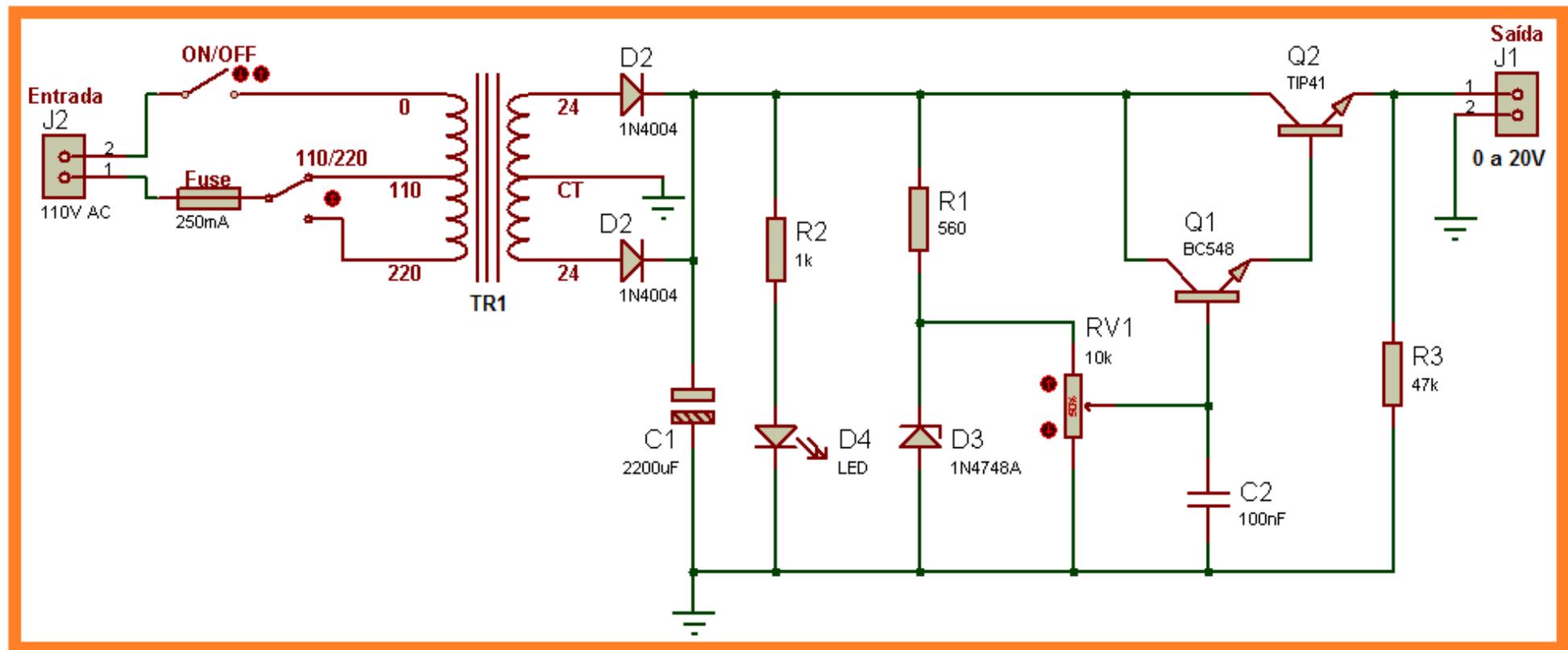


FONTE DE ALIMENTAÇÃO REGULÁVEL

A fonte apresentada é de fácil montagem e baixo custo, sendo muito útil para o desenvolvimento de experimentos na bancada de eletrônica.

O esquema apresentado permite uma tensão variável de 0 a 20 volts, com uma corrente máxima de 1A, o que permite realizar uma infinidade de experiências.



Em vista disso, o transformador TR1 deverá ter as especificações:

Primário (entrada da rede): 110/220V (0-110-220)

Secundário: 24V – 0 – 24V (transformador com CT) – corrente nominal mínima de 1A

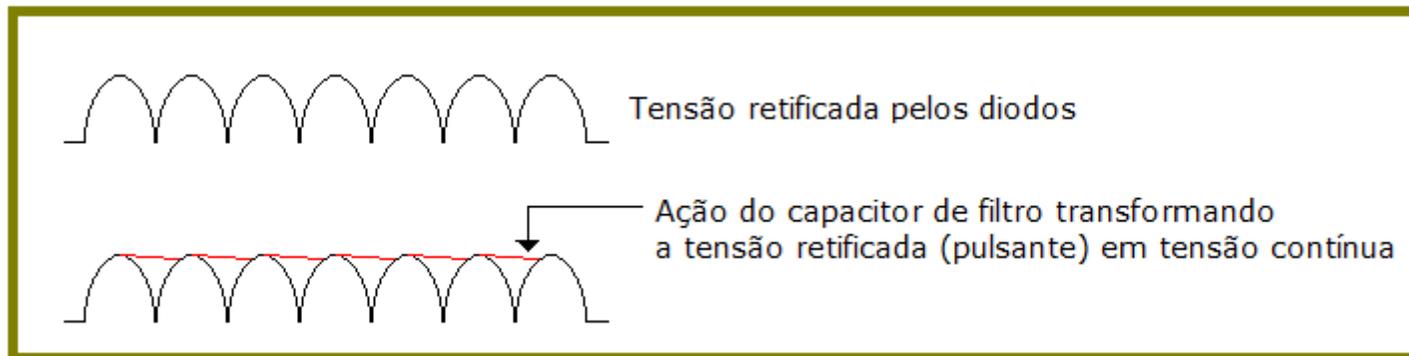
Descrição geral:

Tipo de retificação: retificação de onda completa com ponto de neutro, através do transformador e os diodos D1 e D2.

Filtragem: O capacitor C1 é encarregado de filtrar a tensão retificada, tornando-a mais próxima possível de uma tensão DC pura.

A tensão resultante da retificação dos diodos é contínua, porém pulsante, que não serve para alimentação da grande maioria dos circuitos eletrônicos.

