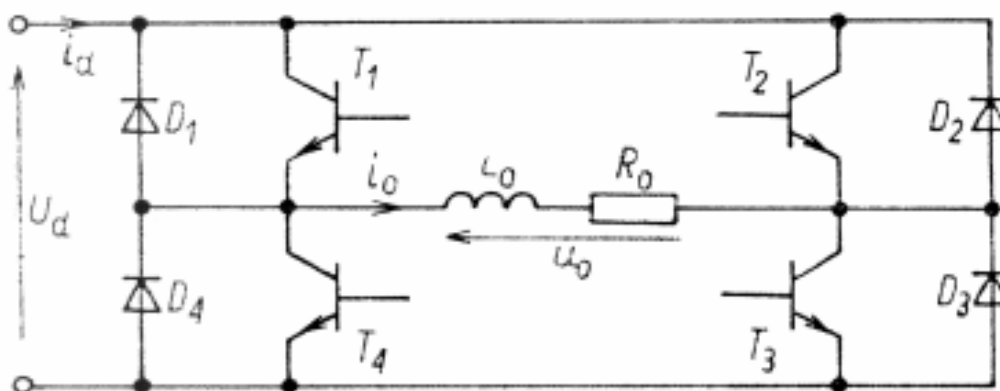


Falowniki napięcia – modulacja szerokości impulsów MSI

Falowniki napięcia stanowią najbardziej rozpowszechnioną grupę wśród falowników niezależnych. Występujące na ich zaciskach wyjściowych napięcie ma kształt impulsów, powstających na skutek przełączania napięcia wejściowego przez łączniki zbudowane z tranzystora (lub tyrystora GTO) i odwrotnie równolegle połączonej diody. Rozwiązanie takie umożliwia w dowolnej chwili przełączenie odbiornika pomiędzy biegunami źródła zasilania, niezależnie od kierunku przepływającego w nim prądu. W przypadku falownika zbudowanego ze zwykłych tyrystorów SCR konieczne jest zastosowanie dodatkowych obwodów pomocniczych w celu ich wymuszonego wyłączenia. Poniższy schemat przedstawia jednofazowy falownik napięcia.



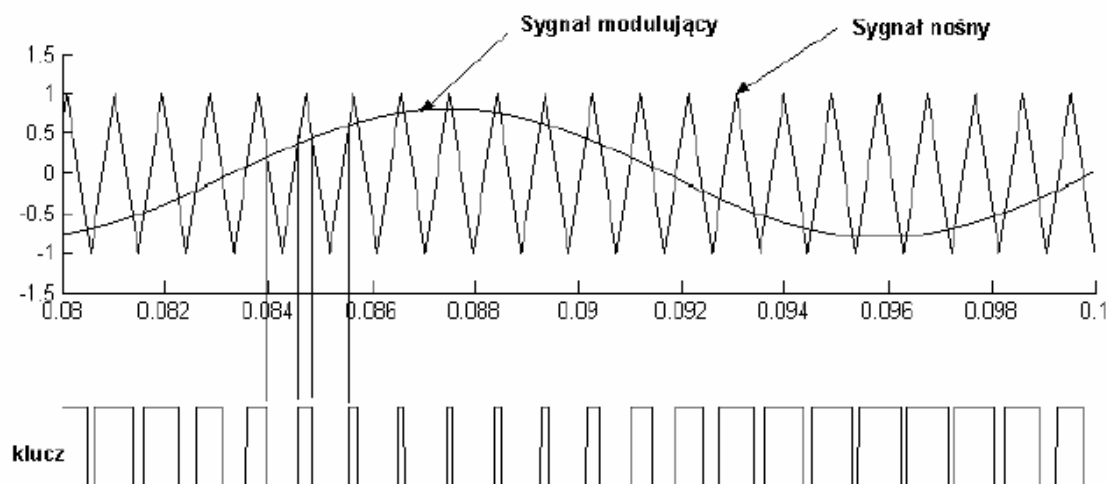
Rys.1 Schemat uproszczony mostkowego jednofazowego falownika napięcia.

