

Laboratorium Elektroniki			
Kierunek <i>Informatyka</i>	Specjalność –	Rok studiów <i>I</i>	Symbol grupy lab. <i>L6</i>
Temat Laboratorium <i>Obsługa LTSpice</i>			Numer lab. <i>6</i>
Skład grupy ćwiczeniowej oraz numery indeksów <i>Maciej Kaszkowiak (151856), Dawid Jędraszczyk(148293), Michał Kalinowski(151758)</i>			
Uwagi		Ocena	

1 Cel

Celem laboratorium jest zapoznanie się z podstawowymi działaniami w programie LTSpice. Ćwiczenia miały na celu poznanie oznaczeń podstawowych elementów, tworzenie przy ich pomocy układów elektrycznych oraz badanie przebiegów prądowych z wykorzystaniem wykresów.

2 Ćwiczenia

2.1 Obszar roboczy programu

Umieściliśmy w polu roboczym rezystor oraz kondensator. Odznaczenie wybranego elementu można wykonać za pomocą prawego przycisku myszy. Elementy obracamy za pomocą skrótu klawiszowego CTRL+R, natomiast odbijamy lustrzanie za pomocą skrótu CTRL+E. Komponenty biblioteczne pełnią różną rolę w zależności od nazwy, w szczególności można wymienić:

signal – Źródło napięciowe, domyślnie sinusoidalne;

voltage – Źródło napięciowe, domyślnie DC

current – Źródło prądowe

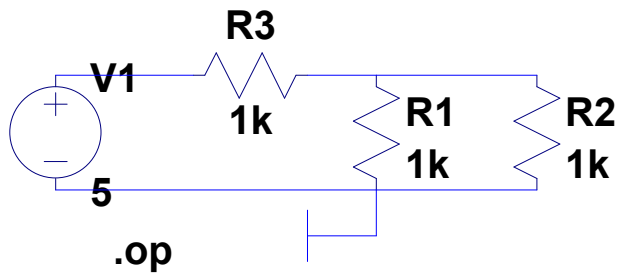
cap – Kondensator

led – Dioda LED

ind – Cewka

2.2 Analiza obwodów elektrycznych - symulacja DC op pnt

Zaprojektowaliśmy następujący obwód elektryczny:



Rysunek 1: Schemat obwodu elektrycznego

Przeprowadziliśmy symulację stałoprądową za pomocą komendy ".op". W wyniku otrzymaliśmy listę natężeń prądu płynącego przez poszczególne komponenty oraz napięcia występującego na poszczególnych węzłach.

```

--- Operating Point ---

V(n002): 1.66667 voltage
V(n001): 5 voltage
I(R3): 0.00333333 device_current
I(R2): -0.00166667 device_current
I(R1): -0.00166667 device_current
I(V1): -0.00333333 device_current

```

Rysunek 2: Wynik działania symulacji stałoprądowej

Na schemacie pojawił się dodatkowy napis ".op", który oznacza nazwę wykorzystanej komendy. Naciśnięcie napisu prawym przyciskiem myszy spowoduje otworenie ustawień symulacji.

Po ustawieniu kursora myszy na wybrany komponent w lewym dolnym narożniku pojawia się wartość natężenia prądu płynącego przez element oraz wykorzystana moc. Natomiast po ustawieniu kursora myszy na wybrany węzeł w lewym dolnym narożniku pojawia się wartość napięcia w danym węźle.

2.2.1 Obliczenie rozptywu prądów

Przeprowadziliśmy analityczne obliczenie rozptywu prądów w zaprojektowanym obwodzie z wykorzystaniem Prawa Ohma oraz pierwszego Prawa Kirchhoffa:

$$R1 = 1000\Omega$$

$$R2 = 1000\Omega$$

$$R3 = 1000\Omega$$

$$\frac{1}{R_z1} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}$$

$$\frac{1}{R_z1} = \frac{1}{1000} + \frac{1}{1000}$$

$$\frac{1}{R_z1} = \frac{1}{500}$$

$$R_z1 = 500\Omega$$

$$R_z = R_z1 + R3 = 1500\Omega$$

Rezystancja zastępcza całego obwodu wynosi 1500 Ω.