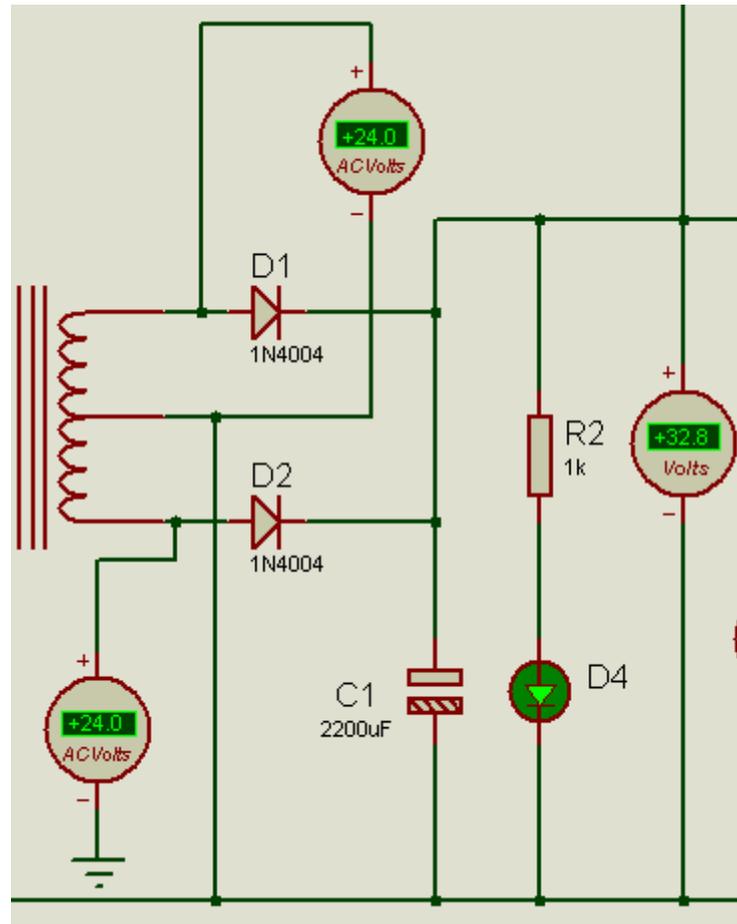
É preciso então proceder a filtragem, normalmente através de um capacitor denominado “capacitor de filtro”, de forma a tornar a tensão contínua pulsante o mais próximo possível de uma tensão DC pura, como a fornecida por uma bateria automotiva ou pilhas comuns.



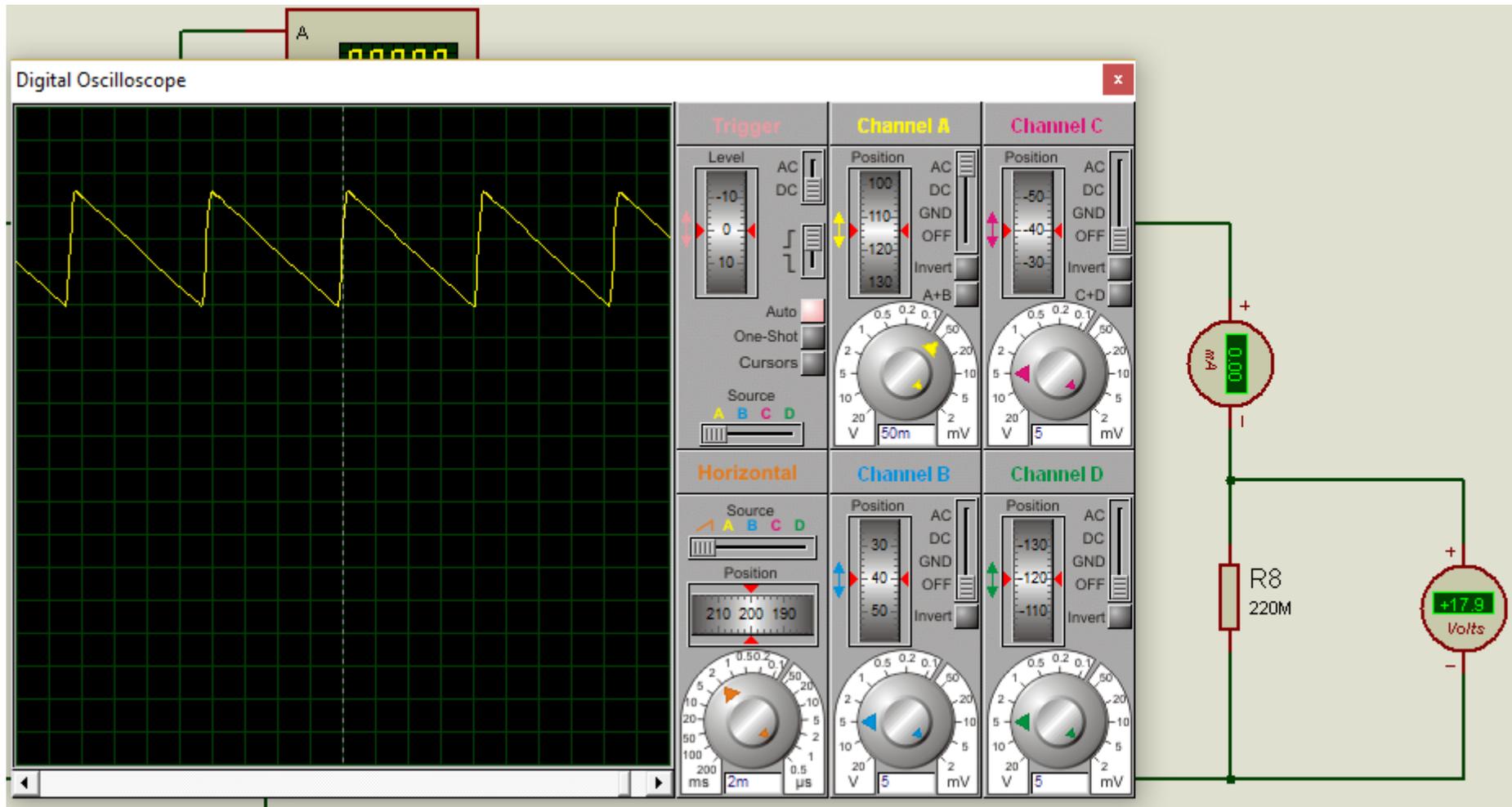
Calculando a tensão de saída (veja o circuito simulado no Proteus ISIS):

- Saída sem o filtro capacitivo (tensão pulsante) = $24 \times 1,41 = 33,84$ volts

- Valor médio da tensão contínua (sem o filtro) = $25,38 \times 0,636 = 21,52$ volts
- Saída com filtro capacitivo (admitindo valor ideal de capacitância para filtragem) = 33,84 volts
- Considerando queda de tensão direta nos diodos ($V_d = 0,7V$ - teórico) teremos então na saída aproximadamente 33,14 volts.



