

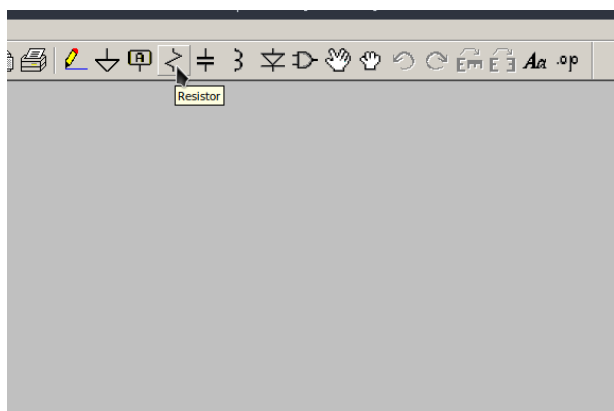
<p align="center">Wydział Informatyki i Telekomunikacji</p> <p align="center">Laboratorium Podstaw Elektroniki</p> <p align="center"><i>Sprawozdanie z ćwiczenia</i></p>		
<p align="center">Tytuł</p> <p align="center">Instrukcja LTSpice</p>		<p align="center">Rok akademicki</p> <p align="center">2019/2020</p>
<p>Data wykonania ćwiczenia</p> <p align="center">21.03.2020</p>	<p>Data oddania sprawozdania</p> <p align="center">25.03.2020</p>	<p align="center">Kierunek</p> <p align="center">Informatyka</p>
<p>Skład grupy laboratoryjnej</p> <p align="center">1. Dawid Królak</p> <p align="center">2. Michał Matuszak</p> <p align="center">3. Mateusz Miłkowski</p> <p align="center">4. Dominik Pawłowski</p>	<p>Rok, semestr, grupa</p> <p align="center">Rok 1,</p> <p align="center">semestr 2,</p> <p align="center">grupa I2.1</p>	

1. Cel ćwiczenia.

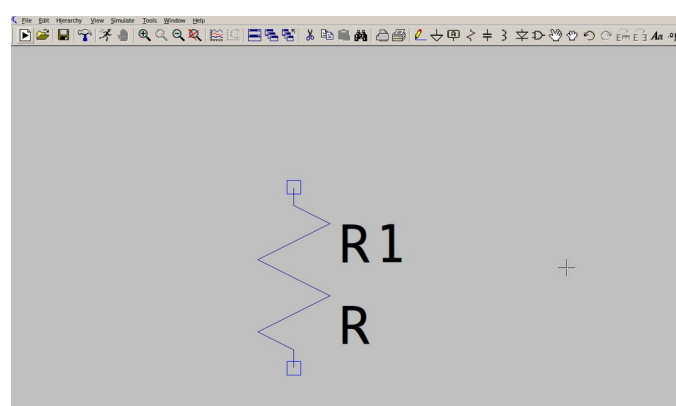
Zapoznanie się z podstawową obsługą programu **LTSpice**, służącego projektowaniu i symulowaniu obwodów elektronicznych.

2. Tworzenie obwodów, umieszczanie i łączenie elementów.

Aby umieścić w polu roboczym element obwodu, np. rezystor, należy nacisnąć odpowiadający mu symbol umieszczony w obszarze roboczym, a następnie, używając lewego przycisku myszy, ustawić w odpowiednim miejscu. Aby łatwo wyjść z trybu dodawania elementów, należy nacisnąć prawy przycisk myszy.

