imię nazwisko:
imię nazwisko:

UWAGA: wszystkie wpisy wykonać kolorem czerwonym

Ćwiczenie 03

Dzielnik napięcia, twierdzenie Thevenina

## Cel

Badanie stabilności dzielnika napięcia przy zmiennym obciążeniu. Dopasowanie energetyczne źródło-odbiornik.

## Lista elementów

* 2 rezystory 10 kΩ,
* drabinka rezystorów z przełącznikiem
 wieloobrotowym SW
* potencjometr 100 kΩ wieloobrotowy (helipot) z licznikiem obrotów
* potencjometr montażowy 10 kΩ

## Badanie dzielnika napięcia bez obciążenia

1. Odczytaj z kodu paskowego wartości nominalne rezystancji oraz zmierz je za pomocą omomierza. Wyniki zapisz w **Tab. 1**.
2. Zmontuj dzielnik napięcia wg schematu z **Rys. 1a**. Wyznacz parametry dzielnika, tzn. zmierz nap. źródła napięcia, spadki napięć na rezystorach oraz natężenie prądu Id za pomocą multimetru DMM. Jako źródło napięcia użyj *Variable Power Supply+*. Wyniki zapisz w **Tab. 1**. Dzielnik napięcia, do którego nie ma podłączonych innych elementów jest dzielnikiem *bez obciążenia*, albo na *biegu jałowym*.
3. Stosując prawo Kirchhoffa oraz Ohma oblicz ten dzielnik. **Tabela 1. Parametry dzielnika na biegu jałowym**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | obliczone/nominalne | zmierzone |
| E [V] |  |  |
| Id [mA] |  |  |
| R1 [kΩ] |  |  |
| R2 [kΩ] |  |  |
| U1 [V] |  |  |
| U2 [V] |  |  |
| parametry Thevenina dla punktów A-B |
| Uth [V] |  |  |
| Iz [mA] |  |  |
| Rth [kΩ] |  |  |



**Rysunek 1. Schemat dzielnika napięcia a) bez i b) z obciążeniem rezystancyjnym.**

1. Dla punktów A-B: zmierz napięcie Thevenina Uth (napięcie rozwarcia) oraz prąd zwarcia Iz. Oblicz rezystancję Thevenina Rth. Wyniki zapisz w **Tab. 1**.
2. Zmierz rezystancję zastępczą widzianą z punktów A-B, wynik zapisz w **Tab. 1**. Porównaj z obliczoną wartością w pkt. 4. Uwaga: jakich zmian należy dokonać w obwodzie, aby ten pomiar był poprawny?
3. Oblicz nap. Thevenina oraz rezystancję Thevenina, porównaj z wartościami zmierzonymi.

## Badanie dzielnika napięcia z obciążeniem

1. Zmierz wartość rezystancji poszczególnych rezystorów w drabince rezystorów, która posłuży jako zmienna rezystancja obciążenia Ro do badania dzielnika. Wyniki zapisz w **Tab. 2**., kolumna Ro (rezystancja obciążenia).

**Tabela 2. Parametry dzielnika napięcia ze zmiennym obciążeniem Ro. Kolumny Uot oraz Iot dotyczą pomiarów odpowiednio napięcia i prądu obciążenia w układzie zastępczym uzyskanym z tw. Thevenina.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| pozycjaprzełącz. | Ro [kΩ] | Ro/Rth | I1 [mA] | I2 [mA] | Io [mA] | I2+Io [mA] | U1 [V] | Uo [V] | U1+Uo [V] | Po [mW] | Uot[V] | Iot[mA] |
| 1. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. Zmontuj dzielnik napięcia z obciążeniem wg schematu z **Rys. 1b**. Dla poszczególnych pozycji przełącznika SW (1 – 12) zmierz natężenia prądów w poszczególnych gałęziach oraz spadki napięć, aby przyspieszyć proces pomiaru zaleca się do pomiaru prądów używać wirtualnego DMM, natomiast do pom. napięcia multimetru. Wyniki zapisz w **Tab. 2.**, kolumny odpowiednio: I1, I2, Io, U1 oraz Uo.
2. W celu sprawdzenia poprawności wykonanych pomiarów oblicz sumy I2+Io oraz U1+Uo, wyniki zapisz w **Tab. 2**. Jakich wartości sum należy się spodziewać? Z jakich praw one wynikają? (uzupełnij poniżej).
I2+Io = …….… wynika z prawa ……….…..
U1+Uo = ……….. wynika z prawa ……………
Jeśli jakieś pomiary nie potwierdzają powyższych równości (z dokładnością pomiaru) należy pomiary powtórzyć.
3. Oblicz moc Po wydzielaną na rezystancji obciążenia Ro, Po=Uo⋅Io, wyniki zapisz w **Tab. 2**.
4. Oblicz stosunek Ro/Rth. W dowolnym programie graficznym sporządź wykres:
a) zależności napięcia wyjściowego Uo dzielnika obciążonego od Ro/Rth, czyli Uo=f(Ro/Rth).
b) natężenia prądów I1, I2, Io w funkcji obciążenia względnego Ro/Rth (na jednym wykresie).
c) moc wydzielaną na obciążeniu w funkcji rezystancji obciążenia względnego Ro/Rth, Po=f(Ro/Rth).
Zrzuty ekranów z wykresami umieść pod odpowiednimi punktami a), b) i c).