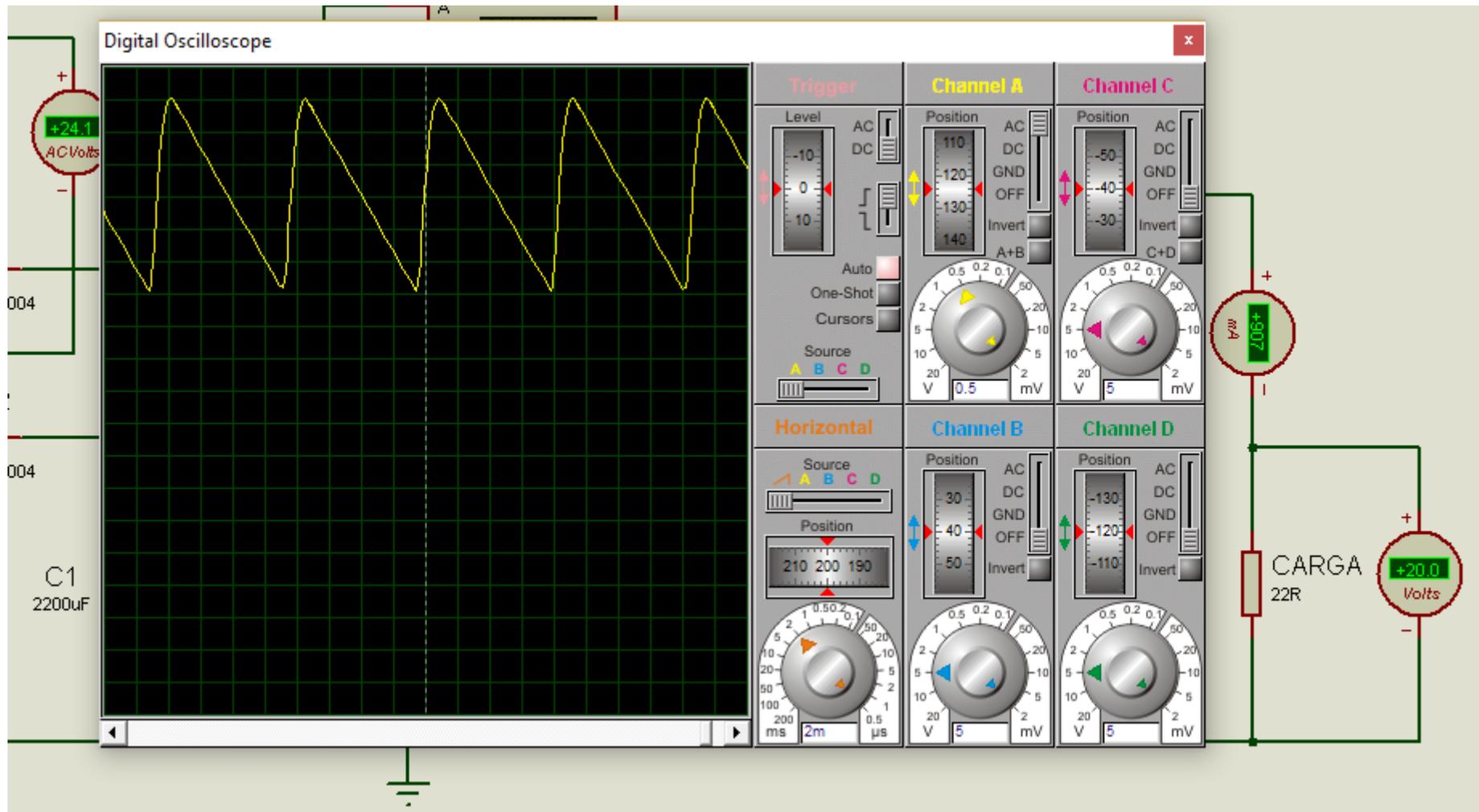
Observe que a tensão em cada secundário do transformador é de 24 volts. A figura a seguir mostra a tensão de "ripple" de saída, sem carga para um valor de 17,9 volts (arredondando = 18 volts)



Observe que o medidor de corrente registra 0mA, visto que a carga de 220M (R8) representa um circuito aberto.

