

# Como destruir um Arduino?

Traduzido de: *10 Ways to Destroy An Arduino*

Fonte: <https://www.rugged-circuits.com/10-ways-to-destroy-an-arduino>

A ideia aqui é saber como um Arduino pode ser destruído, para que você

**NÃO**

**queime nada!**

As páginas que seguem são tradução literal do artigo original<sup>1</sup>, no qual o autor (a empresa Rugged Circuits) explica como o Arduino será destruído se não tomarmos cuidado com detalhes simples, tais como inversão de polaridade de alimentação de energia ou consumo excessivo de corrente. O artigo foi escrito para mostrar como solução a placa vendida pela empresa (chamada de Ruggeduino), mas as explicações são válidas para compreensão do problema, e as soluções são aplicáveis a outros projetos.

→ *A ideia aqui é disseminar informações, não vender o produto mencionado.*

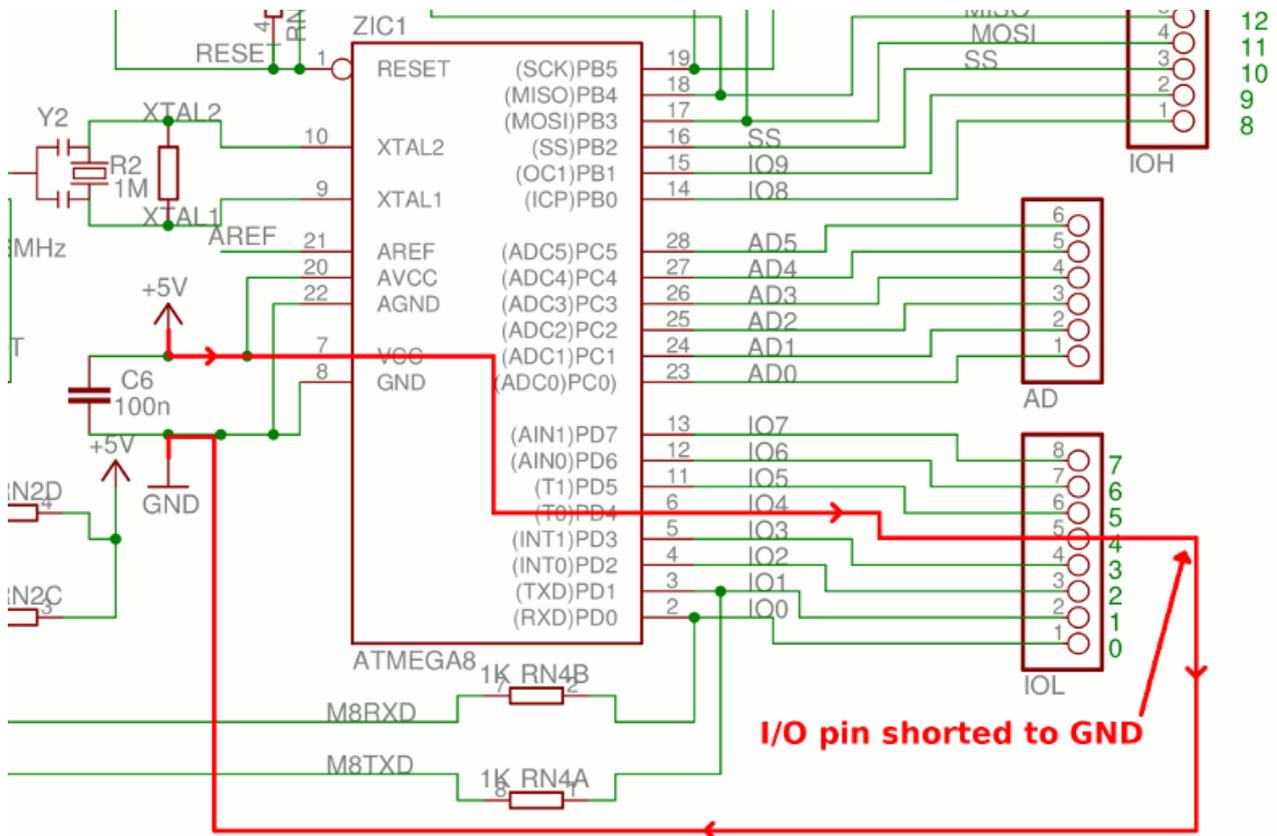
---

<sup>1</sup>Fonte: <https://www.rugged-circuits.com/10-ways-to-destroy-an-arduino>

## Método 1: curto-circuitar os pinos de Entrada / Saída para o terra (GND)

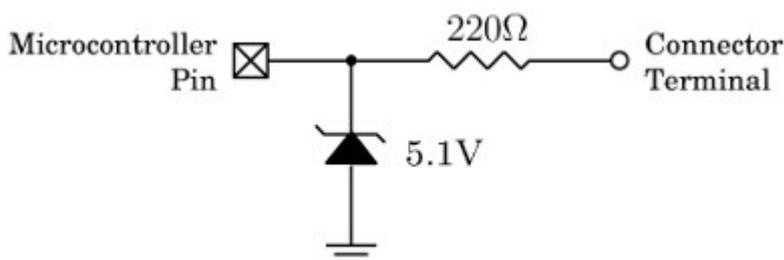
COMO - Configure um pino de E/S para ser uma saída e, em seguida, defina-o como alto. Curto-circuite o pino na massa. Você criou agora uma condição de sobrecorrente no pino de E/S e a saída será destruída.

PORQUÊ? - Aqui está o caminho do fluxo atual (o esquema é para o Arduino Uno – disponível em [arduino.cc/en/uploads/Main/arduino-uno-schematic.pdf](http://arduino.cc/en/uploads/Main/arduino-uno-schematic.pdf)):



O *datasheet* do microcontrolador especifica uma corrente absoluta máxima por pino de 40mA. Com uma resistência interna típica de apenas 25 ohms por pino, um curto-circuito para a terra pode permitir o fluxo de até 200mA de corrente, mais do que suficiente para destruir o pino do microcontrolador.

