



Politechnika Wrocławska

Instytut Telekomunikacji, Teleinformatyki i Akustyki

Generatory funkcyjne

Wrocław 2006



Generatory funkcyjne

Wprowadzenie

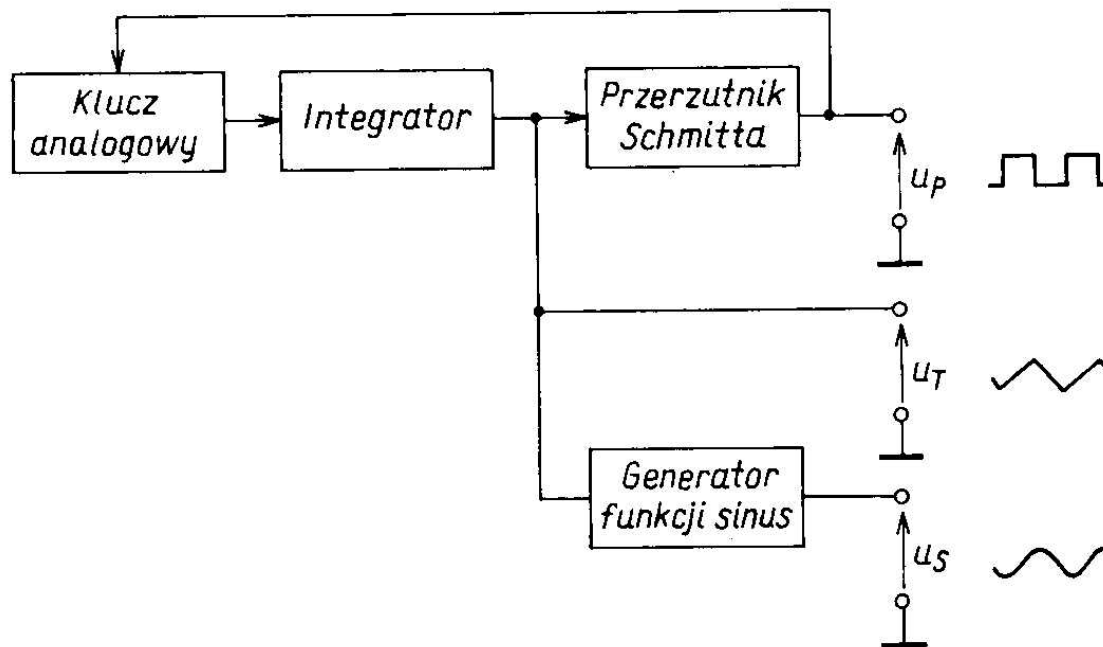
Stabilizacja drgań sinusoidalnych małej częstotliwości jest dość skomplikowana. O wiele bardziej proste jest wytworzenie napięcia zmiennego o przebiegu trójkątnym za pomocą przerzutnika Schmitta i integratora.

Napięcie trójkątne można przekształcić na \sin za pomocą generatora funkcji (wykład 1 – nieliniowe zastosowanie WO).

Tą metodą można otrzymać drgania o przebiegu trójkątnym, prostokątnym i sinusoidalnym układy pracujące w oparciu o tą zasadę noszą nazwę **generatorów funkcyjnych**.

Generatory funkcyjne

Zasada działania



Na integrator podawane jest napięcie stałe dodatnie lub ujemne.

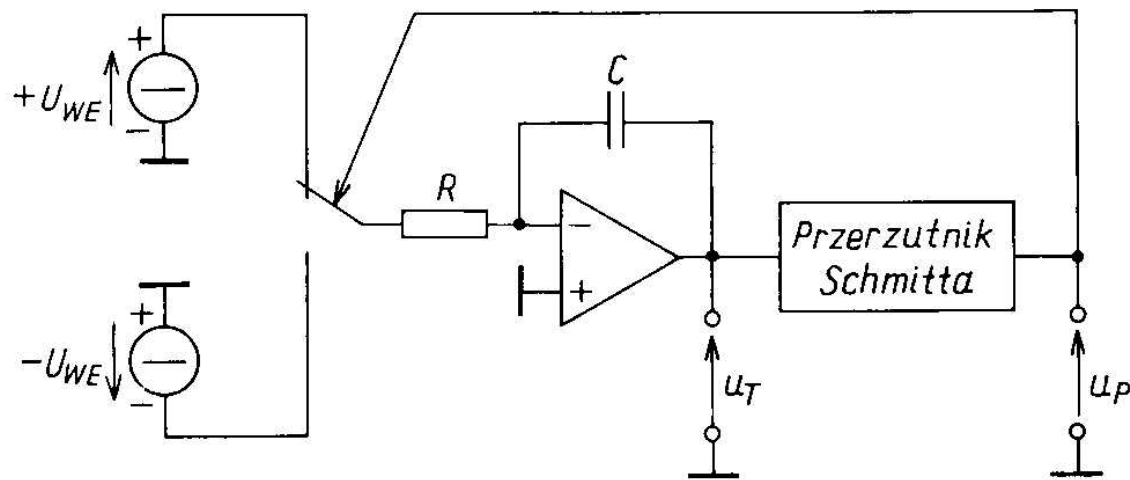
Jeśli U_{wy} integratora osiągnie poziom włączenia lub wyłączenia przerzutnika Schmitta, zostaje odwrócony znak napięcia na wej integratora.

