



Akademia Górniczo-Hutnicza  
im. Stanisława Staszica

## **Sprawozdanie**

**Sterowanie Układów Liniowych**

*Laboratorium 2*

Modelowanie obwodów elektrycznych w środowisku Matlab-Simulink.

**Borsuk Piotr**

**Drobny Jan**

**Technologie Przemysłu 4.0**

**Rok 2, Semestr 4, Grupa nr. 1**

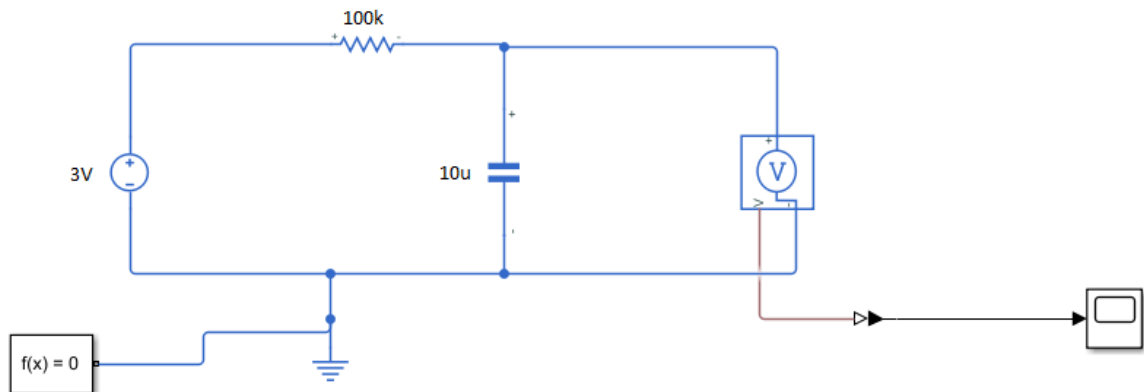
**Rok akademicki 2023/2024**

1. Element inercyjny pierwszego rzędu

a) Transmitancja

$$G(s) = \frac{y(s)}{u(s)} = \frac{\frac{1}{Cs}}{R + \frac{1}{Cs}} = \frac{1}{RCs + 1} = \frac{1}{Ts + 1}$$

b) Schemat elektryczny, stała czasowa T, wzmacnienie K.



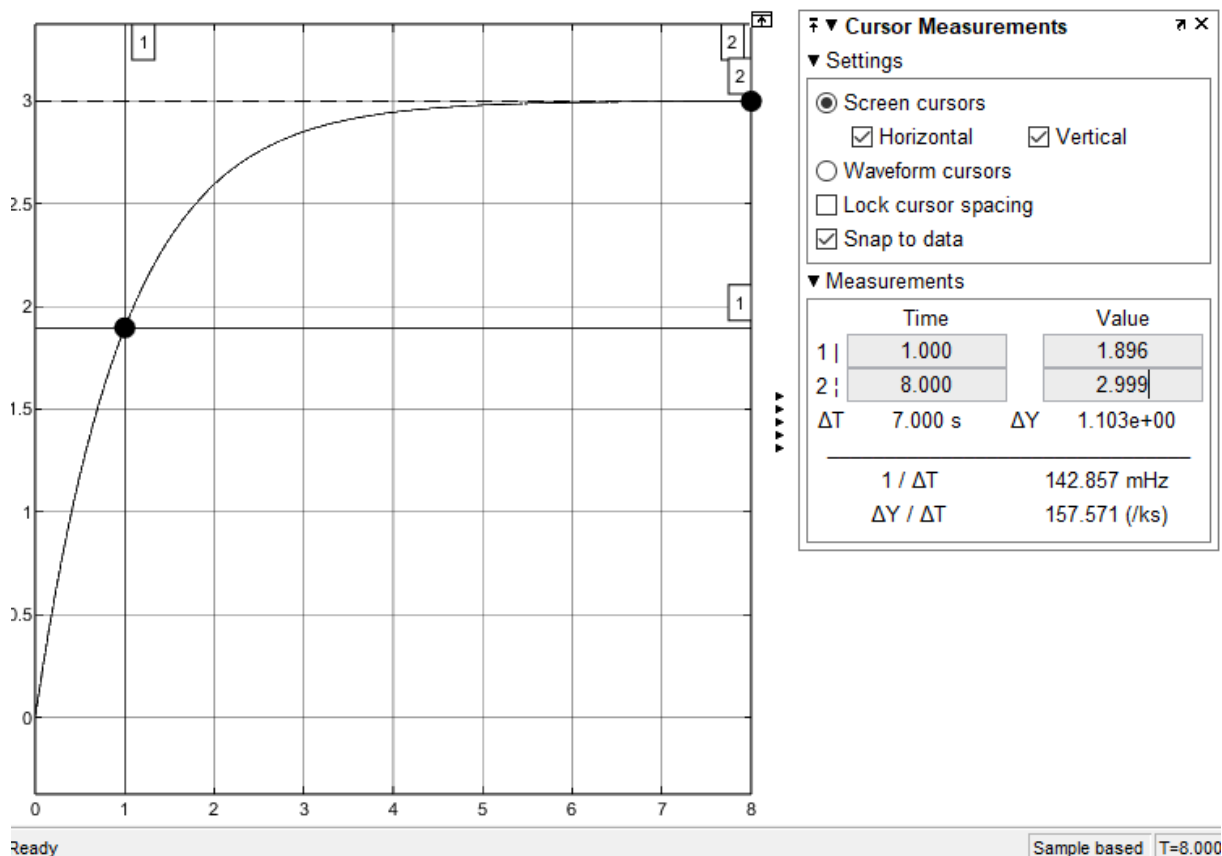
Rys. 1. Schemat elektryczny układu inercyjnego pierwszego rzędu