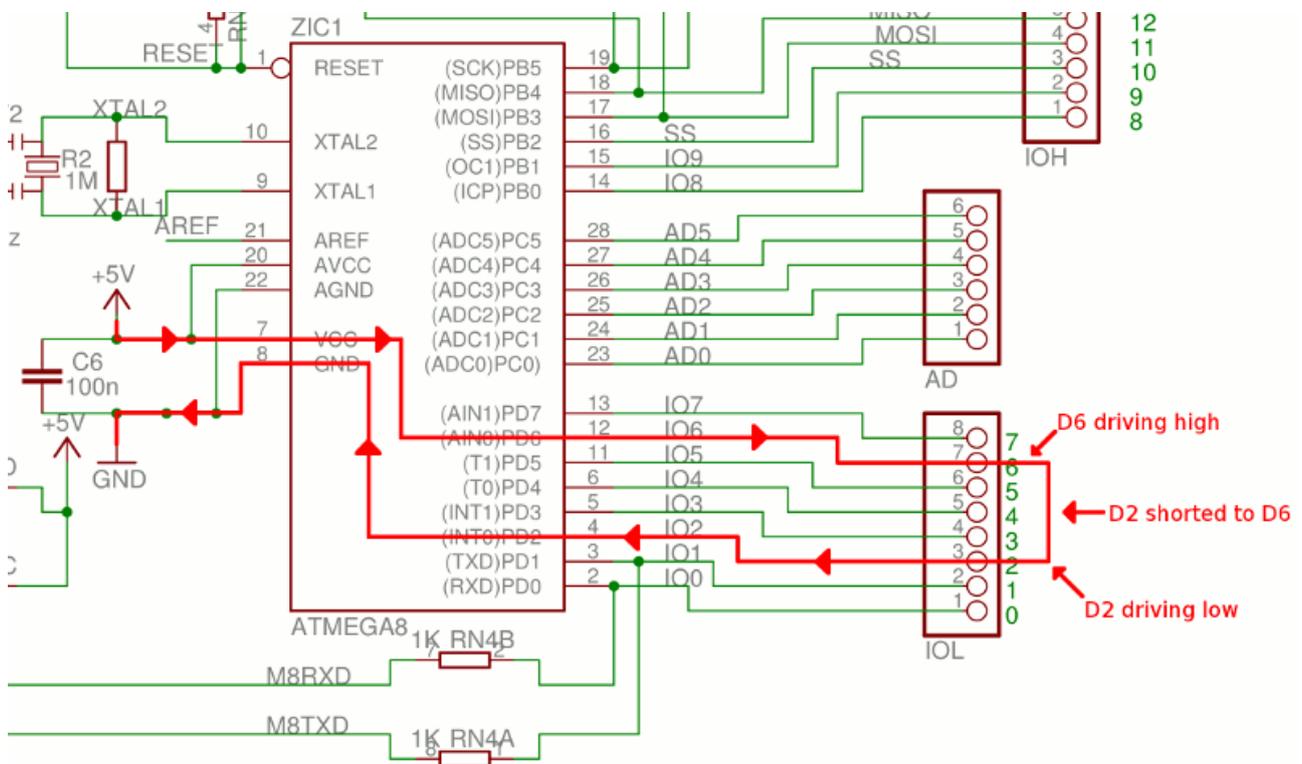
O CONSERTO - O Ruggeduino protege contra essa destruição colocando um fusível reajustável (PTC) de 30mA em série com cada pino de E/S. Não somente a corrente é limitada com segurança a 30mA sob todas as condições, mas a resistência de 220 ohms do fusível naturalmente limita a corrente a  $5V / 220 = 23mA$  logo de cara.



→ Lembre-se, a ideia aqui não é de vender a placa dos autores, é disseminar a informação. Você pode implementar esta solução em seus circuitos.

## Método # 2: Curto-circuitar um pino Input / Output (Entrada / Saída) para outro

COMO - Configure dois pinos de E/S para saída e defina um alto e outro baixo. Agora conecte os pinos juntos. Você criou agora uma condição de sobrecorrente em ambos os pinos de E/S e eles serão destruídos.



PORQUÊ? - O caminho do fluxo de corrente é semelhante ao Método 1 acima, exceto que o caminho de retorno de terra é através do microcontrolador.

O CONSERTO - O mesmo que para o Método 1, o Ruggeduino protege contra essa destruição colocando um fusível de 30mA (PTC) em série com cada pino de E / S.

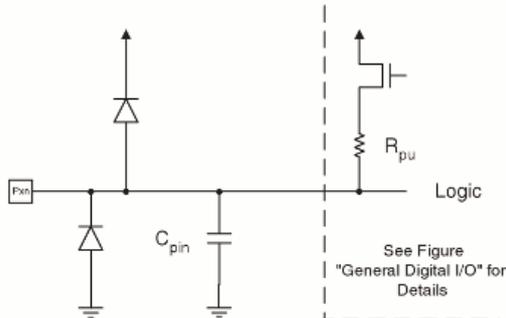
→ Lembre-se, a ideia aqui não é de vender a placa dos autores, é disseminar a informação. Você pode implementar esta solução em seus circuitos.

## Método # 3: Aplicar sobretensão aos pinos de E / S

COMO - Aplique uma tensão superior a 5,5 V em qualquer pino de E / S. O pino de E / S é destruído.

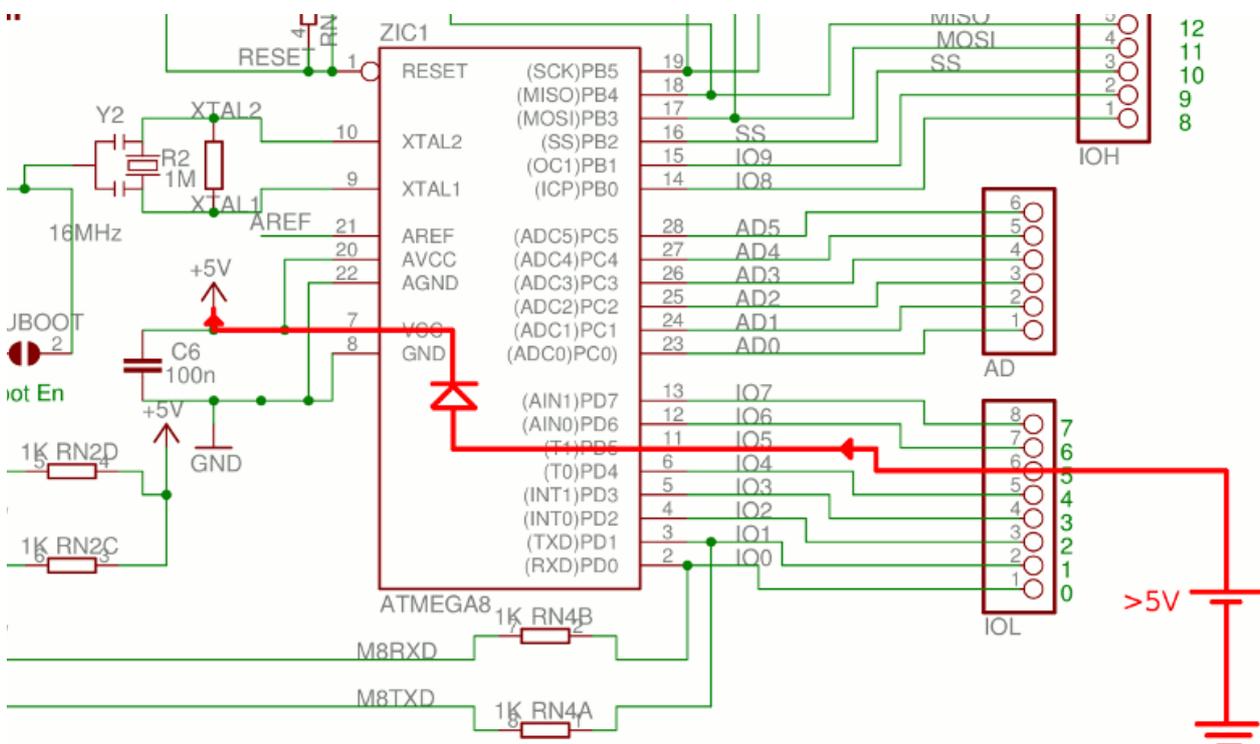
PORQUÊ? - Este método de destruição polariza o diodo de proteção ESD embutido no microcontrolador. Aqui está um modelo de cada pino de I / O do microcontrolador da ficha técnica Atmel ATmega328P:

Figure 14-1. I/O Pin Equivalent Schematic



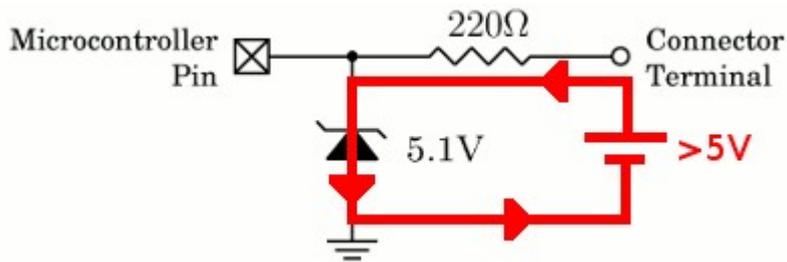
Uma vez que a tensão no pino de I / O é maior que a tensão de alimentação (5V) em cerca de 0,5V, o diodo superior começa a conduzir corrente. Isso é bom para desviar um evento de sobretensão de curta duração, como ESD (descarga eletrostática), mas esse diodo não deve estar ligado o tempo todo. Ele simplesmente queimará e deixará de proteger o pino.