A tensão de "ripple" medida é: $3,3 \times 50\text{mV} = 165\text{mVpp}$

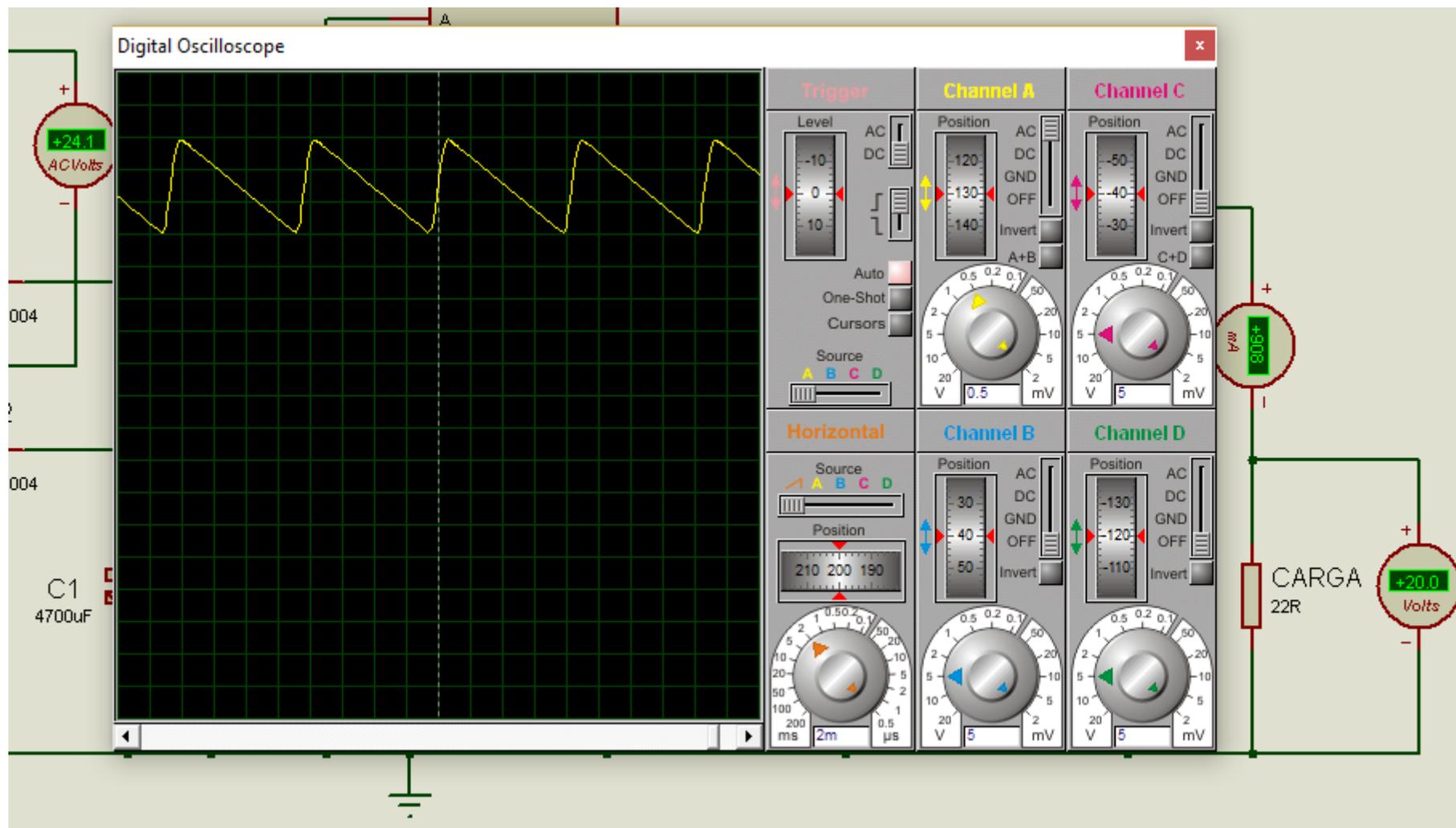
Observe na figura a seguir a tensão de ripple para um valor de carga de 22 ohms sob a a tensão de 20 volts, neste caso, o medidor de corrente deverá indicar: $20\text{V} / 22 \text{ ohms} = 909,09\text{mA}$



O desvio da corrente de 2,09mA na leitura do amperímetro, deve-se à resistência interna dos instrumentos (voltímetro e amperímetro). O valor de 2,09mA representa um desvio de 0,23%, perfeitamente tolerável.

A tensão de "ripple" passa a ter o valor de: $6 \times 500\text{mV} = 3\text{Vpp}$. O valor dessa tensão para as mesmas condições de carga poderá ser diminuído, bastando para isso alterar o valor do capacitor de filtro C1.

Vamos observar o que ocorre com a tensão de "ripple" ao substituir o capacitor C1 de 2.200uF para o valor de 4.700uF (valor comercial).

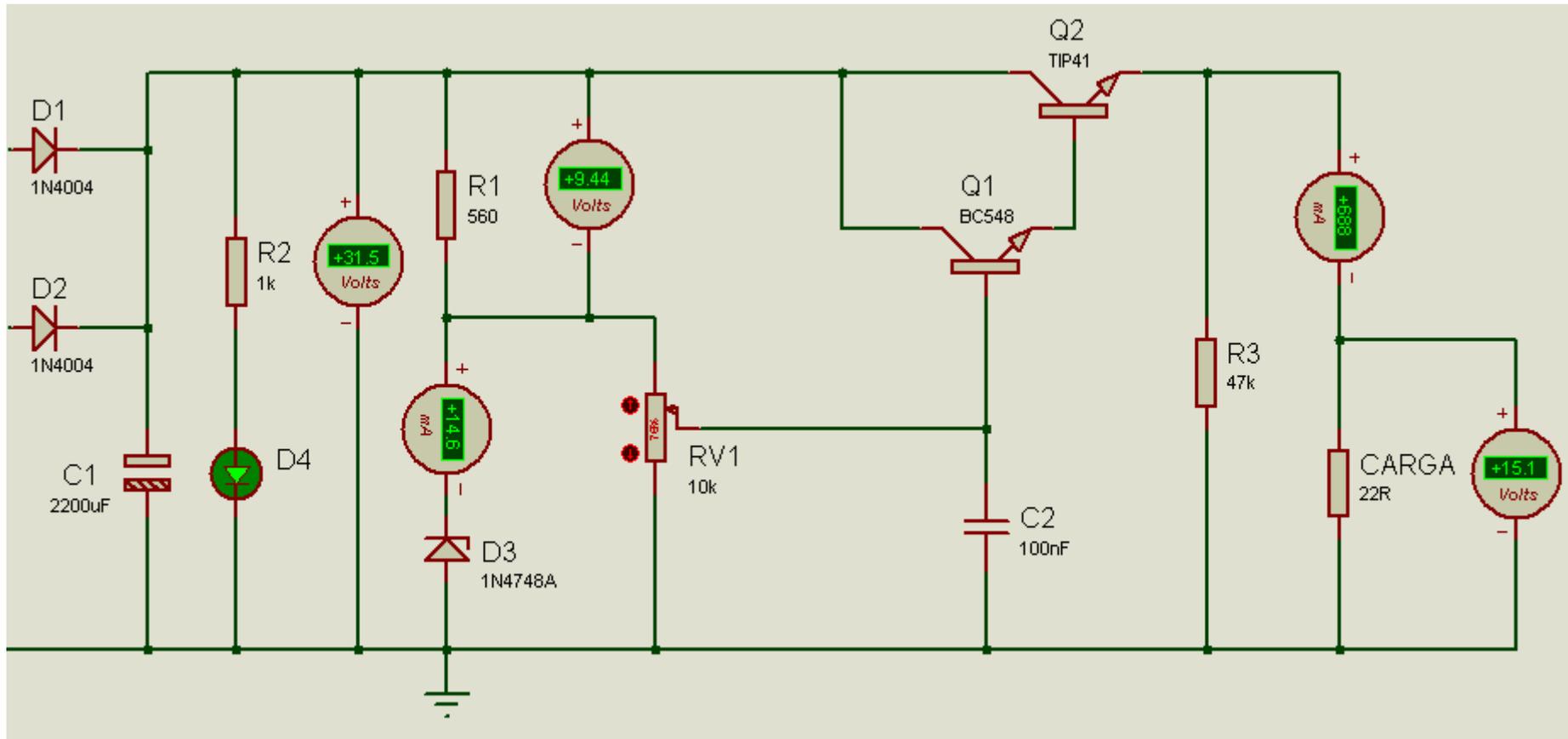


Veja que a tensão de "ripple" que era anteriormente de 3Vpp, caiu pela metade, ou seja, 1,5mVpp.