Na wyjściu układu powstaje napięcie trójkątne, zmieniające się między poziomami wyzwalania przerzutnika Schmitta.

Generatory funkcyjne

Układ podstawowy – układ z integratorem

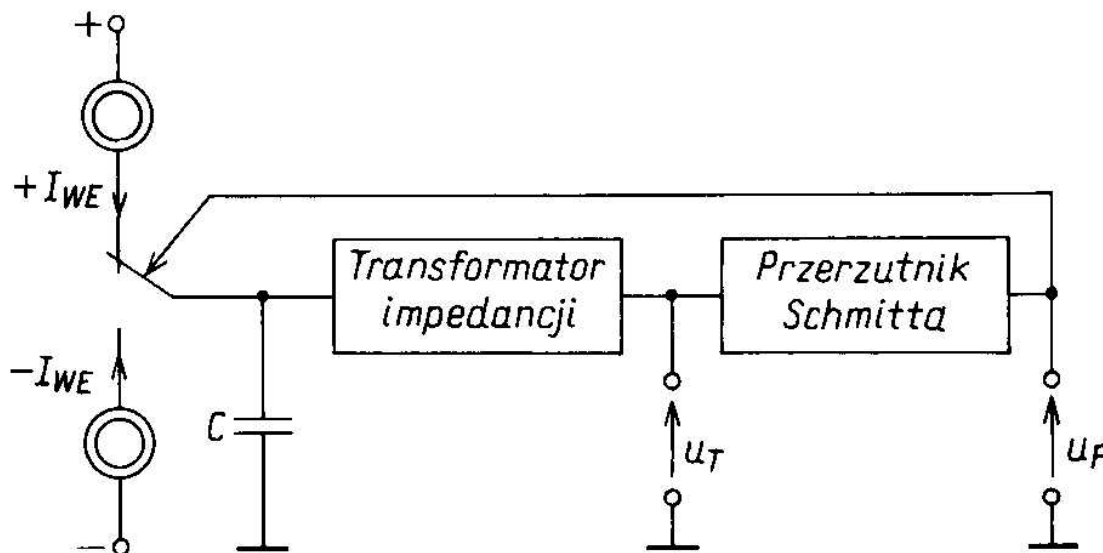
Istnieją dwie metody realizacji generatorów, różniące się sposobem realizacji operacji całkowania.



Na integrator podawane jest $+U_{WE}$ lub $-U_{WE}$ (w zależności od położenia klucza)

Generatory funkcyjne

Układ podstawowy – układ ze źródłami prądowymi



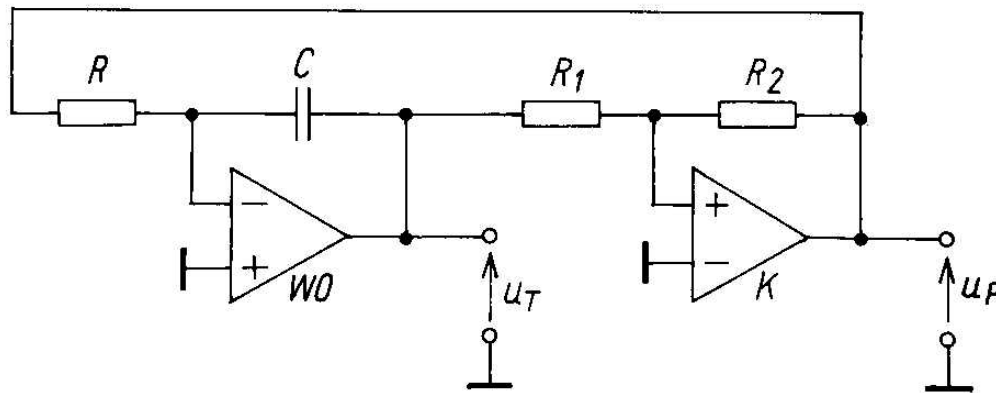
Za pomocą klucza wymuszany jest przepływ prądu $+I_{WE}$ lub $-I_{WE}$.

