

**Міністерство освіти і науки України Національний технічний університет України
«Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського» Кафедра конструювання
електронно-обчислювальної апаратури**

**Звіт з виконання лабораторної роботи №2
з дисципліни “Аналогова електроніка - 1”**

Виконав: студент групи ДК-82

Рудюк Б. Б.

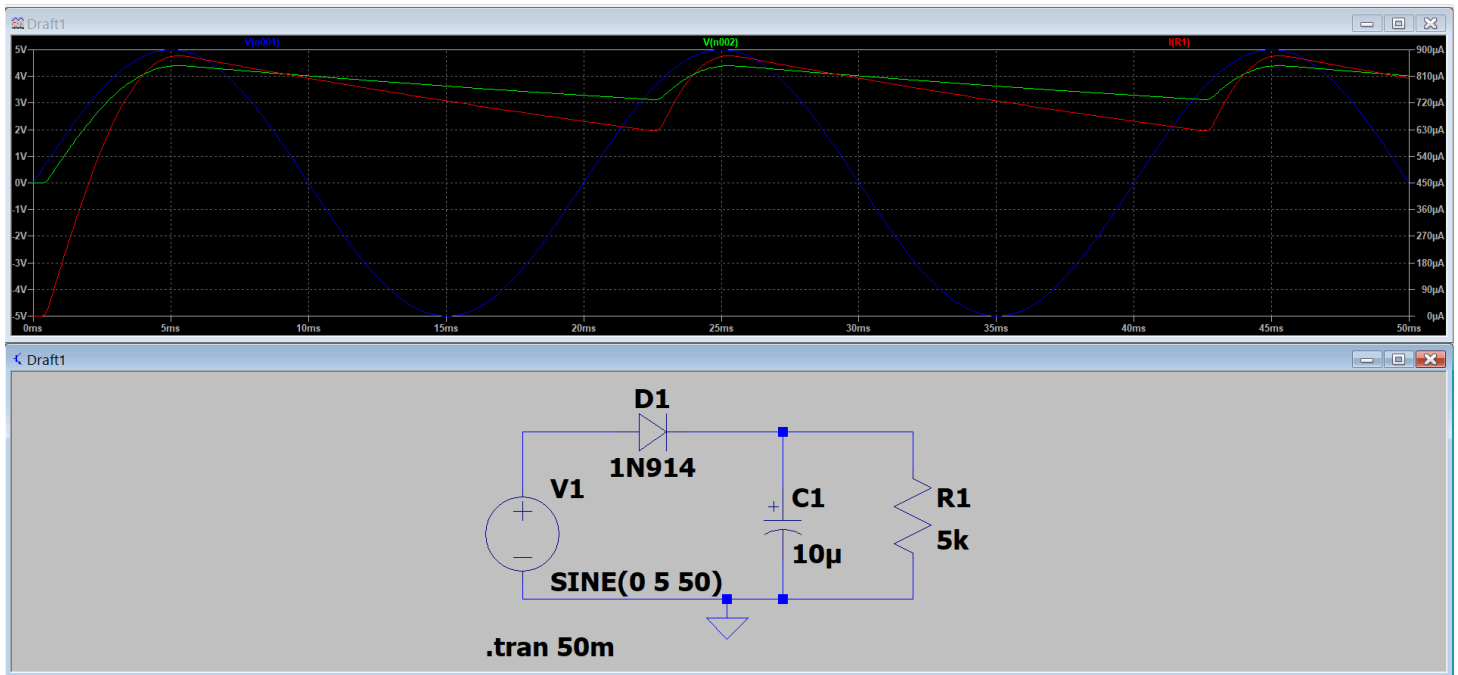
Перевірив: доц.

Короткий Є. В.

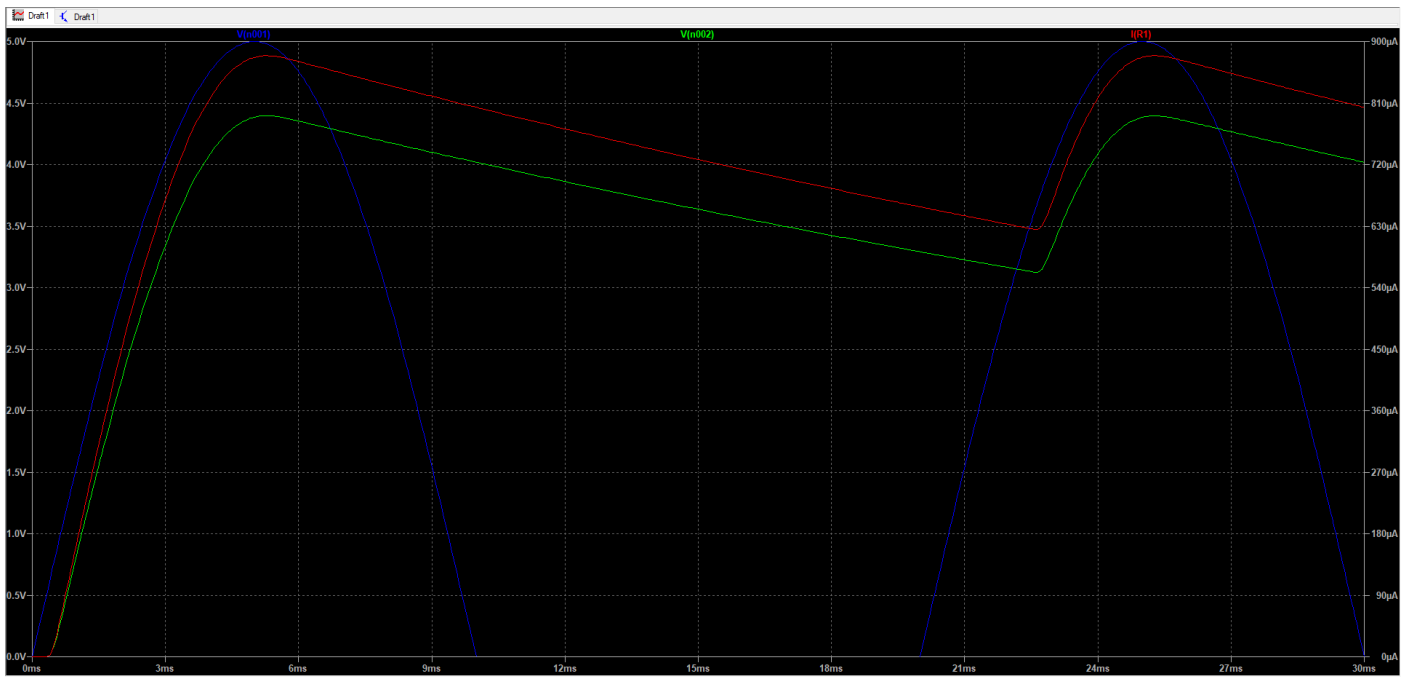
Київ – 2019

1. Дослідження однонапівперіодного випрямляча.