Este diagrama mostra o fluxo de corrente quando a sobretensão é aplicada a um pino de E / S.



Se o diodo de proteção interna falhar, a sobretensão irá destruir o pino de I / O. Se o diodo de proteção falhar em curto, é ainda pior porque agora a sobretensão é aplicada a todo o suprimento de + 5V no Arduino. Isso significa que ele alcançará outros componentes, como o chip da interface USB, e os destruirá também.

O CONCERTO - No Ruggeduino, cada pino de I / O é protegido por um fusível de 30mA (com resistência de 220 ohms) e um diodo zener de 5.1V que juntos servem para limitar a tensão do pino para 5.5V, independentemente da sobretensão aplicada (até 24V).



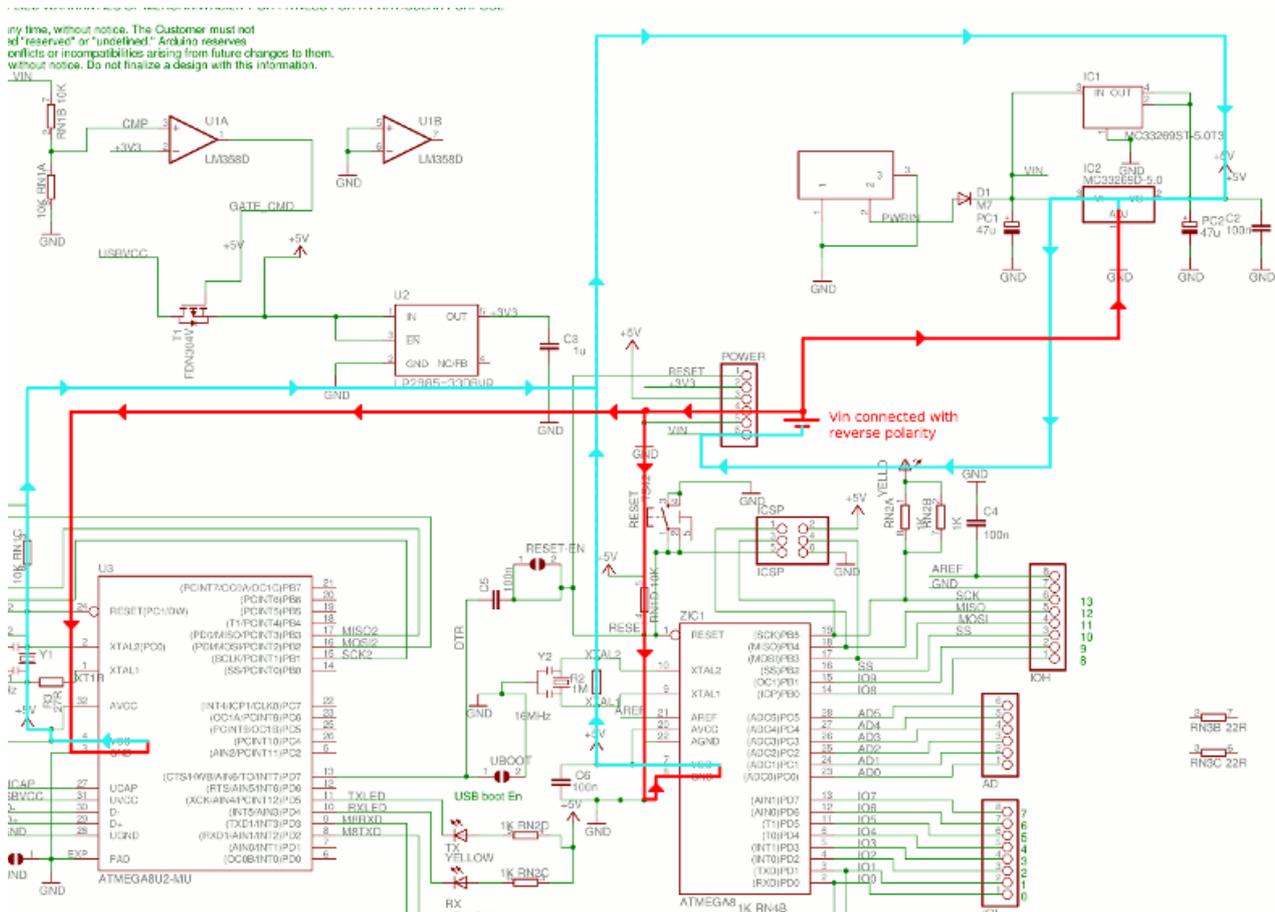
Agora, em vez de a corrente fluir através do diodo de proteção interno do microcontrolador, ele flui com segurança através do diodo zener, para o terra e de volta para a fonte da sobretensão. O fusível PTC limita essa corrente para 30mA, de forma que o diodo zener de 5.1V não dissipa a energia excessiva.

→ Lembre-se, a ideia aqui não é de vender a placa dos autores, é disseminar a informação. Você pode implementar esta solução em seus circuitos.

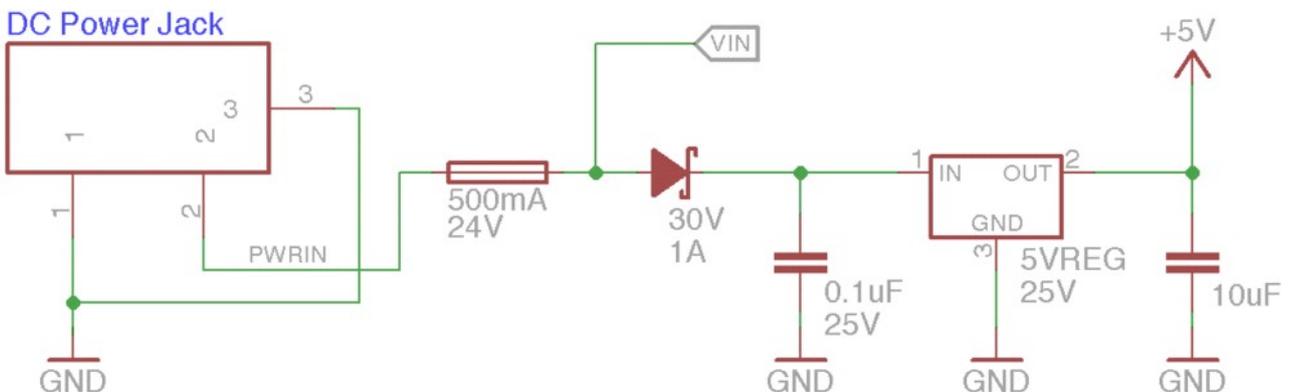
## Método # 4: Aplique o potencial Vin externo reverso

COMO - Alimente seu Arduino através do pino do conector Vin, mas inverta a polaridade da conexão de energia Vin / GND. Você destruirá vários dispositivos no Arduino.

PORQUÊ? - Não há proteção de tensão reversa nas tensões aplicadas ao pino do conector Vin. A corrente fluirá do pino GND do ATmega328P de volta pelo pino de 5V, de volta pelo regulador de 5V e para Vin. A mesma coisa acontecerá com o microcontrolador ATmega16U2. Ambos os microcontroladores e o regulador 5V serão destruídos.



O CONCERTO - No Ruggeduino, o pino Vin é protegido por um diodo de bloqueio reverso de 30V, conforme mostrado no esquema.