Aby obciążenie nie zniekształcało trójkątnego napięcia na kondensatorze stosuje się układ dopasowujący impedancję (wtórnik).

Zaletą tego układu jest to, że przełącznik prądu wtórnik napięciowy łatwo realizuje się dla wielkich częstotliwości.

Generatory funkcyjne

Układ z integratorem – realizacja



$$\text{Częstotliwość } f = \frac{R_2}{4R_1} \frac{1}{RC}$$

$$\text{Amplituda } U_{tm} = \frac{R_1}{R_2} U_{Pmax}$$

Przerzutnik Schmitta dostarcza stałego napięcia wyjściowego, które jest całkowane przez integrator. Po osiągnięciu przez napięcie wyj integratora poziomu wyzwania przerzutnika natychmiast zmienia się znak całkowanego napięcia u_p .

Napięcie wyj integratora zaczyna się zmieniać w przeciwnym kierunku, aż do osiągnięcia drugiego poziomu wyzwania.

Aby wartości $+$ i $-$ nachylenia były równe, komparator musi mieć symetryczne napięcie wyjściowe $\pm U_{pmax}$. Wówczas amplituda drgań trójkątnych:

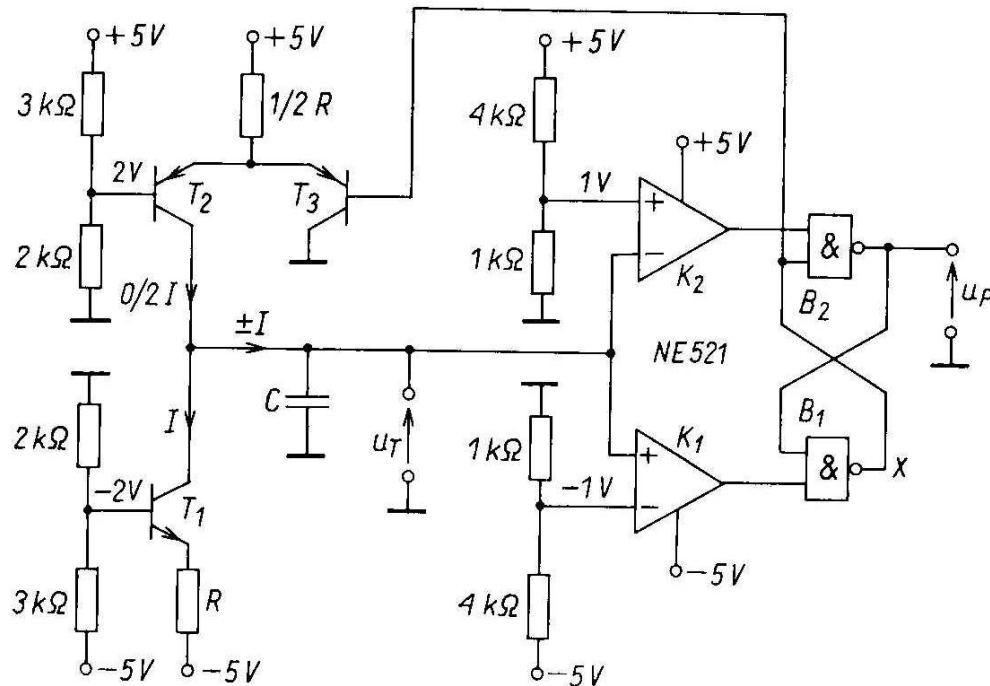
$$U_{tm} = \frac{R_1}{R_2} U_{Pmax}$$

Okres drgań jest 4 razy większy niż czas potrzebny do zmiany napięcia wyj integratora od 0 do U_{tm}

$$T = 4 \frac{R_1}{R_2} RC$$

Generatory funkcyjne

Układ ze źródłami prądowymi – realizacja



$$\text{Częstotliwość } f = \frac{I}{4U_{tm}C} = \frac{0,6}{RC}$$

$$\text{Amplituda } U_{tm} = 1 \text{ V}$$

Sterowny klucz przełączający prądy to T_1 - T_3 .