- Для резистору навантаження 5kOm



Симуляція в LTspice



Використовуючи результати симуляції, визначаємо максимальне і мінімальне значення напругу / струму на резисторі за період:

$$U_{\max} = 4.37\text{ V.}$$

$$U_{\min} = 3.11\text{ V.}$$

$$I_{\max} = 879\text{ }\mu\text{A.}$$

$$I_{\min} = 625\text{ }\mu\text{A.}$$

За допомогою цих значень ми обраховуємо амплітуду пульсації напруги на резисторі(dU) і середнє значення, струму через, резистор навантаження(I_{av}):

$$dU = 4.37 - 3.11 = 1.26 \text{ V.}$$

$$I_{av} = \frac{(879+625)*10^{-6}}{2} = 752 \text{ }\mu\text{A.}$$

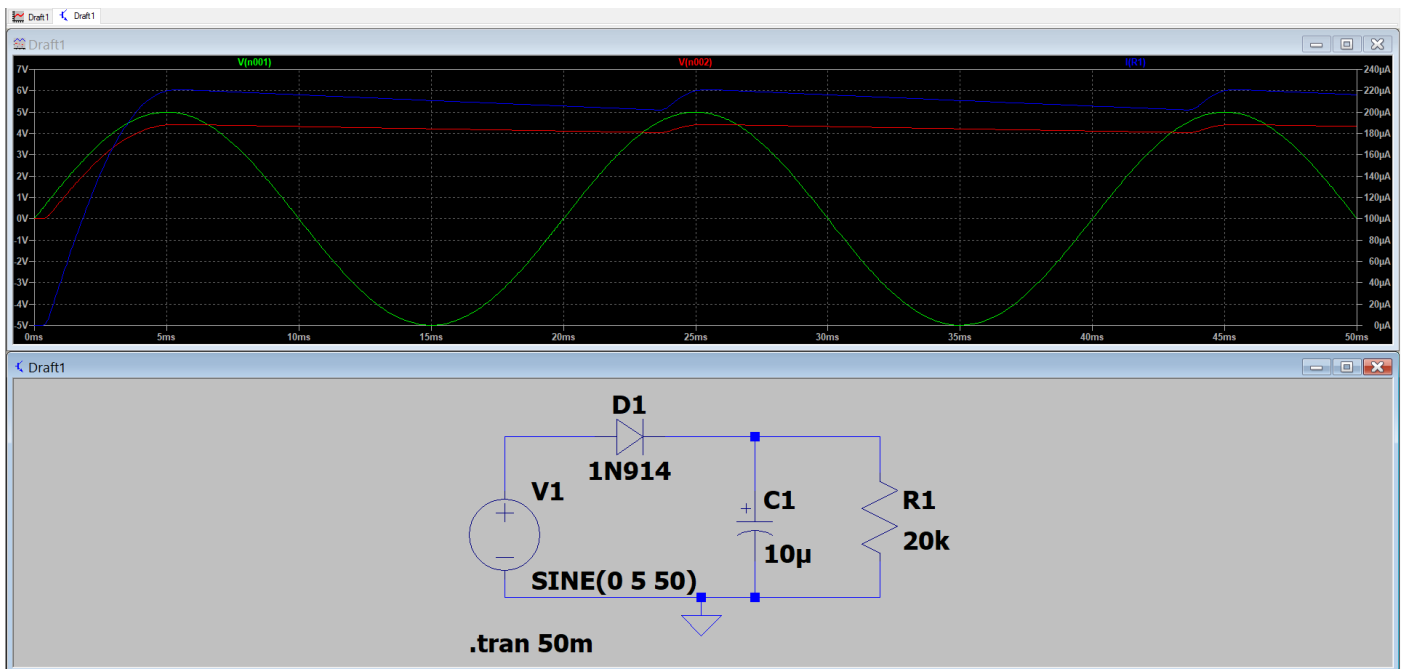
Перевіряємо формулу, яка пов'язує амплітуду пульсацій напруги на навантаженні (dU) однопівперіодного випрямляча, струм навантаження (I_{av}), ємність конденсатора на виході однопівперіодного випрямляча ($C = 10 \text{ }\mu\text{F}$) та частоту сигналу, що випрямляється ($f = 50 \text{ Hz}$):

$$dU^* = I_{av} / (C * f) = \frac{752*10^{-6}}{50*10*10^{-6}} = 1.504 \text{ V.}$$

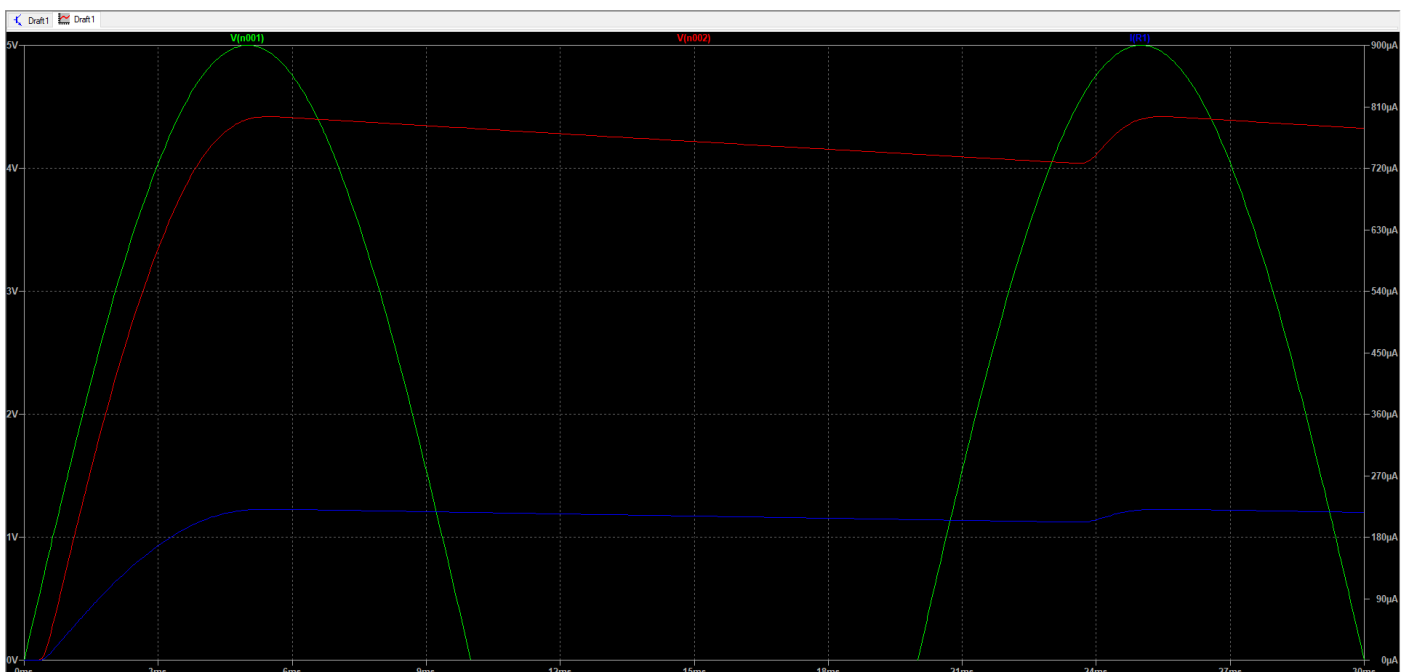
Враховуючи час розряду / заряду конденсатора:

$$dU^* = 1.504 * \frac{3}{4} = 1.128 \text{ V.}$$

- Для резистору навантаження 20kOm



Симуляція в LTspice



Використовуючи результати симуляції, визначаємо максимальне і мінімальне значення напругу / струму на резисторі за період:

$$U_{\max} = 4.42 \text{ V.}$$

$$U_{\min} = 4.04 \text{ V.}$$

$$I_{\max} = 221 \text{ } \mu\text{A.}$$

$$I_{\min} = 202 \text{ } \mu\text{A.}$$

За допомогою цих значень ми обраховуємо амплітуду пульсації напруги на резисторі(dU) і середнє значення струму, через резистор, навантаження(I_{av}):

$$dU = 4.42 - 4.04 = 0.38 \text{ V.}$$

$$I_{av} = \frac{(221+202) \cdot 10^{-6}}{2} = 211.5 \text{ } \mu\text{A.}$$

Перевіряємо формулу, яка пов'язує амплітуду пульсацій напруги на навантаженні (dU) однопівперіодного випрямляча, струм навантаження (I_{av}), ємність конденсатора на виході однопівперіодного випрямляча ($C = 10 \text{ } \mu\text{F}$) та частоту сигналу, що випрямляється ($f = 50 \text{ Hz}$):

$$dU^* = I_{av} / (C * f) = \frac{211.5 \cdot 10^{-6}}{50 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 0.423 \text{ V.}$$

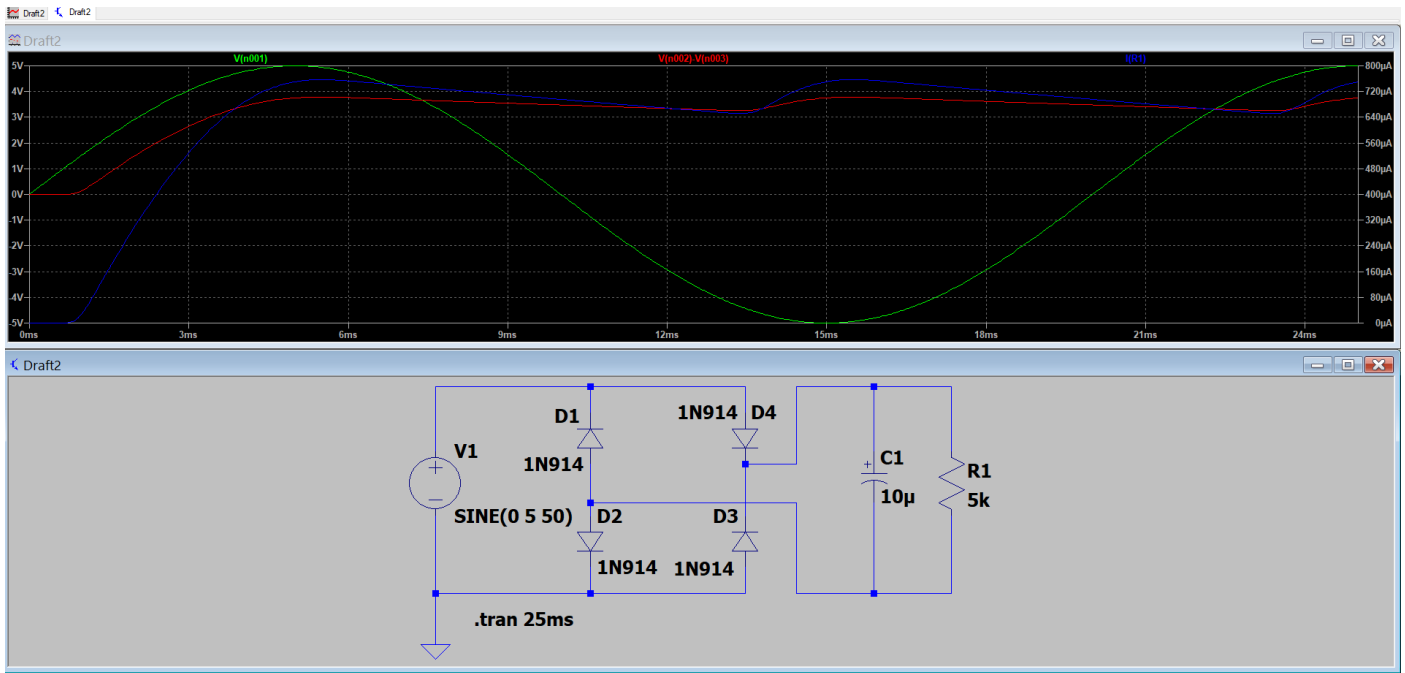
Враховуючи час розряду / заряду конденсатора:

$$dU^* = 0.423 * \frac{3}{4} = 0.317 \text{ V.}$$

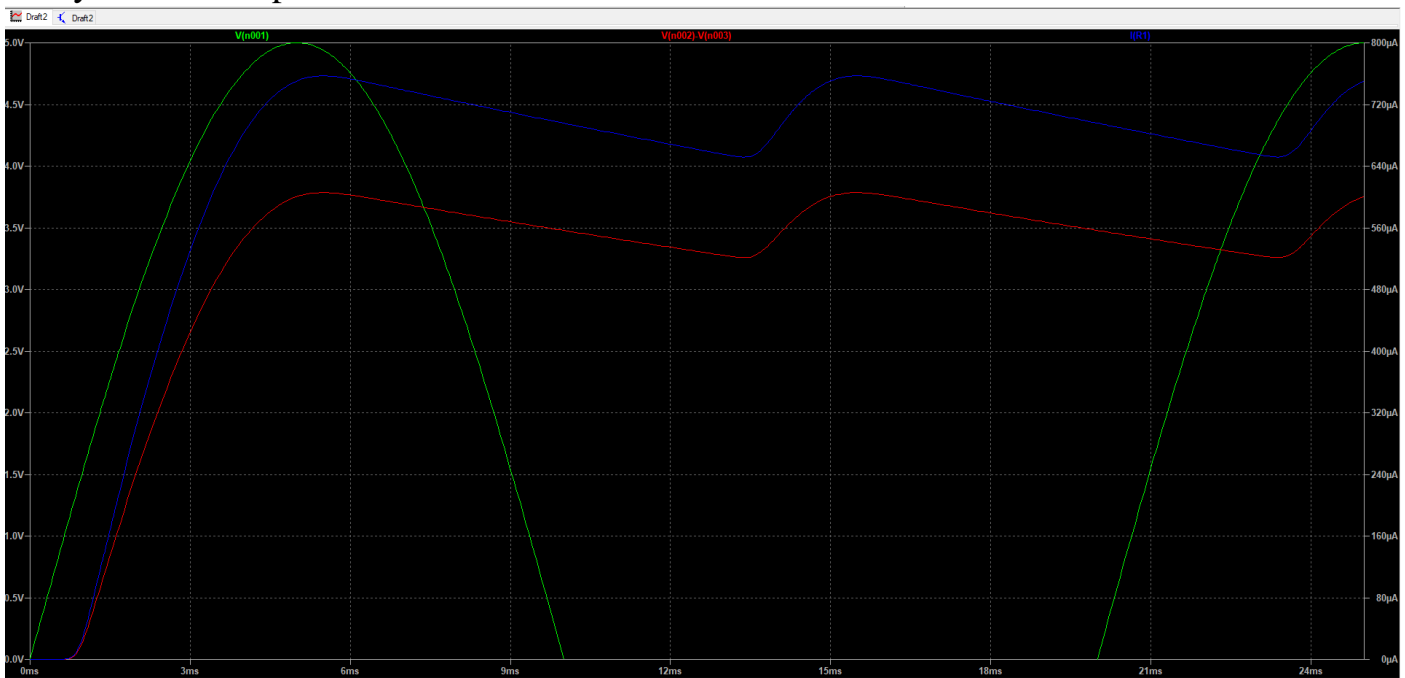
Порівнюючи значення отримані при вимірах з різними опорами $R1 = 5\text{k}\Omega$ і $R1^* = 20\text{k}\Omega$ бачимо, що при збільшенні опору навантаження, струм навантаження (I_{av}) і амплітуда пульсації напруги (dU) зменшилися.

2. Дослідження двонапівперіодного випрямляча.

- Для резистору навантаження 5kOm



Симуляція в LTspice



Використовуючи результати симуляції, визначаємо максимальне і мінімальне значення напруги / струму на резисторі за період:

$$U_{\max} = 3.74\text{ V.}$$

$$U_{\min} = 3.2\text{ V.}$$

$$I_{\max} = 758\text{ }\mu\text{A.}$$

$$I_{\min} = 659\text{ }\mu\text{A.}$$

За допомогою цих значень ми обраховуємо амплітуду пульсації напруги на резисторі(dU) і середнє значення струму через резистор навантаження(I_{av}):

$$dU = 3.74 - 3.2 = 0.54 \text{ V.}$$

$$I_{av} = \frac{(758+659)*10^{-6}}{2} = 708.5 \text{ }\mu\text{A.}$$

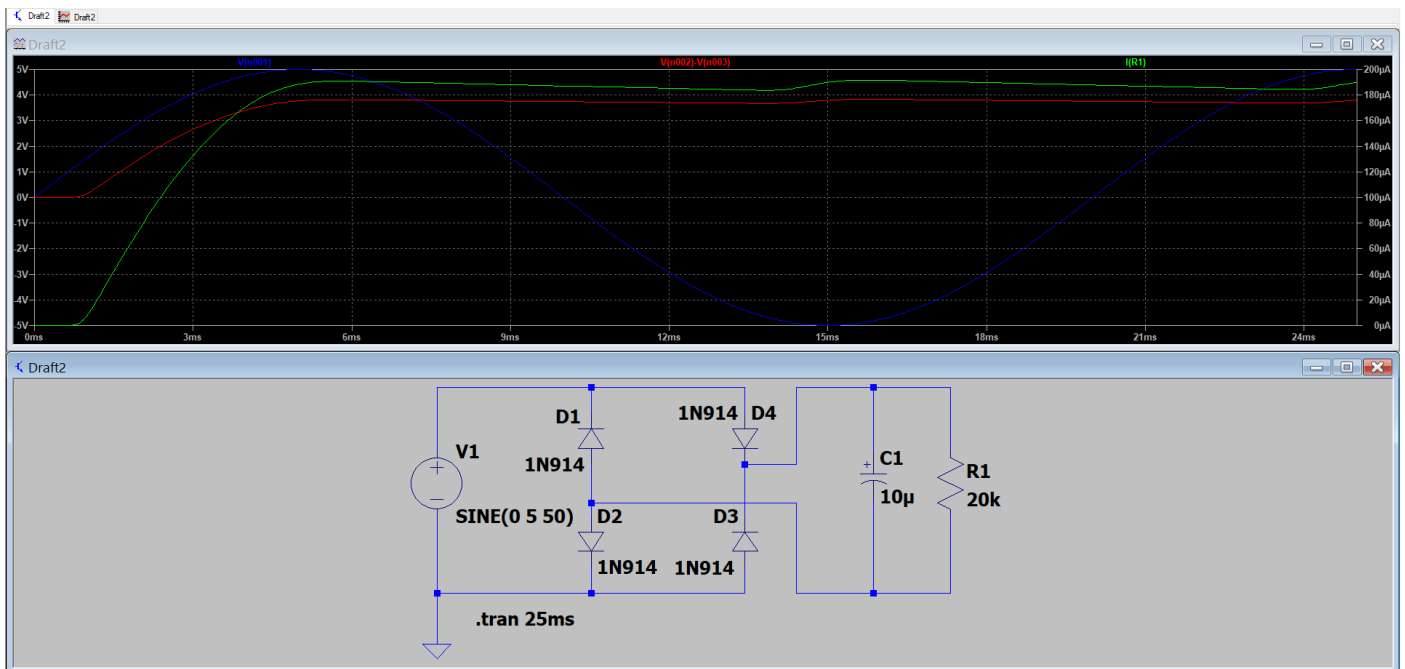
Перевіряємо формулу, яка пов'язує амплітуду пульсацій напруги на навантаженні (dU) однопівперіодного випрямляча, струм навантаження (I_{av}), ємність конденсатора на виході однопівперіодного випрямляча ($C = 10 \text{ }\mu\text{F}$) та частоту сигналу, що випрямляється ($f = 50 \text{ Hz}$):