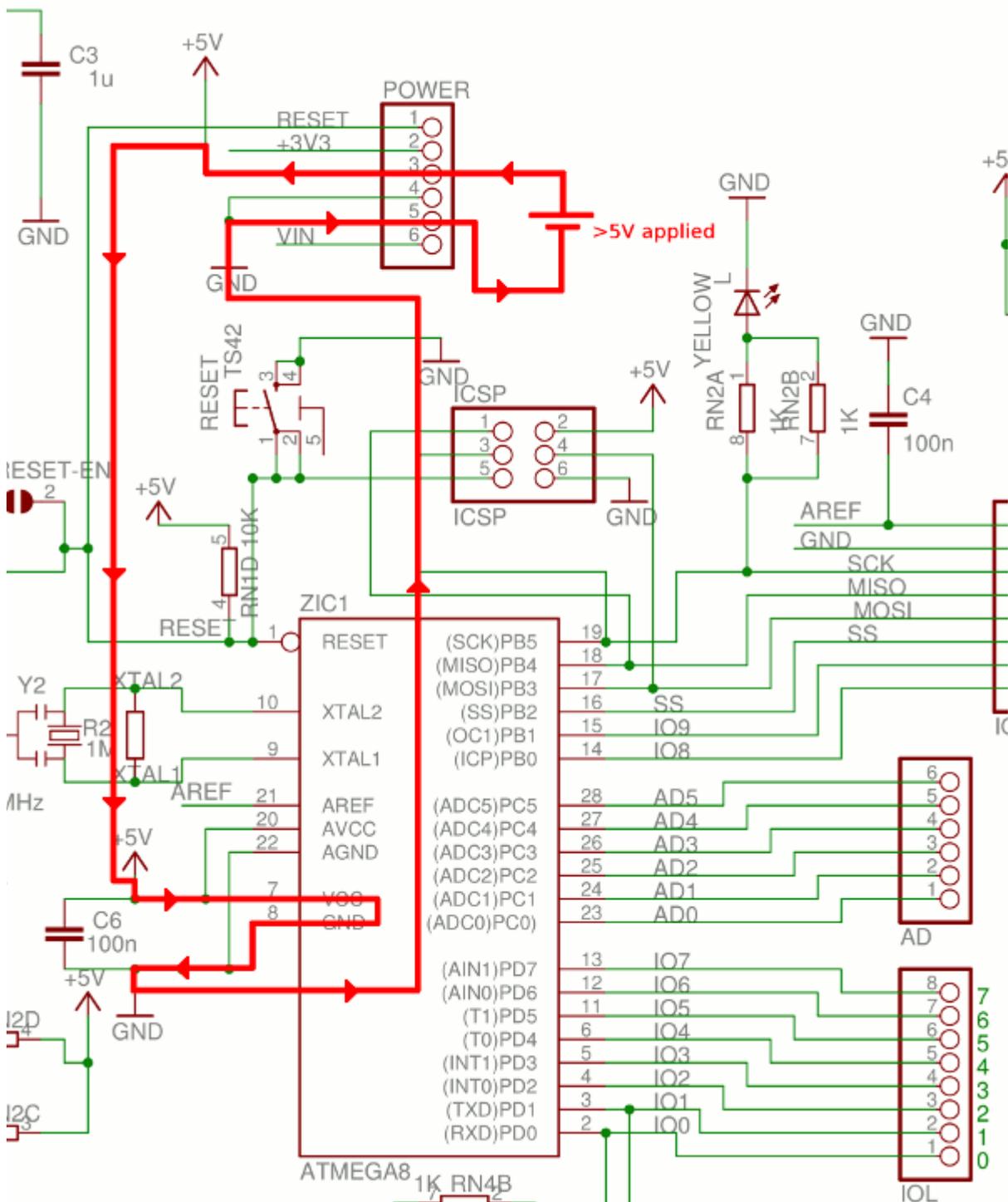
Você pode aplicar até 30V de voltagem de inversão de polaridade no pino de Vin sem causar nenhum dano.

→ Lembre-se, a ideia aqui não é de vender a placa dos autores, é disseminar a informação. Você pode implementar esta solução em seus circuitos.

## Método # 5: Aplique uma tensão maior que 5V ao Pino do Conector 5V

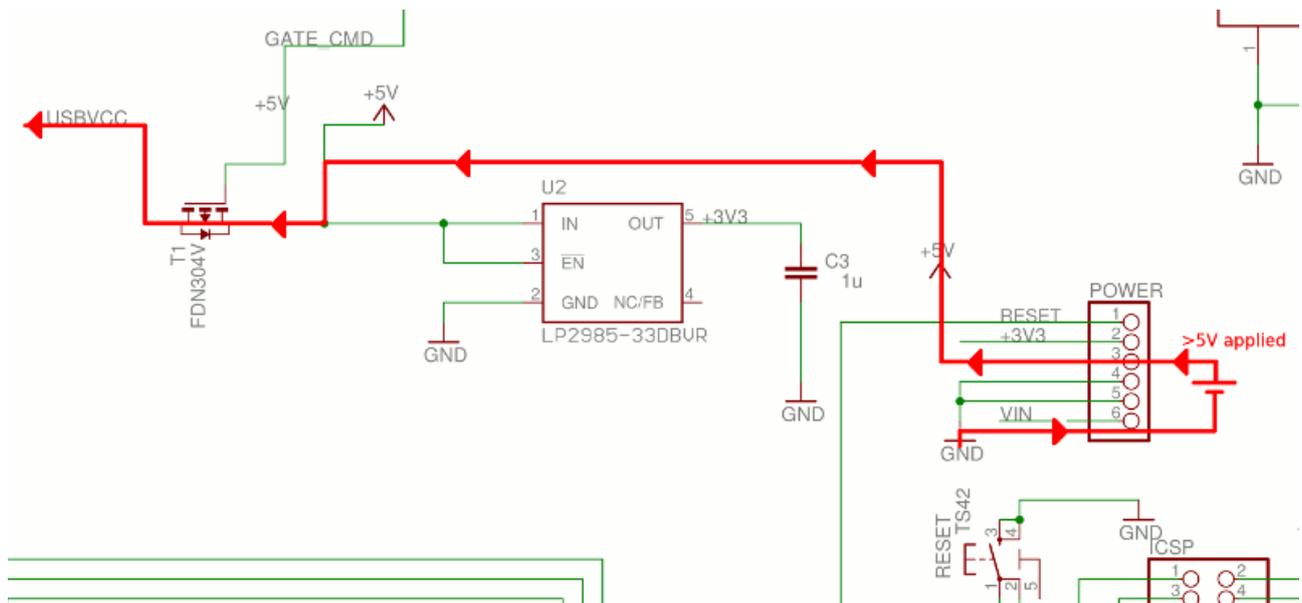
COMO - Aplique uma tensão de 6V ou superior ao pino do conector de 5V. Muitos componentes do Arduino serão destruídos, e essa voltagem também pode aparecer na porta USB do seu computador, possivelmente danificando-a.

PORQUÊ? - Não há proteção no pino do conector de 5V. Essa voltagem é diretamente conectada ao microcontrolador ATmega328P, ao microcontrolador de interface USB ATmega16U2 e ao regulador de 5V, que podem ser danificados por tensões superiores a 6V e às correntes resultantes que fluem. Aqui está um exemplo de caminho atual através do microcontrolador ATmega328P.