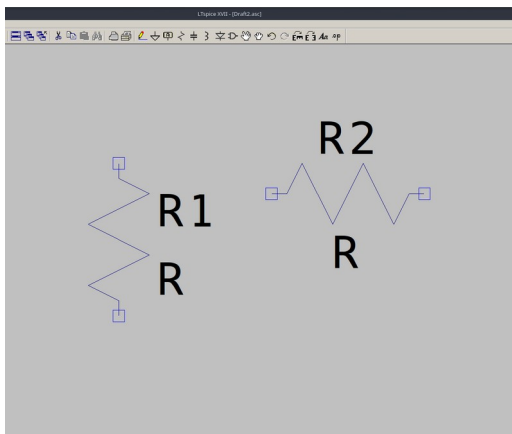


Obszar roboczy

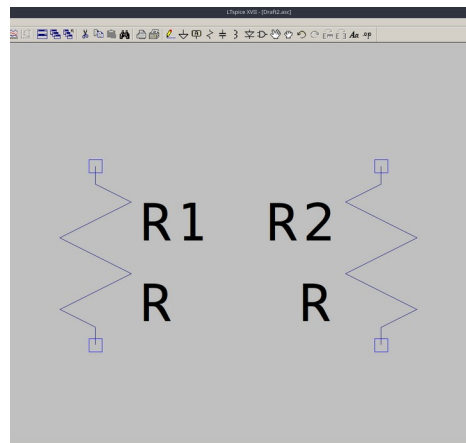


Umieszczenie elementu w obszarze roboczym

Używając skrótów klawiszowych Ctrl+r oraz Ctrl+e w trybie dodawania elementu można obracać element na płaszczyźnie i dokonać jego lustrzanego odbicia.



Obracanie elementu (Ctrl+r)



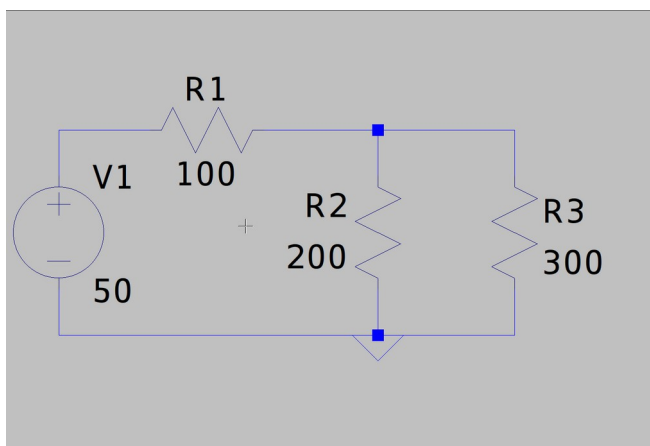
Odbicie lustrzane elementu (Ctrl+e)

W bibliotece elementów/ układów elektronicznych oznaczonej ikoną bramki logicznej AND można wyszukać wszystkie potrzebne komponenty. Funkcje niektórych z nich to:

- **voltage** - źródło napięcia prądu stałego,
- **signal** - źródło napięcia prądu przemiennego,
- **current** - źródło prądu stałego,
- **cap** - kondensator,
- **LED** - dioda emitująca światło,
- **Ind** - zwojnica.

3. Analiza obwodów elektronicznych, symulacja w jednym punkcie w czasie.

Po zaprojektowaniu obwodu i uruchomieniu odpowiedniej symulacji otrzymujemy jej wyniki. W przypadku symulacji stałoprądowej *DC op pnt* jest to lista wartości prądów i napięć występujących w poszczególnych elementach obwodu.



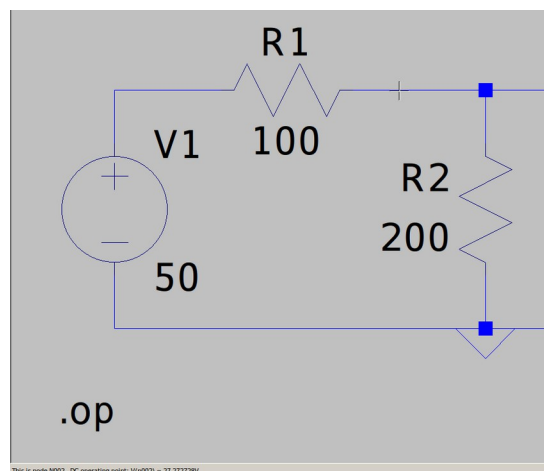
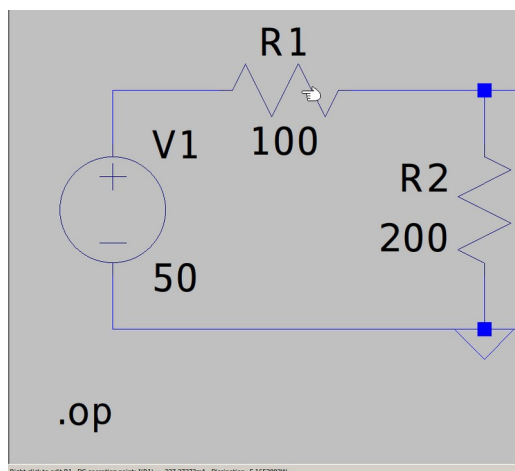
Zaprojektowany obwód z ustalonymi wartościami rezystancji i napięcia