Najprostszy sposób sterowania powyżej przedstawionego falownika polega na załączaniu tranzystorów parami, T1 z T3 oraz T2 z T4, co w efekcie powoduje, że na odbiorniku pojawia się napięcie przemiennie o przebiegu prostokątnym i wartości szczytowej równej U_d . Po wyłączeniu pary tranzystorów (np.: T1 i T3) prąd odbiornika jest przejmowany przez odpowiednią parę diod (D2 i D4) umożliwiających spełnienie warunku ciągłości prądu odbiornika rezystancyjno – indukcyjnego. Należy zaznaczyć, że w przypadku załączonych tranzystorów energia jest pobierana ze źródła do odbiornika natomiast, kiedy przewodzą diody następuje zwrot energii z odbiornika do źródła.

W przypadku falownika formującego prostokątną falę regulacja napięcia wyjściowego jest możliwa jedynie poprzez zmianę napięcia zasilania, co jest istotną wadą takiego rozwiązania. Najbardziej rozpowszechniona i racjonalna w praktyce jest metoda regulacji harmonicznej podstawowej napięcia wyjściowego falownika poprzez modulację szerokości impulsów MSI (PWM). Metoda ta ponadto umożliwia zmianę kształtu fali napięciowej w

sposób umożliwiający przesunięcie niepożądanych harmonicznych w zakres wysokich częstotliwości, przez co mogą one być stosunkowo łatwo odfiltrowane.

Najbardziej rozpowszechnionym technicznym sposobem realizacji metody modulacji szerokości impulsów w celu uzyskania sinusoidalnego prądu odbiornika jest komparacja fali sinusoidalnej (sygnału modulującego) z sygnałem nośnym, którym może być: przebieg piłokształtny (modulacja jednostronna) lub trójkątny (modulacja dwustronna). W przypadku piłokształtnego sygnału nośnego jedno zbocze prostokątnego sygnału wyjściowego załączającego klucze ma względem sygnału nośnego ustalone położenie, natomiast położenie drugiego zbocza jest modulowane. Przy sygnale nośnym trójkątnym modulowane są położenia obu zboczy, stąd nazwa modulacja dwustronna. Sygnał modulujący ma kształt sinusoidy o częstotliwości równej podstawowej harmonicznej napięcia wyjściowego i amplitudzie proporcjonalnej do wymaganej amplitudy tej harmonicznej. Wykazane jest, że modulacja dwustronna daje korzystniejsze widmo napięcia i prądu odbiornika niż modulacja jednostronna.



Rys. 2. Przebiegi czasowe dla modulacji dwustronnej.

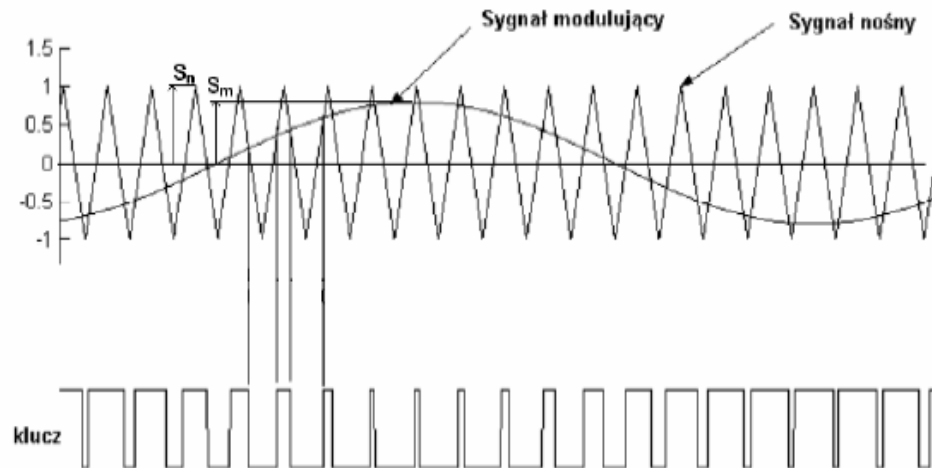
Współczynnik głębokości modulacji

Współczynnik głębokości modulacji M jest to stosunek amplitudy sygnału modulującego i sygnału nośnego.