$$dU^* = I_{av} / (2 * C * f) = \frac{708.5*10^{-6}}{2*50*10*10^{-6}} = 0.706 \text{ V.}$$

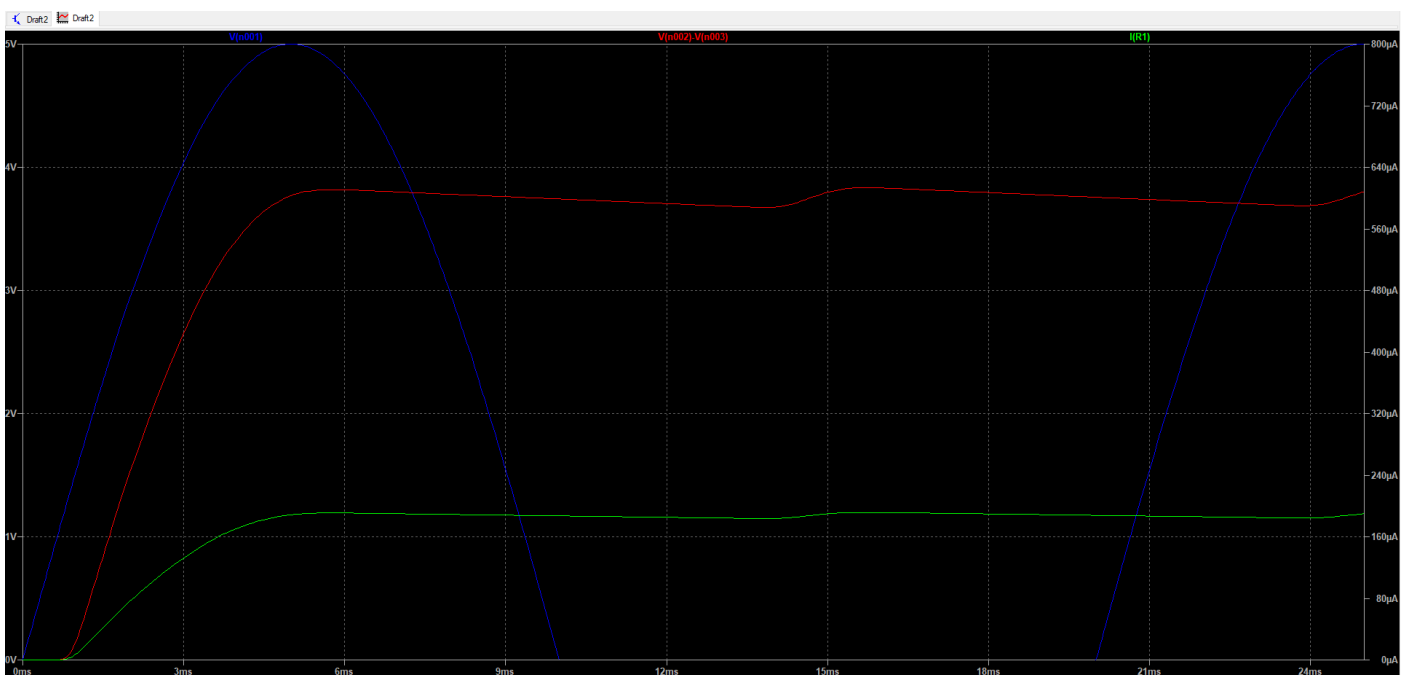
Враховуючи час розряду / заряду конденсатора:

$$dU^* = 0.706 * \frac{3}{4} = 0.529 \text{ V.}$$

- Для резистору навантаження 20kOm



Симуляція в LTspice



Використовуючи результати симуляції, визначаємо максимальне і мінімальне значення напругу / струму на резисторі за період:

$$U_{\max} = 3.82 \text{ V.}$$

$$U_{\min} = 3.67 \text{ V.}$$

$$I_{\max} = 191 \text{ μA.}$$

$$I_{\min} = 184 \text{ μA.}$$

За допомогою цих значень ми обраховуємо амплітуду пульсації напруги на резисторі (dU) і середнє значення струму через резистор навантаження (I_{av}):

$$dU = 3.82 - 3.67 = 0.15 \text{ V.}$$

$$I_{av} = \frac{(191+184) \cdot 10^{-6}}{2} = 187.5 \text{ }\mu\text{A.}$$

Перевіряємо формулу, яка пов'язує амплітуду пульсацій напруги на навантаженні (dU) однопівперіодного випрямляча, струм навантаження (I_{av}), ємність конденсатора на виході однопівперіодного випрямляча ($C = 10 \text{ }\mu\text{F}$) та частоту сигналу, що випрямляється ($f = 50 \text{ Hz}$):

