

1. Cel ćwiczenia

Zbadanie zachowanie się układów RL, RC i RLC podczas występowania w nich stanów nieustalonych oraz wpływ różnych wielkości parametrów R,L,C na wartość stałej czasowej T.

2. Zagadnienia teoretyczne.

Stan nieustalony występuje w obwodzie na skutek zmian wykonanych w układzie jak na przykład załączenie źródła energii, bądź zmiany wszelkich parametrów w czasie pracy układu. Włączenie napięcia w chwili $t=0$ powoduje, iż obwód zostaje wytrącony z równowagi, powstaje stan nieustalony. Układ został połączony i przebiegi napięć były widoczne na ekranie oscyloskopu. Jednak w celu zobrazowania w sprawozdaniu, posłużyliśmy się programem SPICE.

Wszystkie układy zasilane były napięciem o przebiegu prostokątnym o częstotliwości 500Hz i amplitudzie 2V.

3. Teoretyczne wyprowadzenia.

RC

$$\begin{cases} R * i(t) + U_C(t) = E \\ i(t) = C * \frac{dU_C}{dt} \end{cases}$$

$$R * C * \frac{dU_C}{dt} + U_C(t) = E$$

$$U_C = E$$

$$R * C * \frac{dU_C}{dt} + U_{CS}(t) = 0$$

$$R * C * s + 1 = 0$$

$$U_{CS}(t) = A * e^{st}$$

$$s1 = -\frac{1}{R * C}$$

$$U_{CS}(t) = A * e^{-\frac{t}{R * C}}$$

wracam do równania początkowego

$$U_C(t) = E + A * e^{-\frac{t}{R * C}}$$

$$U_C(0) = E + A = U_{C0}$$

$$A = U_{C0} - E$$

wstawiam do powyższego równania

$$U_C(t) = E + (U_{C0} - E)e^{-\frac{t}{R^*C}}$$

jest to napięcie całkowite na kondensatorze

$$i(t) = -\frac{1}{R^*C} * C * (U_{C0} - E)e^{-\frac{t}{R^*C}} = \frac{E - U_{C0}}{R} e^{-\frac{t}{R^*C}}$$

RL

$$R * i(t) + L \frac{di}{dt} = E$$

$$i(t) = i_U(t) + i_S(t)$$

$$i_U = \frac{E}{R}$$

$$R * i_S(t) + L \frac{di}{dt} = 0$$

$$R + Ls = 0$$

$$s1 = -\frac{R}{L}$$

$$i_S(t) = A * e^{s1t}$$

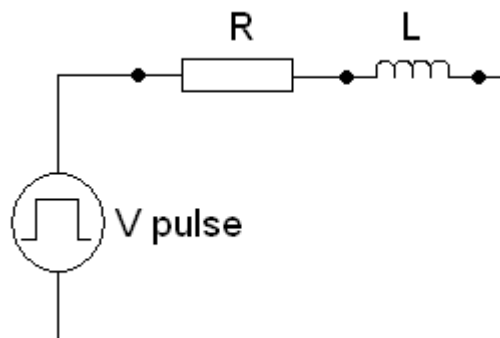
$$i(t) = \frac{E}{R} + A * e^{-\frac{R}{L}t}$$

$$i(0) = \frac{E}{R} + A = 0$$

$$i(t) = \frac{E}{R} * \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right)$$

