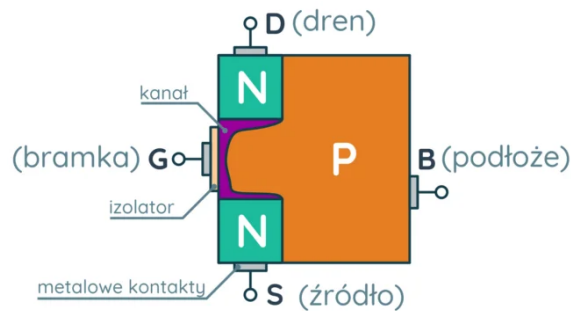


## Zabezpieczenie linii zasilającej przed odwrotną polaryzacją<sup>1</sup>

Dobór zabezpieczeń przedstawionych był motywowany głównie minimalizacją strat powodowanych przez układ. Jeśli nie jest to dla ciebie problemem to w większości przypadków powinna sprawdzić się zwykła dioda. Należy jednak przy tym uważać na maksymalne napięcie dla którego jest ona skuteczna oraz możliwe skoki napięć przekraczające średnie napięcie w układzie. Zapraszam jednak do zapoznania się z przedstawionym rozwiązaniem.

1 – jest to odwrotne podłączenie napięcia do układu (odwrotne względem prawidłowego) czego skutkiem może być uszkodzenie części należący do układu.

## Etap 1. Mosfet



<https://forbot.pl/blog/kurs-elektroniki-ii-tranzystory-unipolarne-mosfet-id7960>

Jak korzystać z mosfet'u o kanale wzbogaconym:

Mosfet przewodzi tylko od źródła(S) do drenu(D) (w standardowych warunkach). Jednak nieprzewodzi on zupełnie (lub najczęściej pomijalnie mało) jeśli napięcie pomiędzy bramką, a źródłem nie jest odpowiednie (zazwyczaj są to dość małe wartości). **Największą zaletą mosfetu jest to że posiada on praktycznie zerowy opór po pierwotnym włączeniu gdyż tworzy się kanał przewodzący bezpośrednio pomiędzy G i S.**

Jak to wykorzystać do naszego układu ?

Mosfety o kanale wzbogaconym zaczynają przewodzić jeśli napięcie bramka-źródło wynosi odpowiednio dużo. Przyjrzyjmy zatem się co się dzieje w układzie zasilanym baterią jeśli bateria 12V jest podłączona prawidłowo. Mamy napięcie +12V na drenie. Założmy spadek napięcia na mosfet 1V (to dość duża wartość) dlatego na źródle mamy około 11V. Różnica pomiędzy bramką-źródło to około -11V więc mosfet przewodzi. Pomiędzy bramką, a źródłem jest kondensator który po naładowaniu otwiera nam mosfet oraz sam przestaje przewodzić. Efektem tego jest to że prąd płynie przez mosfet tak jakby było to bezpośrednie połączenie. Jeśli podłączylibyśmy na odwrót to mamy różnicę bramka-źródło około +11V i w takim wypadku mosfet przestaje przewodzić chroniąc nasz układ przed uszkodzeniem.

Dobrze ale czy w takim razie należy tylko podpiąć mosfet i wszystko jest gotowe ? Niestety nie.

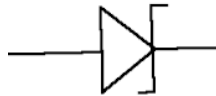
## Etap 2. Przebicie

Co więc należy zmienić ?

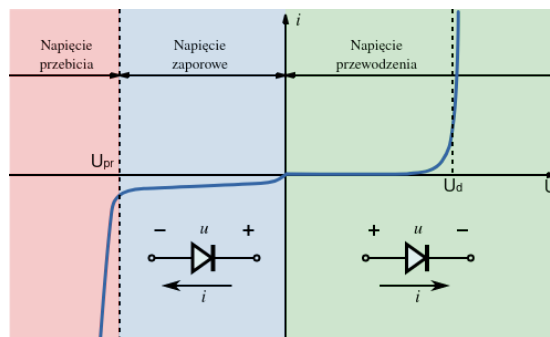
Porozmawiajmy o przebicu.

Oczywiście nikt tu nie mówi wykonaniu tego igła, a napięciem.

Na czym to polega ? Każdy mosfet ma pewną wartość jaką jest  $V_{GS}$  która jeśli zostanie przekroczona to mosfet przestanie działać. Jak przystosować nasz układ do pracy z wyższymi napięciami ? Należy tu skorzystać z diody zenera.



