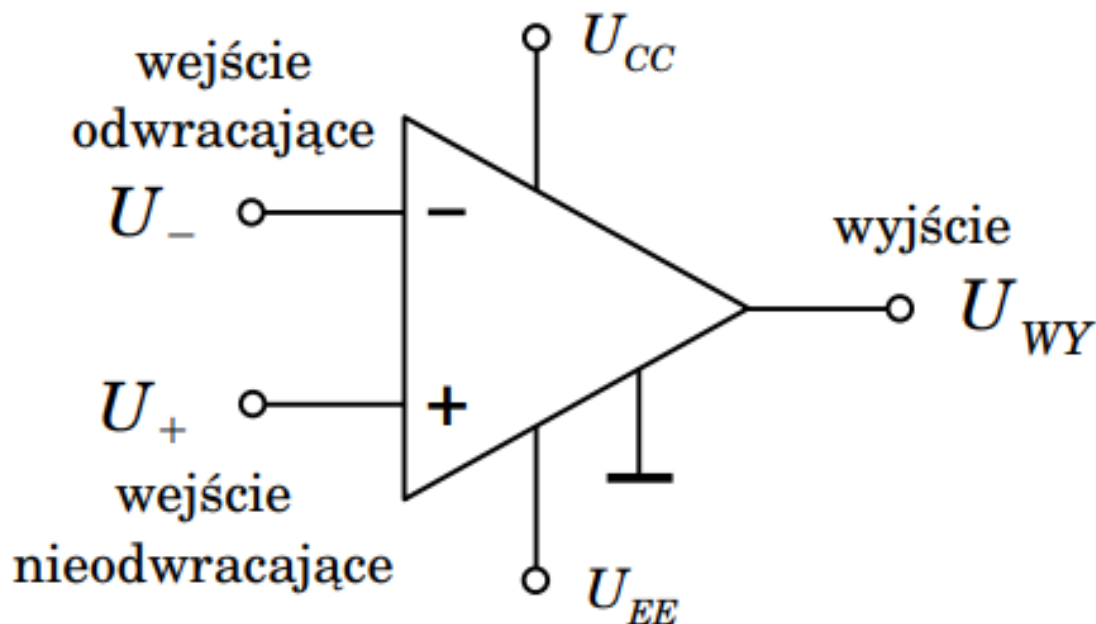


Sprawozdanie ćwiczenia 3

Autor: Krzysztof Buczek

1. Zapoznać się ze schematem ideowym układu wzmacniacza operacyjnego



Wzmacniacz operacyjny to wzmacniacz o bardzo dużym wzmocnieniu napięciowym, który posiada dwa wejścia i jedno wyjście. Jedno z nich jest wejściem odwracającym (-), sygnał wyjściowy jest przesunięty w fazie o 180 stopni względem sygnału przyłożonego do wejścia; Drugie wejście to wejście nieodwracające (+), sygnał wyjściowy jest zgodny w fazie z sygnałem podanym na to wejście.

Wzmacniacz operacyjny realizuje funkcję:

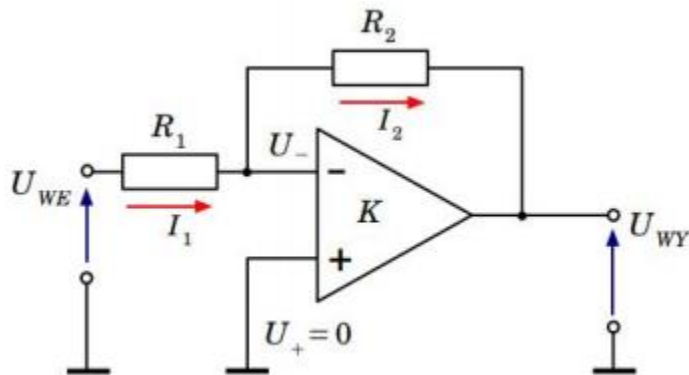
$$V = A (V_2 - V_1),$$

gdzie A to wzmocnienie napięciowe układu.

Cechy idealnego wzmacniacza:

- Nieskończenie duże wzmocnienie napięciowe A,
- Nieskończenie duża impedancja wejściowa,
- Impedancja wyjściowa równa 0,
- Dla różnicy V_1 i V_2 napięcie wyjściowe równe 0,
- Nieskończenie szerokie pasmo przenoszenia.

2. Zmontować wzmacniacz odwracający fazę o wzmocnieniu 10. Zdjąć charakterystykę częstotliwościową i fazową.



$$I_1 = (U_{WE} - U_-) / R_1$$

$$I_2 = (U_- - U_{WY}) / R_2$$

Z założenia nieskończenie dużej rezystancji wejściowej wynika, że cały prąd wejściowy przechodzący przez **R1** płynie również przez rezystor **R2**, czyli **I1 = I2**. Dlatego:

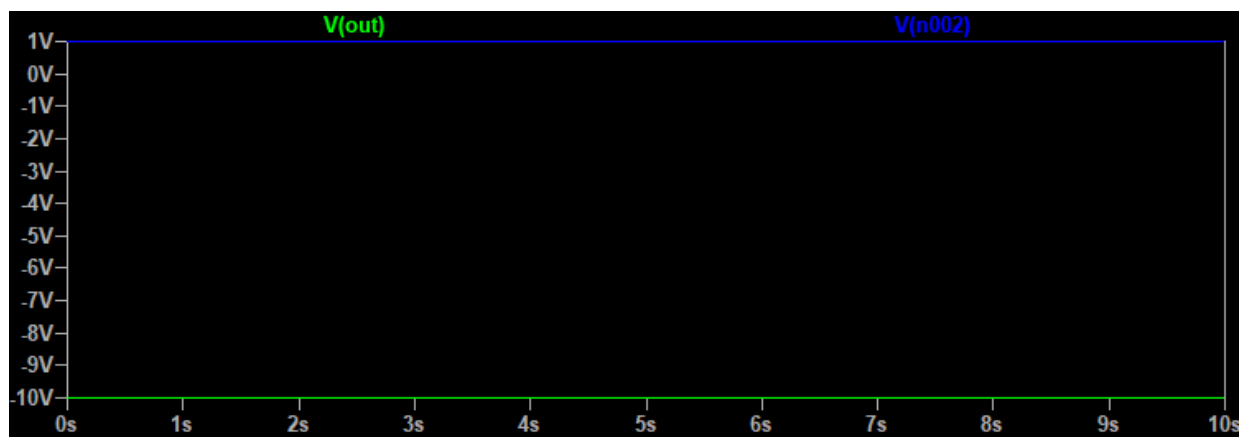
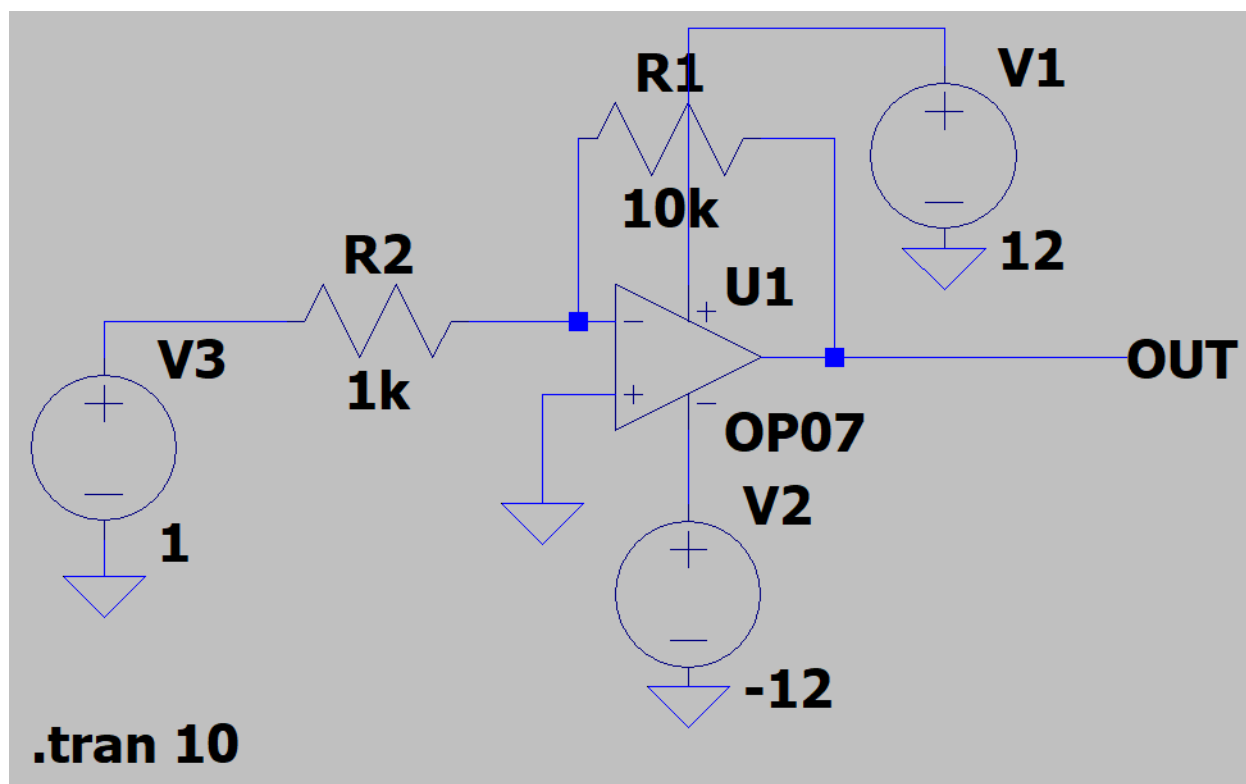
$$(U_{WE} - U_-) / R_1 = (U_- - U_{WY}) / R_2$$