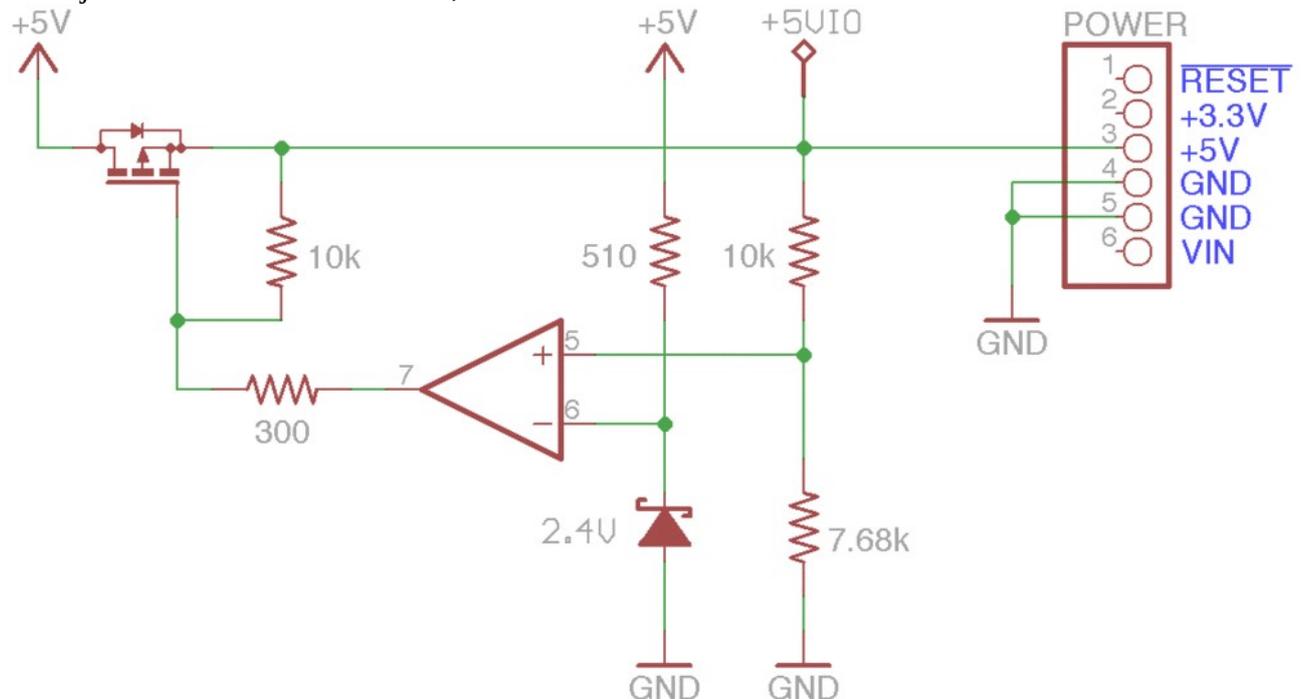


É um equívoco comum que o regulador Arduino 5V irá garantir que a tensão de 5V permaneça em 5V, não importa o quê. **NÃO VAI!** A única coisa que o regulador de 5V pode fazer é controlar a corrente proveniente da porta USB ou do conector de energia DC externo. Se a corrente estiver vindo de uma fonte de energia externa diretamente conectada ao pino do conector de 5V, o regulador não pode fazer nada a respeito.

Outra consequência da aplicação de mais de 5V ao pino conector de 5V é possível danificar a porta USB do PC. Se o Arduino for alimentado a partir de USB, essa tensão excessiva pode fazer com que a corrente flua para trás através do MOSFET T1 de comutação de voltagem e de volta para a porta USB do PC.



O CONCERTO - No Ruggeduino, um circuito de corte de tensão garante que o pino do conector de 5V seja desconectado se exceder 5,5V.



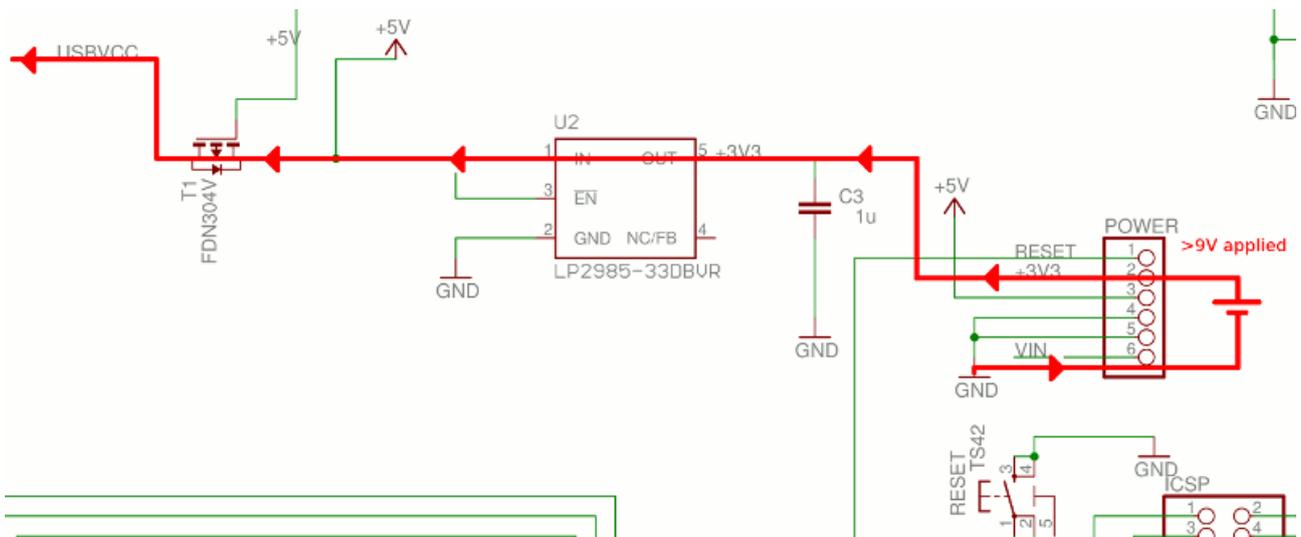
Você pode aplicar até 24V no pino do conector de 5V e os componentes do Ruggeduino nunca o verão, e nada será danificado.

→ Lembre-se, a ideia aqui não é de vender a placa dos autores, é disseminar a informação. Você pode implementar esta solução em seus circuitos.

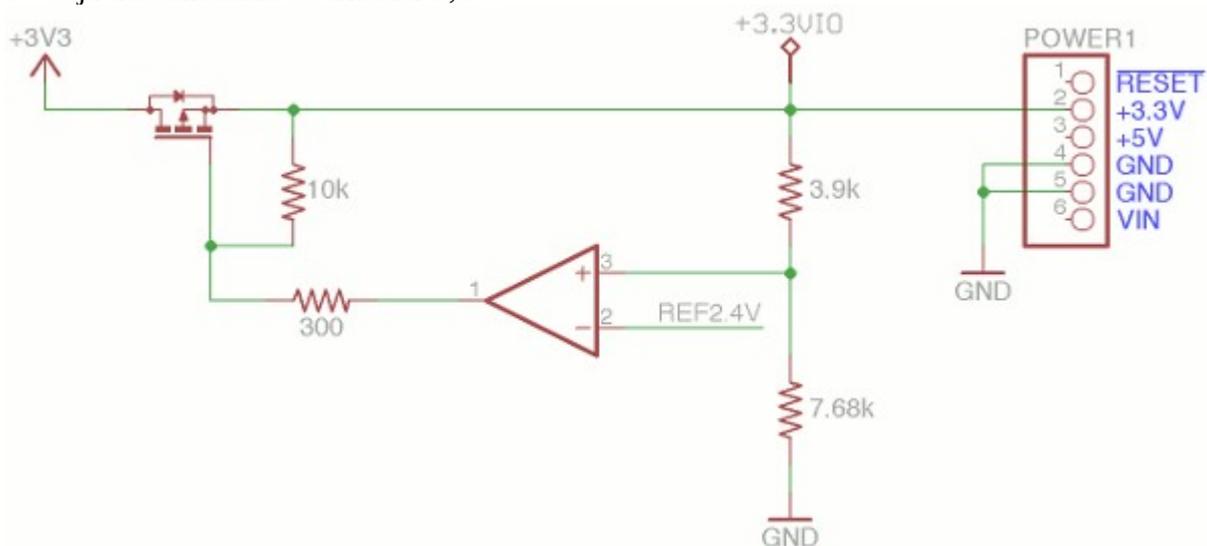
## Método # 6: Aplique mais do que 3.3V ao Pino do Conector 3.3V

COMO - Aplique uma tensão de 3.6V ou superior ao pino do conector de 3.3V. Quaisquer placas de 3.3V conectadas, ou outros dispositivos alimentados por este pino, serão destruídos. Se pelo menos 9V for aplicado, essa tensão pode destruir o regulador Arduino 3.3V e também alimentar a corrente de volta à porta USB do PC.