C rozładowywany jest prądem I przez T_1 tak długo, jak długo sygnał sterujący $x = L$.

Gdy napięcie trójkątne spadnie poniżej -1V , przerzuca przerzutnik Schmitta i $x = H$.

Zostaje zablokowany T_3 i zostaje załączone źródło prądowe T_2 , które dostarcza prąd dwa razy większy niż T_1 .

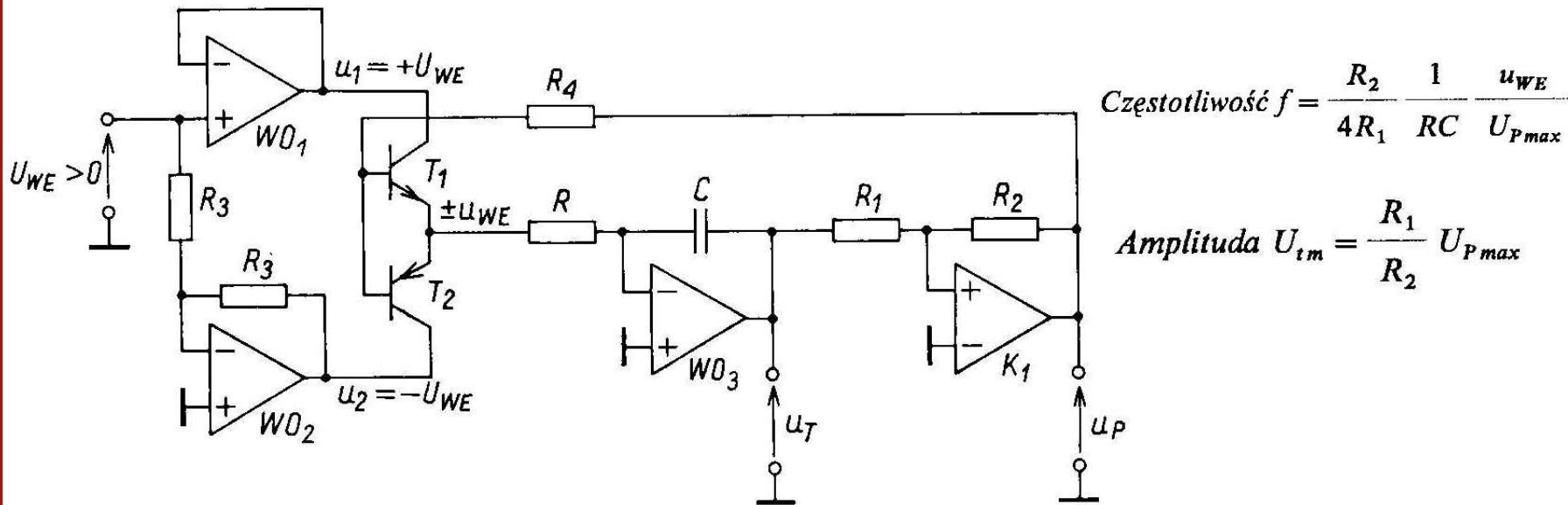
C jest ładowany prądem I bez konieczności wyłączania T_1 .

Gdy napięcie trójkątne przekroczy $+1\text{V}$, przerzutnik przerzuca z powrotem do stanu $x = L$.

C ponownie jest rozładowywany

Generatory funkcyjne

Generatory o przestrajanej częstotliwości – układ z integratorem



Zmiana f przez zmianę $+U_{WE}$ i $-U_{WE}$.

Na wejściach WO_1 i WO_2 , o małej rezystancji wewnętrznej, występują napięcia $+U_{WE}$ i $-U_{WE}$. Napięcia te poprzez T_1 i T_2 podawane są na wejście integratora w zależności od stanu przerzutnika Schmitta.

Gdy napięcie wyjściowe komparatora jest większe niż $\pm U_{WE}$, oba tranzystory pracują jako przesterowane wtórnik emiterowe (niewielki spadek napięcia – miliwolty).