Założenie o nieskończenie dużym wzmocnieniu napięciowym pozwala stwierdzić, że skończonej wartości napięcia na wyjściu odpowiada:

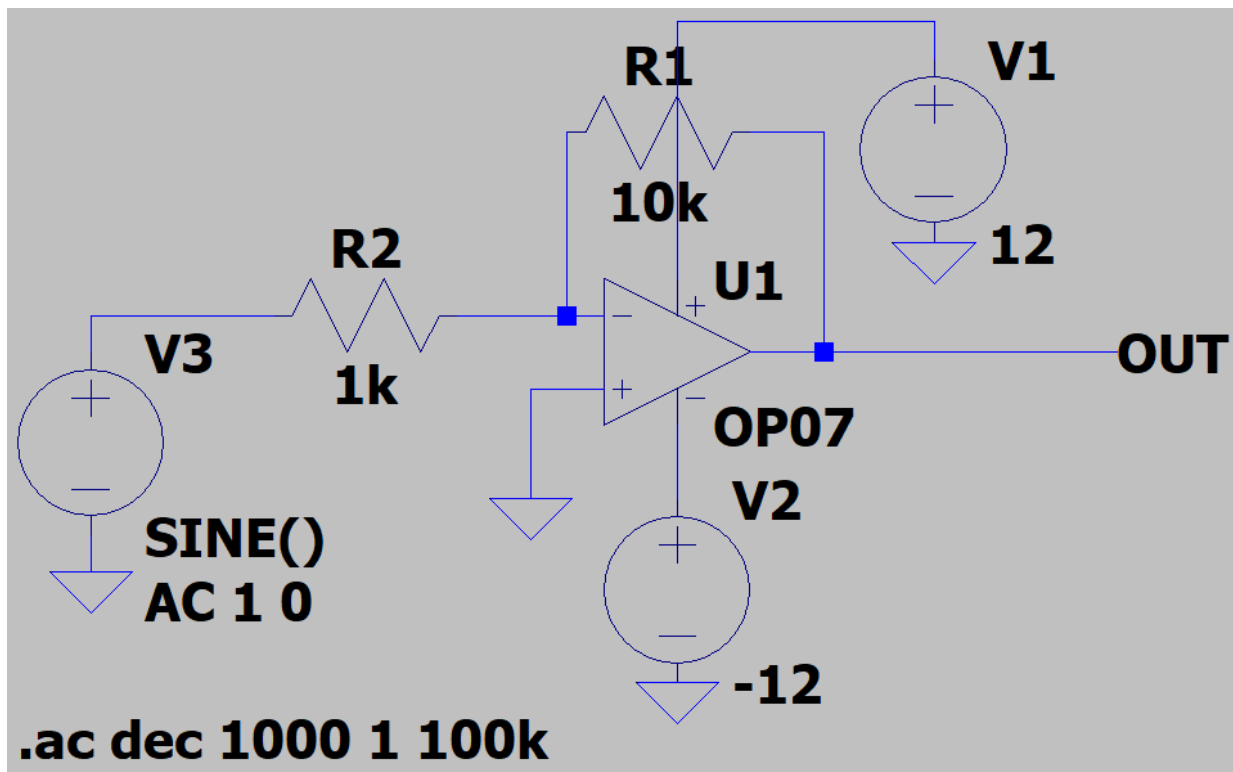
$$U_+ - U_- \approx 0 \text{ dlatego } U_+ = U_-$$

$$U_{WY} = - (R_2 / R_1) \cdot U_{WE}$$

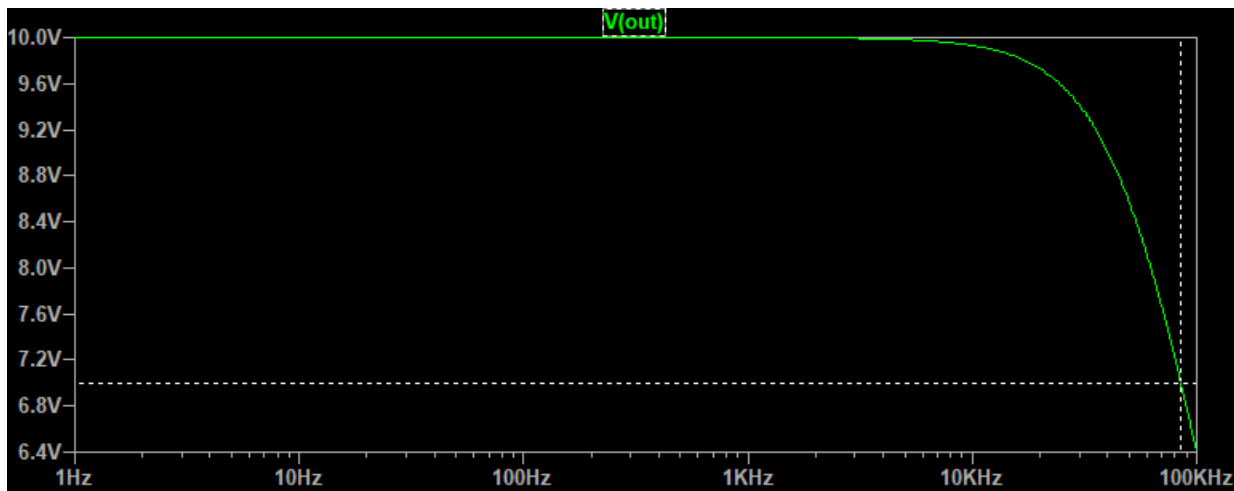
Aby wzmocnienie było równe 10, musi zachować zależność **R2/R1 = 10**, czyli **R2 = 10 * R1**.