A teraz pora spojrzeć na pewien wykres.



<https://www.obliczeniowo.com.pl/1021>

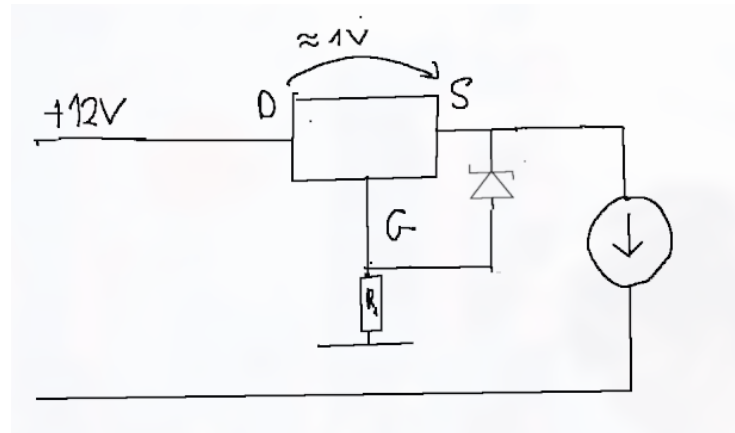
Już tłumaczę co to dla nas oznacza. Oznacza to tyle że diodą zenera jesteśmy w stanie ograniczyć maksymalne oraz minimalne napięcie na odcinku bramka-źródło.

Jak to zastosować ?

Musimy dobrać diodę zenera o odpowiednim napięciu. Musimy uwzględnić dwie wartości z mosfet'a:  $V_{GS}$  oraz  $V_{GSS}$ . Pierwsza z nich to napięcie bramka-źródło jakie musi być obecne aby otworzyć mosfet, drugie to maksymalna różnica potencjału bramka-źródła dla którego mosfet działa. Musimy więc dobrać taką wartość napięcia na diodzie aby była ona większa bądź równa od  $V_{GS}$  ale mniejsza od  $V_{GSS}$ .

### Etap 3. Ostatnie dociągnięcia

Nasz układ choć gotowy wymaga paru poprawek jak np. **połączenie krótkie<sup>2</sup>** przy bramce. Powodując zwarcie na odcinku bramka-źródło nasz układ nie zadziała poprawnie.



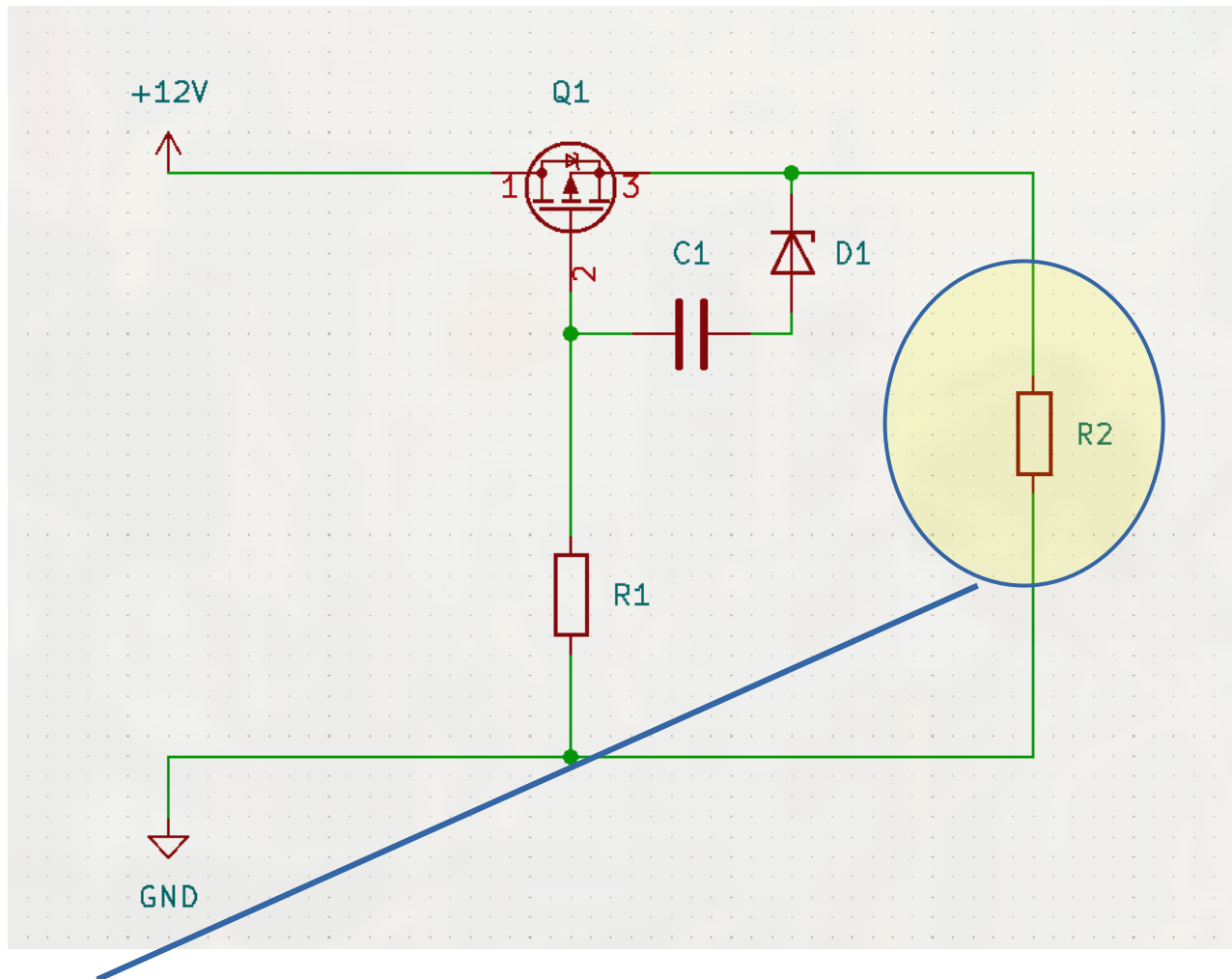
Bez tego rezystora nasz układ nie będzie działał dobrze. Kondensator na źródło-bramka zbyt szybko by się ładował i rozładowywał powodując dwa problemy. Pierwszy to możliwe przypadkowe zamknięcie mosfet'a w nieodpowiednim momencie, drugie to podczas rozładowywania może być wypuszczony bardzo duży ładunek (szczególnie przy większych mosfet'ach) który jest niebezpieczny dla układu. Ten rezystor ogranicza nam prędkość ładowania tego wewnętrznego kondensatora.