$$T = RC = 100^3 * 10^{-6} = 1$$

Współczynnik wzmacnienia (K) obliczono za pomocą ilorazu wartości stanu ustalonego i wartości skoku jednostkowego sygnału.

$$K = \frac{y_{ust}}{u_0} = \frac{3}{3} = 1$$

c) Odpowiedź skokowa



Rys. 2. Odpowiedź skokowa z naniesioną prostą o wartości 0.632 stanu ustalonego.

Możemy zauważyć wartość stanu ustalonego obiektu regulacji. Występuje ona dla 0,632y0. Dane te mogą nam posłużyć to obliczenia czasu wystąpienia, który stanowi stałą czasową obiektu.

$$3 * 0,632 = 1,896$$

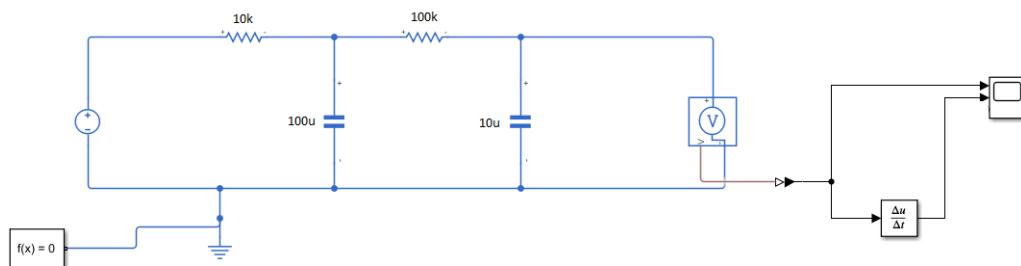
Wynika z tego, że stała T dla wartości 1,896 jest równa 1.

## 2. Element inercyjny drugiego rzędu

### a) Transmitancja.

$$G(s) = \frac{y(s)}{u(s)} = \frac{1}{T_1 T_2 s^2 + (T_1 + T_2)s + 1} = \frac{K}{(1 + sT_1)(1 + sT_2)}$$