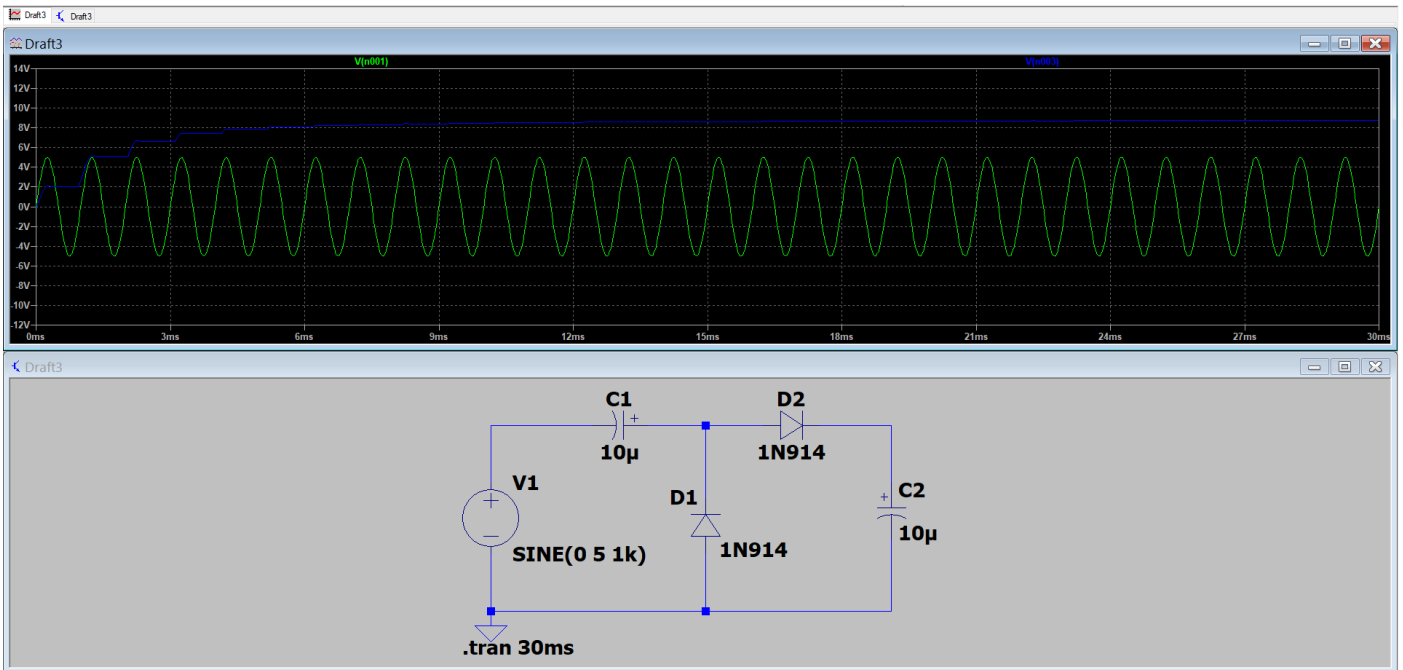
$$dU^* = I_{av} / (2 * C * f) = \frac{187.5 \cdot 10^{-6}}{2 * 50 * 10^{-6}} = 0.375 \text{ V.}$$

Враховуючи час розряду / заряду конденсатора:

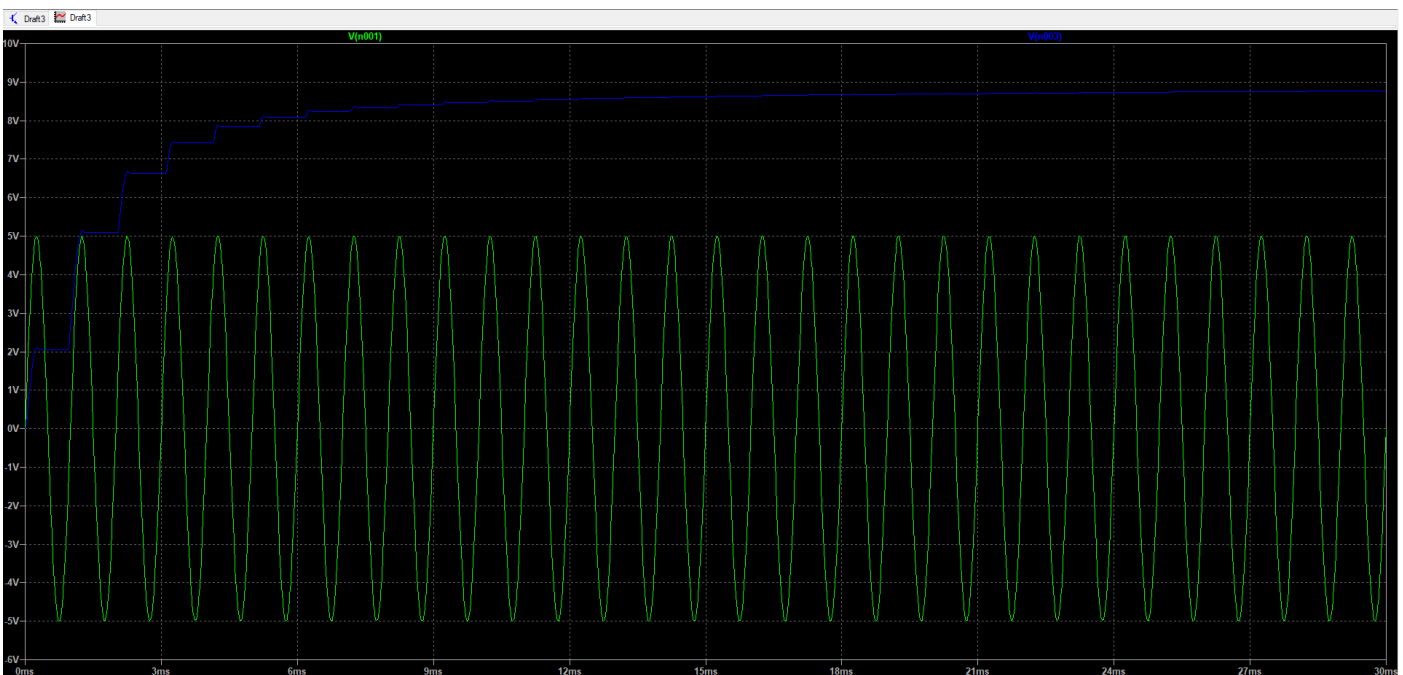
$$dU^* = 0.706 * \frac{3}{4} = 0.281 \text{ V.}$$

Порівнюючи значення отримані при вимірах з різними опорами $R1 = 5\text{k}\Omega$ і $R1^* = 20\text{k}\Omega$ бачимо, що при збільшенні опору навантаження, струм навантаження (I_{av}) і амплітуда пульсації напруги (dU) зменшилися.

3. Дослідження подвоювача напруги.