A figura a seguir mostra a visão geral da fonte ajustada para uma tensão de 15,1 volts.

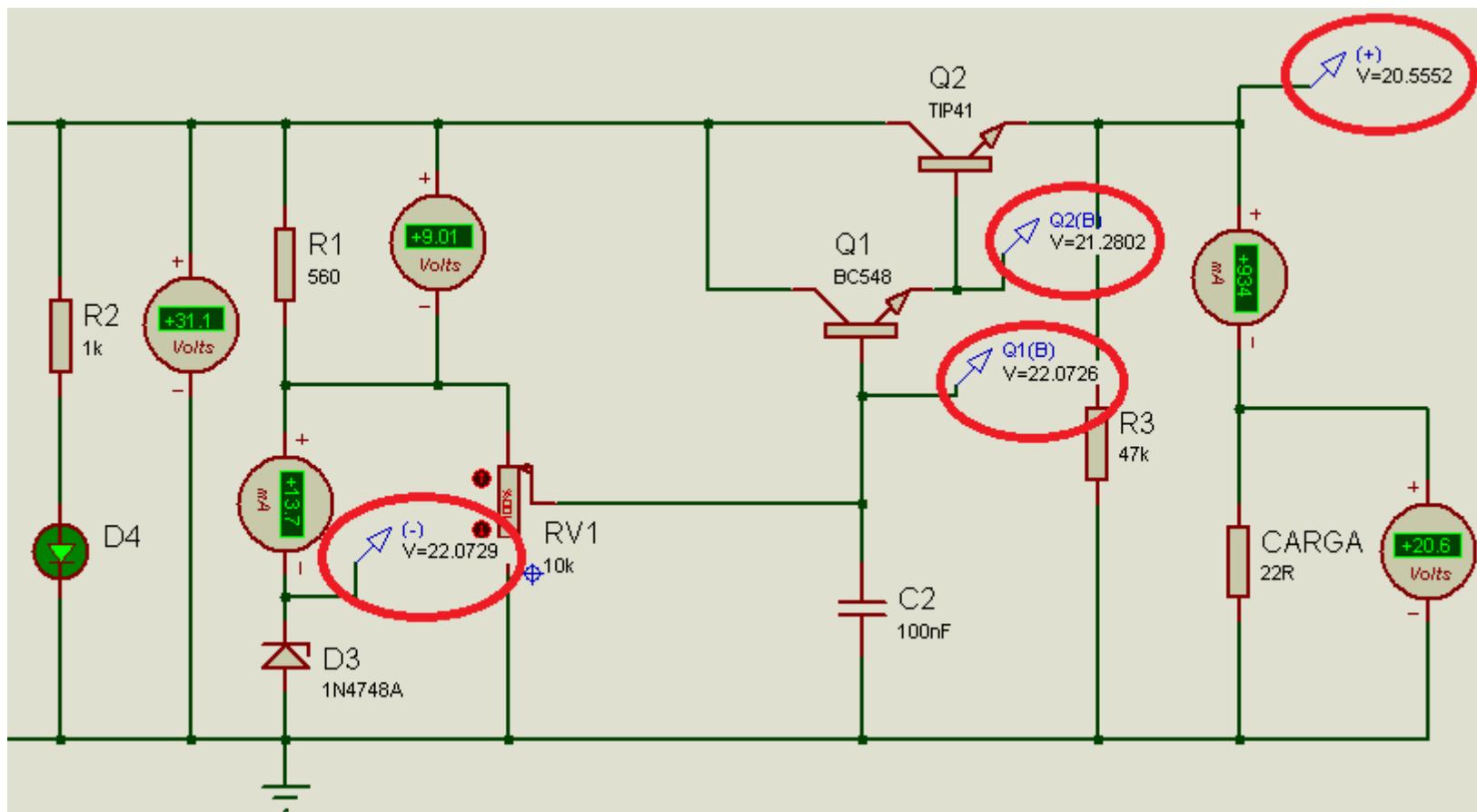
O consumo da carga é de 688mA, conforme indica o miliamperímetro.

Calculando essa corrente, temos: $15,1V / 22 \text{ ohms} = 686,36mA$



Ajuste da tensão de saída:

A figura a seguir ilustra a condição de máxima tensão na saída para uma carga de 22 ohms.



A tensão de saída é ajustada através de RV1, sendo aplicada na base de Q1 uma tensão de referência obtida nos extremos de D3 (diodo zener 1N4748 – 22 volts)

O valor obtido na saída deve levar em consideração a queda da tensão entre base e emissor de Q1 e Q2 (VBE), da ordem de 1,4 volts, valor esse teórico.

Daí então, a tensão máxima obtida na saída não será a tensão de referência obtida nos extremos de D3, mas sim, deve ser levada em conta a queda de tensão entre base e emissor de Q1 e Q2.

Vejamos então:

Tensão de referência (extremos de D3 e base de Q1) = 22,0729 volts

Tensão presente na base de Q1 = 22,0726

Tensão no emissor de Q1 = 21,2802 volts

Tensão no emissor de Q2 (saída) = 20,5552 volts

Levando em consideração a queda de tensão (valor teórico = 1,4V) entre base e emissor de Q1 e Q2, teremos:

$22,0726$ (presente na base de Q1) $- 1,4 = 20,6726$ volts

OBSERVAÇÃO: Veja que a tensão aplicada na base de Q2 está presente no emissor de Q1, o que chamamos de acoplamento direto.

Os transistores Q1 e Q2 estão interligados na configuração DARLINGTON.