### b) Schemat elektryczny, stałe czasowe $T_1, T_2$ i wzmacnienie.



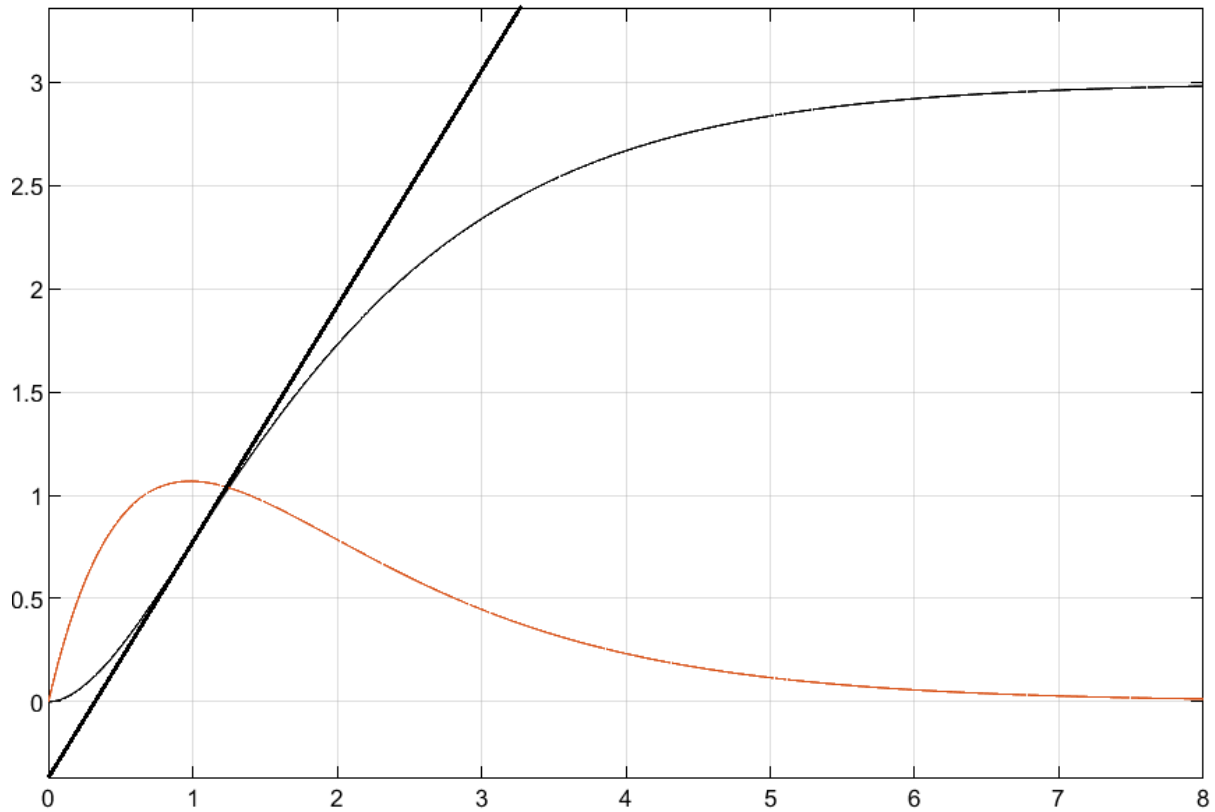
Rys. 3. Schemat elektryczny układu inercyjnego drugiego rzędu.

$$T_1 = R_1 C_1 = 10^3 * 10^{-12} = 10^{-9}$$

$$T_2 = R_2 C_2 = 10^6 * 10^{-6} = 1$$

$$K = \frac{y_{ust}}{u_0} = \frac{3}{3} = 1$$

c) Odpowiedź skokowa dla zasilania 3V.



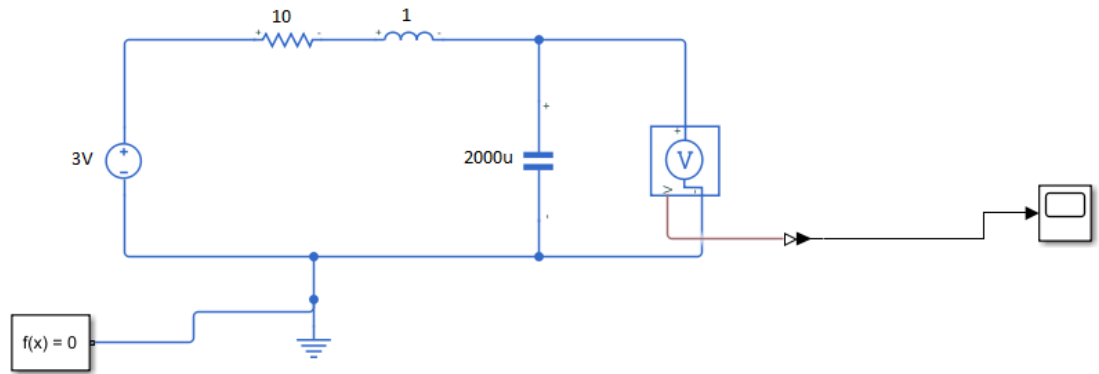
Rys. 4. Odpowiedź skokowa z naniesioną styczną

