

Prostowniki

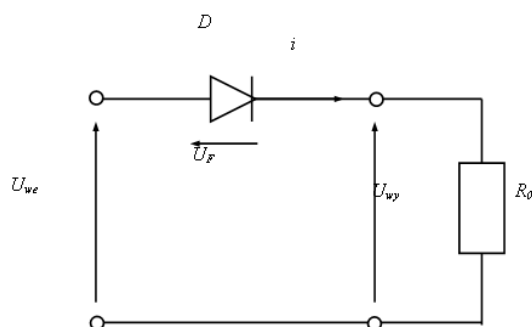
Prostownik jednopółkowy

Prostownikiem jednopółkowym nazywamy taki prostownik, w którym po procesie prostowania pozostają tylko te części przebiegu, które są jednego znaku a części przeciwnego znaku pozostają wyeliminowane. Na rysunku 1. pokazany jest prostownik jednopółkowy sterowany sygnałem sinusoidalnym. Elementem załączającym prąd jest dioda półprzewodnikowa. Dioda przewodzi tylko dla dodatnich półówek przebiegu wejściowego, gdyż tylko wówczas napięcie dodatnie na jej anodzie jest większe niż potencjał katody. Dioda przewodzi wtedy, gdy napięcie $EG > UF$. Na wyjściu układu otrzymuje się napięcie:

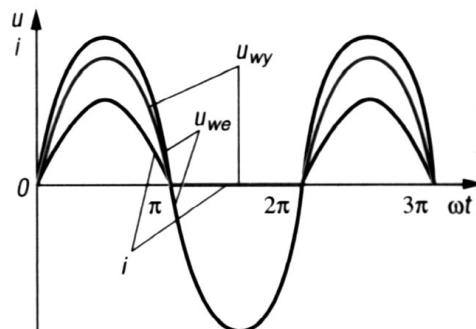
$$U_{wy} = U_{we} - U_F;$$

Gdy napięcie $EG < UF$, wtedy dioda nie przewodzi a napięcie wyjściowe jest równe zero.

1.



2.



1.Schemat

2.Przebiegi napięć i prądu w układzie

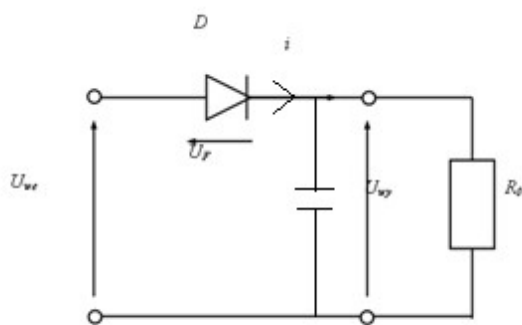
Prostownik jednopółkowy przewodzi prąd w jednym kierunku (dodatnim). Podstawowe parametry tego prostownika wyznacza się z następujących wzorów:

$$\eta_u = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{1}{1 + \frac{r}{R_0}}; \quad \eta_P = \frac{4}{\pi^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{r}{R_0}};$$

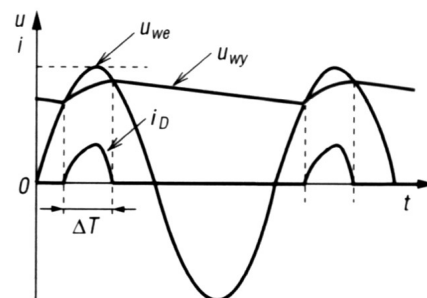
$$K_1 = \frac{1}{\pi} \approx 0,32; \quad K_2 = \frac{1}{2}.$$

Ze względu na duże tętnienia i małą sprawność energetyczną, prostownik ten jest rzadko stosowany. W celu zmniejszenia tętnień oraz zwiększenia wydatkowania energii, w obciążeniu prostownika stosuje się elementy, które magazynują energię w czasie ΔT . Na rysunku przedstawiono prostownik jednopółkowy z obciążeniem rezystancyjno – pojemnościowym. Przy odpowiednio dobranej wartości pojemności utrzymuje się na wyjściu napięcie o wartości zbliżonej do wartości szczytowej napięcia wejściowego. Dlatego też taki prostownik nazywamy prostownikiem szczytowym. Prąd i_D w tym układzie płynie tylko w czasie ΔT doładowania pojemności. Przebiega to krócej niż przy obciążeniu rezystancyjnym.

