

Ćwiczenie nr 23

Temat: Charakterystyka napięciowo-prądowa

- Cel:** 1. Pomiar charakterystyk obciążalności źródeł napięć i prądów stałych.
2. Wyznaczanie rezystancji wewnętrznej źródeł napięciowych.
3. Pomiar współczynnika tętnień źródeł napięciowych.

Definicje

Źródła energii elektrycznej.

Ze względu na sposób dostarczania tej energii źródła możemy podzielić na dwa rodzaje: źródła napięciowe oraz źródła prądowe.

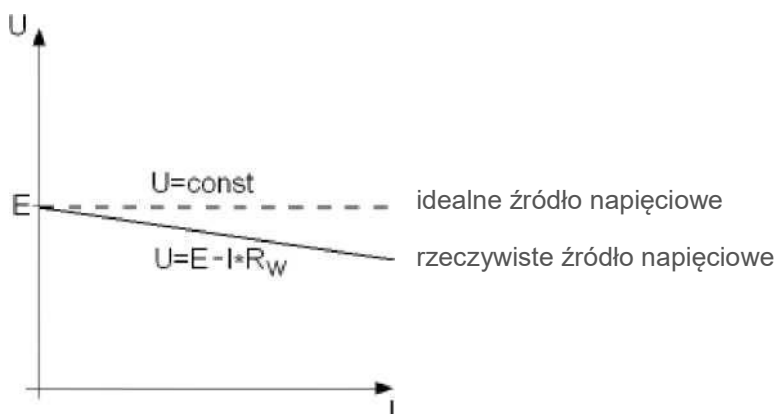
Źródłem napięciowym (idealnym) nazywamy element, na którego zaciskach występuje napięcie elektryczne o nieziennej wartości bez względu na obciążenie jakie podłączymy do zacisków. Z zasady działania wnioskujemy iż źródło napięciowe musiałoby mieć nieskończony zapas energii oraz dla obciążeń o rezystancji dążącej do zera musiałoby zapewniać nieskończenie duży prąd (zgodnie z prawem Ohma). Tego typu obiekt nie jest możliwy do realizacji fizycznej, w związku z czym wprowadza się definicję **rzeczywistego źródła napięciowego**. W najprostszym możliwym modelu źródła rzeczywistego przyjmuje się, iż ma ono dwa parametry: siłę elektromotoryczną oraz rezystancję wewnętrzną.

Siłę elektromotoryczną E (w skrócie SEM) definiujemy jako **napięcie wyjściowe niepracującego źródła** a więc napięcia na zaciskach wyjściowych źródła gdy nie jest pobierany z niego żaden prąd. Z fizycznego punktu widzenia siła elektromotoryczna jest siłą jaka działa na nośniki ładunku elektrycznego aby mogły się one poruszać w polu elektrycznym źródła (umowne ładunki dodatnie poruszają się od + do -).

Rezystancja wewnętrzna źródła modeluje straty energii zachodzące we wnętrzu źródła podczas jego pracy. Napięcie wyjściowe źródła jest odwrotnie proporcjonalne do pobieranego prądu i dane jest zależnością:

$$U = E - I_w \cdot R_w$$

Charakterystykę napięciowo-prądową (zależność napięcia od prądu) idealnego i rzeczywistego źródła napięciowego przedstawia rysunek.



Elementem analogicznym do źródła napięciowego jest źródło prądowe. Źródła prądowe są znacznie rzadziej spotykane w elektronice z dwóch powodów - źródła chemiczne energii elektrycznej (baterie, akumulatory) to przede wszystkim źródła napięciowe a źródła inne niż chemiczne pobierają przeważnie energię z sieci energetycznej, która jest również źródłem napięciowym..

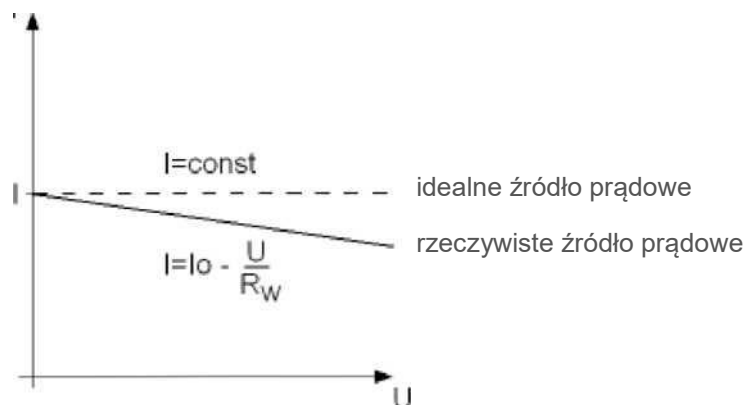
Źródłem prądowym (idealnym) nazywamy element, który wymusza pomiędzy swoimi zaciskami prąd elektryczny o niezmiennym natężeniu bez względu na obciążenie jakie podłączymy do tego źródła.

Przyjmujemy, iż prąd wymuszany przez źródło płynie od + do -. W przypadku źródła prądowego również nie jest możliwa jego fizyczna realizacja. W przypadku rezystancji obciążenia dążącej do nieskończoności źródło posiadałoby na swoich zaciskach nieskończenie wielkie napięcie. W związku z tym do zamodelowania rzeczywistości używamy pojęcia rzeczywistego źródła prądowego.

Prąd wyjściowy rzeczywistego źródła prądowego jest równy:

$$I_{wy} = I - U_{wy}/R_w$$

Charakterystykę prądowo-napięciową (zależność prądu od napięcia) idealnego i rzeczywistego źródła napięciowego przedstawia rysunek.



Z pojęciami źródła napięciowego oraz źródła prądowego związane jest twierdzenie Thevenina oraz twierdzenie Nortona.