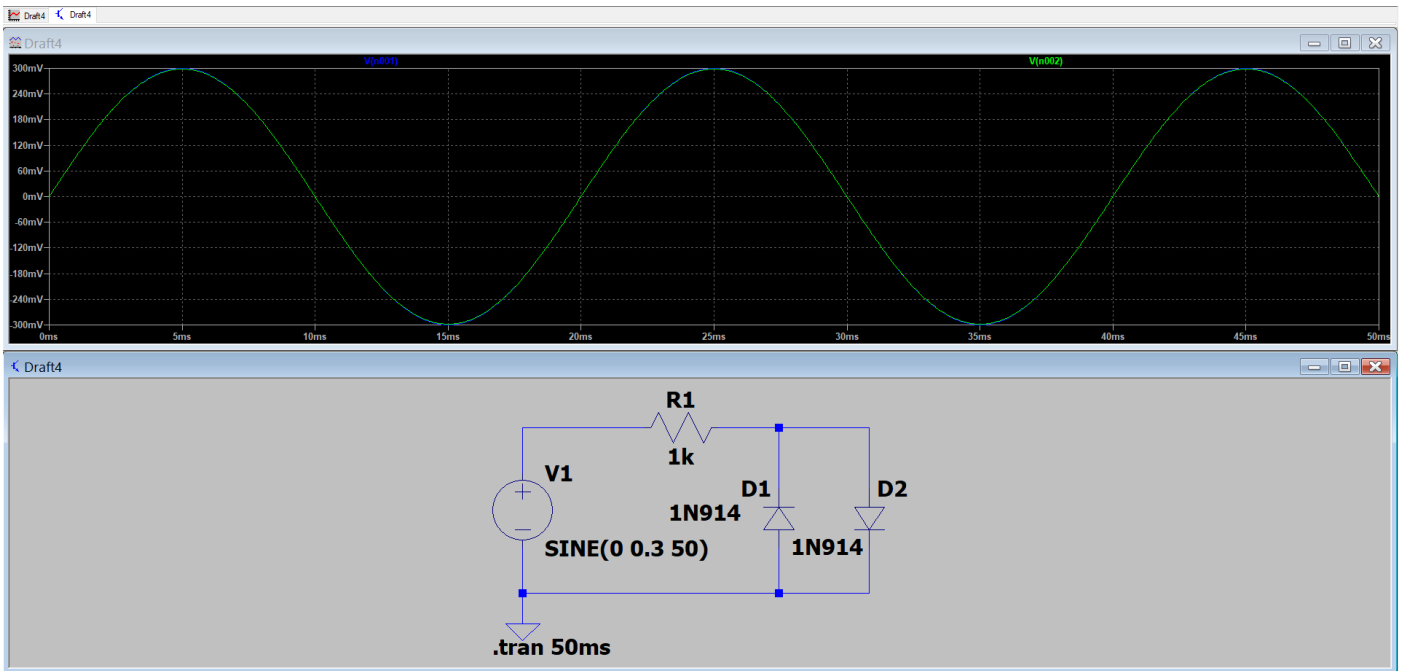
Симуляція в LTspice



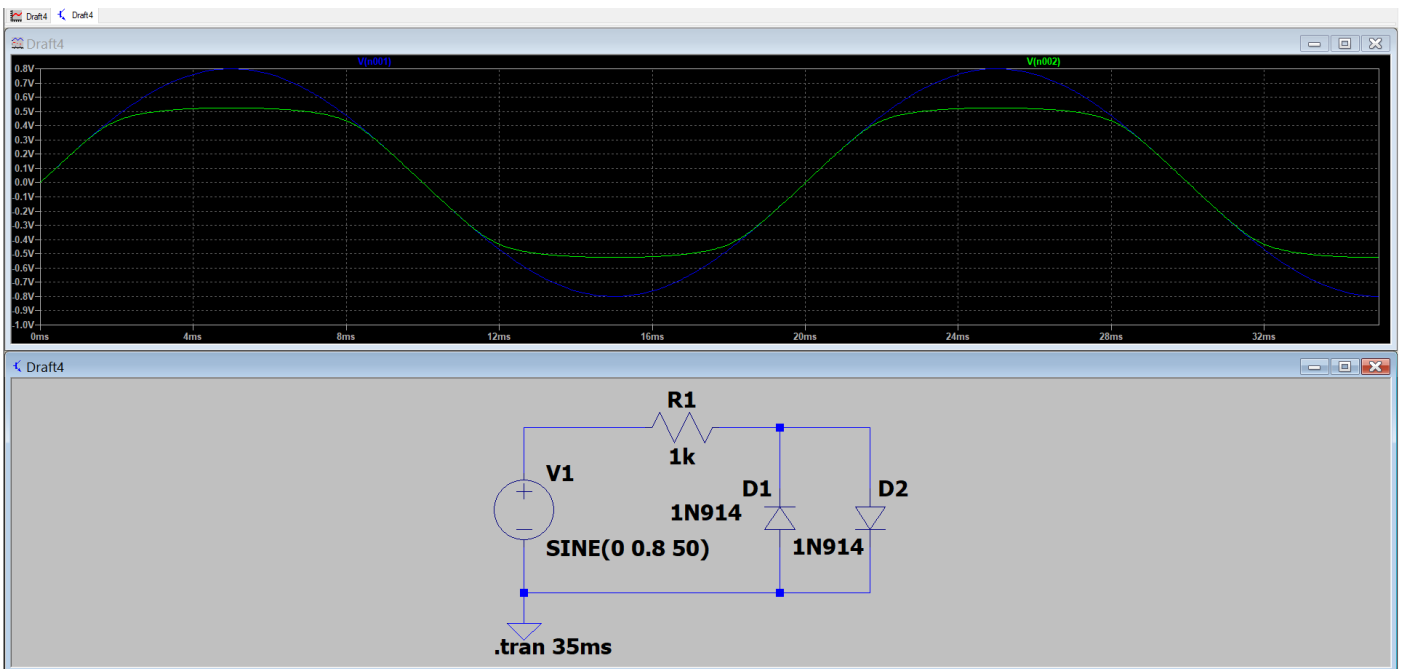
Чому напруга на виході подвоювача приймає значення саме 8.8 В, а не 10 В?

Тому що, наші діоди знаходяться весь час у відкритому стані і на це ми витрачаємо ці 1.2 В.

4. Дослідження обмежувача напруги.



Симуляція в LTspice при амплітуді вхідного сигналу 0.3V.



Симуляція в LTspice при амплітуді вхідного сигналу $> 0.6\text{ V}$ (ми взяли 0.8 V).