### 3. Element oscylacyjny

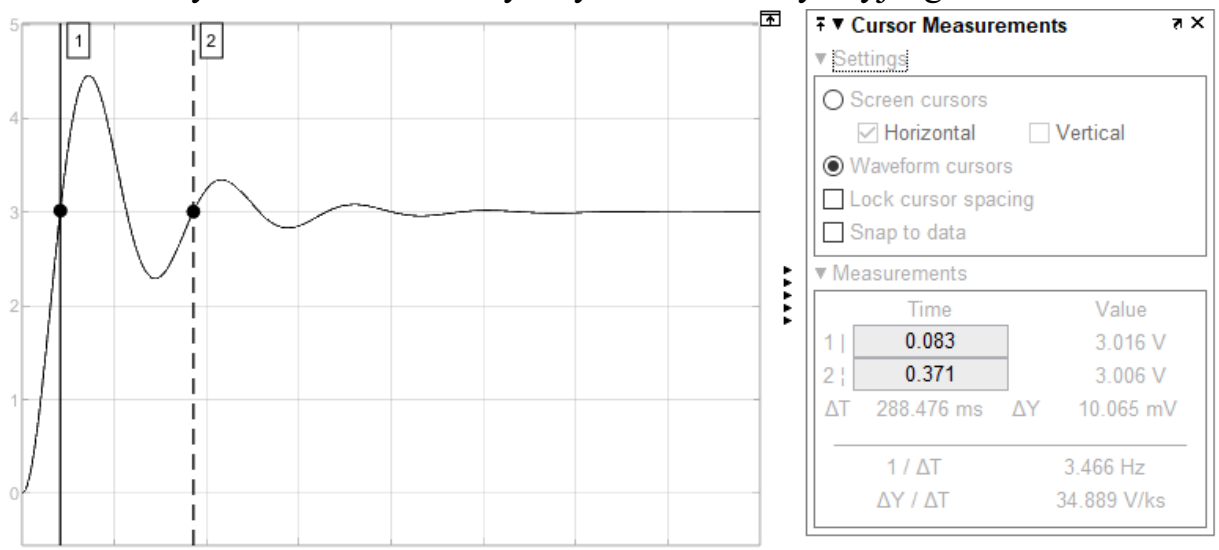
#### a) Transmitancja

$$\begin{aligned} G(s) = \frac{y(s)}{u(s)} &= \frac{\frac{1}{sC}}{R + sL + \frac{1}{sC}} = \frac{1}{LCs^2 + RCs + 1} = \frac{\frac{1}{LC}}{s^2 + \frac{R}{L}s + \frac{1}{LC}} \\ &= \frac{K\omega_0^2}{s^2 + 2\varepsilon\omega_0 s + \omega_0^2} \end{aligned}$$

b) Schemat elektryczny, odpowiedź skokowa, określenie parametrów  $\omega_0$ ,  $\varepsilon$  i wzmacnienia K.



Rys. 5. Schemat elektryczny elementu oscylacyjnego



Rys. 6. Odpowiedź skokowa z zaznaczonym okresem oscylacji  $T_p$

$$T_p = 0,288 \text{ [s]}$$

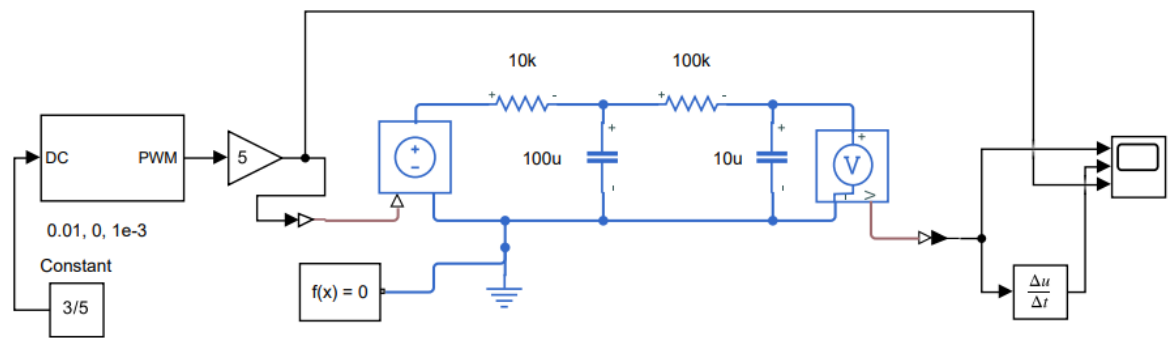
$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_p} = \frac{2\pi}{0,288} = 21,82 \text{ [Hz]}$$

$$\varepsilon = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} = 5 * \sqrt{\frac{0,002}{1}} = 0,224$$