Rzeczywiste źródła napięciowe możemy podzielić na:

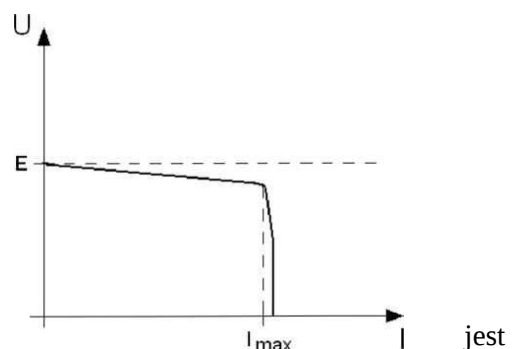
- źródła chemiczne - baterie, akumulatory;
- źródła elektromagnetyczne - prądnice prądu stałego i zmiennego;
- źródła termoelektryczne - termoogniwa, termopary;
- źródła fotoelektryczne - tzw. fotoogniwa.

Ogniwa chemiczne posiadają wyraźnie ograniczoną maksymalną obciążalność - tzw. **maksymalny prąd chwilowy**. Przy próbie poboru prądu większego od tej wartości napięcie ogniwa chemicznego spada do zera. Typowa charakterystyka prądowo-napięciowa ogniwa chemicznego przedstawiona jest na rysunku poniżej.

Źródła elektromagnetyczne napięcia tworzy się na wiele różnych sposobów. W zastosowaniach w elektronice użytkowej korzystamy przeważnie z sieci energetycznej, która źródłem napięcia przemiennego sinusoidalnego 230 V o częstotliwości 50 Hz.

Stabilizatory

Stosowane w elektronice źródła napięciowe chemiczne oraz prostowniki mają charakterystyki zbliżone do rzeczywistego źródła napięcia (a więc cechują się rezystancją wewnętrzną). Największą wadą rzeczywistego źródła napięcia jest zależność napięcia wyjściowego od pobieranego prądu - a więc od rezystancji obciążenia. Problem ten rozwiązuje się stosując na wyjściu takich źródeł napięciowych

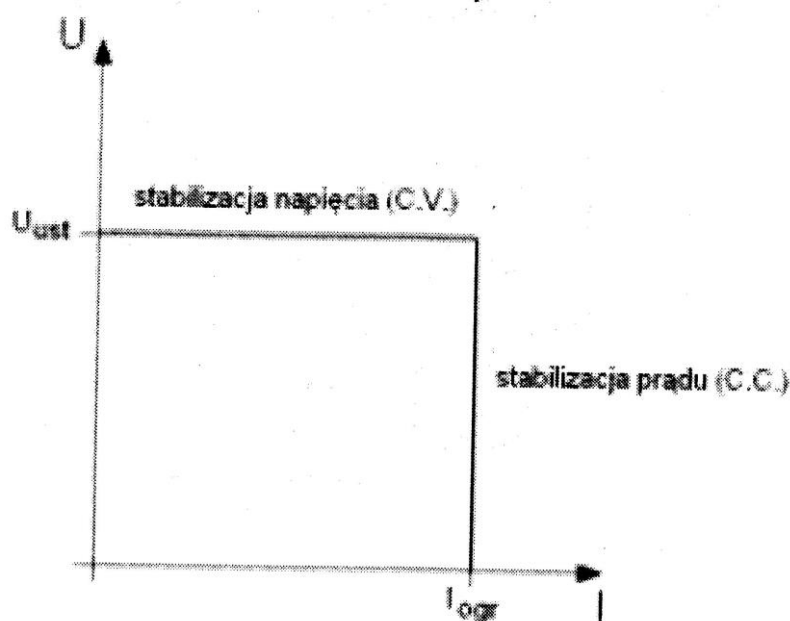


stabilizatory.

Stabilizatorem nazywamy układ elektroniczny odpowiedzialny za utrzymywanie swojego napięcia wyjściowego na stałym poziomie, bez względu na wahania napięcia wejściowego oraz bez względu na przyłączone obciążenie. Rzeczywiste stabilizatory posiadają oczywiście parametry graniczne, a więc zbiór warunków, w których będą w stanie spełnić swoją rolę. Do parametrów granicznych stabilizatora zalicza się:

- maksymalne i minimalne napięcie wejściowe,
- maksymalny możliwy prąd obciążenia.

Jeśli zapewnimy napięcie wejściowe mieszczące się w określonych granicach oraz nie będziemy przekraczać maksymalnego obciążenia źródło napięciowe stabilizowane będzie zachowywać się w przybliżeniu jak idealne źródło napięcia.



Pomiar rezystancji wewnętrznej źródła napięciowego

Rezystancja wewnętrzna typowego źródła napięciowego zawiera się przeważnie w zakresie od $100\text{ m}\Omega$ do $10\text{ }\Omega$. Ponieważ nie ma możliwości pomiaru tej rezystancji za pomocą omomierza, musimy korzystać z innych metod. Jedną z metod pomiaru jest odczytanie tej rezystancji z charakterystyki napięciowo-prądowej źródła:

Ponieważ jednak nie znamy wartości siły elektromotorycznej E , gdyż w trakcie każdego pomiaru obciążamy źródło chociażby woltomierzem, do odczytania rezystancji wewnętrznej potrzebne nam są wartości prądów i napięć w dwóch punktach charakterystyki. Wtedy:

$$U_1 = E - I_1 \cdot R_w$$

$$U_2 = E - I_2 \cdot R_w$$

Porównując oba równania otrzymujemy:

$$U_1 + I_1 \cdot R_w = U_2 + I_2 \cdot R_w$$

Stąd:

$$R_w = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1}$$

E - siła elektromotoryczna, U_1, U_2 - wartości napięcia, I_2, I_1 - wartości prądów.