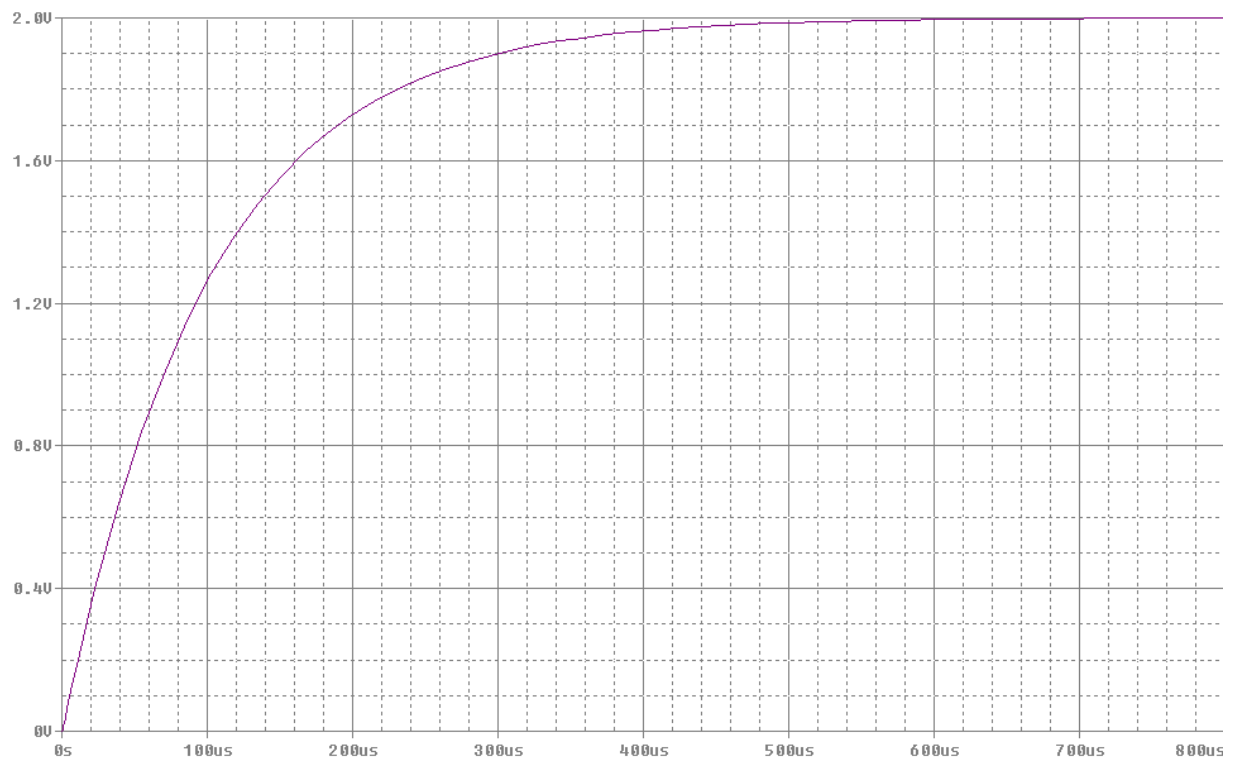
$$U_L(t) = L * \frac{di}{dt} = L * \frac{E}{R} * \frac{R}{L} * e^{-\frac{R}{L}t} = E * e^{-\frac{R}{L}t}$$