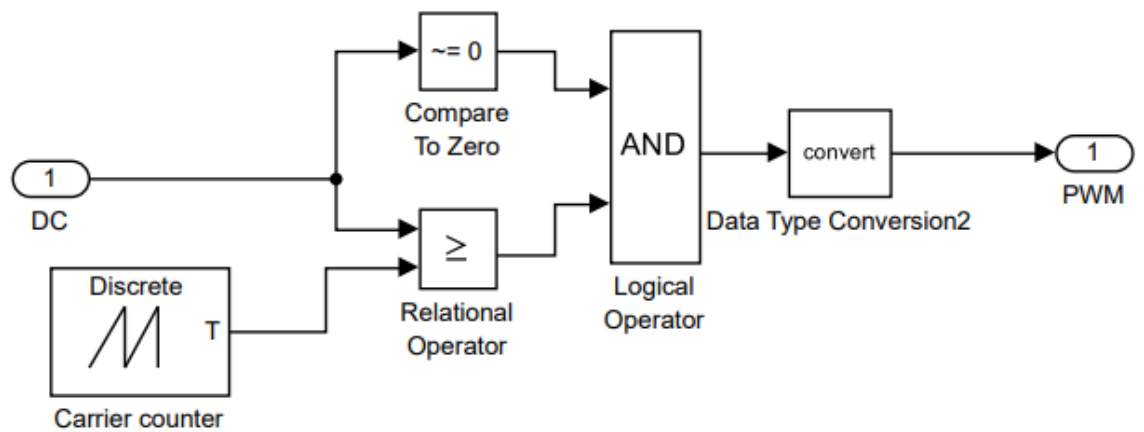
$$\omega_p = \omega_0 \sqrt{1 - \varepsilon^2} = 21,81 * \sqrt{1 - 0,224^2} = 21,25 \text{ [Hz]}$$

#### 4. Zasilanie PWN

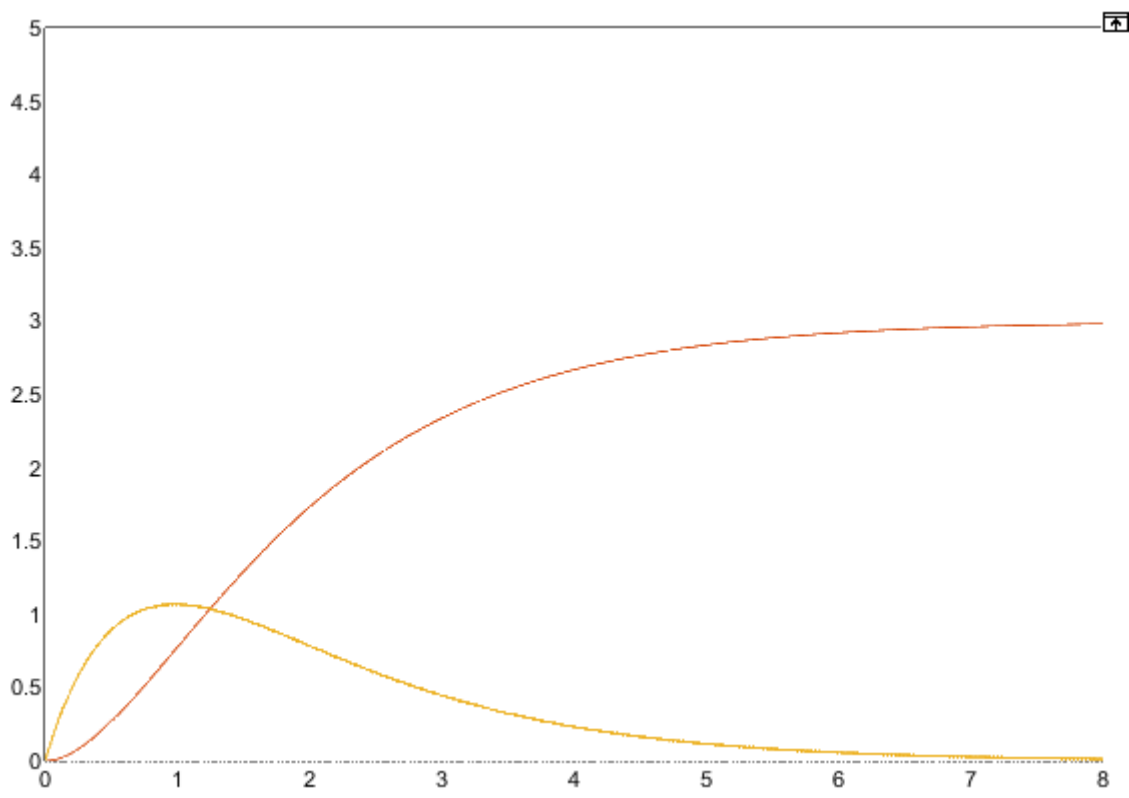
##### a) Schemat układu i budowa modulatora PWN