$$M = \frac{S_m}{S_n}$$

$$s_m = S_m \cdot \sin \omega t$$

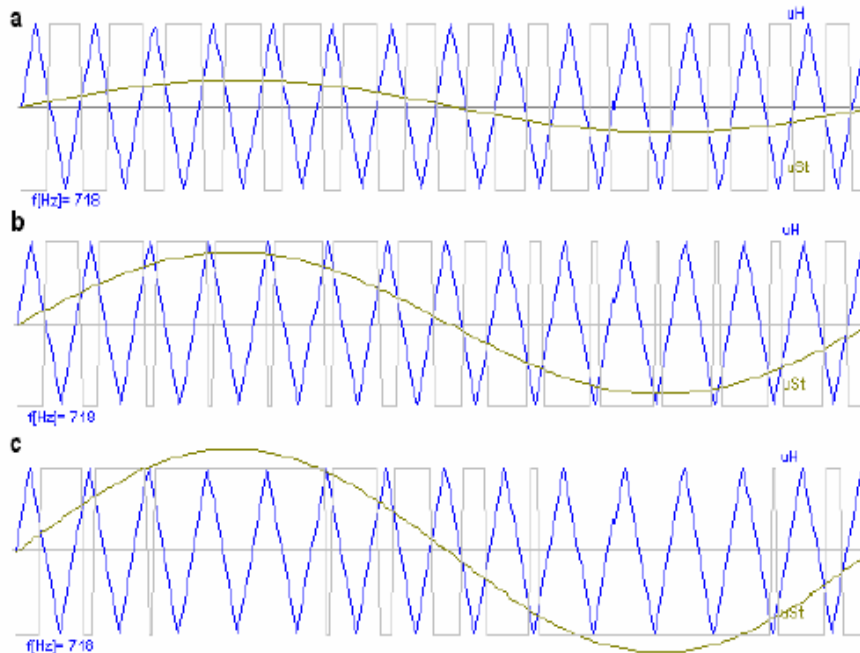
S_n – wartość maksymalna (amplituda) sygnału nośnego (trójkąta).



Przebiegi czasowe sygnałów modulacji sygnałem trójkątnym.

Modulacja sinusoidalna – nadmodulacja

Dużym ograniczeniem klasycznych modulatorów sinusoidalnych jest mały zakres pracy liniowej. Współczynnik głębokości modulacji osiąga tu największą wartość $M_{\max} = 0,785$. Powyżej wartości M_{\max} następuje nadmodulacja i przekształtnik PWM, traktowany jako wzmacniacz mocy, pracuje na nieliniowej części charakterystyki.



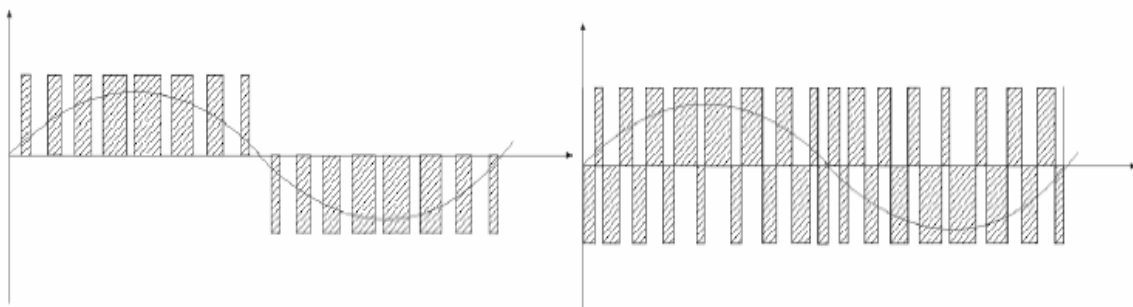
Przebiegi sygnału nośnego, modulowanego oraz sterowanego podczas stopniowego przejścia do nadmodulacji c.

Modulacja sinusoidalna

Stosowane są dwa rodzaje modulacji:

- **jednobiegunowa,**
- **dwubiegunowa,**

Należy podkreślić większe rozpowszechnienie modulacji dwubiegunowej, co jest związane z prostszą budową układu falownika, mimo mniej korzystnego widma harmonicznego.



Modulacja sinusoidalna jednobiegunowa i dwubiegunowa