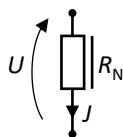


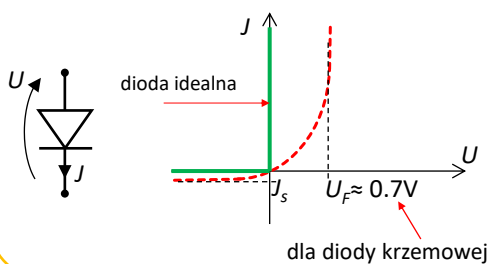
Obwody nieliniowe prądu stałego

Wprowadzenie

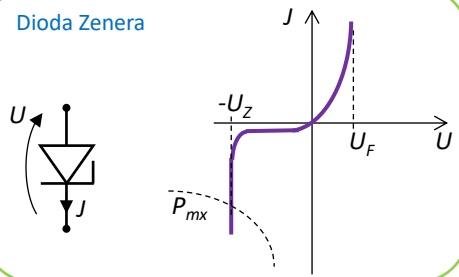
ogólny symbol elementu nieliniowego



dioda



Dioda Zenera



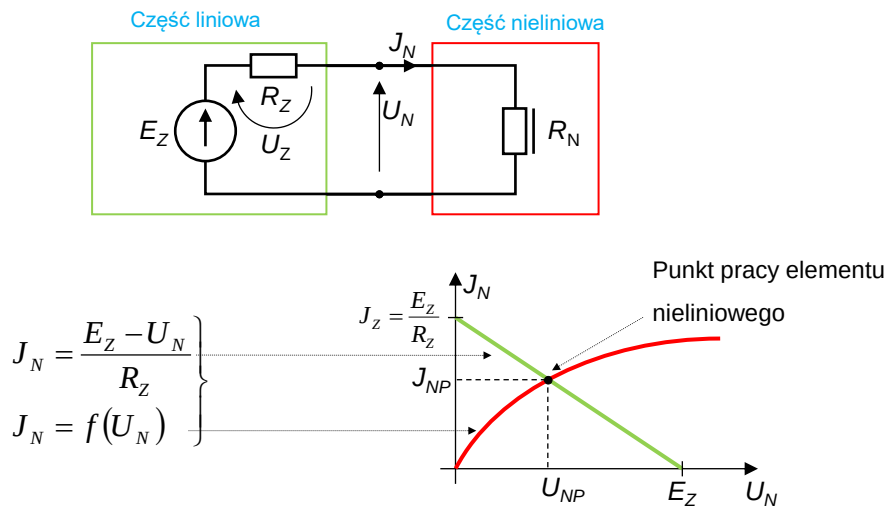
Metody rozwiązywania obwodów nieliniowych

Metody rozwiązywania obwodów nieliniowych można podzielić na 3 grupy:

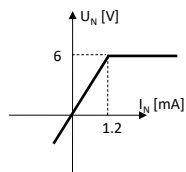
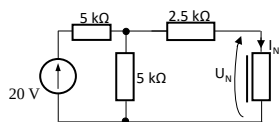
- Metody graficzne,
- Metody wykorzystujące linearyzację elementów nieliniowych,
- Metody iteracyjne.

Metoda graficzna z jednym elementem nieliniowych

Obwód z jednym elementem nieliniowym można zawsze przedstawić w postaci poniższego obwodu zastępczego.

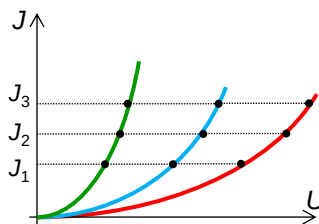
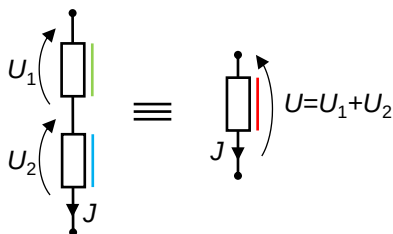


Określ punkt pracy elementu nieliniowego



Metoda graficzna - łączenie elementów nieliniowych

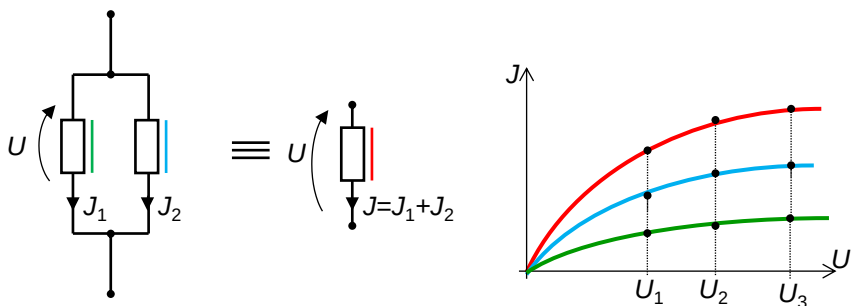
Połączenie szeregowe



Wypadkową charakterystykę $J=f(U)$ dla szeregowo połączonych elementów można otrzymać przez graficzne zsumowanie napięć na elementach odpowiadających tym samym prądom w tych elementach. Czynność tę należy powtórzyć dla różnych prądów.