--- Operating Point ---			
V(n001):	50	voltage	
V(n002):	27.2727	voltage	
I(R3):	0.0909091	device_current	
I(R2):	-0.136364	device_current	
I(R1):	-0.227273	device_current	
I(V1):	-0.227273	device_current	

Wynik symulacji DC op pnt na obwodzie

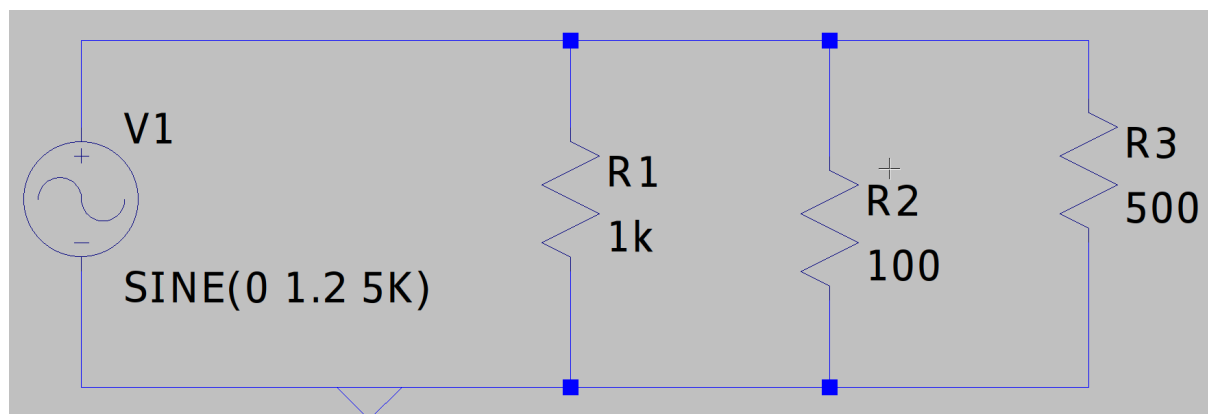
Po uruchomieniu symulacji, na obszarze roboczym pojawia się jej nazwa. Umożliwia ona szybką edycję symulacji po wprowadzeniu ewentualnych zmian w obwodzie.

Po nakierowaniu kursora myszy na poszczególne elementy obwodu, w lewym dolnym rogu programu pojawiają się informacje o wartości prądu przez nie przepływającego. Analogiczne nakierowanie kursora na węzeł w obwodzie informuje o napięciu w danym miejscu.

