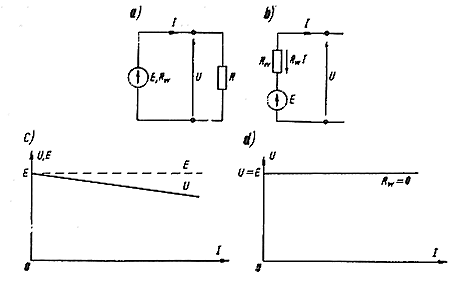
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| SPRAWOZDANIE Z ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO Z  TACHNIKI ANALOGOWEJ II | | | | |
| KOLEGIUM KARKONOWSKIE  w Jeleniej Górze  INSTYTUT TECHNIKI | | | Temat ćwiczenia: Dopasowanie odbiornika do źródła. Dopasowanie na maksimum mocy czynnej.  (ćwiczenie nr 10) | |
| Imię i nazwisko: | | | Data wykonania  ćwiczenia:  10.12.2007 | Ocena: |
| Specjalizacja  EiT | Semestr  III | Grupa  I |

1. **Cel ćwiczenia**

Celem ćwiczenia jest zbadanie własności źródła rzeczywistego liniowego, prądu stałego ; szczególnie zbadanie zmian mocy użytkowej przy zmianach obciążenia a także wykazanie nie równoważności energetycznej schematu zastępczego napięciowego i prądowego dla tego źródła. W tym celu na laboratoriach zostały zmontowane trzy układy pomiarowe ,które się trochę różnią od podanych w ćwiczeniach i dla tego w tabelkach zostały dodane impedancje zastępcze obciążenia.

1. **Wiadomości wstępne**

# *1.Rzeczywiste źródła napięcia i ich charakterystyki*



Rys. 1.1. Źródła napięcia i ich charakterystyki a) obwód elektryczny b) schemat zastępczy rzeczywistego źródła napięcia c) charakterystyka prądowo-napięciowa rzeczywistego źródła napięcia d) charakterystyka prądowo-napięciowa idealnego źródła napięcia



Rys. 1.2. Rzeczywiste źródło napięcia jako odbiornik energii elektrycznej

# *2.Sprawność rzeczywistego źródła napięcia i dopasowanie odbiornika*

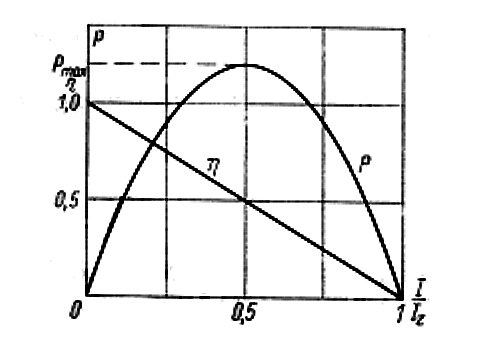
Moc elektryczna wytworzona w źródle napięcia o parametrach *E*, *Rw* przy obciążeniu prądem *I* wynosi



zaś moc oddawana przez źródło



Moc oddawana jest równa zeru w stanie jałowym i w stanie zwarcia źródła napięcia (rys. 3.1.).



Rys. 3.1. Wykres zależności mocy i sprawności rzeczywistego źródła napięcia od prądu obciążenia

Chcąc wyznaczyć największą wartość mocy *P2*, jaką źródło może oddać, należy przyrównać do zera pochodną



**Rzeczywiste źródło napięcia oddaje największą moc, gdy prąd obciążenia jest równy połowie prądu zwarcia**.

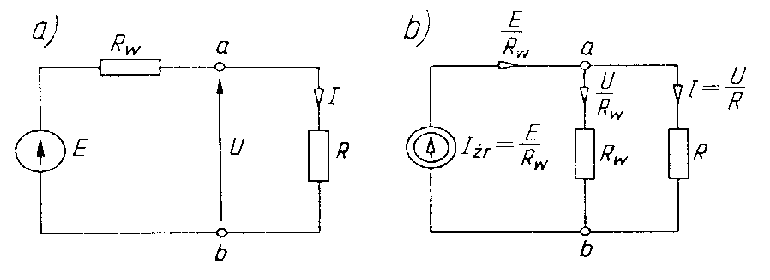
W przypadku obciążenia rzeczywistego źródła napięcia odbiornikiem rezystancyjnym *R* prąd *I* wynosi



Odbiornik pobierający największą moc z danego źródła napięcia nazywa się ***odbiornikiem dopasowanym do źródła***, a jego rezystancja jest równa rezystancji wewnętrznej źródła.