Gdy na wejściu podajemy sygnał o wartości 1V, to na wyjściu otrzymujemy wartość -10V.

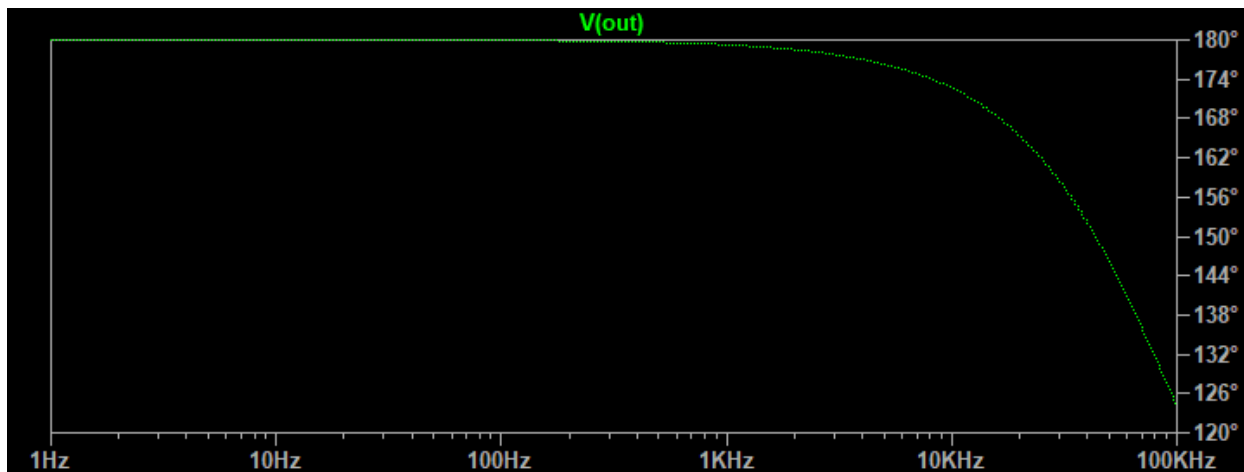


Charakterystyka częstotliwościowa:



Częstotliwość graniczna dla naszego wzmacnicza operacyjnego informuje, że poniżej tej wartości wzmacnienie układu nie zależy od częstotliwości. Jest to ok. 70% napięcia wyjściowego, czyli wartość ok. 85 kHz dla częstotliwości granicznej. Możemy zaobserwować lekkie “wypłaszczenie” wykresu.

Charakterystyka fazowa:



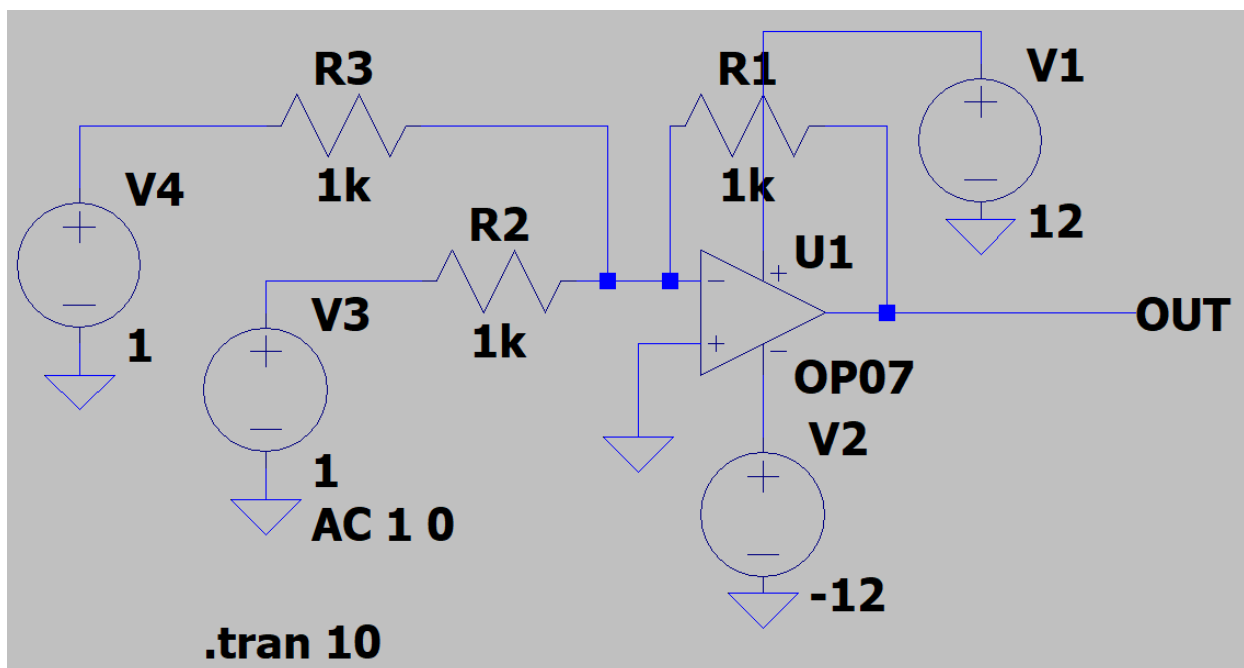
Amplituda sygnału zaczyna spadać powyżej 10kHz. Przesunięcie fazowe przy niskich częstotliwościach wynosi 180 stopni, po czym zaczyna spadać. Przy częstotliwości 100kHz wynosi około 125 stopni. Pasma przenoszenia naszego wzmacniacza wynosi ok. 85 kHz. Idealny wzmacniacz powinien mieć nieskończenie wielkie pasmo przenoszenia.

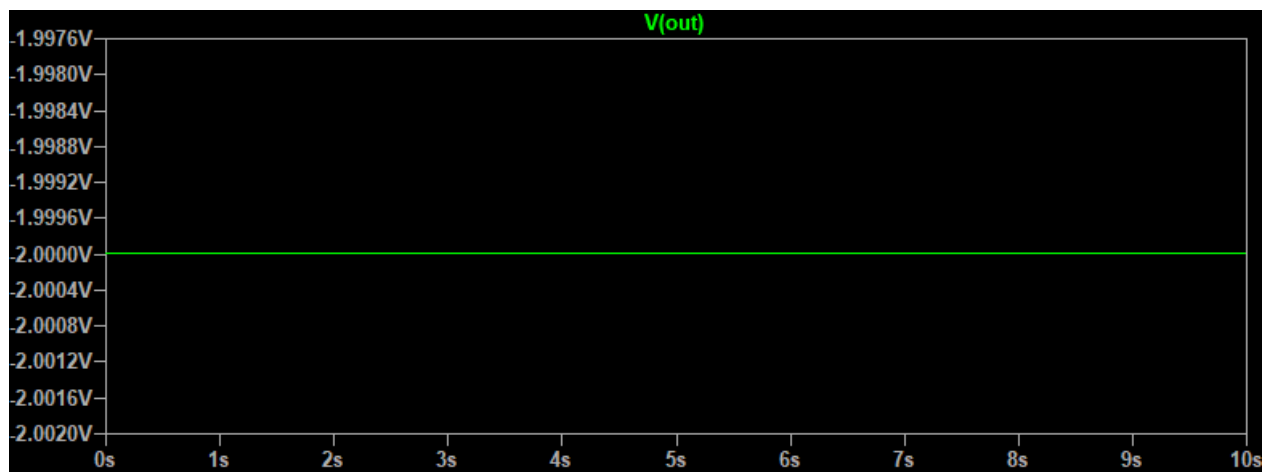
3. Zmontować sumator o dwóch wejściach. Zsumować drgania sinusoidalne z dwóch generatorów, obserwować zduńnienia przebiegów.