## Potencjometr

1. Dzielnik zbudowany z dwóch rezystorów dzieli napięcie wejściowe wg stałego, ustalonego przez wartości R1 i R2, stosunku; jeśli potrzebujemy aby ten podział, czyli np. nap. na rezystorze R2, można było regulować płynnie bez potrzeby zmiany rezystorów należy zastosować **potencjometr** użyty w układzie potencjometrycznym, **Rys. 2a**. Potencjometr można również użyć jako rezystor o zmiennej rezystancji, pracuje on wtedy w układzie rezystancyjnym, **Rys. 2b**.



**Rysunek 2. Potencjometr w układzie a) potencjometrycznym, b) zmiennej rezystancji**

1. Zapoznaj się z budową potencjometru wieloobrotowego (helipot), pokrętła ze skalą, oznaczeniem wyprowadzeń. Zanalizuj sposób podłączenia potencjometru w układzie potencjometrycznym oraz rezystancyjnym, **Rys. 2a** oraz **b**.
2. Zmierz nominalną wartość rezystancji helipota (między wyprowadzeniami p0-p1).
Rp = ……….. kΩ.
3. Ustaw skalę helipota w pozycji 0.0, znajdź wyprowadzenia pomiędzy którymi rezystancja jest najmniejsza (będą to wyprowadzenia p0–suwak, **Rys. 2a**). Następnie zmierz wartości rezystancji dla kolejnych pozycji pokrętła: 1.0, 2.0…, wyniki zapisz w **Tab. 3**.
4. Zmontuj układ wg schematu z **Rys. 3**. Zmierz napięcie wyjściowe Up (na suwaku względem GND) dla poszczególnych obrotów pokrętła, wyniki zapisz w **Tab. 3**. Znając wartość rezystancji zmierzonej w pkt. 15., oblicz napięcie na suwaku korzystając ze wzorów na dzielnik napięcia, wyniki zapisz w **Tab. 3**., porównaj ze zmierzonym.


**Rysunek 3. Potencjometr jako dzielnik napięcia**

**Tabela 3. Pomiary rezystancji oraz napięcia dzielnika o zmiennym podziale wykonanego z helipota**.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| położenie pokrętła | rezystancja p0-suwak [kΩ] | napięcie na suwaku Up[V] |
| 0.0 |  | zmierzone | obliczone |
| 1.0 |  |  |  |
| 2.0 |  |  |  |
| 3.0 |  |  |  |
| 4.0 |  |  |  |
| 5.0 |  |  |  |
| 6.0 |  |  |  |
| 7.0 |  |  |  |
| 8.0 |  |  |  |
| 9.0 |  |  |  |
| 10.0 |  |  |  |

## Twierdzenie Thevenina w praktyce - badanie transferu energii ze źródła do odbiornika

1. Na platformie ELVIS II+ zestaw układ równoważny dla dzielnika napięcia (**Rys. 4c**) dobierając rezystencję zastępczą Rth za pomocą potencjometru montażowego 10 kΩ włączonego w obwód w układzie zmiennej rezystancji. Uwaga: wetknij potencjometr w płytkę, podłącz omomierz i dopiero wówczas ustaw żądaną wartość rezystancji. Jako źródła nap. użyj *Variable Power Supply+* ustawione na wartość Uth.


**Rysunek 4. b) Dzielnik napięcia z obciążeniem rezystancyjnym, c) równoważny obwód widziany z punktów A-B, wartości Uth oraz Rth określa twierdzenie Thevenina.**

1. Zmierz spadek napięcia Uo na obciążeniu oraz prąd obciążenia Io dla różnych wartości Ro używając drabinki rezystorów SW, wyniki zapisz w **Tab. 2.**, odpowiednio w kolumnie Uot i Iot.
2. Porównaj uzyskane wyniki ze zmierzonymi w układzie pierwotnym, czyli z Uo oraz Io.

## Zadania kontrolne

1. Na podstawie sporządzonych wykresów Uo(Ro/Rth) oraz I1, I2, Io(Ro/Rth) określ tzw. *sztywność* dzielnika, tzn. oceń przy jakiej wartości obciążenia napięcie na wyjściu dzielnika (A-B) jest bliskie pracy w stanie jałowym (bez obciążenia). Jaką wartość Ro/Rth uznałbyś za graniczną? jeśli Ro/Rth < …………, wtedy Uo ~ U2 (UA-B).
2. Jakie korzyści wynikają z zastosowania wniosków dot. *sztywnego* dzielnika przy analizie układów?
3. Czy na podstawie punktu 18. i 19. można mówić o słuszności twierdzenia Thevenina?
4. Określ z wykresu z pkt. 11c dla jakiej wartości stosunku Ro/Rth moc wydzielana na obciążeniu jest największa? Ro/Rth = ……….
Jaka jest wtedy wartość Ro = ………….. oraz Rth = …………
5. Dla przypadku z pkt 23. oblicz moc wydzielaną na Rth, Pth = ……….., porównaj z mocą wydzielaną wtedy na Ro.