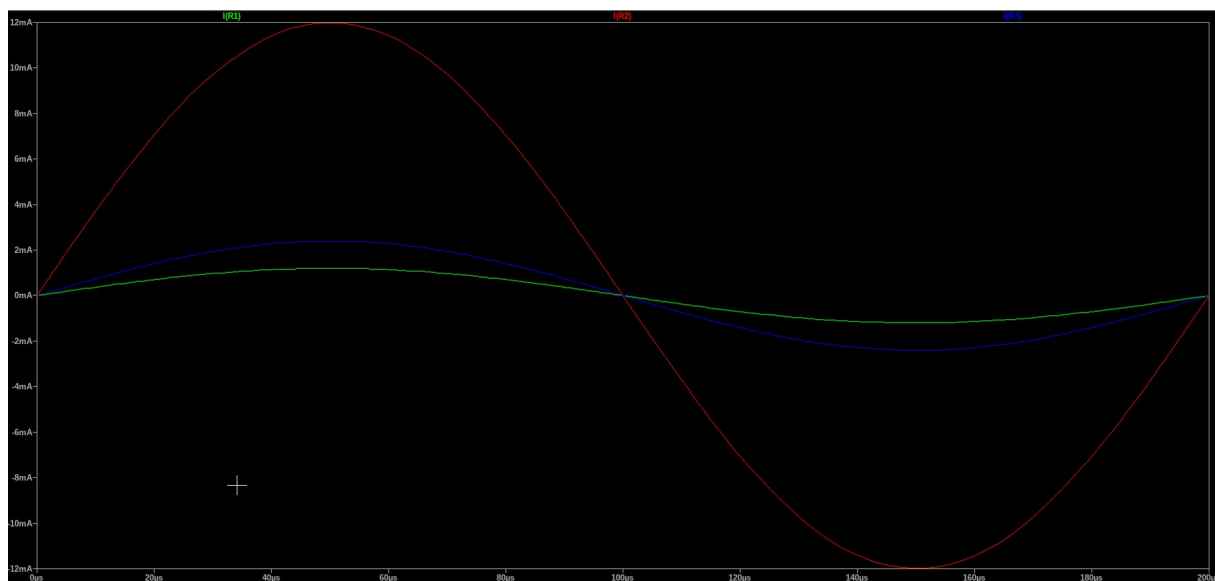


4. Analiza obwodów elektronicznych, symulacja obwodu w zadanym czasie.

Aby analizować działanie obwodu w czasie należy uruchomić symulację Transient. Jej wynikiem jest wykres pokazujący zmiany wartości napięcia i prądu płynącego przez obwód w danej jednostce czasu.

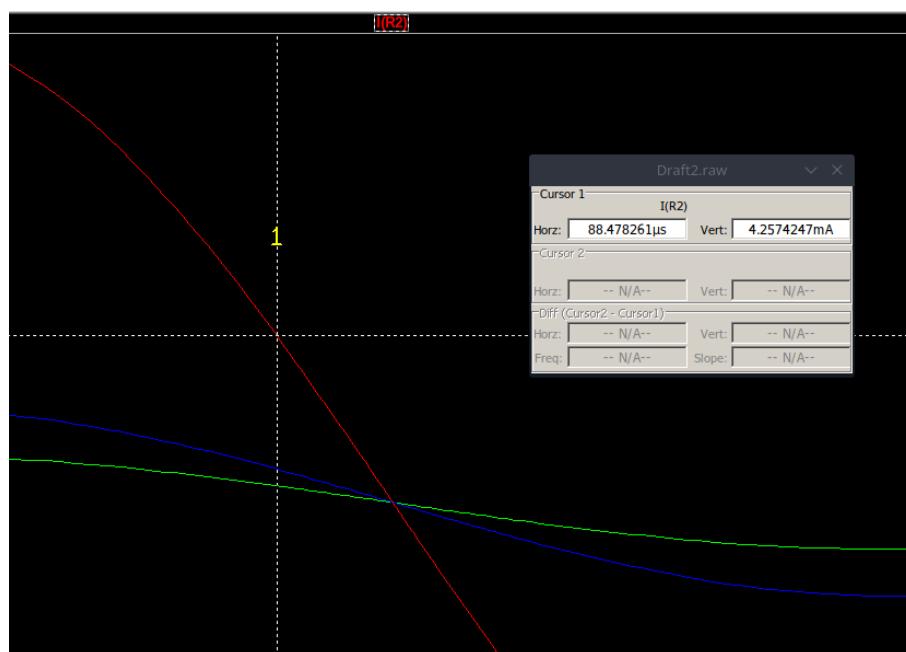


Symulowany obwód



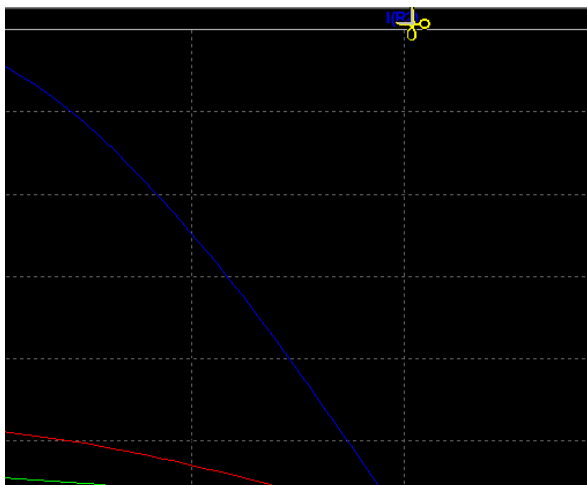
Wykresy natężenia prądu w poszczególnych gałęziach obwodu