$$I(V1) = \frac{U}{R_z}$$

$$I(V1) = \frac{5}{1500} A$$

$$I(V1) = \frac{1}{300} A = 0,003(3) A$$

$$I(R1) = \frac{U}{2R_z}$$

$$I(R1) = \frac{5}{3000} A$$

$$I(R1) = \frac{1}{600} A = 0,0016(6) A$$

$$I(R2) = \frac{U}{2R_z}$$

$$I(R2) = \frac{5}{3000} A$$

$$I(R2) = \frac{1}{600} A = 0,0016(6) A$$

$$I(R3) = \frac{U}{R_z}$$

$$I(R3) = \frac{5}{1500} A$$

$$I(R3) = \frac{1}{300} A = 0,003(3) A$$

Wyniki natężeń na poszczególnych elementach pokrywają się z danymi otrzymanymi przez symulację. Rozbieżność polegająca na przeciwnym znaku liczby może wynikać ze sposobu pomiaru natężenia przez symulator.

2.3 Analiza obwodów elektrycznych - symulacja Transient (obwód ze stałym pobudzeniem)

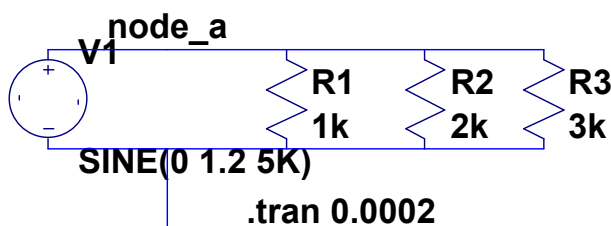
Przeprowadziliśmy symulację Transient bez modyfikacji wcześniej utworzonego schematu. Dodaliśmy do wykresu przebiegi prądowe za pomocą funkcji *Add Traces* oraz siatkę pomocniczą za pomocą opcji *View > Grid*. Funkcje dostępne są w menu kontekstowym, które wyświetla się po naciśnięciu prawym przyciskiem myszy.

Wybrany przebieg możemy usunąć poprzez wybranie opcji *View > Visible Traces* z menu kontekstowego. W wyświetlonym oknie możemy konfigurować widoczność poszczególnych przebiegów prądowych. Możemy również utworzyć nowe pole do wizualizacji przebiegów poprzez wybranie z menu kontekstowego opcji *Add Plot Plane*.

Podczas wizualizacji poszczególnych przebiegów prądowych oś Oy automatycznie się skaluje do rozmiaru danych.

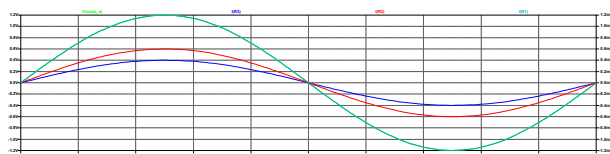
2.4 Analiza obwodów elektrycznych - symulacja Transient (obwód ze źródłem sinusoidalnym)

Zaprojektowaliśmy następujący obwód elektryczny:



Rysunek 3: Schemat obwodu elektrycznego z trzema gałęziami

Umieściliśmy rezystory R1, R2, R3 o różnej rezystancji w celu uzyskania odmiennej amplitudy przy wizualizacji przebiegów dla prądów w gałęziach.



Rysunek 4: Napięcie prądu w węźle A oraz poszczególnych rezystorach

W programie LTSpice nad górną częścią wykresu znajdują się nazwy poszczególnych przebiegów. Po naciśnięciu na przebieg aktywujemy kursor, który umożliwia nam precyzyjnie ustalić dokładną wartość napięcia w danym momencie.

W następnym kroku zmodyfikowaliśmy ustawienia źródła sygnału. Wykorzystaliśmy funkcję *PULSE*, która przyjmuje kolejno następujące parametry:

Vinitial – napięcie w stanie wyłączonym

Von – napięcie w stanie włączonym

Tdelay – czas opóźnienia od początku działania symulacji

Trise – czas potrzebny na zmianę stanu wyłączonego w stan włączony

Tfall – czas potrzebny na zmianę stanu włączonego w stan wyłączony

Ton – czas przez który układ pozostaje w stanie włączonym dla każdego cyklu

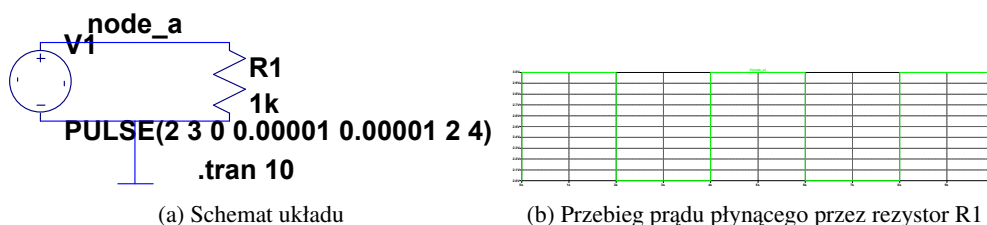
Tperiod – czas cyklu

Ncycles – liczba cykli

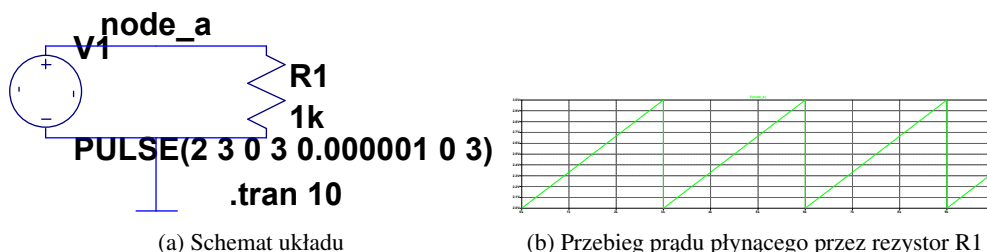
2.4.1 Wygenerowanie przebiegów dla różnych wartości funkcji PULSE

Za pomocą funkcji *PULSE* wygenerowaliśmy przebieg prostokątny, trójkątny, piłokształtny oraz trapezoidalny.

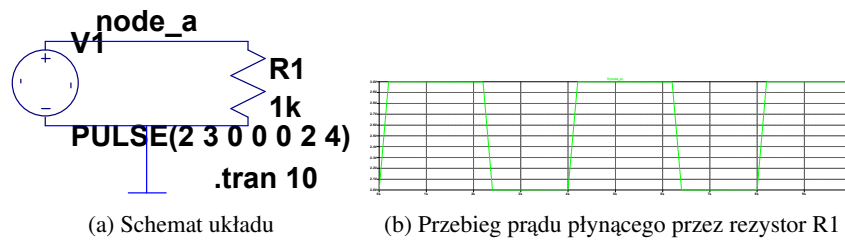
Warto zauważyć, że jakość przebiegu prostokątnego będzie lepsza dla wartości $T_r=T_f=0.001$ od wartości $T_r=T_f=0$, ponieważ program LTSpice narzuca minimalną wartość parametrów T_r oraz T_f . Wartość 0.001 jest znacznie mniejsza od domyślnie narzucaanej wartości. Różnicę można zauważyć na poniższych rysunkach – sygnał trapezoidalny został wygenerowany z parametrami $T_r=T_f=0$.



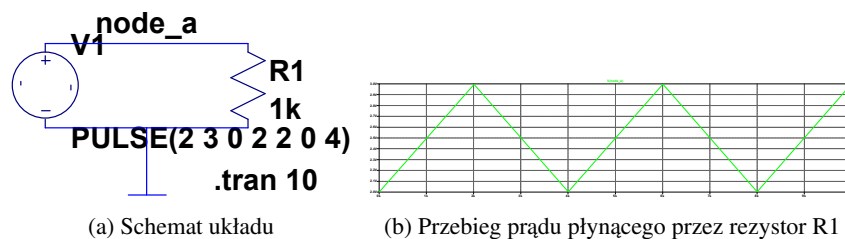
Rysunek 5: Przebieg prostokątny



Rysunek 6: Przebieg piłokształtny



Rysunek 7: Przebieg trapezoidalny



Rysunek 8: Przebieg trójkątny

3 Wnioski

Nauczyliśmy się przyjętych oznaczeń dla podstawowych elementów układów elektronicznych w programie LTSpice. Z ich wykorzystaniem zaprojektowaliśmy układy ze stałym oraz zmiennym źródłem napięcia. Zbadaliśmy przebieg prądu dla napięć ze źródłem stałym, sinusoidalnym, prostokątnym, trójkątnym i piłowym.