1.



2.



1.Schemat

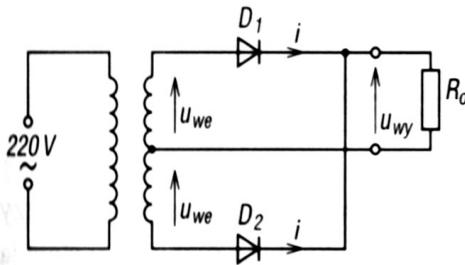
2.Przebiegi napięć i prądu w układzie

Prostownik dwupołówkowy

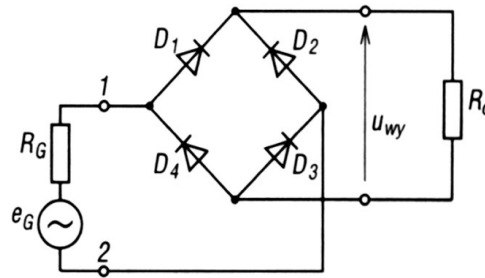
Prostownikiem dwupołówkowym nazywamy taki prostownik, w którym po procesie prostowania pozostają części przebiegu, które są tego samego znaku i dodają się do nich – po zmianie znaku – części, które miały znak przeciwny. Prostowniki dwupołówkowe charakteryzują się lepszymi parametrami. W układach tych płynie prąd przez obciążenie R_0 praktycznie przez cały czas w jednym kierunku. Rozwiązanie prostowników dwupołówkowych realizuje się w dwóch wersjach:

- z wyprowadzonym środkiem uzwojenia wtórnego transformatora 1.
- z diodami w układzie Graetza 2.

1.



2.



W układzie z transformatorem, przy dodatniej półwale wejściowego przebiegu sinusoidalnego prąd płynie przez diodę D_1 i obciążenie R_0 , a przy ujemnej - prąd płynie przez diodę D_2 i obciążenie R_0 . Przy półwale dodatniej napięcia na uzwojeniu wtórnym mamy sytuację, w której dioda D_1 przewodzi a dioda D_2 nie przewodzi. Przy półwale ujemnej napięcie dodatnie występuje na diodzie D_2 , która wówczas przewodzi, natomiast nie przewodzi dioda D_1 , która jest spolaryzowana wstecznie. W układzie mostka Graetza przy dodatniej półwale wejściowego przebiegu sinusoidalnego prąd płynie od zacisku 1 przez diodę D_1 , obciążenie R_0 i diodę D_3 do zacisku 2, natomiast przy ujemnej prąd płynie od zacisku 2 przez diodę D_2 , obciążenie R_0 i diodę D_4 do zacisku 1.

W obu układach prąd płynie przez obciążenie w jednym kierunku i ma charakter pulsujący. Prostownik dwupołkowy w układzie mostka Graetza jest najczęściej stosowanym układem prostowniczym. Podstawowe parametry charakteryzujące prostownik dwupołkowy określone są na podstawie poniższych wzorów:

$$\eta_u = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{1 + \frac{2r}{R_0}}; \quad \eta_P = \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{2r}{R_0}};$$