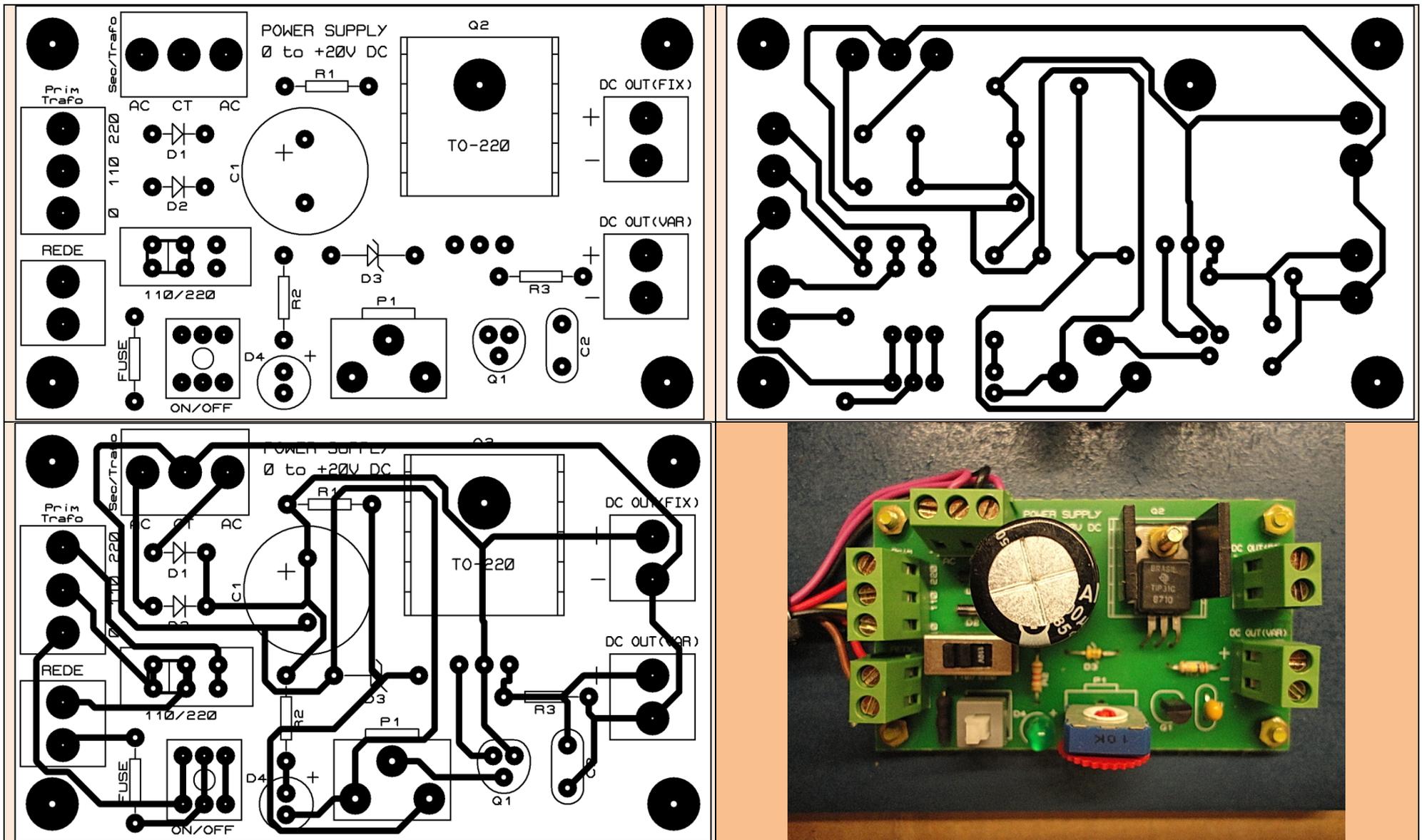
A configuração Darlington foi inventada pelo engenheiro Sidney Darlington (Bell Labs). A vantagem da configuração *Darlington* está no alto ganho (produto do ganho dos dois transistores), proporcionando assim com que altas correntes sejam controladas (entre coletor e emissor) por uma corrente de base muito pequena.

Geralmente para otimização de espaço esses dois transistores podem vir em um único encapsulamento, como por exemplo, o transistor TIP142, que é de polaridade NPN – 100V – 10A.

A simbologia é a mesma de um transistor comum de polaridade NPN.

A desvantagem do transistor “darlington” é que devido ao seu ganho muito elevado, pode se tornar instável em frequências elevadas.

Veja a seguir o layout da PCI e o aspecto da fonte montada, lembrando que, o layout foi desenvolvido para uma concepção de fonte de “bancada”, cujas medidas são 5 x 8,3cm.



Fonte de alimentação regulável – Prof. Edgar Zuim

Instruções para a montagem:

Apesar da fonte ter sido desenvolvida para bancada, a mesma poderá ser montada em gabinete, onde no painel frontal estarão dispostos: o potenciômetro de ajuste da tensão, a chave liga-desliga, os bornes de saída da tensão e opcionalmente um porta fusível de proteção somente para as operações em DC e até mesmo um "led" para monitoração.

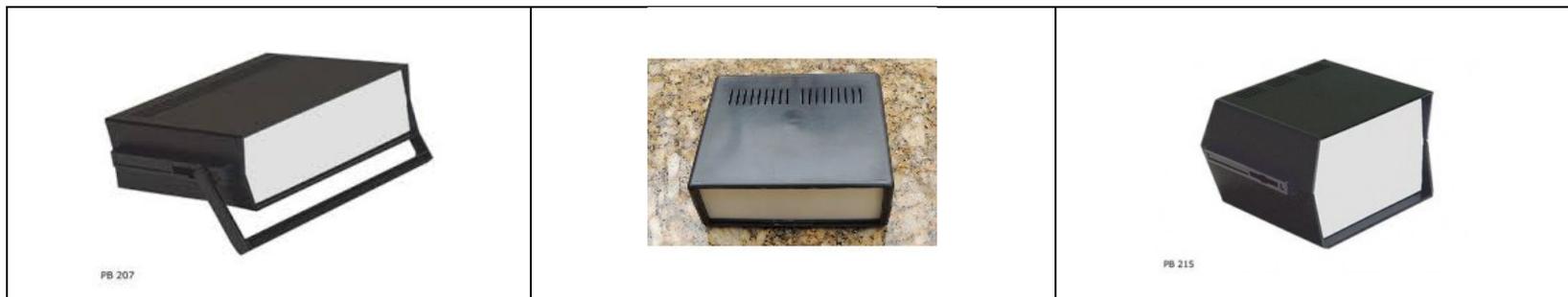
As ligações entre a placa e esses componentes serão feitas com chicote de fio (flat-cable) com especificação adequada, principalmente quanto ao seu comprimento, o qual vai depender das dimensões do gabinete.