PORQUÊ? - O pino conector de 3.3V não possui nenhum circuito de proteção. Essa tensão é conectada diretamente ao regulador Arduino 3.3V e a quaisquer outras proteções ou dispositivos que sejam alimentados por este pino conector. Se a tensão exceder 9 V, o regulador de 3,3 V será destruído e poderá permitir que a corrente flua para trás, para o nó de 5 V e, em seguida, para trás, até a porta USB do PC. A tensão excessiva também destruirá os dois dispositivos conectados ao nó de 5 V: os microcontroladores ATmega328P e ATmega16U2.



O CONCERTO - No Ruggeduino, um circuito de corte de tensão garante que o pino do conector de 5V seja desconectado se exceder 5,5V.



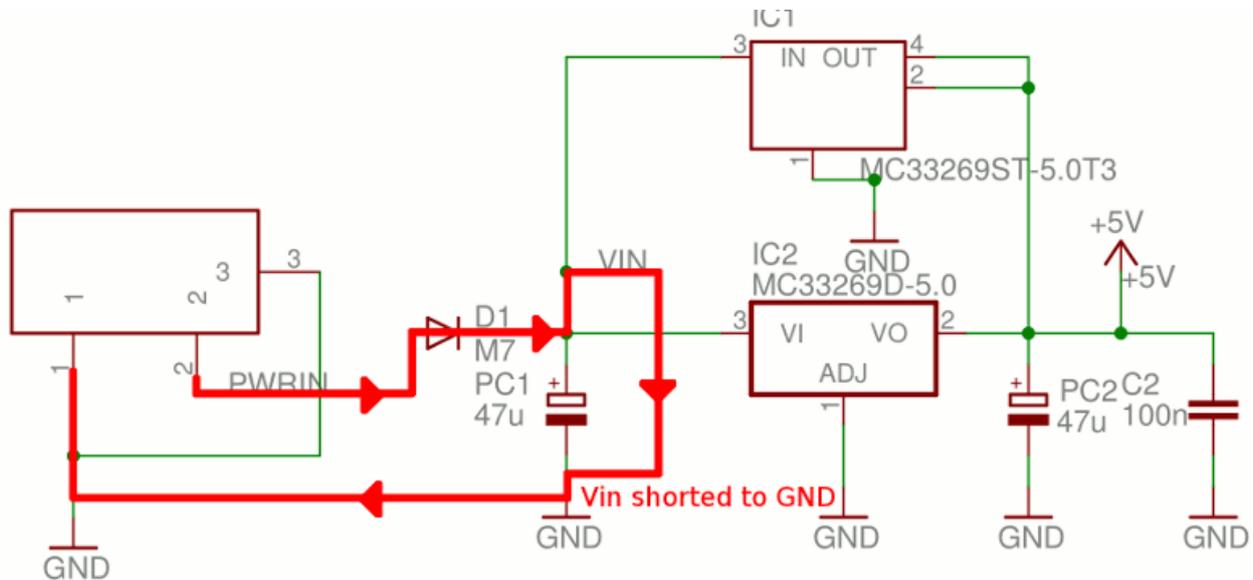
Você pode aplicar até 24V no pino do conector de 5V e os componentes do Ruggeduino nunca o verão, e nada será danificado.

→ Lembre-se, a ideia aqui não é de vender a placa dos autores, é disseminar a informação. Você pode implementar esta solução em seus circuitos.

## Método # 7: Vin em curto para GND

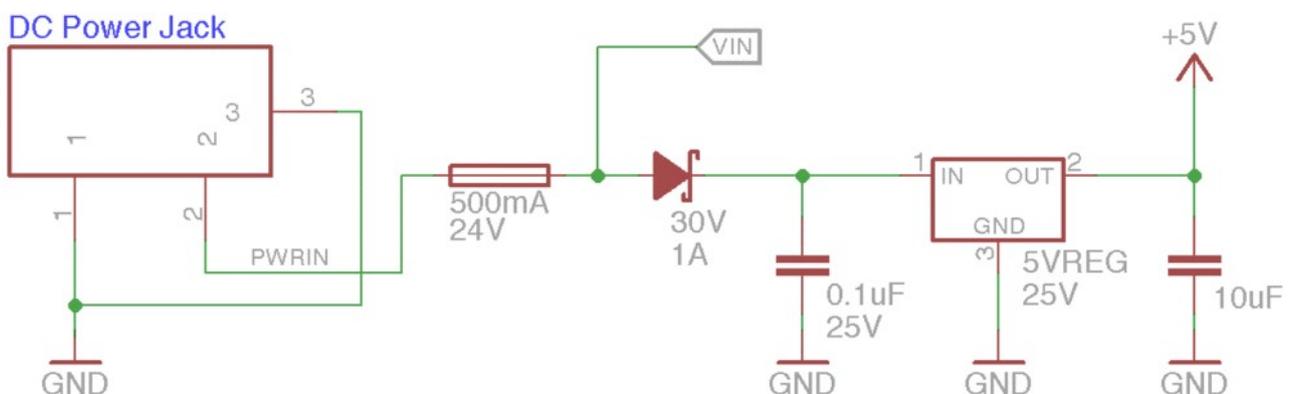
COMO - Ligue o Arduino a partir do conector de energia DC e diminua o pino do conector Vin para GND. O diodo de bloqueio do Arduino será destruído e os traços no PCB do Arduino podem derreter e ser destruídos.

PORQUÊ? - Não há proteção de limite de corrente no pino do conector Vin. Um curto-circuito entre Vin e GND efetivamente entra em curto-circuito na entrada da tomada de energia CC e excede a classificação de corrente do diodo de bloqueio.



A quantidade de corrente que flui é limitada apenas pela resistência das trilhas da PCB do Arduino e pela capacidade atual da fonte de alimentação. Se isso for alto o suficiente, o diodo D1 será destruído e os traços de PCB podem derreter devido ao calor causado por essa grande corrente.

O CONSERTO - O Ruggeduino tem um fusível de 500mA PTC reajustável em série com o circuito de entrada de energia DC (assim como aquele que protege a entrada de energia USB). Este fusível limita a corrente a níveis seguros, mesmo que o Vin esteja em curto com o GND.