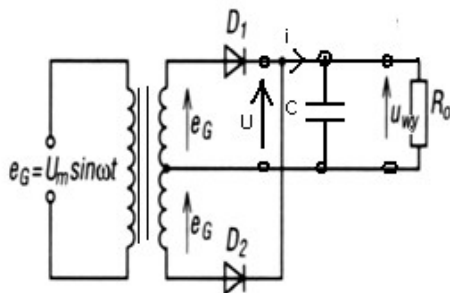
$$K_1 = \frac{2}{\pi} \approx 0,64;$$

$$K_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,71;$$

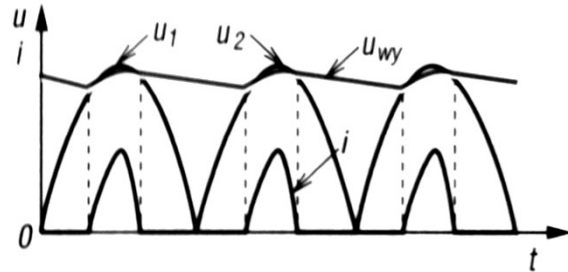
$$k_t = \sqrt{\frac{\pi^2}{8} - 1} \approx 0,48.$$

Obydwa układy mają większość parametrów identycznych. Jednakże w układzie mostkowym napięcie wsteczne na każdej diodzie jest dwukrotnie mniejsze, co umożliwia zastosowanie diod o mniejszym dopuszczalnym napięciu wstecznym. Układ zapewnia też lepsze wykorzystanie mocy transformatora. Wadą jest konieczność używania czterech diod.

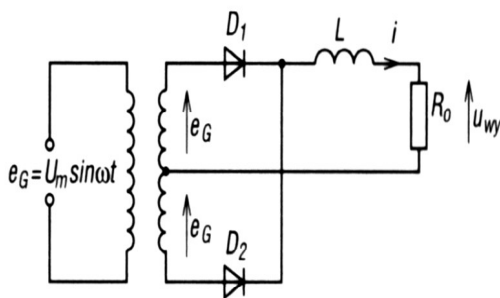
1.



2.



3.



W celu poprawienia parametrów prostowników stosuje się obciążenia rezystancyjno – pojemnościowe **1.** i rezystancyjno – indukcyjne **2.** Obciążenie rezystancyjno – indukcyjne stosuje się w prostownikach dużej mocy. Współczynnik tętnień przy tym obciążeniu wynosi:

$$k_t = \frac{R_0}{3\omega L\sqrt{2}};$$

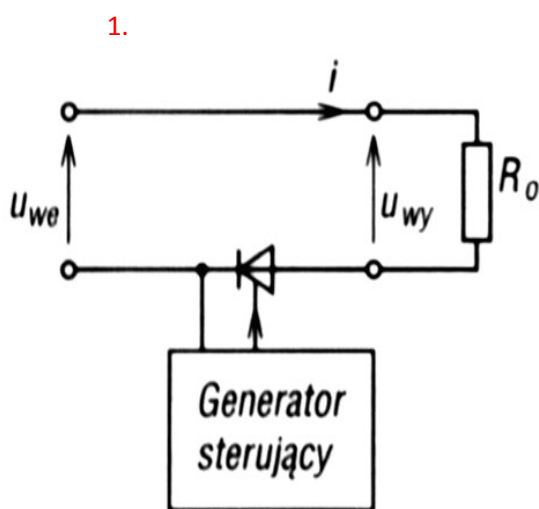
gdzie:

ω - pulsacja napięcia wejściowego.

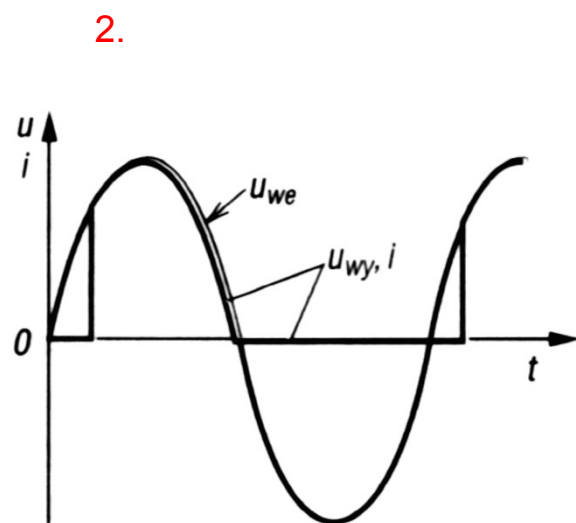
Aby uzyskać przebieg wyjściowy o jak najmniejszych tętnieniach, należy używać cewek o jak największej indukcyjności. Cewka wraz z rezystancją obciążenia stanowi filtr dolnoprzepustowy RL, który tłumi składową zmienną napięcia wyjściowego.