O transistor de saída, no caso desta fonte, o Q2 poderá ser montado opcionalmente no painel traseiro em um dissipador de calor.

É aconselhável que o mesmo seja montado externamente ao gabinete, pois isto auxiliaria na dissipação térmica durante as operações com a fonte.

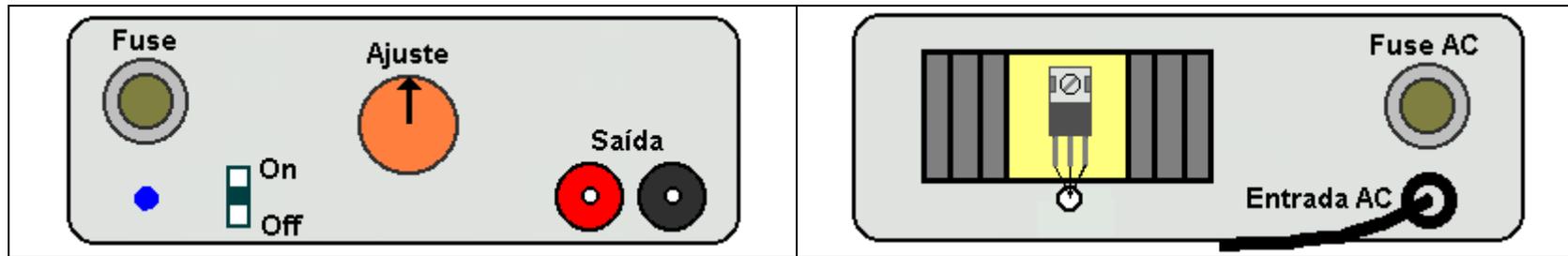
No mesmo painel poderá inserido um porta fusível para proteção AC.

Sugestões de gabinete (caixas de plástico) que são facilmente encontradas no comércio de componentes eletrônicos a um preço bem acessível.



Portanto, fica a critério do montador escolher a melhor opção para as suas necessidades: montagem da fonte para bancada ou em gabinete.

Sugestões para os painéis frontal e traseiro:

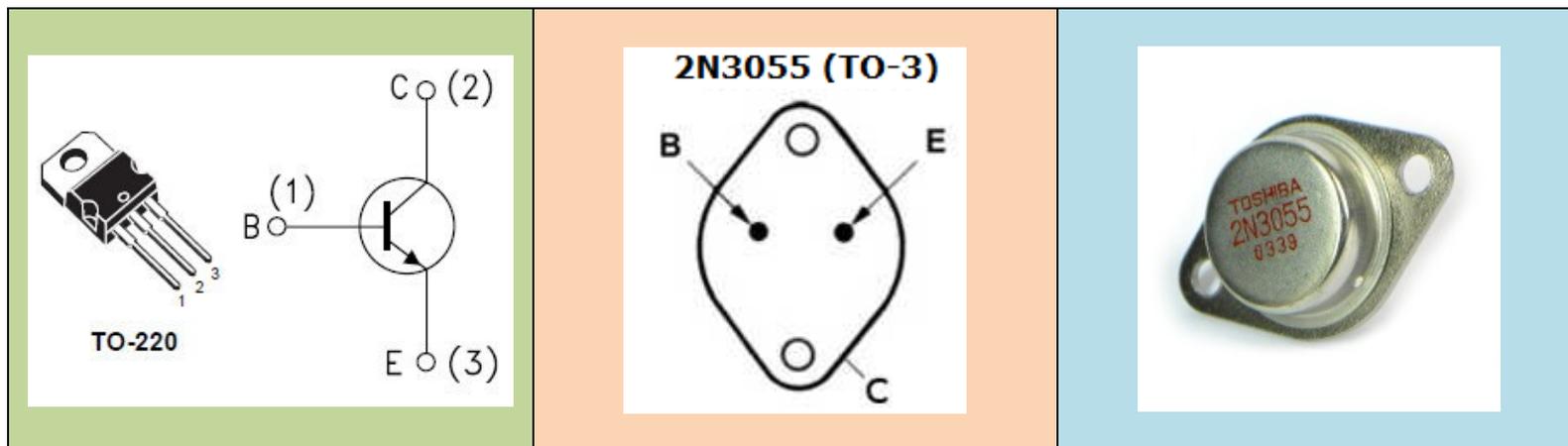


O transistor de saída TIP 41 é dotado de encapsulamento plástico TO-220, no entanto, o mesmo poderá ser substituído pelo transistor 2N3055 com encapsulamento metálico TO-3, que é um pouco mais complicado, uma vez que o dissipador de calor deverá ter 4 furos, para a interligação da base, coletor e emissor, sendo:

2 furos (1 para a base e 1 para o emissor); 2 furos (para a fixação do transistor no dissipador)

O invólucro metálico é o coletor do transistor 2N3055.

As figuras abaixo ilustram uma comparação entre os encapsulamentos TO-220 e TO-3



Para o TIP 41, apenas 2 furos serão necessários.

Lista de materiais (componentes discretos):

C1 = capacitor de 2200uF/35V

Transformador: primário 110/220V – secundário 24 volts CT – corrente 1A

D1 e D2 = diodos retificadores 1N4004

Q1 = transistor BC548

Q2 = transistor TIP 41 (ou 2N3055 com encapsulamento TO-3)

RV1 = potenciômetro/trimpot 10k linear

D4 = diodo LED 3mm ou 5mm

R1 = resistor 560 ohms, 1/4W

R2 = resistor de 1k, 1W

R3 = resistor de 47k, 1/4W

C2 = capacitor de 100nF/35V

D3 = diodo zener 22V/500mW

MISCELÂNEAS: Gabinete, dissipador de calor, porta-fusível, chave HH (110/220V), rabicho de alimentação, micas e arruelas isolantes, terminais para circuito impresso 19/30, parafusos, porcas e fusíveis.

MONTAGEM EM GABINETE

Foi desenvolvida uma PCI exclusivamente para montagem da fonte em gabinete, com as mesmas funções e especificações que vimos anteriormente. Que fique bem claro que, enquanto que uma fonte para bancada pode ser adaptada para gabinete, o mesmo não é tão prático na adaptação de fonte para gabinete em fonte para bancada.

