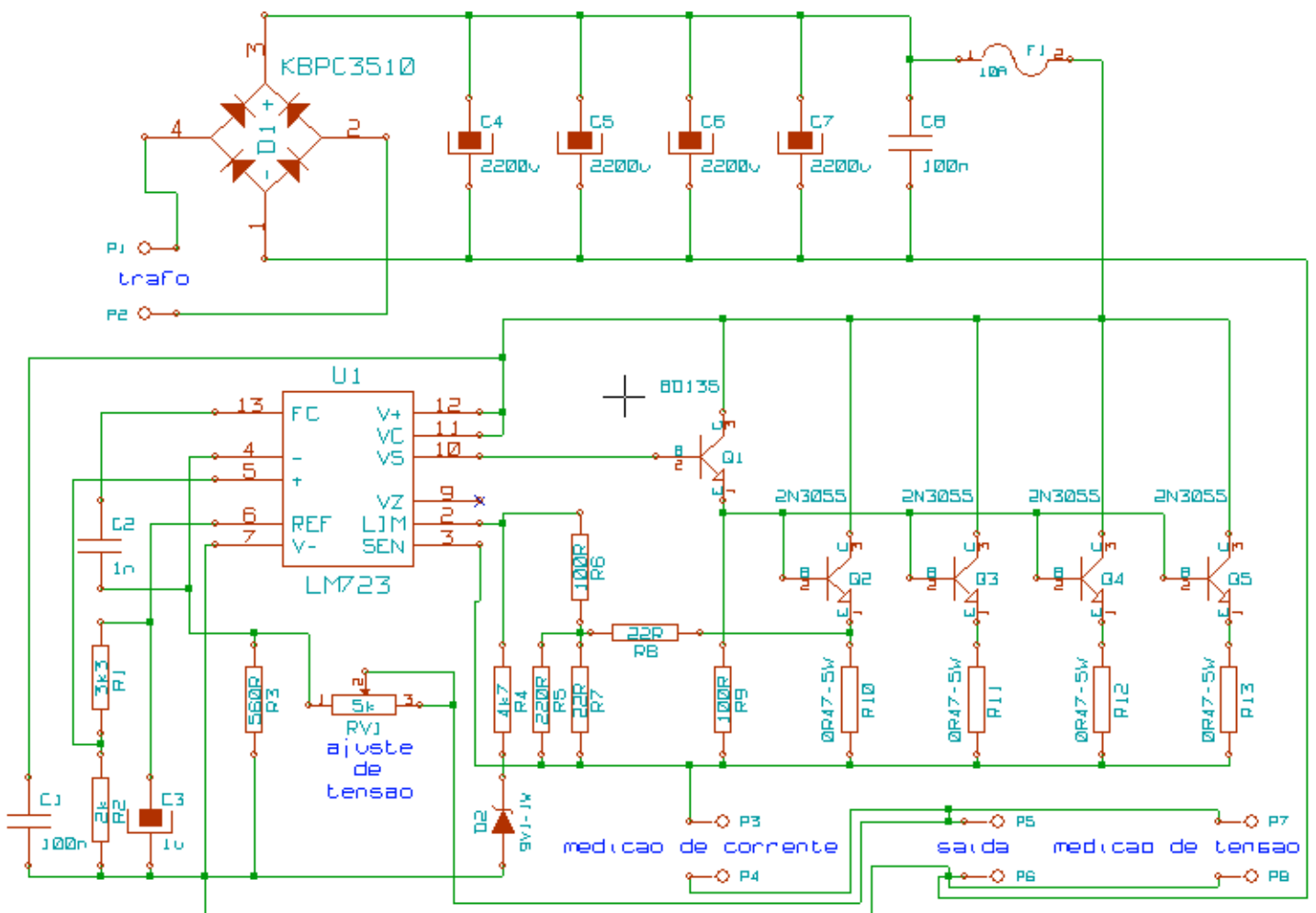


Figura A1: O diagrama esquemático da fonte alternativa, com as ligações ponto-a-ponto.

Foi desenhado apenas o circuito básico, sem os conectores intermediários.

Observar o modo que são ligados os terminais, para obter o desempenho previsto, e os componentes extras no pino 2, para controle da AOS. O fusível existe mais por uma questão de segurança extra, caso algum transistor entre em pane.

O transistor BD135 deverá ser munido de um pequeno dissipador, semelhante àquele empregado no LM317 no projeto anterior.

#### **4 CONCLUSÃO**

Existindo a necessidade de uma inerente estabilidade em tensão e uma proteção dinâmica, este circuito irá atender estas condições.

A Toroid do Brasil fornece o transformador de potência para esta aplicação. Para comprá-lo, entrar em contato através do e-mail [falecom@toroid.com.br](mailto:falecom@toroid.com.br).

## 5 REFERÊNCIAS

- [1] **Datasheet do LM317.** Acessado em 10 de janeiro de 2007:  
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/8619/NSC/LM317.html>.
- [2] **Datasheet do 2N3055.** Acessado em 12 de outubro de 2006:  
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/2829/MOTOROLA/2N3055.html>.
- [3] **Datasheet do LM7805.** Acessado em 12 de outubro de 2006:  
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/105702/FAIRCHILD/LM7805.html>.
- [4] **Datasheet do LM7808.** Acessado em 15 de janeiro de 2007:  
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/105704/FAIRCHILD/LM7808.html>.
- [5] **Informações sobre o software KICAD.** Acessado em 15 de janeiro de 2007:  
<http://www.reniemarquet.cjb.net/kicad.htm>.
- [6] **Datasheet do LM723.** Acessado em 15 de janeiro de 2008:  
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/9021/NSC/LM723.html>.
- [7] **Datasheet do BD135.** Acessado em 23 de janeiro de 2008:  
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/16169/PHILIPS/BD135.html>.