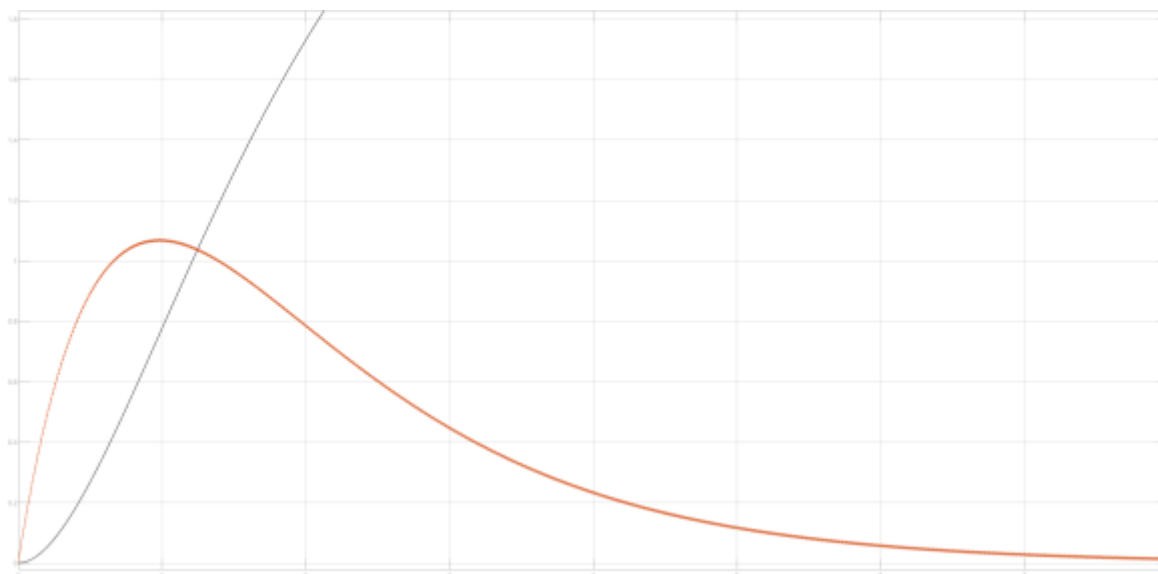
Rys. 7 Schemat pomiarowy zasilania obwodu RCRC z sygnałem PWM



Rys. 8. Budowa modulatora PWM



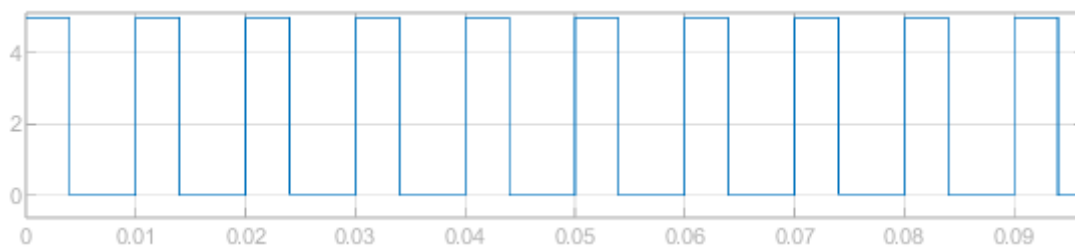
Rys. 9. Wykresy wyjścia zasilania obwodu RCRC z sygnałem PWM.



Rys. 10 Odpowiedź skokowa obwodu RCRC



Rys. 11. Sygnał PWM dla wartości 3/5V



Rys. 12 Sygnał PWM dla wartości 2/5V