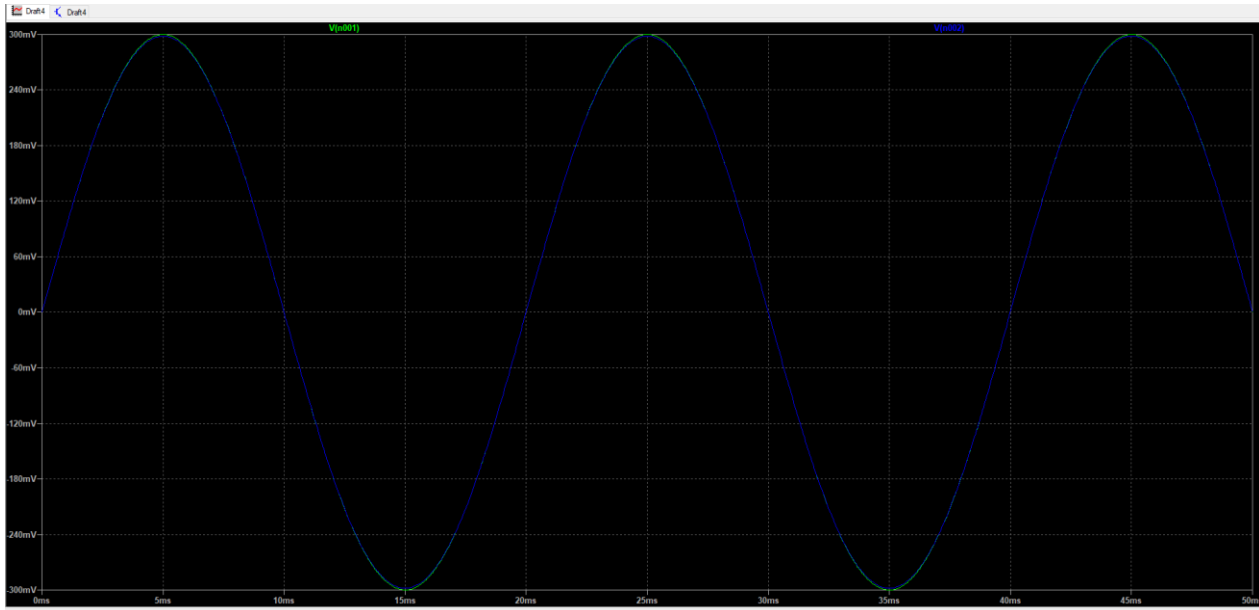
Сигнал на виході схеми не виходить за межі $-0.6\text{ V} \dots 0.6\text{ V}$

Поясніть принцип роботи даної схеми. На якому компоненті буде виділятися решта вхідної напруги? Чому?

Наш обмежувач напруги може працювати в трьох режимах:

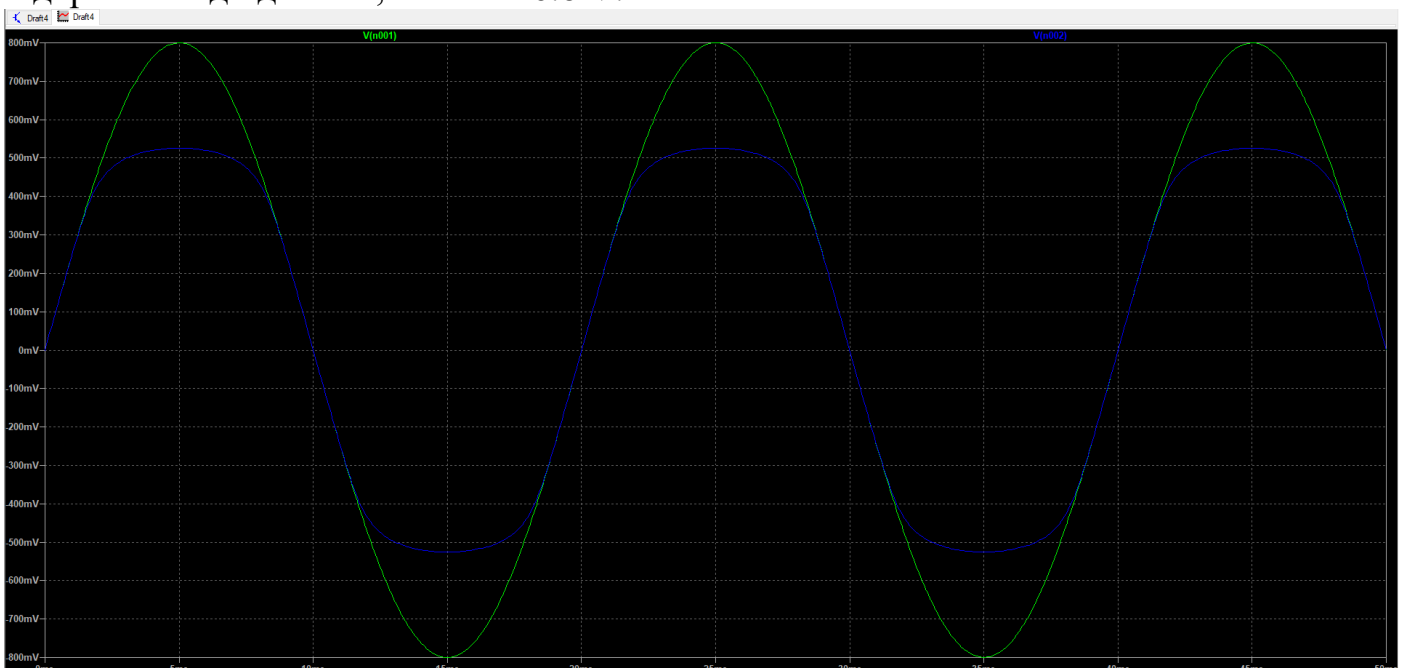
1. $-0.6\text{ V} < U_{in} < 0.6\text{ V}$ ($U_{in} = U_{out}$)

Коли напруга на вході за модулем менша за напругу відкриття діода, нічого не змінюється тому, що діоди працюють як діелектрики (частково), бо не вистачає напруги щоб їх відкрити, отже, вихідний сигнал не змінюється.



2. $U_{in} > 0.6\text{ V}$ ($U_{in} = U$ на першому діоді $\approx 0.6\text{ V}$)

Вхідна напруга дозволяє відкритися діоду VD1 – отже, коли ми прикладаємо до входу напругу більшу ніж напруга відкриття цього діода, від відкривається та вся напруга, що більша за неї просто проходить на GND, а на виході ми маємо напругу відкриття діода VD1, тобто $\approx 0.6\text{ V}$.



3. $U_{in} < -0.6 \text{ V}$ ($U_{in} = U$ на другому діоді $\approx -0.6 \text{ V}$)

Ситуація повністю повторює попередню, тільки окрім того, що весь надлишок від'ємної напруги проходить на GND через діод VD2.