Observe que as ligações externas à PCI estão identificadas dentro de um retângulo (5 no total):

AC = ligação dos secundários do transformador

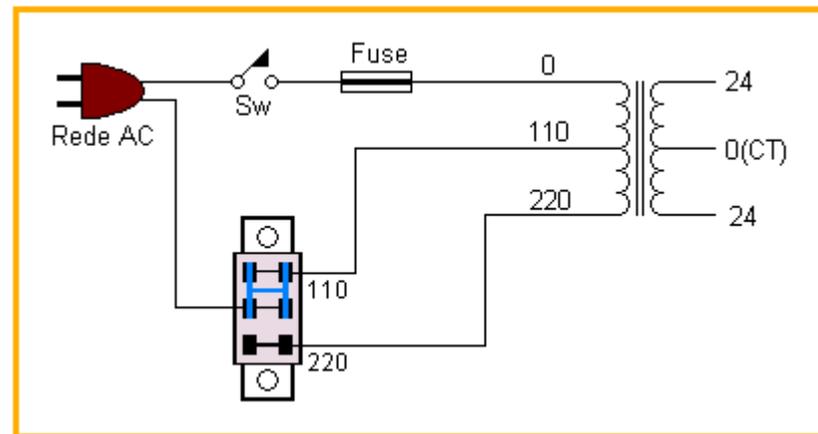
LED (D4) = ligação do led de monitoração (ligado/desligado)

RV1 = ligação do potenciômetro de ajuste da tensão de saída

Q2 = ligação dos terminais do transistor de saída (Q2)

OUT = ligação aos bornes ou conectores da tensão de saída

A figura a seguir ilustra a ligação do transformador com a chave liga-desliga, fusível e chave comutadora de tensão (chave HH - 110/220V)



Veja a seguir algumas sugestões para miscelâneas, como bornes de ligação, chave liga-desliga, porta fusível, chave HH para comutação 110/220V e rabicho elétrico.

Como sugestão, poderá ser adotado o porta fusível preto para DC e o porta fusível vermelho para entrada AC.

 <p>Bornes de ligação de saída (OUT)</p>	 <p>Chave liga-desliga</p>	 <p>Porta fusíveis pequenos</p>
 <p>Chave comutadora 110/220V para painel</p>	 <p>Diodos LED 5mm</p>	 <p>Rabicho elétrico</p>

Quanto aos bornes de saída por convenção, adota-se a cor preta para polaridade negativa ou terra e a cor vermelha para a polaridade positiva.

Para a entrada AC o fusível indicado é de 250mA e para a saída DC o fusível indicado é de 1A.

Veja a seguir a ilustração do terminal 19/30, sugerido nesta montagem e fusível de vidro pequeno.



CONSIDERAÇÕES SOBRE O LED DO PAINEL FRONTAL:

A ligação desse led é opcional. No esquema original temos um resistor de limitação para o led (R2) no valor de 1k, lembrando que, essa ligação é feita na saída da retificação e respectiva filtragem, ou seja, em paralelo com o capacitor C1 que desempenha o papel de filtragem.

Para efeito de cálculo, essa tensão será:

$$24 \times 1,41 - V_d$$

$$33,84 - 0,7 = 33,14 \text{ volts}$$

A princípio o cálculo foi feito para um led específico, cor azul, 5mm que suporta uma corrente típica de trabalho de 30mA, sob uma tensão de 3,8 volts (dados de fabricante).

Temos então: $33,14 - 3,8 = 29,34$ volts

Calculando R:

$$R = 29,34 \text{ volts} / 30\text{mA} = 978 \text{ ohms} \approx 1\text{k}$$

Calculado a potência no resistor ($P = R.I^2$):

$$P = 0,03 \times 0,03 \times 1.000 = 0,9\text{W} \approx 1\text{W}$$

No entanto, se forem utilizados leds comuns, 3mm ou 5mm, o valor desse resistor (R2) deve ser recalculado.

Tomando como base uma tensão típica de 3 volts e uma corrente da ordem de 20mA, teremos:

$$33,14 - 3 = 30,14 \text{ volts}$$

Calculando R:

$$R = 30,14 \text{ volts} / 20\text{mA} = 1.507 \text{ ohms} \approx 1\text{k}5$$

Calculado a potência no resistor ($P = R.I^2$):

$$P = 0,02 \times 0,2 \times 1.500 = 0,6\text{W} \approx 1\text{W}$$

Como se trata apenas de led indicador e para uso em gabinete, o mesmo apresenta desempenho satisfatório com correntes menores, como por exemplo, algo em torno de 8mA.

Assim, o resistor e potência poderiam ser da ordem de:

$$33,14 - 3 = 30,14 \text{ volts}$$

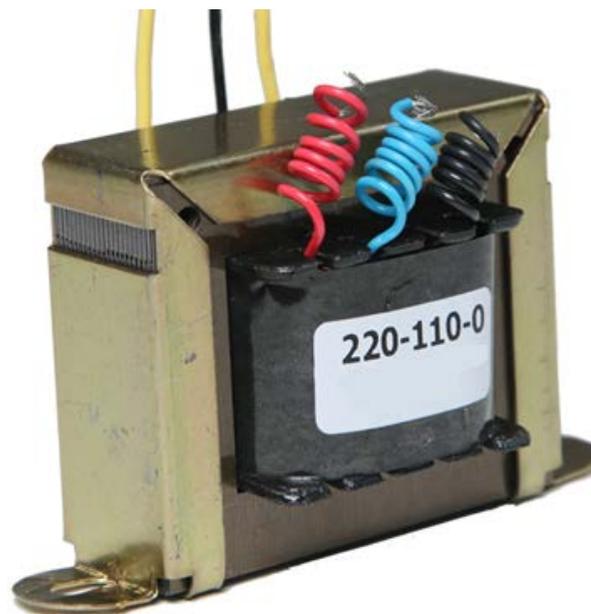
$$R = 30,14 / 8\text{mA} = 3.767,5 \text{ ohms} \approx 3\text{k}9$$

$$P = 0,008 \times 0,008 \times 3.900 = 0,249\text{W} \approx 0,25\text{W} \text{ ou } 1/4\text{W}$$

Para efeito de cálculos, foi considerado um transformador com tensão de secundário de 24 volts. O cálculo foi feito levando-se em conta a operação sem carga.

Ao se acrescentar uma carga na fonte a tensão tende a diminuir (valor retificado médio).

A figura abaixo mostra um transformador típico destinado a montagem de fontes de alimentação.



Primário: 110/220V

Secundário: 24 – 0 – 24V