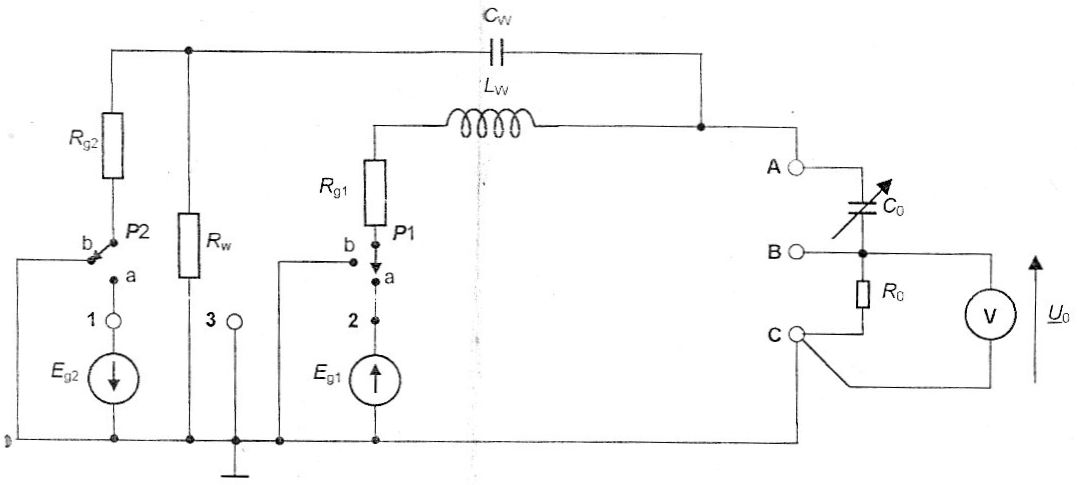
Stosunek mocy elektrycznej oddawanej *P2* do mocy wytwarzanej *P1* wyznacza **sprawność źródła napięcia**

**Rzeczywiste źródło napięcia obciążone odbiornikiem dopasowanym pracuje ze sprawnością 50%**.



1. **Pomiary**

*Układ pomiarowy*



Moc czynna *P* wydzielona w odbiorniku o impedancji *Z*0 = *R*0 + j*X*0 dołączonym do źródła o impedancji wewnętrznej *Z*z = *R*z + j*X*z i sem *E*z wyraża się następującą zależnością:



moc ta osiąga maksimum i jest równa mocy dysponowanej (rozporządzalnej) źródła

**

*Tabele pomiarowe*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| f = 100 Hz R = 100 Ω | | | |
| U  [V] | C  [nF] | φ  [ º] | Z0  [Ω] |
| 0,100 | 100 | -66 | 100 + j15915 |
| 0,168 | 200 | -60 | 100 + j7958 |
| 0,212 | 300 | -54 | 100 + j5305 |
| 0,247 | 400 | -49 | 100 + j3979 |
| 0,275 | 500 | -44 | 100 + j3183 |
| 0,296 | 600 | -39 | 100 + j2653 |
| 0,315 | 700 | -33 | 100 + j2274 |
| 0,331 | 800 | -22 | 100 + j1989 |
| 0,344 | 900 | -20 | 100 + j1768 |
| 0,356 | 1000 | -19 | 100 + j1592 |

****



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| f = 100 Hz C = 1 μF | | | | |
| R  [Ω] | U  [V] | φ  [ º] | I  [mA] | P  [mW] |
| 10 | 0,037 | - 19,9 | 3,700 | 0,137 |
| 50 | 0,184 | - 20,0 | 3,680 | 0,677 |
| 100 | 0,356 | - 20,1 | 3,560 | 1,267 |
| 150 | 0,518 | - 20,2 | 3,453 | 1,789 |
| 200 | 0,669 | - 20,3 | 3,345 | 2,238 |
| 250 | 0,811 | - 20,3 | 3,244 | 2,631 |
| 300 | 0,945 | - 20,4 | 3,150 | 2,977 |
| 350 | 1,072 | - 20,4 | 3,063 | 3,283 |
| 400 | 1,192 | - 20,4 | 2,980 | 3,552 |
| 450 | 1,305 | - 20,4 | 2,900 | 3,785 |
| 500 | 1,413 | - 20,5 | 2,826 | 3,993 |

1. **Wnioski**

Wyprowadzenie wzoru na moc czynną przy dopasowaniu na maksimum mocy czynnej:

E E

IO = , UO = \* ZO ;

ZZ + ZO ZZ + ZO

ZZ = RZ + jXZ  , ZO = RO + jXO ;

E2 \* RO

P = Re{ UO \* IO\*} = ;

( RO + RZ)2 + ( XZ + XO)2

Moc czynna P jako funkcja dwóch zmiennych RO i XO

P = f ( RO ,XO ) ,

osiąga maksimum, gdy

∂f /∂RO = 0 i ∂f /∂XO = 0 ,

tj. gdy

EZ2 [ ( RO + RZ )2 + ( XO +XZ )2 ] - 2RO \* EZ2 \* ( RO + RZ) = 0

- 2RO \* EZ2 \* ( XO + XZ) = 0

Z powyższego układu równań otrzymujemy warunek dopasowania:

RO = RZ  E2

XO = -XZ Pmax = ;

ZO = ZZ\*  4 RO

Tak więc moc czynna wydzielona w odbiorniku ZO jest maksymalna, gdy

ZO = ZZ\* = RZ - jXZ .