4. Stan nieustalony w gałęzi RL przy stałym wymuszeniu.

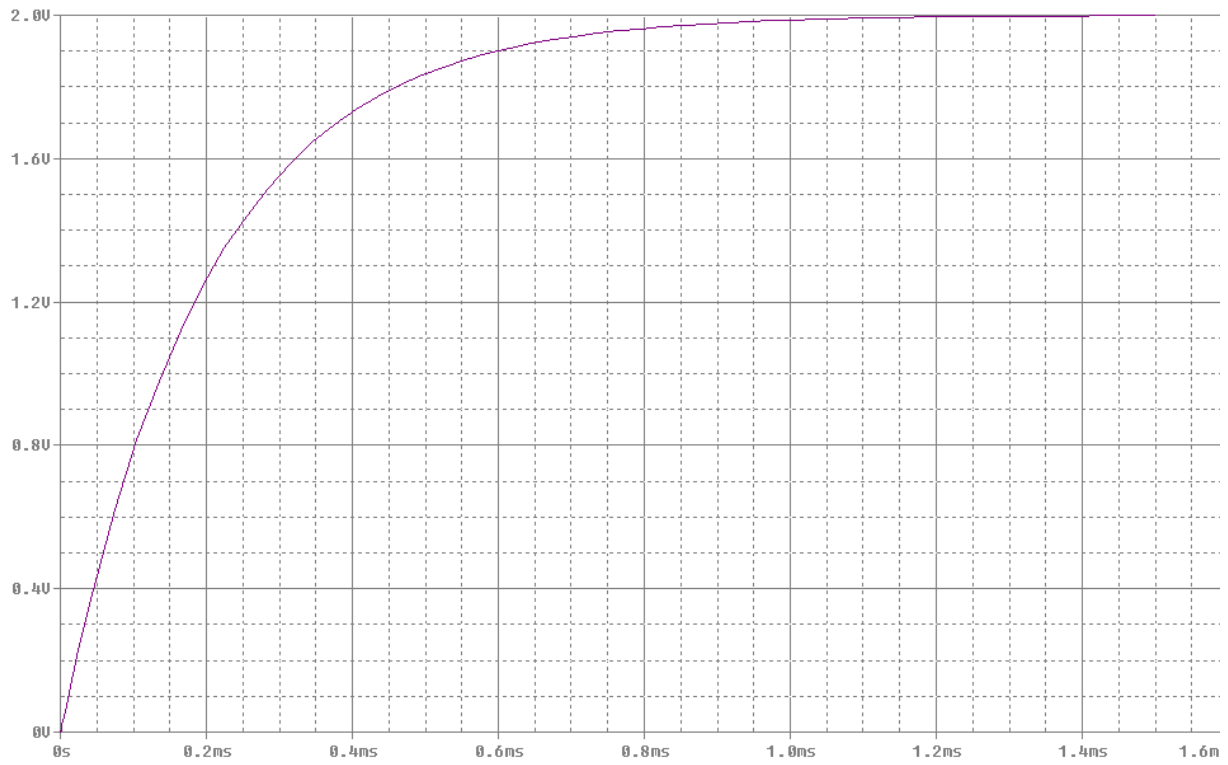


Pomiary zostały wykonane dla dwóch przypadków, kiedy to wynosiło 10 i 5kΩ, oraz L= 1H.