Po naciśnięciu lewym przyciskiem myszy nazwy danej gałęzi/ elementu u góry okna z wykresem wyświetla się tabela ukazująca dokładne wartości odczytu w danym punkcie czasu. Punkt ten można zmieniać przesuwając białą, pionową kreskowaną linią po obszarze wykresu. Opcję tą wyłączamy zamykając tabelę krzyżykiem w prawym górnym rogu okienka.

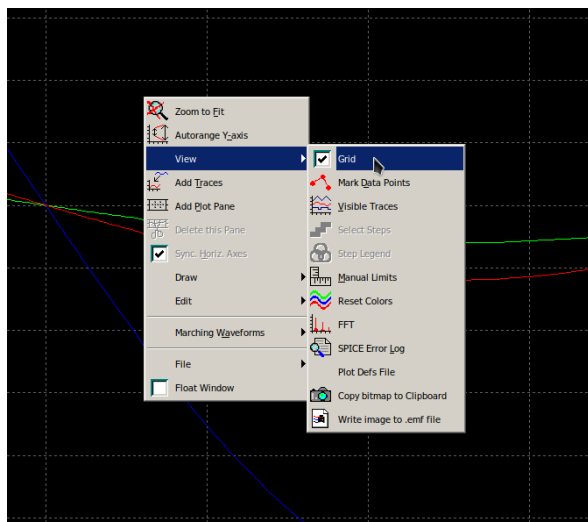


Odczyt dokładnych danych w danym punkcie czasu.

Aby zlikwidować dany przebieg, należy wejść w tryb usuwania naciskając klawisz *Delete* na klawiaturze, lub wybierając ikonę nożyczek, a następnie lewym przyciskiem myszy wybrać nazwę przebiegu, umieszczoną w górnej części obszaru wykresu.



Usuwanie wybranego przebiegu



Menu kontekstowe z opcjami Add Plot Pane i Grid

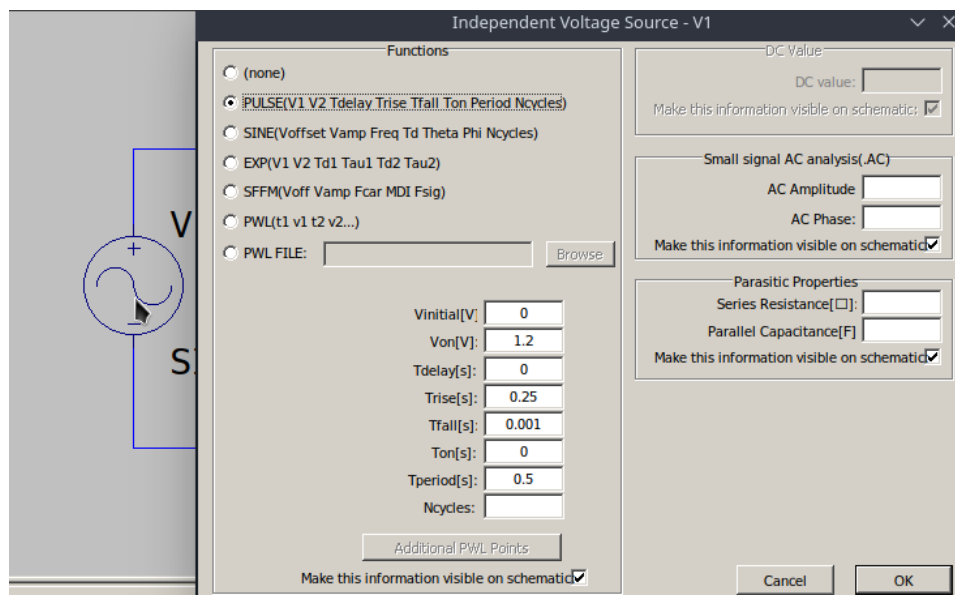
Aby utworzyć nowe pole do wizualizacji przebiegów, należy nacisnąć prawym przyciskiem myszy w obszar wykresu, a następnie w rozwiniętym w ten sposób menu wybrać opcję *Add Plot Pane*. W tym samym menu, w zakładce *View*, istnieje opcja *Grid*, która ułatwia odczytywanie wykresu, dodając w tle siatkę pomocniczą.

