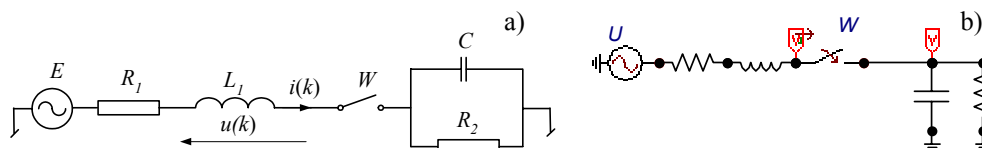


PRZYKŁAD 1.5

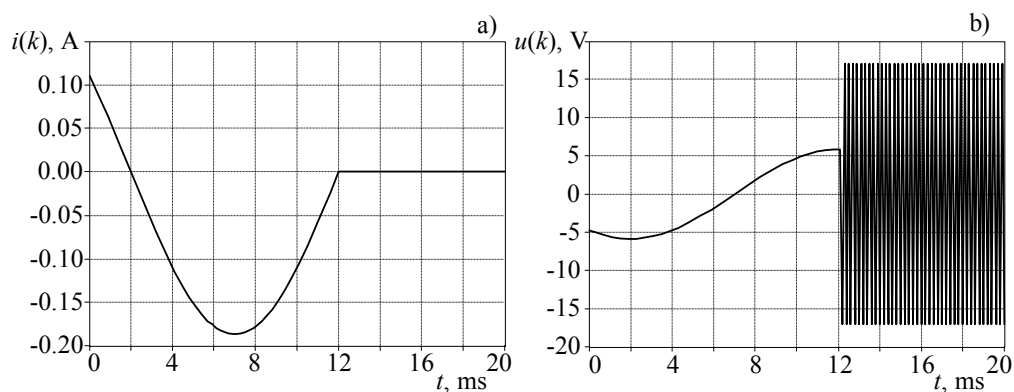
Przeprowadzić symulację stanu przejściowego w podanej sieci (rys. 1). Wyłącznik W otwiera się w momencie $t_w=0,012$ s. Modele stowarzyszone przyjąć według metody trapezów.



Rys. 1. Schemat a) sieci elektrycznej oraz b) modelu ATPDraw do badania stabilności numerycznej modelu

Parametry sieci: $R_1=1\ \Omega$, $L_1=100\text{ mH}$, $R_2=1000\ \Omega$, $C=4,7\ \mu\text{F}$, $E=100\cos(100\pi t)\text{ V}$.

Przebieg prądu płynącego przez wyłącznik W - prąd $i(k)$ oraz spadek napięcia na indukcyjności L_1 - $u(k)$ są pokazane na rys. 2.

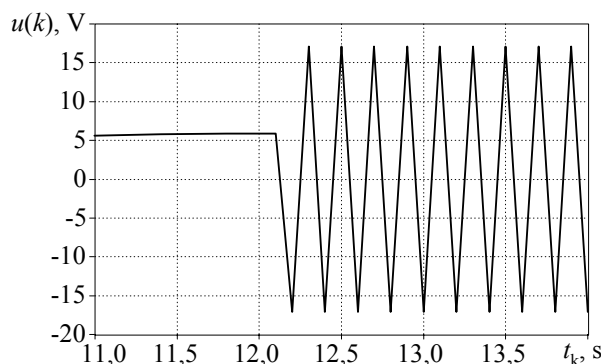


Rys. 2. Przebiegi: a) prądu i b) napięcia podczas symulacji stanu przejściowego w analizowanej sieci

Widać, że po przerwaniu obwodu, zgodnie z przewidywaniem, prąd przyjmuje wartość zerową, natomiast nieoczekiwanie, napięcie zaczyna zmieniać się oscylacyjnie. Oscylacje te

nie zanikają z upływem czasu. Amplituda oscylacji zależy od wartości prądu w momencie przzerwania obwodu – w przedstawionym przypadku jest ona stosunkowo niewielka, gdyż prąd w chwili wyłączenia był równy zero.

Bliższa analiza obserwowanych oscylacji napięcia wskazuje, że mają one stałą amplitudę, a znak napięcia zmienia się w każdym kroku modelowania (rys. 3).



Rys. 3. Przebieg oscylacji napięcia

Źródło oscylacji prezentowanych w powyższym przykładzie jest, na pierwszy rzut oka, oczywiste: energia zgromadzona w indukcyjności nie ma ujścia po otwarciu wyłącznika. Jest to zatem rezultat błędu związanego z budową modelu – jest on nieadekwatny do analizowanej sytuacji, gdyż nie odzwierciedla w pełni zachodzących zjawisk fizycznych. Tak jest w istocie, jednak podobne zjawiska mogą również wystąpić w mniej oczywistych sytuacjach, gdy skokowo zmieniają się parametry analizowanego układu lub niektóre wymuszenia w sieci. Model zbyt czuły na takie zmiany, z pewnością nie będzie wiernie odwzorowywał rzeczywistych zjawisk.

W celu numerycznej analizy opisanych oscylacji, ograniczmy rozważania do elementu RL z lewej strony wyłącznika na rys. 1a. W przypadku stosowania metody trapezów, napięcie na tym elemencie można określić na podstawie (1.41):

$$u(k) = \frac{1 + RG_L}{G_L} i(k) - \frac{1 - RG_L}{G_L} i(k-1) - u(k-1) \quad (1)$$

W sytuacji, gdy po otwarciu wyłącznika, w kolejnych dwóch krokach prąd przyjmuje wartość zerową ($i(k) = i(k-1) = 0$), otrzymujemy: $u(k) = -u(k-1)$, co jest właśnie obserwowane jako niegasnące oscylacje.

Istnieje wiele sposobów uniknięcia omawianych oscylacji. Dąży się do tego, aby nie tylko zlikwidować nietłumione oscylacje, ale także zapewnić ‘rozsądne’ ich zanikanie. Sposoby te, w istocie, sprowadzają się do doboru odpowiedniej metody całkowania (patrz p. 1.5).