Jeżeli wartości na opornikach będą sobie równe, to sumator będzie dawał na wyjściu sumę składowych V3 i V4. Aby zaobserwować dudnienia, częstotliwości na wejściu muszą być nie wiele różne od siebie.

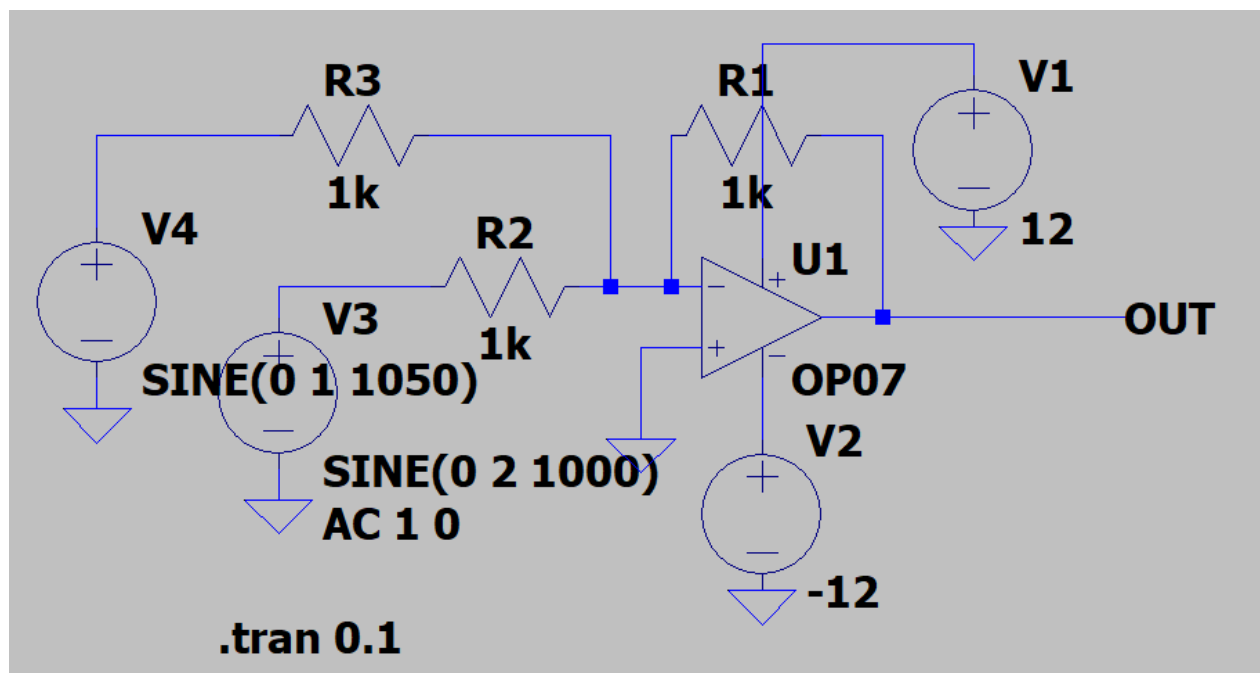
V4 = 1 V

V3 = 1 V

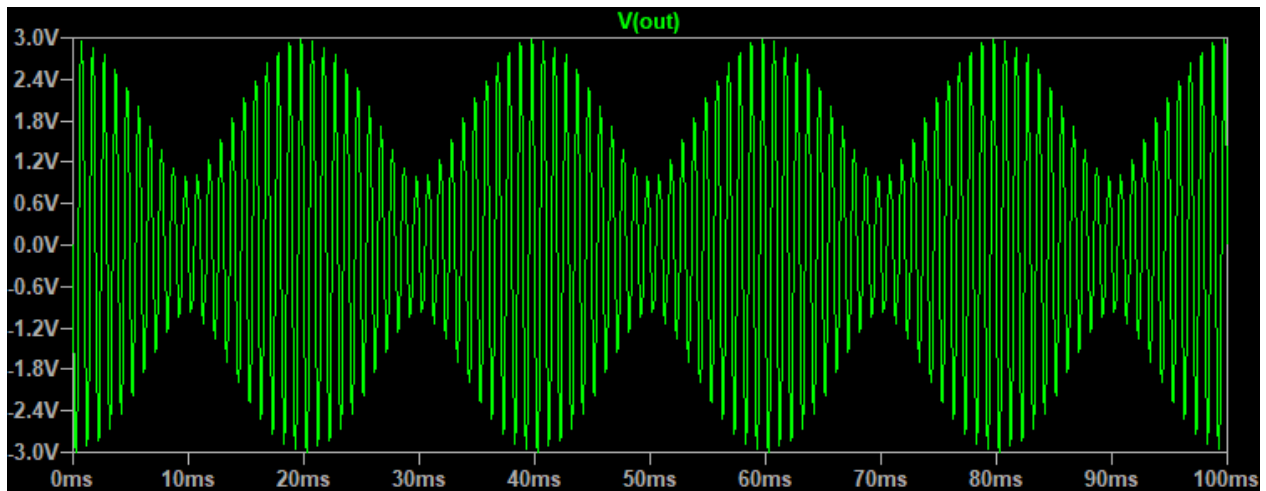




$V(out) = -2 V$