Program automatycznie dobiera skalę osi Y, tak aby wykresy zawsze były jak najbardziej widoczne i czytelne.

4. Generowanie bardziej skomplikowanych przebiegów, funkcja PULSE.

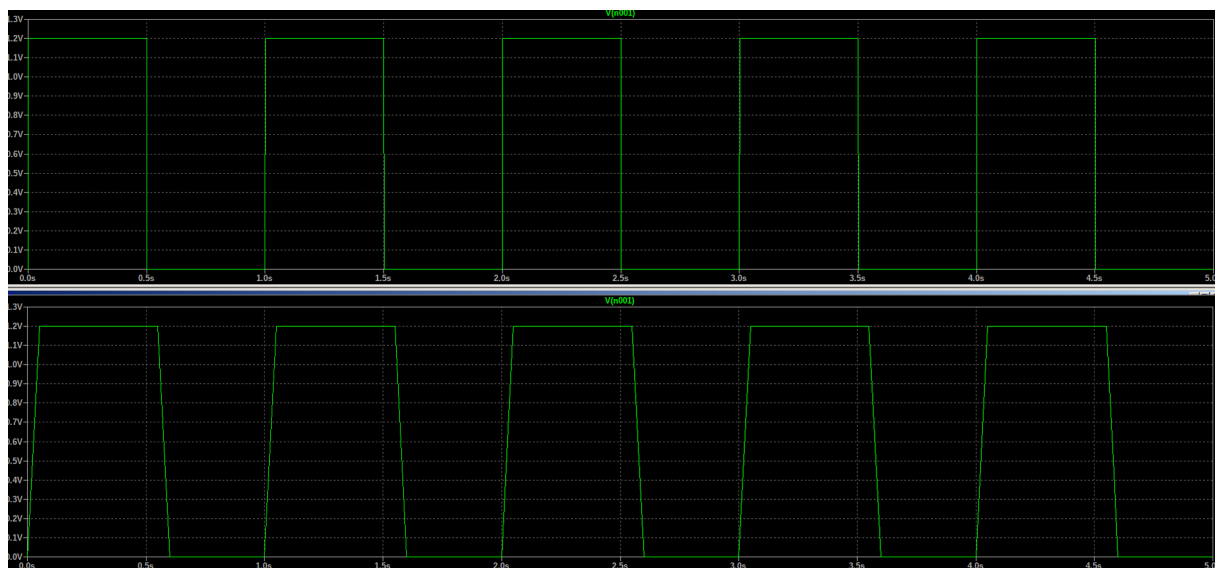
Modyfikując parametry funkcji PULSE, dostępnej w ustawieniach źródła sygnału w obwodzie, można uzyskać różnego rodzaju przebiegi prądu w obwodzie. Znaczenie kolejnych parametrów to:

- **Vinitial** - napięcie na początku pomiaru; granica A generowanego napięcia,
- **Von** - granica B generowanego napięcia,
- **Tdelay** - czas opóźnienia rozpoczęcia pomiaru,
- **Trise** - czas, w którym generowane napięcie jednostajnie zmienia się od wartości A do B,
- **Tfall** - czas, w którym generowane napięcie jednostajnie zmienia się od wartości B do A,
- **Ton** - czas, w trakcie którego napięcie pozostaje na poziomie B,
- **Tperiod** - okres jednego cyklu zmian.