Prostownik tyrystorowy

Prostowniki tyrystorowe są stosowane w układach zasilających wielkiej mocy, w których zmniejszenie napięcia wyjściowego odbywa się bez strat na elementach rezystancyjnych. Układ jest zasilany napięciem sinusoidalnie zmiennym. W czasie ujemnej półki przebiegu wejściowego tyrystor nie przewodzi prądu; napięcie wyjściowe jest równe zero. Przy dodatniej półce natomiast przez tyrystor popłynie prąd dopiero wtedy, gdy na jego bramkę będzie podany sygnał z generatora sterującego (sygnał ten musi być zgodny w fazie z przemiennym napięciem wejściowym). Prąd przestaje płynąć przez tyrystor (i przez obciążenie) po zmianie polaryzacji napięcia wejściowego.



1. Schemat



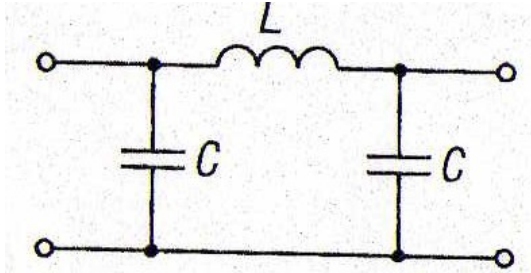
2. Przebiegi napięć i prądu w układzie

Zmieniając położenie początku impulsu sterującego względem czasu przejścia przebiegu wejściowego przez zero, można zmieniać czas przepływu prądu przez obciążenie za jeden okres sinusoidy, czyli zmieniać wartość mocy przekazywanej do obciążenia. Aby wytłumić tętnienia napięcia wyjściowego, łączy się szeregowo rezystancję obciążenia z cewką, tworząc filtr dolnoprzepustowy **RL**. Prostowniki z tyrystorami są stosowane głównie w urządzeniach energetycznych.

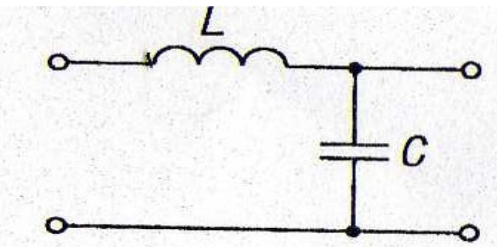
Filtry napięć zasilających

W celu zmniejszenia tętnień napięcia, między układem prostownika, a obciążeniem wstawia się filtr dolnoprzepustowy. Stosunek amplitudy składowej zmiennej na wejściu filtru do amplitudy składowej zmiennej na wyjściu nazywamy współczynnikiem filtracji F . Jego wartość powinna być znacznie większa od jedności.

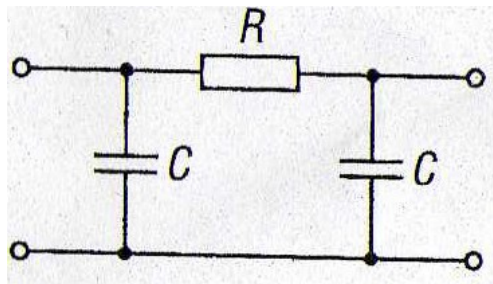
1.



2.



3.



Większość urządzeń elektronicznych wymaga jak najmniejszych tętnień (mniejszych od 0,01%). Do tłumienia tętnień służą obwody **RC** lub **LC**, zwane filtrami. Filtry powinny przepuszczać na wyjście składową stałą, a jednocześnie blokować składową zmienną, czyli tętnienia. Ze względu na duże straty mocy w rezystorach, filtry RC stosuje się wyłącznie w układach małej mocy.

Opracował:

Mateusz Lewandowski