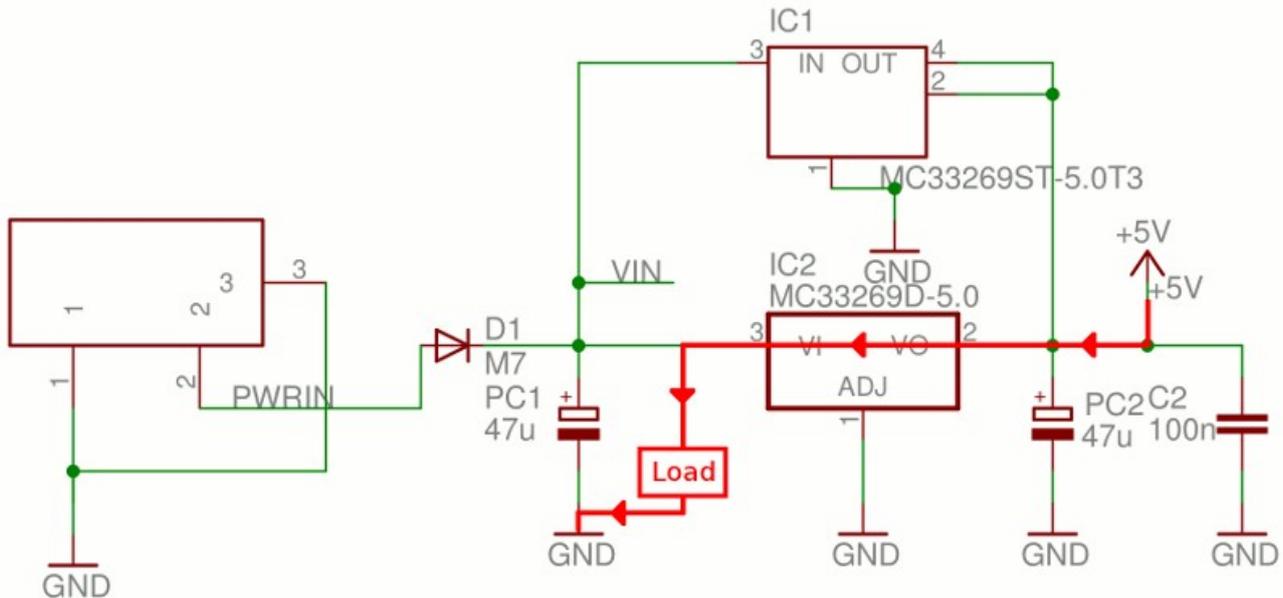


→ Lembre-se, a ideia aqui não é de vender a placa dos autores, é disseminar a informação. Você pode implementar esta solução em seus circuitos.

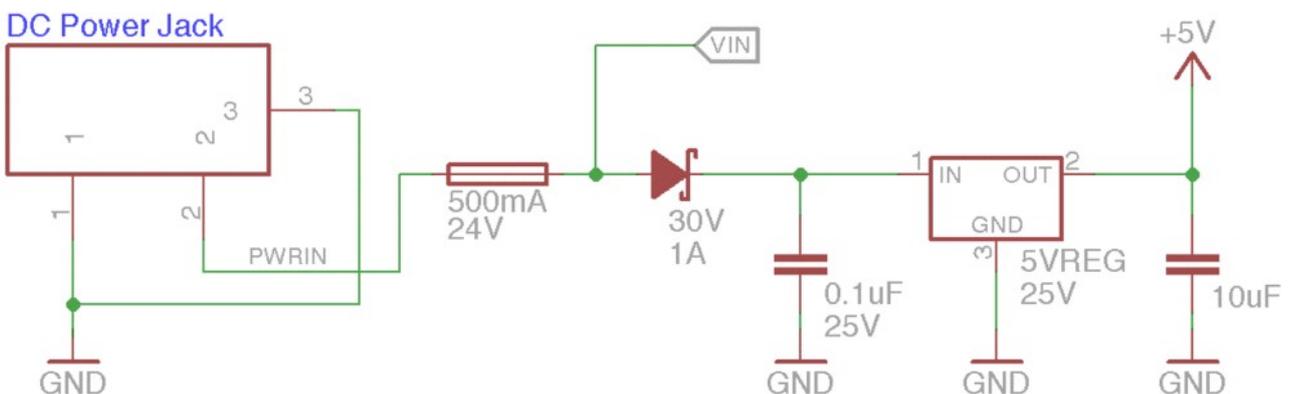
## Método # 8: Aplicar energia externa de 5V com carga de vin

COMO - Se você estiver alimentando a placa de 5V aplicada ao pino conector de 5V e você tiver circuitos conectados ao pino Vin (ou tiver curto-circuitado Vin para GND) então a corrente fluirá para trás através do regulador de 5V e a destruirá.

PORQUÊ? Não há proteção de tensão reversa no regulador de 5V, portanto, a corrente pode fluir do pino conector de 5V, para trás, através do regulador, e para o que estiver conectado ao Vin.



O CONSERTO - O Ruggeduino tem seu diodo de bloqueio reverso diretamente na entrada do regulador de 5 V, assegurando que nenhuma corrente possa fluir para trás através do regulador, mesmo se um circuito estiver conectado ao pino Vin.

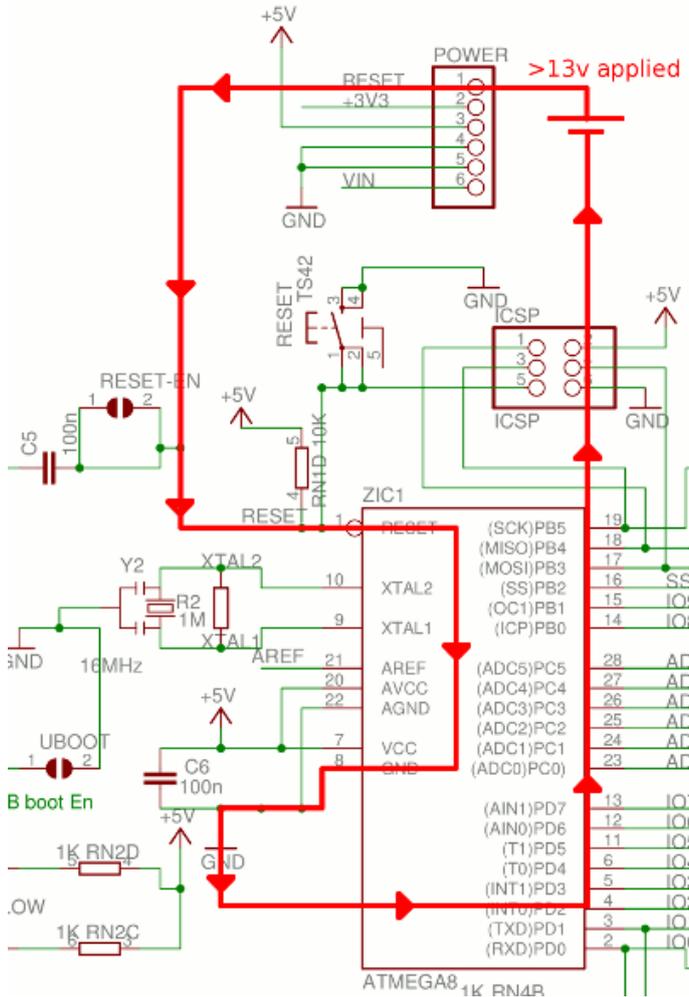


→ Lembre-se, a ideia aqui não é de vender a placa dos autores, é disseminar a informação. Você pode implementar esta solução em seus circuitos.