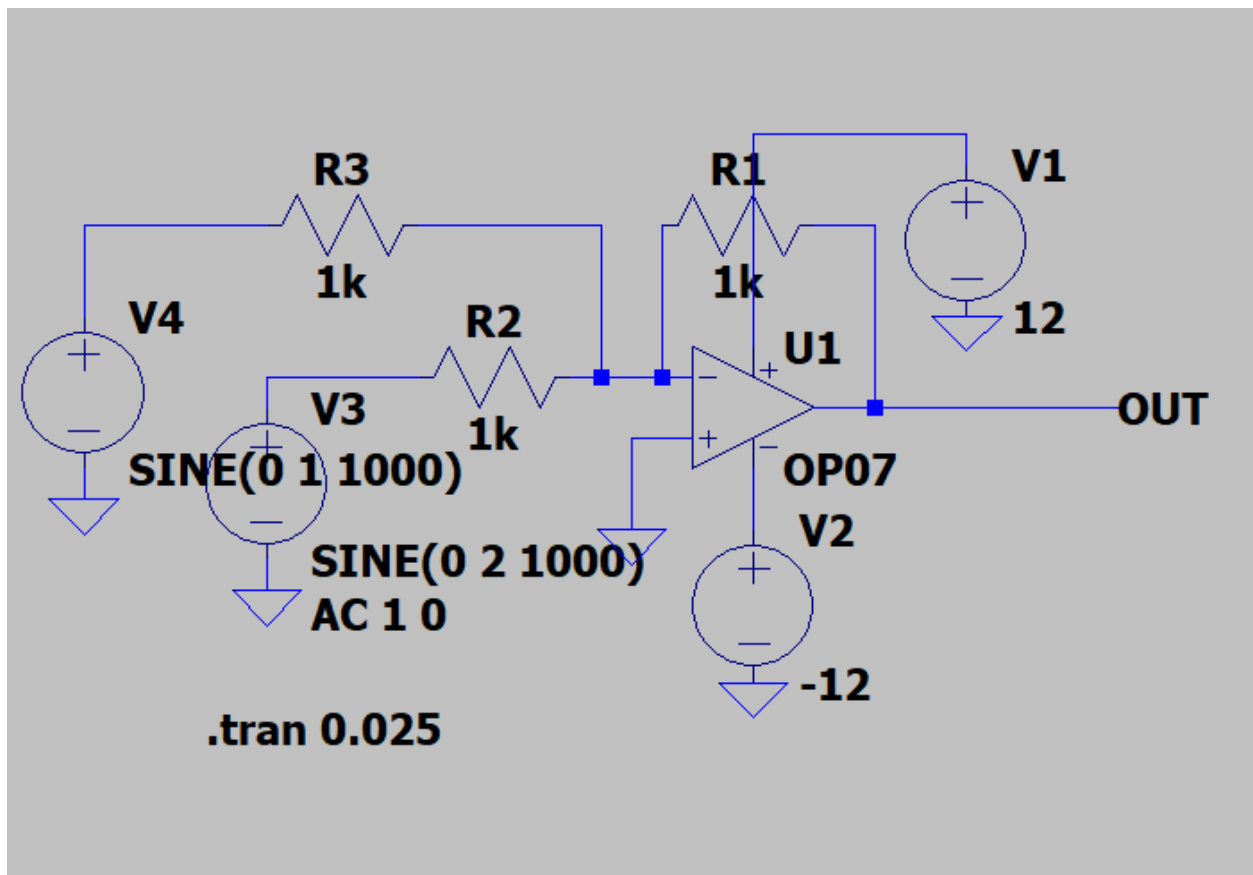


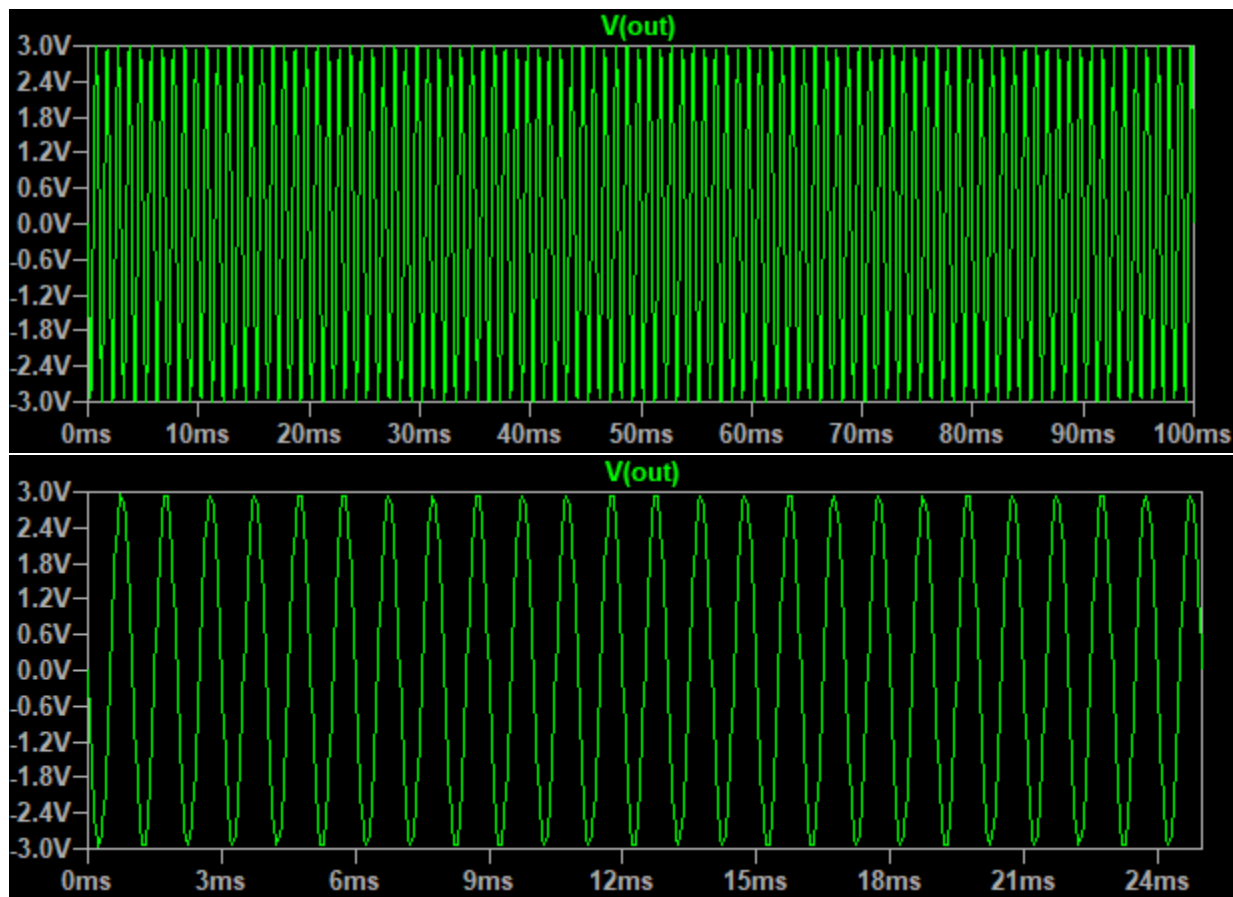
Zdudnienia przebiegów:



Dudnienie to okresowe zmiany amplitudy drgania wypadkowego, które powstaje dzięki złożeniu dwóch drgań o zbliżonych częstotliwościach.

Gdy częstotliwości drgań są identyczne, nie następuje dudnienie drgania wypadkowego.