Generatory funkcyjne

Generatory o przestrajaney częstotliwości – układ z integratorem

Amplituda przebiegu trójkątnego określona przez przerzutnik:

$$U_{tm} = \frac{R_1}{R_2} U_{Pmax}$$

Nachylenie napięcia trójkątnego:

$$\frac{\Delta u_T}{\Delta t} = \pm \frac{U_{WE}}{RC}$$

Okres drgań jest 4 razy większy niż czas potrzebny do zmiany napięcia wyjściowego integratora od 0 do U_{tm} .

$$f = \frac{U_{WE}}{4RCU_{tm}} = \frac{R_2}{4R_1} \frac{1}{RC} \frac{U_{WE}}{U_{Pmax}}$$

Częstotliwość ta jest proporcjonalna do U_{WE} co pozwala układ wykorzystać jako przetwornik napięcie-częstotliwość. Jeśli wybierzemy:

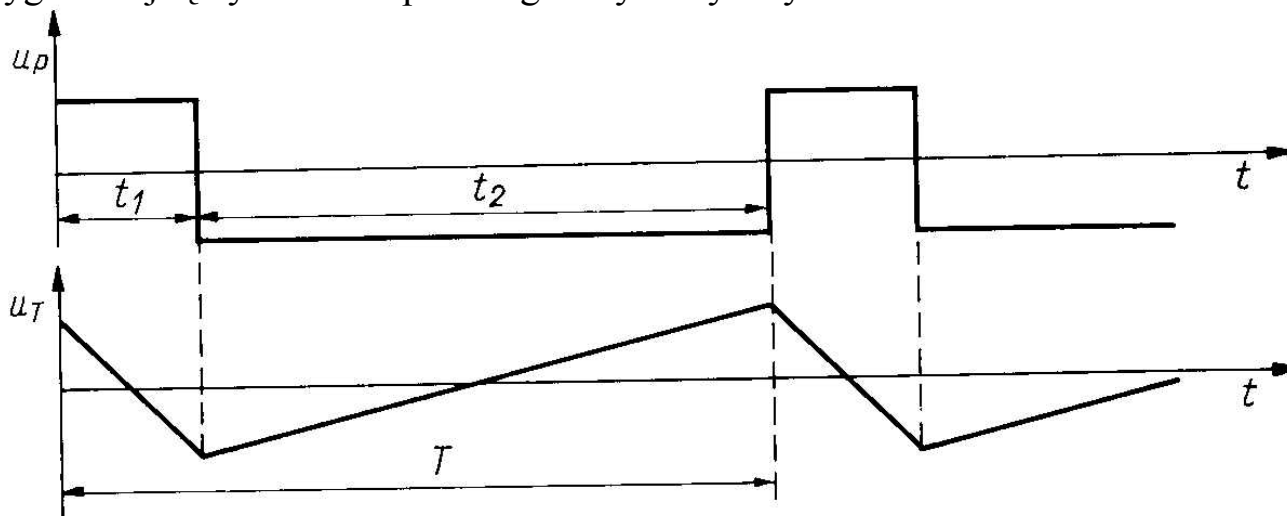
$$u_{WE} = U_{WE} + \Delta u_{WE}$$

otrzymamy liniową modulację częstotliwości.

Generatory funkcyjne

Generatory o przestrajanej częstotliwości – zmienny współczynnik wypełnienia

Aby wytworzyć napięcie o przebiegu prostokątnym i zmiennym współczynniku wypełnienia, można porównywać napięcie trójkątne za pomocą komparatora z napięciem stałym. Sytuacja jest nieco trudniejsza, gdy także sygnał trójkątny ma mieć przebieg niesymetryczny.



Realizacja takiego układu jest możliwa w strukturze z poprzedniego slajdu jeżeli wartości napięć U_1 i U_2 będą różne. Wtedy czasy narastania i opadania napięcia trójkątnego między maksymalnymi wartościami wynoszą:

$$t_1 = \frac{2RCU_{t\max}}{U_1} \qquad t_2 = \frac{2RCU_{t\max}}{|U_2|}$$

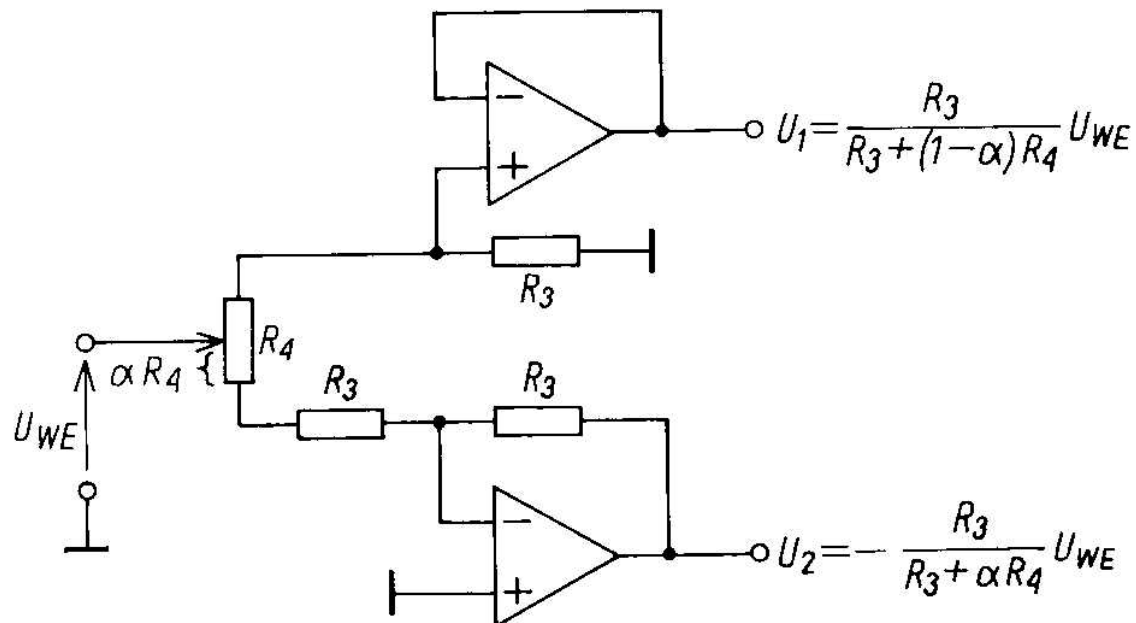
Generatory funkcyjne

Generatory o przestrajanej częstotliwości – zmienny współczynnik wypełnienia

Jeżeli chcemy zmienić tylko symetrię bez zmiany f , należy moduł jednego z napięć zwiększyć a drugiego zmniejszyć tak by wartość T była stała.

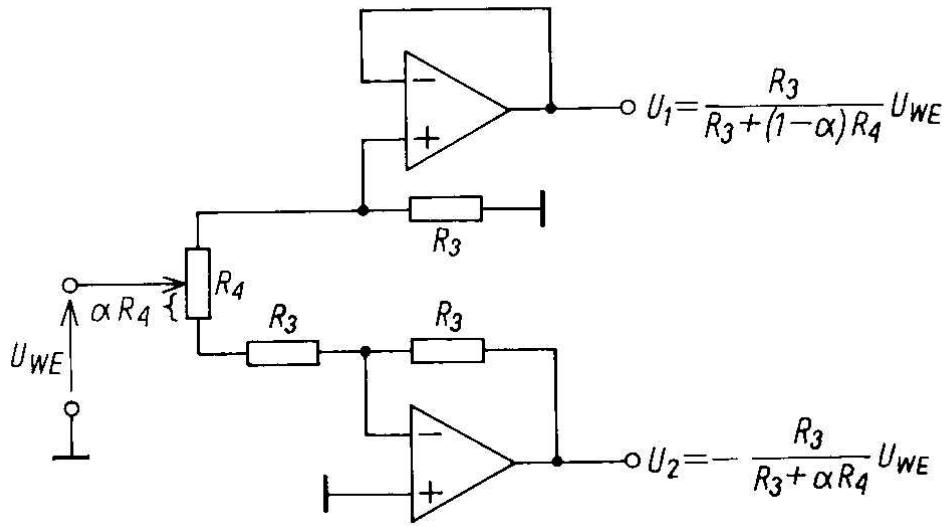
$$T = t_1 + t_2 = 2RCU_{t_{\max}} \left(\frac{1}{U_1} + \frac{1}{|U_2|} \right)$$

Warunek ten można spełnić stosując układ.



Generatory funkcyjne

Generatory o przestrajanej częstotliwości – zmienny współczynnik wypełnienia



Napięcia wyjściowe nie zależy od współczynnika symetrii α .

$$\frac{1}{U_1} + \frac{1}{|U_2|} = \frac{1}{U_{WE} R_3} (2R_3 + R_4)$$

Częstotliwość w układzie:

$$f = \frac{R_3}{2RC(2R_3 + R_4)} \frac{U_{WE}}{U_{t\max}}$$

Współczynniki wypełnienia t_1/T i t_2/T można ustawiać potencjometrem między wartościami:

$$\frac{R_3}{2R_3 + R_4} \quad \text{a} \quad \frac{R_3 + R_4}{2R_3 + R_4}$$

Dla $R_4 = 3R_3$ otrzymujemy wartość między 20% a 80%.