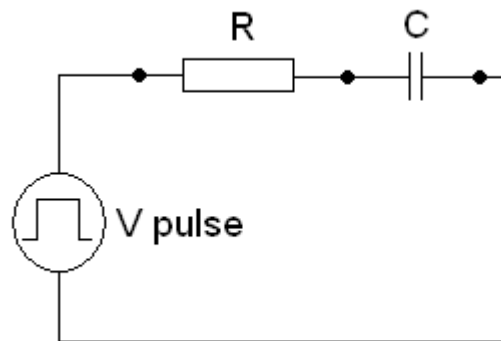
a) $R=10k\Omega$ i $L=1H$



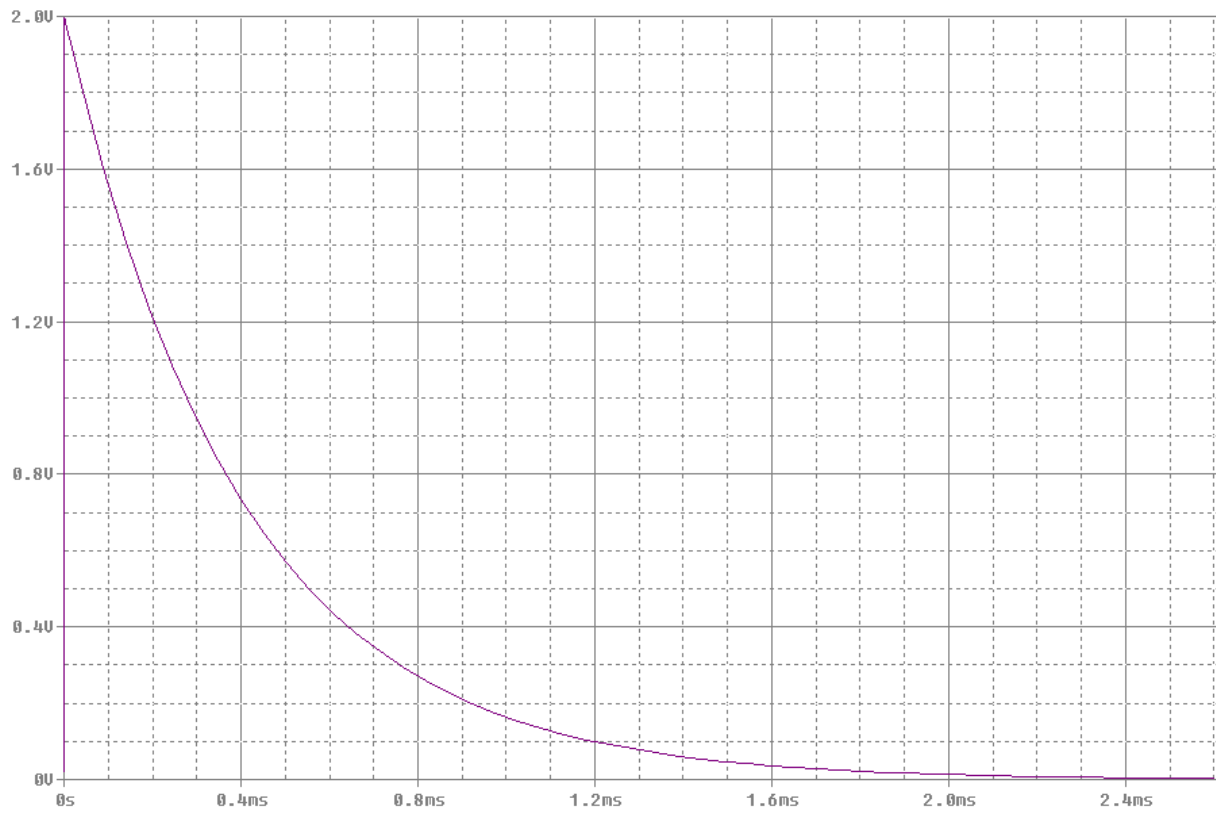
b) $R=5k\Omega$ i $L=1H$



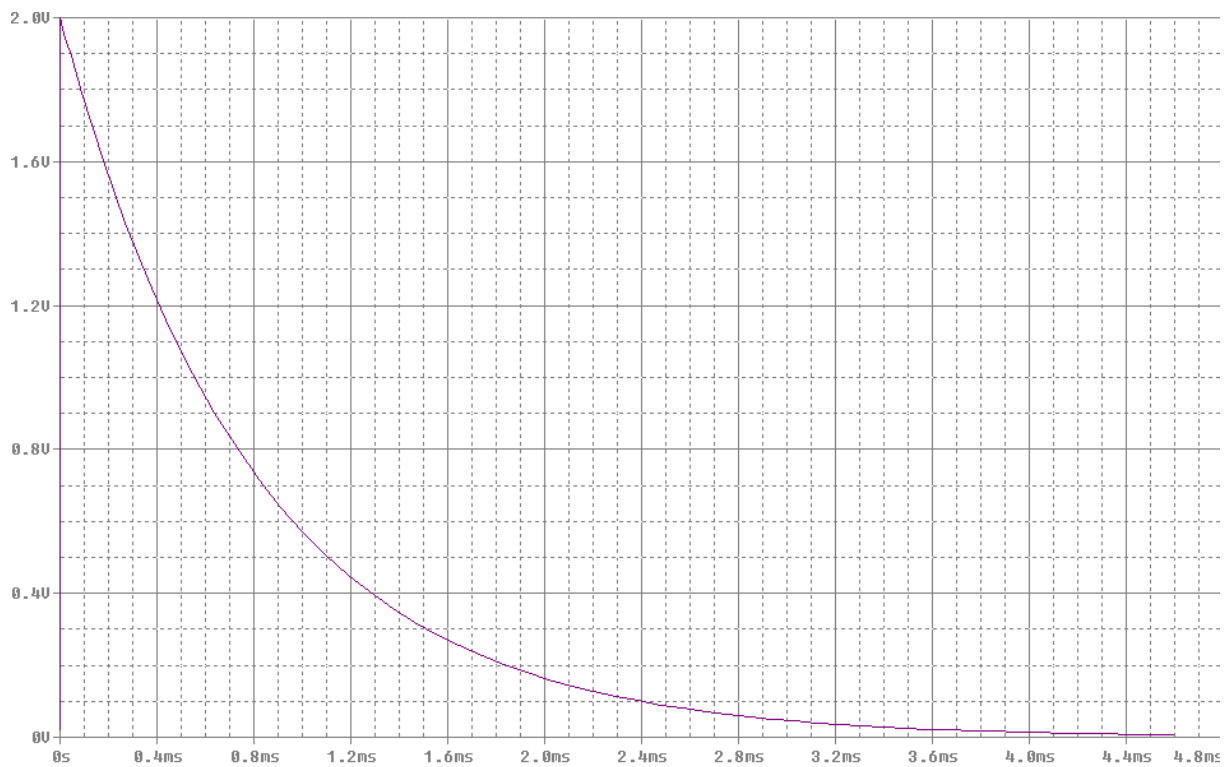
5. Stan nieustalony w gałęzi RC przy stałym wymuszeniu



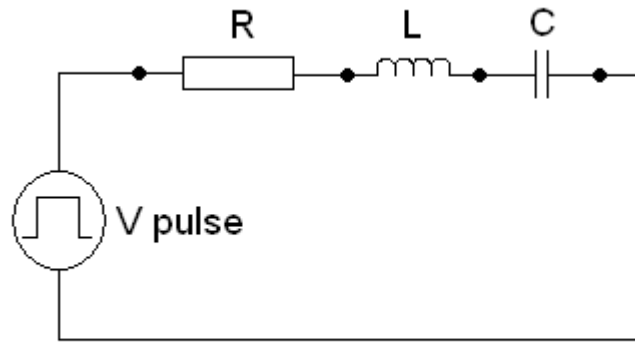
a) $R=10\text{k}\Omega$ i $C=40\text{nF}$