Częstą praktyką jest również dodanie kolejnego zewnętrznego kondensatora (dość małego) w celu jeszcze bardziej ustabilizowania pracy mosfet'u. Jego prędkość ładowania i rozładowywania również powinniśmy ograniczyć rezystorem. Można do tego wykorzystać jeden wspólny rezystor.

2 – jest to bezpośrednie połączenie prądu z np. Uziemieniem albo bezpośrednie połączenie plusa z minusem bez jakiegokolwiek obciążenia powodując zwarcie. (ogniwa nie lubią zwarcia preferują rozwarcie)

## Etap 4. W praktyce (KiCad)

Niestety z powodu braku zdolności artystycznych z mojej strony niektóre rysunki mogły być dla niektórych nieczytelne. Dlatego teraz zarówno dla tych użytkowników jak i osób pracujących z układami na codzień przedstawiam schemat takiego układu wykonany w KiCad.



Tutaj należy wpiąć swój układ (oznaczyłem go rezystorem) do którego chcemy doprowadzić prąd.

To nam kończy nasze zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją. Z wszystkich sposobów jakie znalazłem ten jest najbardziej zalecanym oraz powoduje najmniejsze straty co w większości układów scalonych jest dość istotne albo z względu na małą ilość zużytej energii albo z względu na brak wytwarzania dodatkowe ciepła mogącego uszkodzić układ.

# Źródła

How to protect circuits from reversed voltage polarity!

[https://www.youtube.com/watch?v=lrB-FPcv1Dc&ab\\_channel=Afrotechmods](https://www.youtube.com/watch?v=lrB-FPcv1Dc&ab_channel=Afrotechmods)

Mosfet

<https://www.electronics-tutorials.ws/pl/tranzystor/mosfets.html>

Kurs elektroniki II – #10 – tranzystory unipolarne (MOSFET)

<https://forbot.pl/blog/kurs-elektroniki-ii-tranzystory-unipolarne-mosfet-id7960>

Diody prostownicze i diody Zenera

<https://www.obliczeniowo.com.pl/1021>

MOSFETs

<https://www.espruino.com/mosfets>

The relation between capacitors and resistors

<https://technologystudent.com/elec1/capac3.htm>

Sztuka elektroniki – P. Horowitz W. Hill