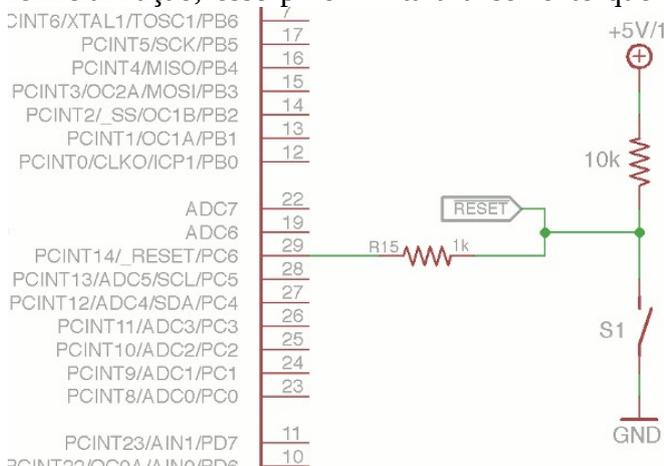
## Método # 9: Aplicar mais de 13V no pino de reset

COMO – Aplique mais do que 13V ao pino do conector de reinicialização. O microcontrolador ATmega328P será danificado.

PORQUÊ? O pino do conector de reset é conectado diretamente ao pino de reinicialização no ATmega328P. Enquanto este pino tolera 13V, tensões mais altas danificam o dispositivo.



O CONSERTO - No Ruggeduino, um resistor de 1k é colocado em série com o pino de reinicialização ATmega328P. Se tensões superiores a 13V forem aplicadas ao pino do conector de reinicialização, esse pino limitará a corrente que pode fluir, limitando assim o dano a esse pino.

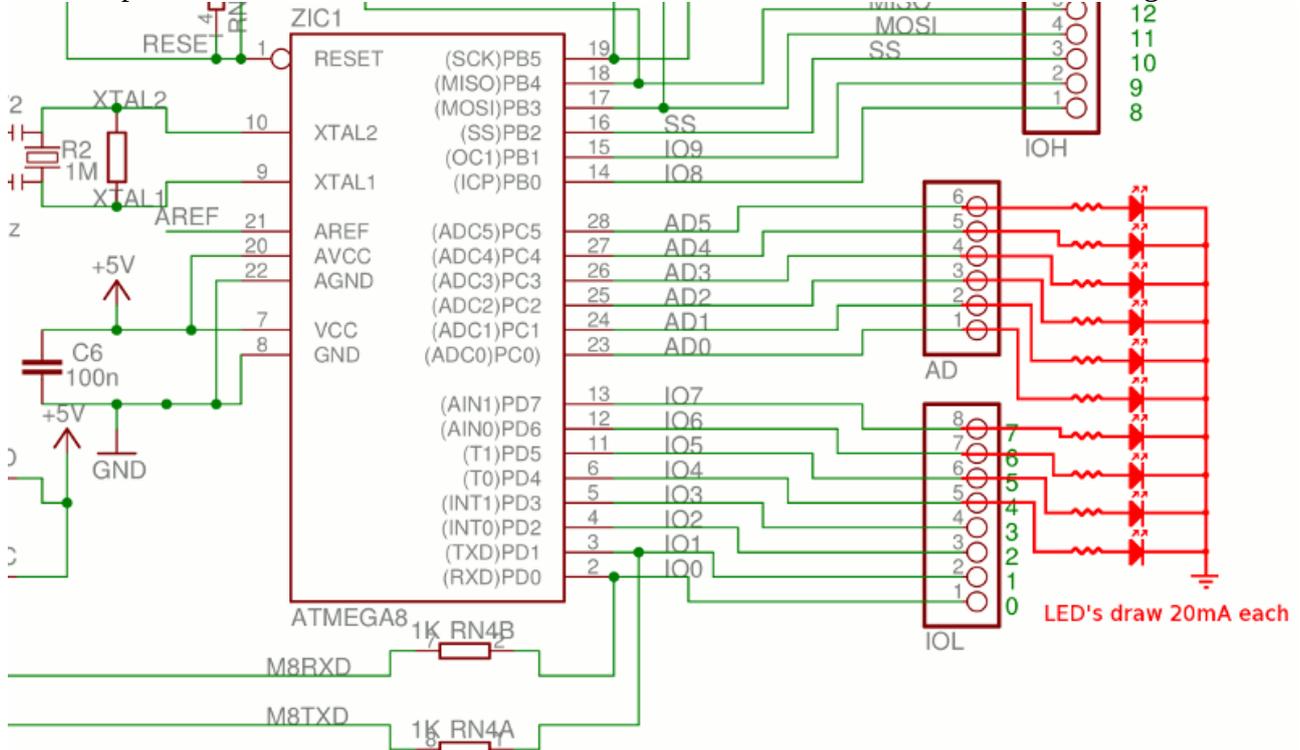


→ Lembre-se, a ideia aqui não é de vender a placa dos autores, é disseminar a informação. Você pode implementar esta solução em seus circuitos.

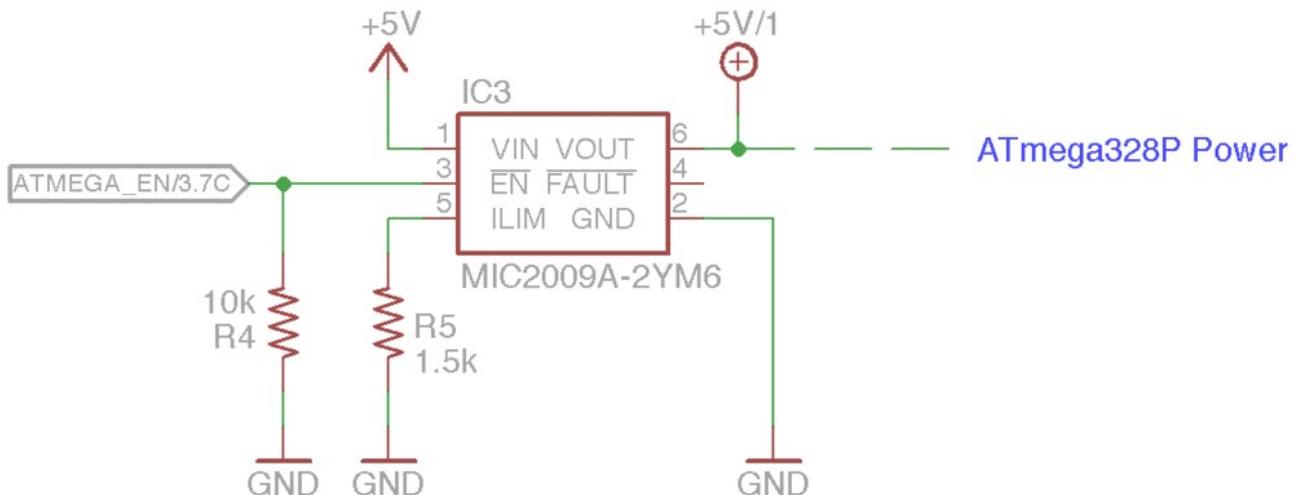
## Método # 10: Exceda a corrente total do microcontrolador

COMO - Configure pelo menos 10 pinos de E / S para serem altos e desenhe 20mA de cada um (por exemplo, acendendo 10 LEDs). Você agora excedeu a classificação de corrente de alimentação total do microcontrolador e será danificado.

PORQUÊ? Não é suficiente limitar a corrente de cada pino de E / S - a corrente total proveniente de todos os pinos de E / S não deve exceder 200mA, de acordo com a folha de dados ATmega328P.



O CONSERTO - No Ruggeduino, um IC dedicado limitador de corrente (MIC2009A) garante que, independentemente das correntes que você esteja adquirindo nos pinos de E / S, a corrente total de alimentação do microcontrolador não exceda 150mA (típica).



Se mais de 150mA de corrente fluir para o ATmega328P, o MIC2009A começa a reduzir a tensão até que a corrente seja reduzida a um nível seguro.

→ Lembre-se, a ideia aqui não é de vender a placa dos autores, é disseminar a informação. Você pode implementar esta solução em seus circuitos.