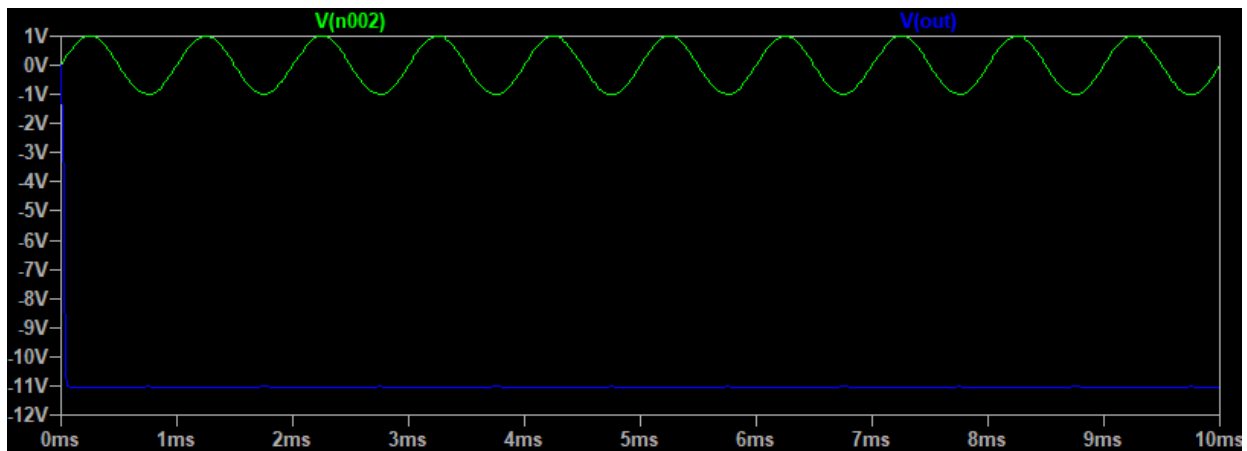
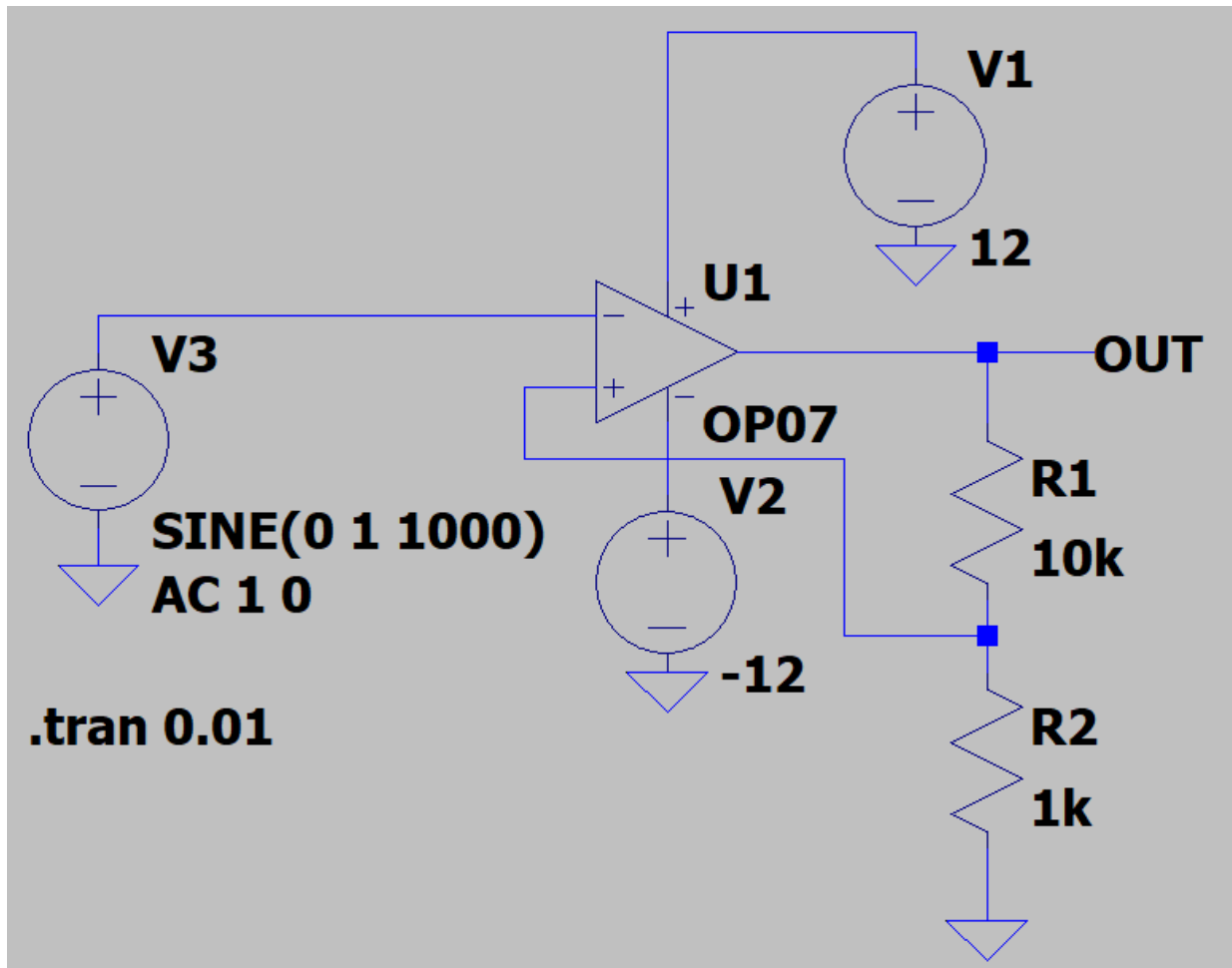




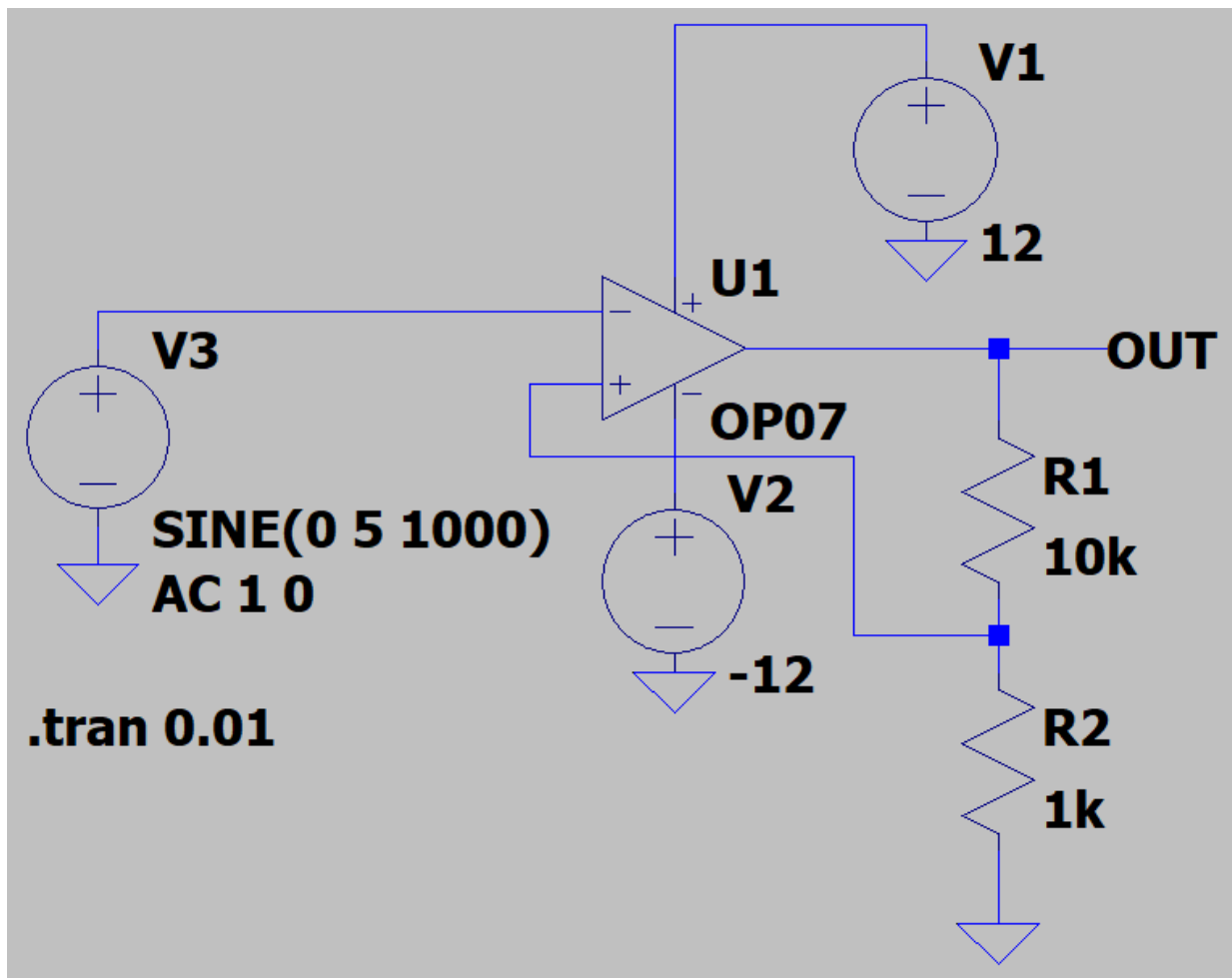
4. Dla zadanego napięcia histerezy równego 1 V zbudować przerzutnik Schmidta. Zaobserwować i odrysować przebiegi napięcia wyjściowego przy sinusoidalnym i trójkątnym napięciu wejściowym. Zmierzyć histerezę i wykreślić statyczną charakterystykę układu.