Metoda graficzna - łączenie elementów nieliniowych

Połączenie równoległe

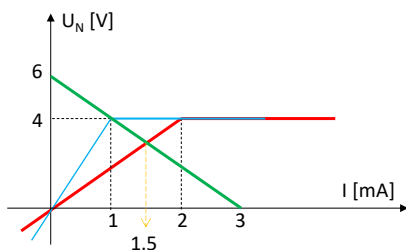
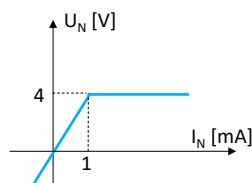
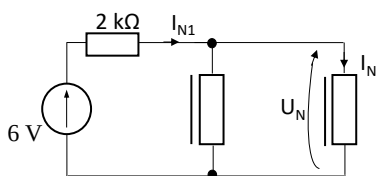


Wypadkową charakterystykę $J=f(U)$ dla równoległe połączonych elementów można otrzymać przez graficzne zsumowanie prądów w elementach odpowiadających tym samym napięciom na tych elementach. Czynność tę należy powtórzyć dla różnych napięć.

Metoda graficzna - łączenie elementów nieliniowych

Przykład:

Oblicz moc wydawaną przez źródło (elementy nieliniowe są identyczne)



$$\text{czyli } I_{N1} = 1.5\text{ mA}$$

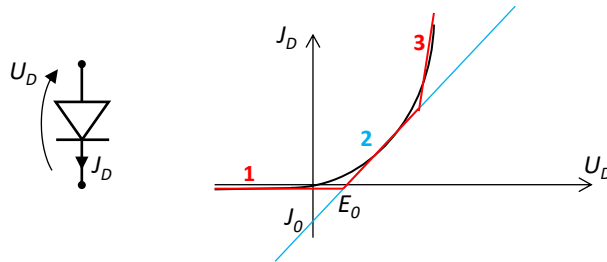
$$P = 6\text{ V} \cdot 1.5\text{ mA} = 9\text{ mW}$$

Metoda linearyzacji odcinkowo-liniowej

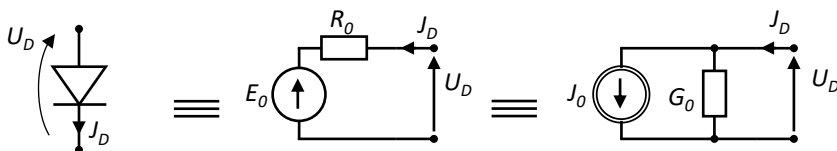
Algorytm

- wykonać aproksymację odcinkowo-liniową wszystkich elementów,
- dla każdego elementu nieliniowego założyć wstępnie położenie punktu pracy (wybrać odcinek na którym będzie leżał punkt pracy),
- dla wybranego odcinka każdego elementu nieliniowego zbudować równoważny model liniowy (Thevenina lub Nortona) i włączyć go do obwodu zamiast elementu nieliniowego,
- rozwiązać uzyskany obwód liniowy, wyznaczając w pierwszej kolejności punkty pracy elementów nieliniowych,
- zweryfikować przyjęte w punkcie b) założenie (czy punkty pracy leżą na wybranych odcinkach?), jeśli weryfikacja jest negatywna, to powrócić do punktu b) i wybrać inne odcinki,
- wyznaczyć poszukiwane wielkości (np. prąd, napięcie, moc).

Metoda linearyzacji odcinkowo-liniowej

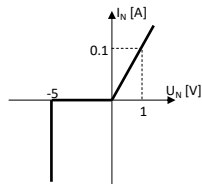
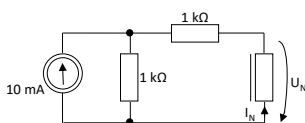


Układ zastępczy dla odcinka 2



Uwaga: z wykresu wynika, że $J_0 < 0$!

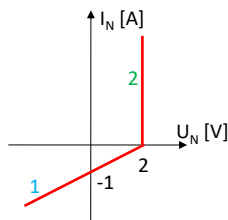
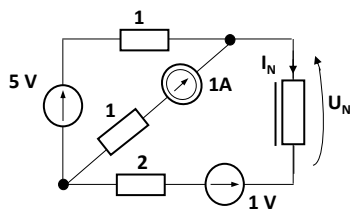
Obliczyć moc pobieraną przez element nieliniowy



Metoda linearyzacji odcinkowo-liniowej

Przykład:

Obliczyć moc wydzielaną na elemencie nieliniowym (rezystancje w Ω)



Nie spełnia założenia, $I_N > 0$!

Dla odcinka 1

$$R = 2 \quad V \left(1 + \frac{1}{4} \right) = 5 + 1 + \frac{3}{4} \\ V = 5.4 \quad I_N = \frac{5.4 - 3}{4} = 0.6$$

Dla odcinka 2 $R = 0$ $V \left(1 + \frac{1}{2} \right) = 5 + 1 + \frac{3}{2}$ $V = 5$

$$I_N = \frac{5 - 3}{2} = 1 \quad P_N = I_N U_N = 2 \cdot 1 = 2 \text{ W}$$

OK

Problem do rozwiązania

Jaki prąd płynie w obwodzie?