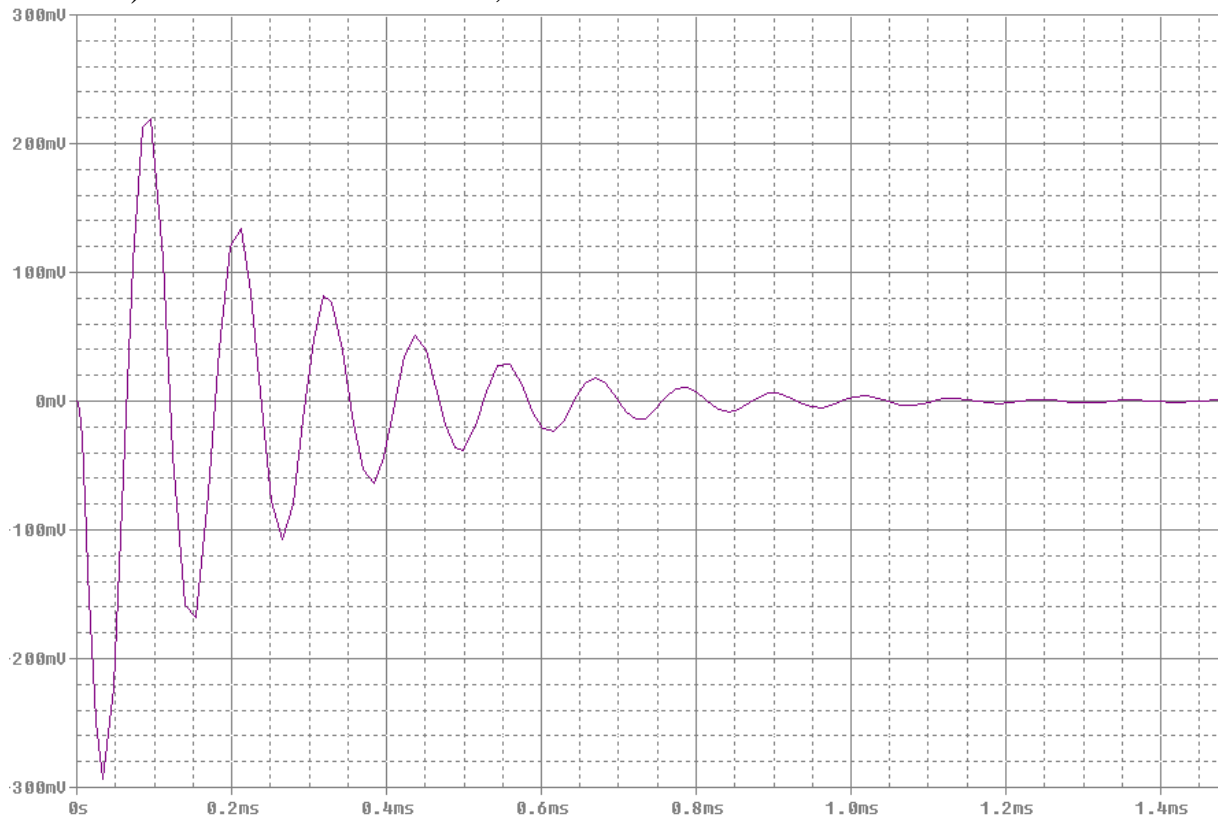
b) $R=5k\Omega$ i $C=40nF$



5. Stan nieustalony w obwodzie RLC przy stałym wymuszeniu



a) $R=10\text{k}\Omega$ $L=1\text{H}$ i $C=0,3\text{nF}$

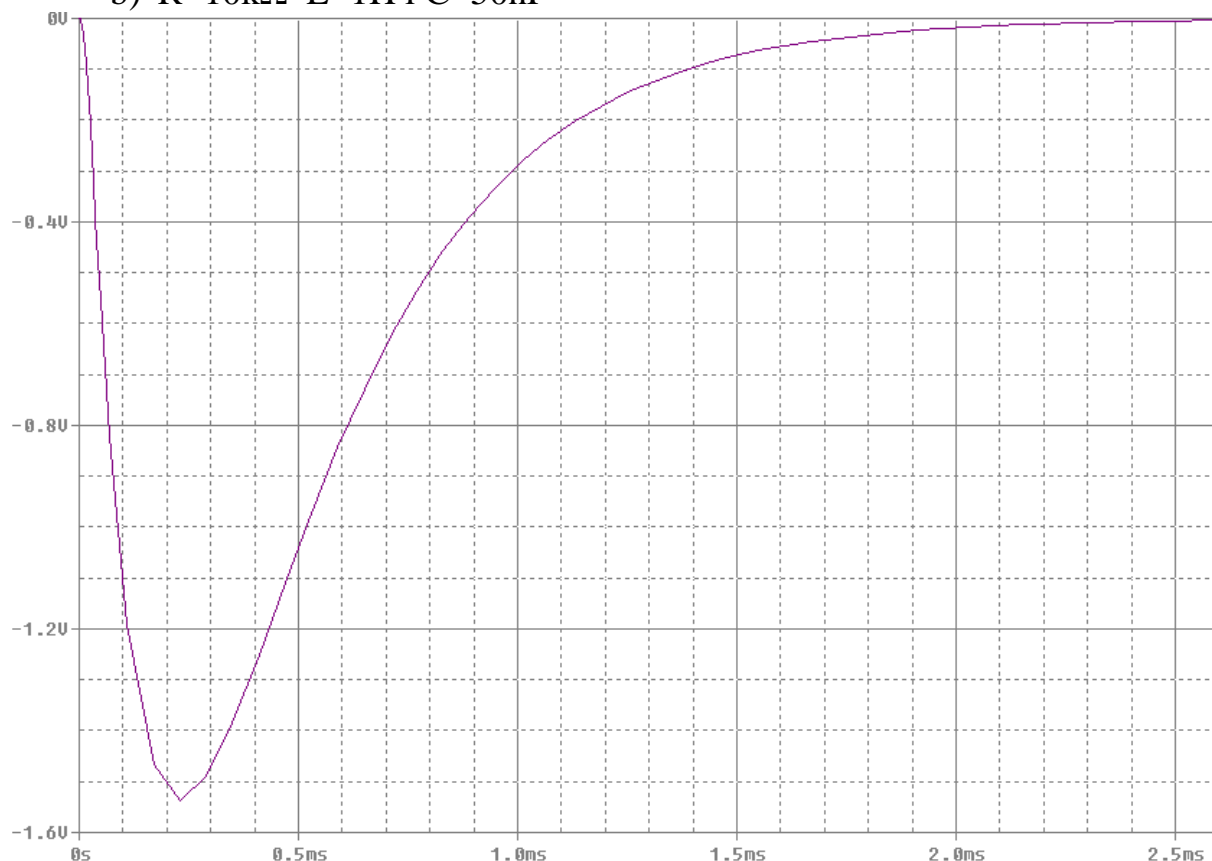


Na wykresie zaobserwowaliśmy logarytmiczny dekrement tłumienia, czyli logarytm naturalny ze stosunku kolejnych dwóch amplitud danego przebiegu.

$$s = \ln \frac{Ae^{-Bt}}{Ae^{-B(t+T)}} = \ln \frac{e^{-Bt}}{e^{-BT} \cdot e^{-Bt}} = \ln \frac{1}{e^{-BT}} = \ln e^{BT} = BT$$

gdzie: B to współczynnik tłumienia, a T to okres drgań układu.

b) $R=10k\Omega$ $L=1H$ i $C=50nF$



Przebieg przedstawiony na powyższym wykresie nazywamy aperiodycznym.

6. Wnioski.

Badając układ RC stwierdziliśmy, iż podczas zmiany rezystancji i pojemności obwodu zmienia się stała czasowa ładowania kondensatora. Kąt nachylenia charakterystyki zmienia swoją stromość zależności od rezystancji i wartości pojemności. Im są one większe, tym stromość mniejsza. Dla obwodu RL zjawisko to zachodzi odwrotnie. W obwodzie RLC napięcia występujące na elementach biernych wzajemnie się kompensują. Powoduje to, że wykres napięcia w danym obwodzie przyjmuje kształt drgań tłumionych, co wyraźnie zauważalne jest na wykresie. W układzie RLC dla pewnych wartości elementów biernych występuje ruch aperiodyczny, tzn. wygaszenie lub ustabilizowanie napięcia w układzie następuje szybciej niż następny okres drgań napięcia.