

## PRZYKŁAD 2.2

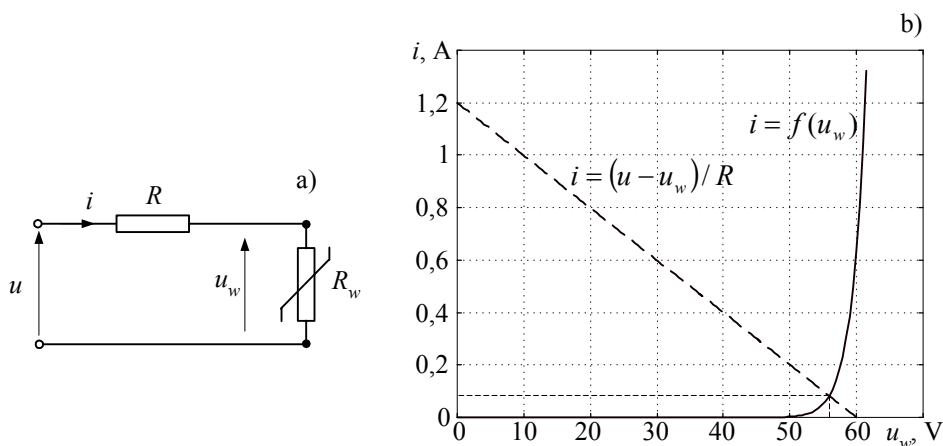
Określić wartość prądu płynącego w obwodzie z Przykładu 2.1 (rys. 1) za pomocą metody prostej iteracji.

Równanie obwodu można zapisać w następującej formie:

$$u_w = u - Rk_i \left( \frac{u_w}{u_{ref}} \right)^q \quad (1)$$

która bezpośrednio prowadzi do schematu iteracji prostej:

$$u_w^n = u - Rk_i \left( \frac{u_w^{n-1}}{u_{ref}} \right)^q .$$



Rys. 1. Przykładowy obwód nieliniowy: a) schemat oraz b) graficzna metoda wyznaczania punktu pracy

Łatwo sprawdzić, że proces iteracyjny określony powyższą zależnością dla danych z Przykładu 2.1 nie jest zbieżny. Niezależnie od początkowego przybliżenia, rozwiązanie w kolejnych krokach przyjmuje powtarzające się wartości (rys. 2a). Odpowiednia procedura obliczeniowa jest zawarta w zbiorze *model2\_2a.m*.

Obraz ten można zmienić, jeśli równanie rozpatrywanego obwodu, zapisać względem prądu, a nie napięcia. Spadek napięcia na warystorze jest określony przez funkcję odwrotną do (1):

$$u_w = u_{ref} \left( \frac{|i|}{k_i} \right)^{\frac{1}{q}}, \text{ gdzie wartość bezwzględna prądu, jest wprowadzona w celu zachowania}$$

dziedziny funkcji również dla ujemnych wartości prądu.

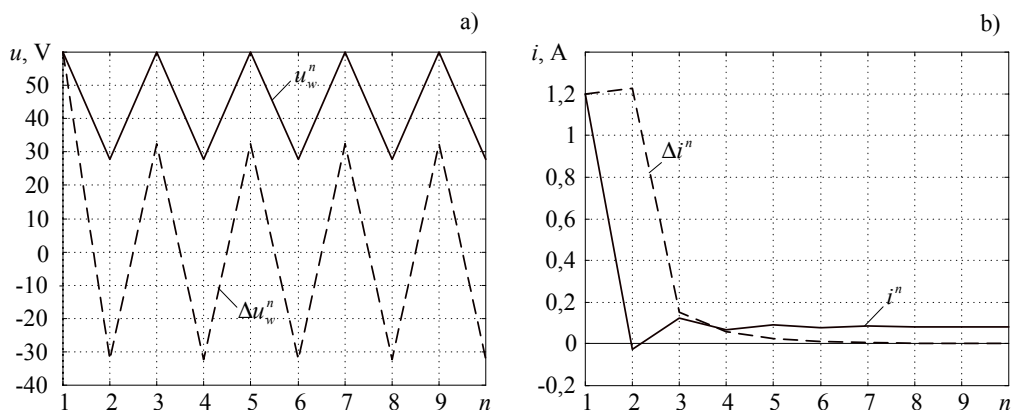
Ponieważ:  $u_w = u - Ri$  (rys. 2a), więc prądowe równanie obwodu ma następującą postać:

$$i = \frac{1}{R} \left( u - u_{ref} \left( \frac{|i|}{k_i} \right)^{\frac{1}{q}} \right) \quad (2)$$

skąd otrzymuje się formułę prostej iteracji:

$$i^n = \frac{1}{R} \left( u - u_{ref} \left( \frac{|i^{n-1}|}{k_i} \right)^{\frac{1}{q}} \right).$$

Tym razem, proces iteracyjny jest zbieżny i prowadzi do rozwiązania  $i=0,0821$  A (rys. 2b) – patrz program ze zbioru *model2\_2b.m*.



Rys. 2. Przebieg procesu iteracji prostej: a) dla równania napięciowego oraz b) dla równania prądowego (b)

Tak różne zachowanie się algorytmów iteracyjnych w rozpatrywanych przypadkach, można wytłumaczyć za pomocą prostej analizy czułości obwodu: niewielkie zmiany napięcia warystora w zakresie nieliniowej części charakterystyki, prowadzi do dużych zmian prądu i stąd, równanie napięciowe jest niestabilne. Odwrotnie jest w przypadku wyników oszacowania prądu: nawet duże zmiany wartości prądu prowadzą do niewielkich zmian napięcia - algorytm prądowy jest zatem stabilny.