Przy zachowaniu warunku dopasowania moc czynna :

EZ

P = Pmax = .

4RO

W praktyce, szczególnie w zagadnieniach radiotechnicznych, używa się pojęcia mocy dysponowanej źródła. Mocą dysponowaną źródła ( EZ ,ZZ ) nazywamy moc czynną określoną wzorem: EZ2

P = = Pdys .

4RZ

Powyższa zależność wskazuje, że moc dysponowana jest to moc, jaką źródło dostarcza do odbiornika ZO w warunkach dopasowania. Tak więc

Pmax = Pdys .

Z wykresu 1 można odczytać wartość pojemności dla której napięcie na rezystorze RO osiąga maksimum. Z wykresu nie da się dokładnie wyznaczyć tego napięcia ponieważ utrzymuje się ono na jednakowym poziomie, ale pojemność ta mieści się w przedziale

(0.2,0.3) [μF] .Porównując tą pojemność z wartością uzyskaną z obliczeń tzn. CO = 0.2824 [μF] widać, że mieści się ona w tym przedziale. Jednak wartości tych nie można ze sobą porównywać, ponieważ CO odnosi się do całego dwójnika, natomiast Cmax odczytywana z wykresu odnosi się jedynie do spadku napięcia na rezystorze. Widać, że zwiększając pojemność jeszcze bardziej tzn. powyżej 1 1 [μF] napięcie na rezystorze zaczyna maleć. Natomiast w miarę malenia pojemności dwójnika napięcie na rezystorze maleje, przy wartości 1 [nF] maleje do praktycznie do zera. Kształt wykresu daje się logicznie wytłumaczyć. Dwójnik ma impedancję określoną wzorem Z = R + jXC gdzie XC = 1/(jωC) zatem przy stałej ( określonej ) częstotliwości reaktancja (XC) kondensatora zmienia się od 0 do ∞ ( teoretycznie ).Gdy XC jest bliskie 0 wówczas napięcie na rezystorze będzie największe, ponieważ całe napięcie odłoży się na nim. Natomiast gdy XC jest bliskie zeru to C dąży do ∞ ( duża wartość ).Odwrotnie jest gdy reaktancja kondensatora dąży do ∞, wówczas całe napięcie odłoży się na niej, natomiast na oporze będzie bliskie zeru. XC będzie dążyło do ∞ gdy C będzie bliskie zeru. Wszystko to dobrze ilustruje wykres 1.

Wykres 2 przedstawia zależność mocy czynnej wydzielonej w RO. Moc obliczam z zależności P = UR \* IR , ponieważ IR = UR / R to P = UR2 / R [W].Z samego wzoru można wywnioskować, że krzywa przyjmie postać paraboliczną. Żeby wytłumaczyć kształt krzywej należy wyjść od tego, że wraz ze wzrostem rezystancji rośnie na nim napięcie. Wiadomo, że na początku napięcie rośnie szybciej niż rezystancja , zatem krzywa narasta szybko. Zwiększając coraz bardziej rezystancję wzrost napięcia jest mniejszy od przyrostu rezystancji co powoduje zmniejszenie nachylenia krzywej. W końcu dochodzimy do momentu ,w którym wzrost rezystancji jest na tyle duży, że kwadrat przyrostu napięcia nie ma wpływu na kształt krzywej. Zatem wartość mocy spada praktycznie jak funkcja 1/R ( z dużym przybliżeniem ).Z wykresu widać, że w zależności od podłączonego źródła krzywa ma ten sam kształt, ale przyjmuje inne wartości. Jest to spowodowane innymi wartościami źródeł podłączanych do układu. Sprawdzając zasadę superpozycji mogliśmy się przekonać, że różne konfiguracje SEM Eg1 iEg2  dają różne wartości napięć zasilających układ.

Moc zespolona wyraża się wzorem S = U \* I\* = P + jQ gdzie :

P - moc czynna ,

Q - moc bierna , zatem

P = Re {S} i Q = Im {S} i S2 = P2 + Q2 .

Moc bierna jest więc zawsze tego samego znaku co reaktancja X ( przeciwnego znaku niż susceptancja B ).Znak mocy biernej świadczy więc o tym, czy dla rozważanej pulsacji reaktancja dwójnika ma charakter indukcyjny (Q > 0), czy pojemnościowy (Q<0).Zerowanie się mocy biernej świadczy o tym, że dwójnik jest w rezonansie (przy założeniu, że nie jest to dwójnik rezystancyjny).