Przerzutnik Schmidta zwany multiwibratorem bistabilnym. Ma dwa stany stabilne, przejście z jednego do drugiego stanu będzie pod wpływem jakiegoś zewnętrznego sygnału. Amplituda sinusoidalnego sygnału wchodzącego musi być na tyle duża, żeby wybić przerzutnik z jego stabilnego stanu. Poziom, który musi przekroczyć sygnał wejściowy, żeby zmienić stan można zmieniać za pomocą oproników $R1$ i $R2$.

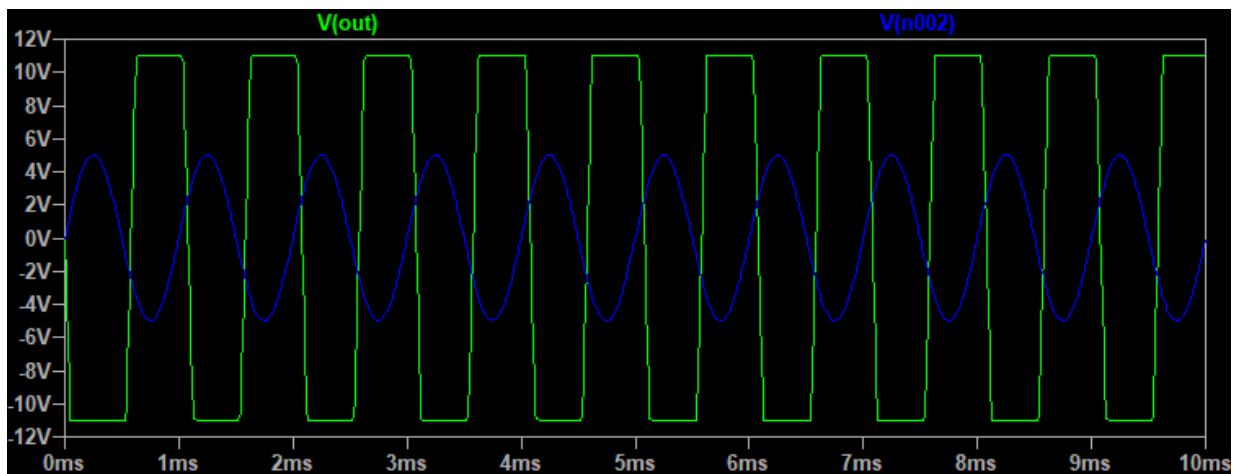
Amplituda 1 V :



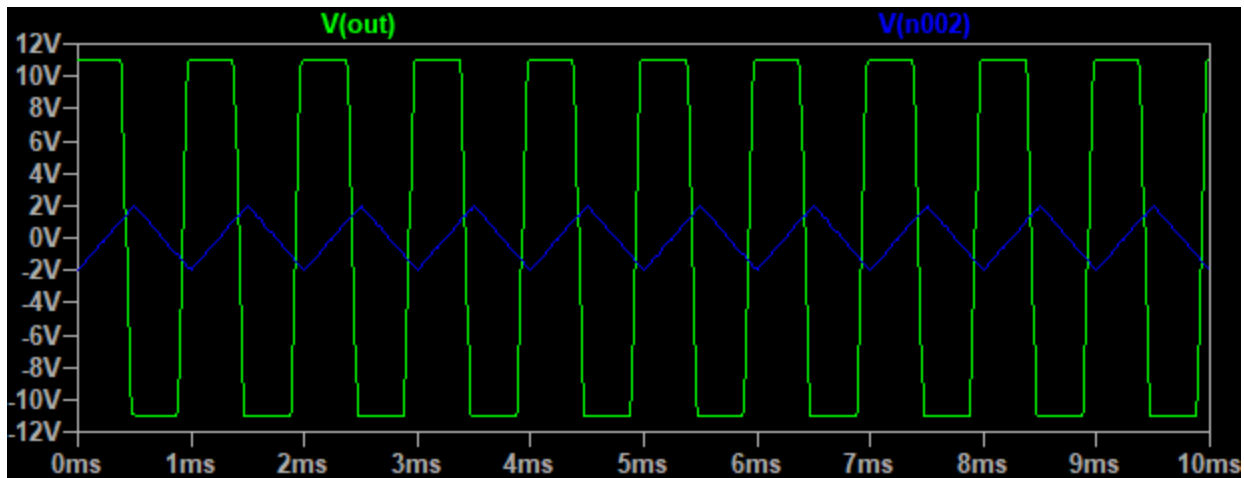
Amplituda 5V:



Sinusoidalne napięcie wejściowe:

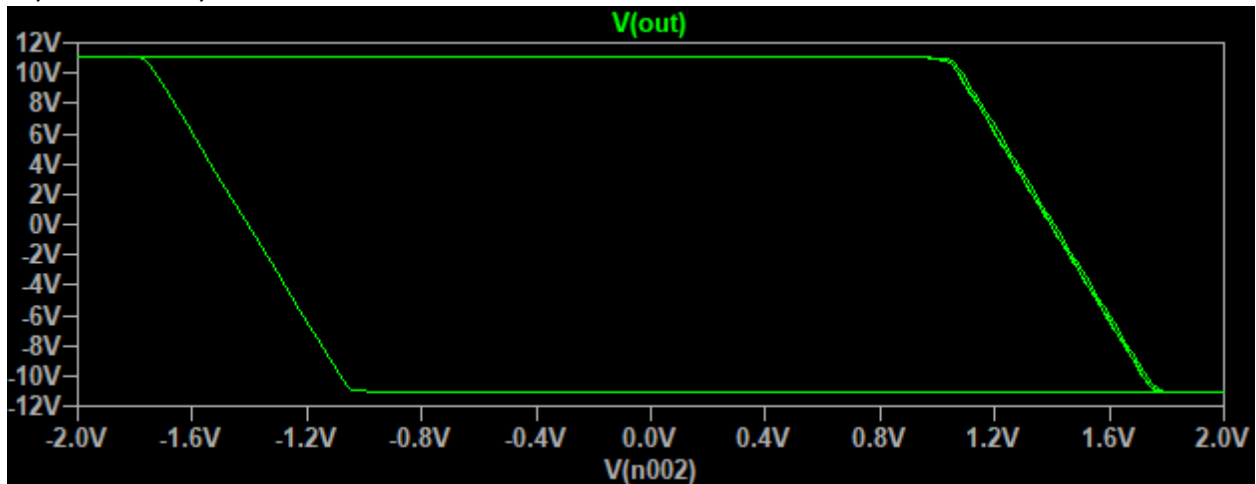


Trójkątne napięcie wejściowe:



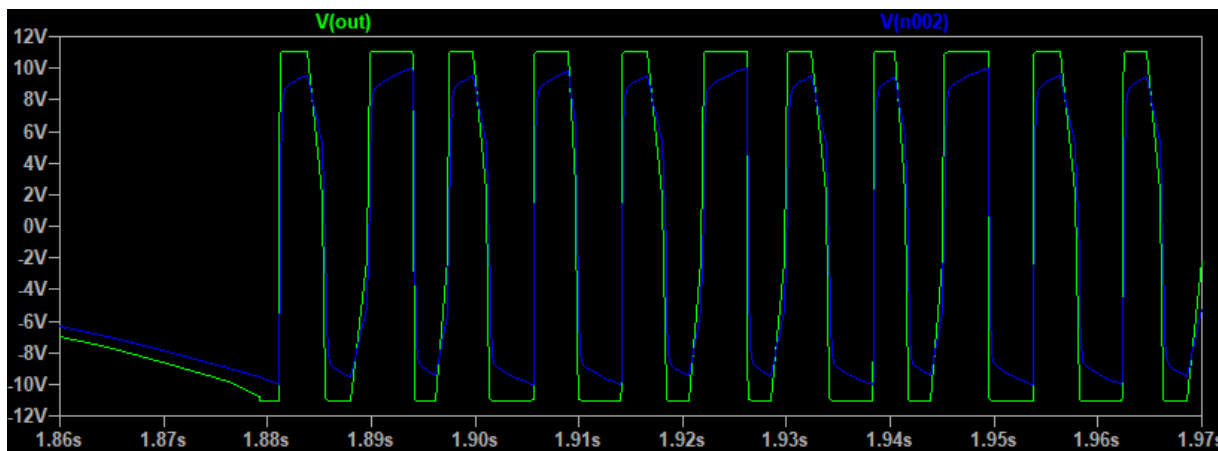
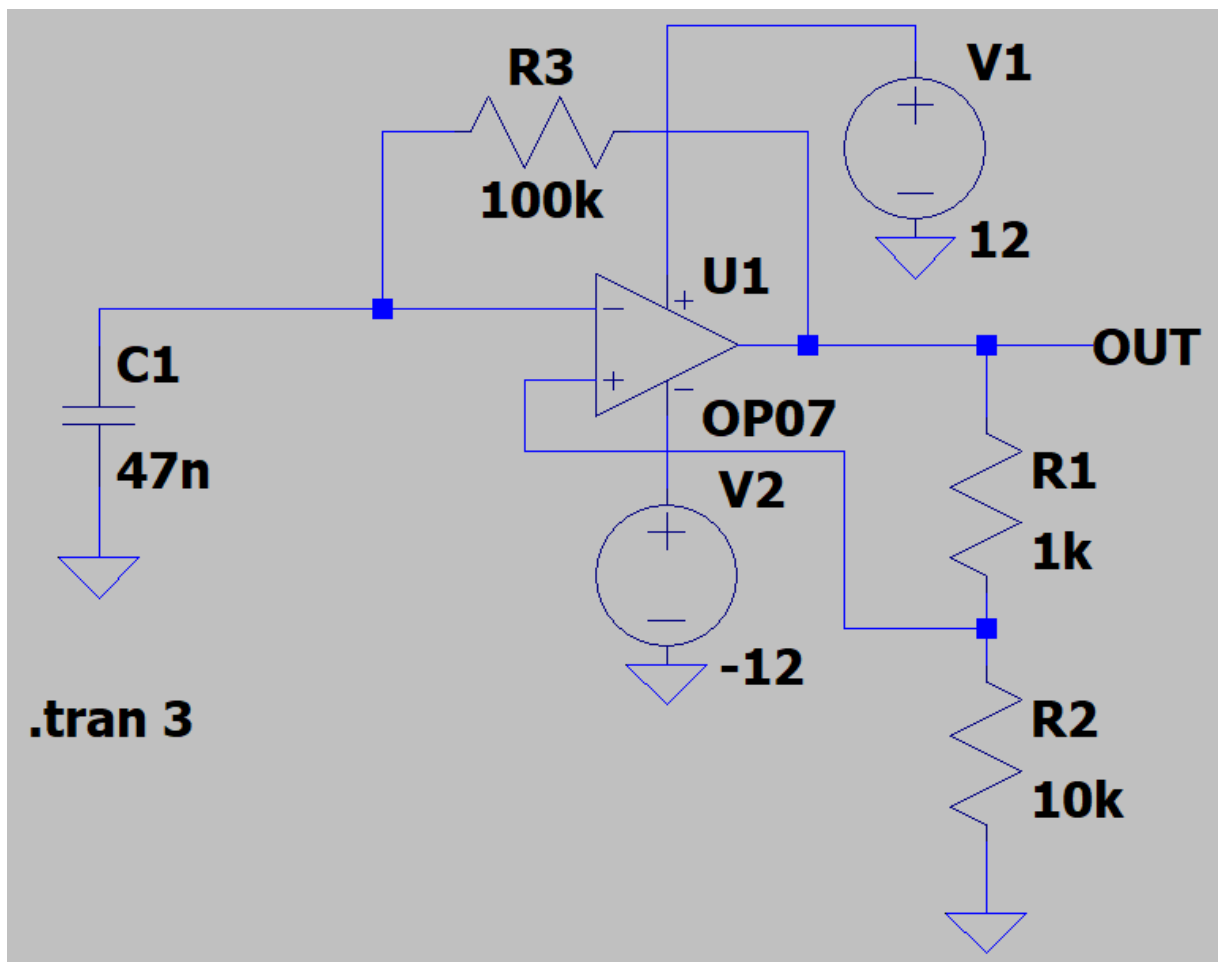
Zarówno dla sinusa, jak i trójkątnego sygnału, powstaje prostokątny przebieg. Dzięki temu przerzutnik może być stosowany jako generator sygnałów prostokątnych lub jako odzsumiacz.

Wykres histerezy:



5. Zbudować multiwibrator astabilny. Zaobserwować i odrysować przebiegi impulsów na wejściu układu oraz w punkcie "I". Porównać zmierzona wartości okresu drgań multiwibratora z wartością teoretyczną

Multiwibrator astabilny nie ma stanów stabilnych. W momencie kiedy kondensator się ładuje lub rozładowuje, to zachodzą cykliczne przejścia między stanami dodatnimi i ujemnymi. Zmiany napięć występują wtedy kiedy napięcie osiąga konkretne wartości przebiecia.



Zmierzona częstotliwość to 41 Hz.

Wartość teoretyczna:

$$T = 2 \cdot R \cdot C \cdot \ln \left(\frac{1 + Y}{1 - Y} \right)$$

$$Y = R2 / (R1 + R2) = 10 / (1 + 10) = 0,90$$

$$F = 1/T = 1 / 2 * R * C * \ln((1 + \gamma) / (1 - \gamma)) \cong 1 / 2 * 10^5 * 47 * 10^{-9} * \ln(1,91 / 0,09) \cong 1 / 0,0287 = 34,8 \text{ Hz}$$