Modyfikowanie parametrów funkcji PULSE

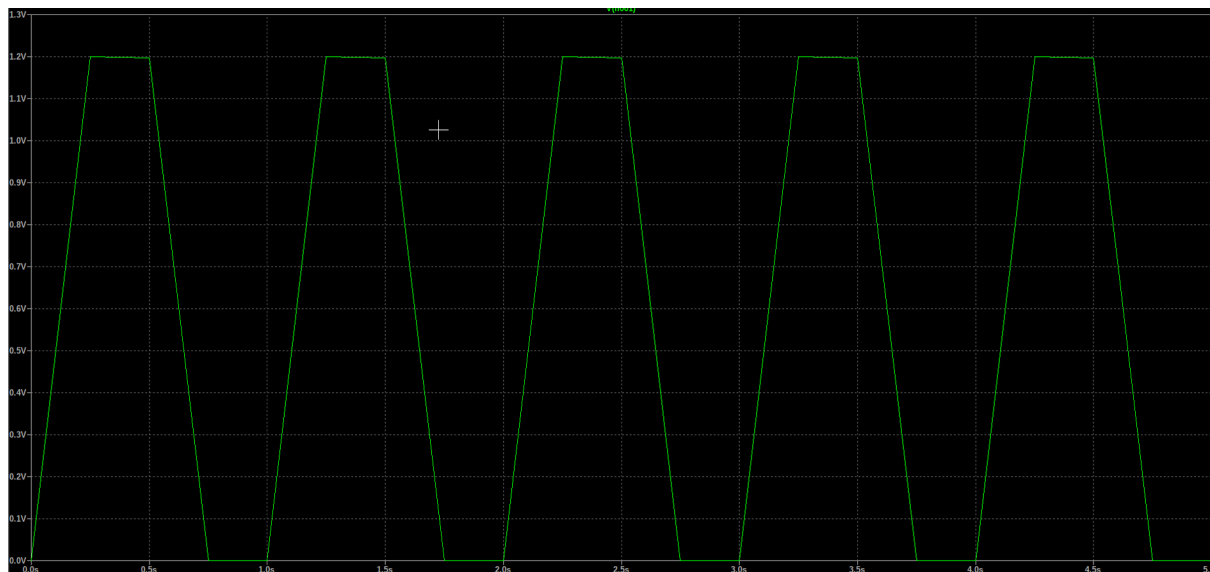
Program automatycznie poprawia błędy użytkownika i gdy trzeba ustala domyślne wartości dla niektórych parametrów. Obrazuje to przykład, gdy próbuje się ustawić wartość *Trise* lub *Tperiod* na 0 sekund - jest to fizycznie niemożliwa i nielogiczna sytuacja, a zatem program dobiera dla nich wielkości domyślne.



Różnica spowodowana dobieraniem przez program wartości domyślnych. U góry *Trise* oraz *Tfall* są równe 0.001. Na dole, mimo iż użytkownik nadał wartość 0, można zauważyć, że program dobrał wielkość większą

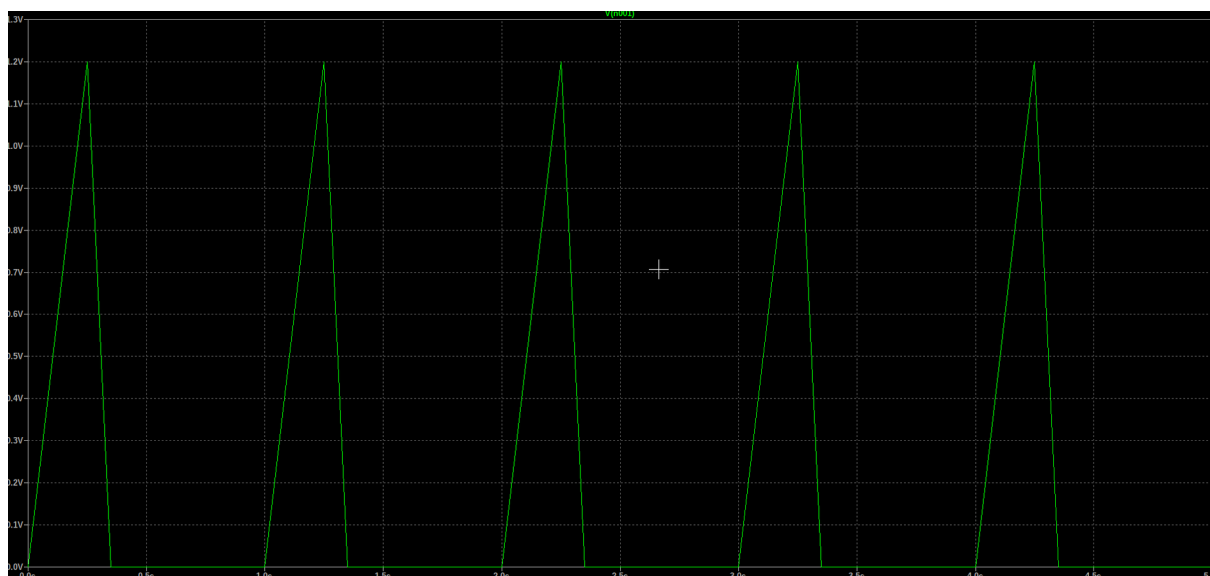
Manipulując wartościami parametrów uzyskuje się różne kształty wykresów:

- trapezoidalny



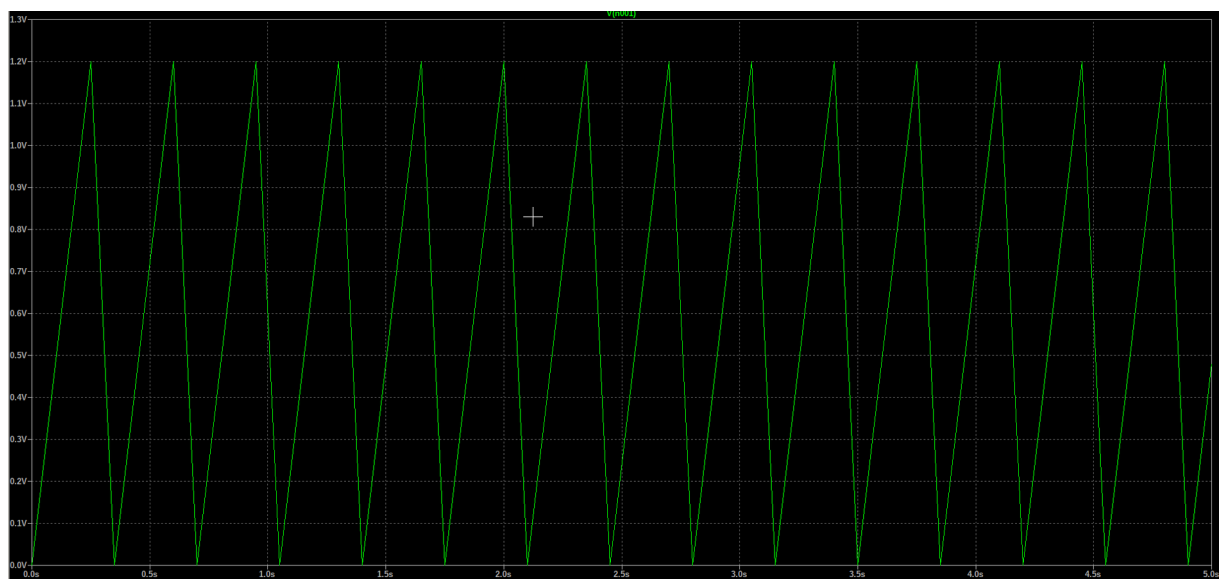
$V_{initial}=0$, $V_{on}=1.2$, $T_{delay}=0$, $T_{rise}=0.25$, $T_{fall}=0.25$, $T_{on}=0.25$, $T_{period}=1$

- trójkątny



$V_{initial}=0$, $V_{on}=1.2$, $T_{delay}=0$, $T_{rise}=0.25$, $T_{fall}=0.1$, $T_{on}=0$, $T_{period}=1$

- piłokształtny



$V_{initial}=0$, $V_{on}=1.2$, $T_{delay}=0$, $T_{rise}=0.25$, $T_{fall}=0.1$, $T_{on}=0$, $T_{period}=0.35$