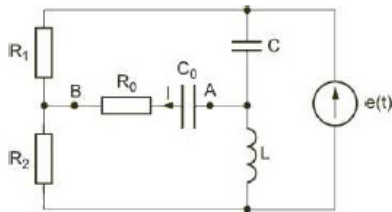


metoda Thevenina

### 1. Identyfikacja problemu = po czym poznać, że zadanie trzeba rozwiązać tą metodą:

- wskazane bezpośrednio w treści
- do policzenia jest prąd  $I_x$  lub napięcie  $U_x$  na wybranym elemencie
- do policzenia jest prąd  $I_x$  lub napięcie  $U_x$  pomiędzy punktami (zaciskami) A i B, a punkty te znajdują się na jednej gałęzi

Przykład



Rozwiązanie

### 2. Przekształcenia symboliczne

(jak w zadaniach na rozpływ prądów, bilans mocy, impedancję zast.):

- źródła napięć i prądów zmieniane z wartości chwilowych (funkcji czasu) na wartości skuteczne zespolone:

$$u(t) = U_m \sin(\omega t + \Psi_u) \quad \rightarrow \quad U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} e^{j\Psi_u} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} (\cos(\Psi_u) + j \sin(\Psi_u))$$

$$i(t) = I_m \sin(\omega t + \Psi_i) \quad \rightarrow \quad I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} e^{j\Psi_i} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} (\cos(\Psi_i) + j \sin(\Psi_i))$$

- impedancje cewek i kondensatorów  
cewka:

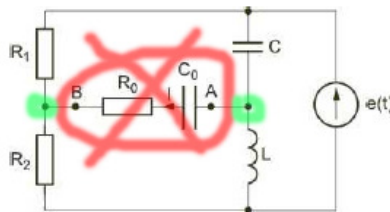
$$Z_L = j\omega L = jX_L$$

kondensator:

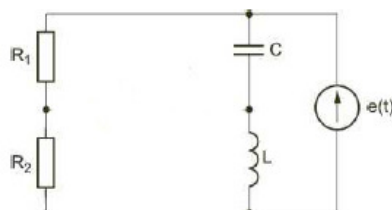
$$Z_C = \frac{1}{j\omega C} = -jX_C$$

### 3. Wyliczenie napięcia $U_{AB}$

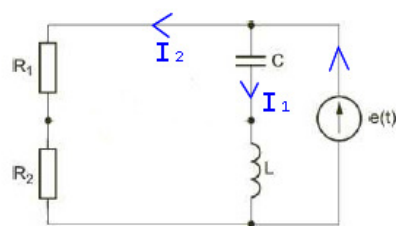
1. W tym celu z obwodu należy usunąć całą gałąź na której znajdują się punkty A i B zostawiając tylko węzły, do których ta gałąź była przyłączona



po usunięciu:

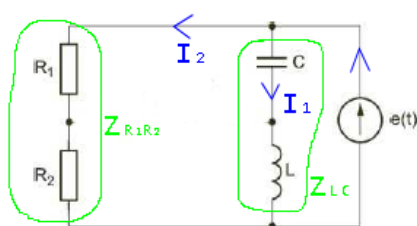


2. Teraz policzyć trzeba rozptyw prądów w uproszczonym układzie - czyli w przykładzie  $I$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ .

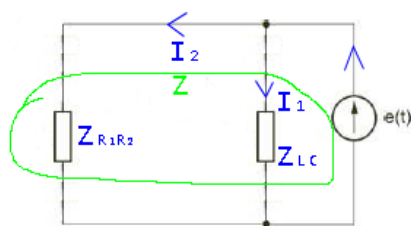


najszybciej jest uprościć układ ile się da (redukując połączenia szeregowe i równoległe przez wyznaczenie impedancji zastępczych).

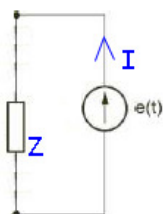
W przykładzie są dwa połączenia szeregowe:



a następnie równoległe:

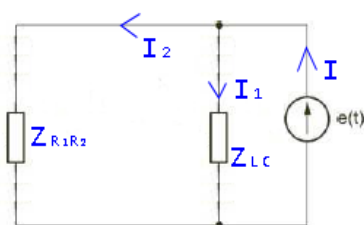


po wyznaczeniu  $Z$  można policzyć  $I$  z równania napięciowego dla oczka:



$$I = \frac{U}{Z}$$

Teraz - po wyliczeniu  $I$  - cofając się do poprzedniego układu (z  $Z_{R1R2}$  i  $Z_{LC}$ ) można wyliczyć szybko  $I_1$  i  $I_2$ :



Można to policzyć z oczek przechodzących przez  $e(t)$ , albo skorzystać z faktu, że  $Z_{R1R2}$  i  $Z_{LC}$  są połączone równoległe, czyli że napięcie na nich jest takie samo i równe napięciu przyłożonemu do tych elementów (czyli  $U$ )

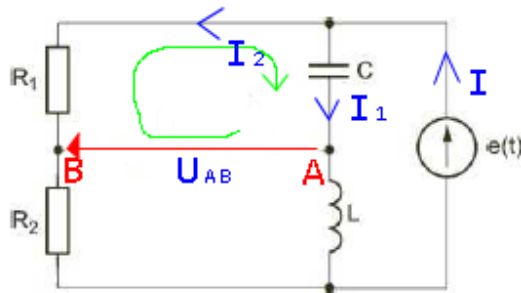
$$I_1 = \frac{U}{Z_{LC}}$$

$$I_2 = \frac{U}{Z_{R1R2}}$$

Rozpływ prądów jest policzony

3. Teraz policzyć napięcie na zaciskach "wyciętej" gałęzi.

W tym celu cofamy się do układu sprzed zastąpienia połączeń szeregowych. Trzeba policzyć napięcie między węzłami A i B - dla ułatwienia można je połączyć "wirtualnym" połączeniem (czerwona strzałka) - wybieramy jedno z oczek, które zawiera to "wirtualne" połączenie:



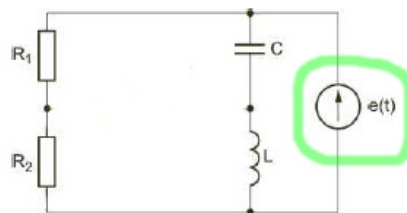
W przykładzie dla górnego oczka

$$U_{AB} = I_2 R_1 - I_1 Z_C$$

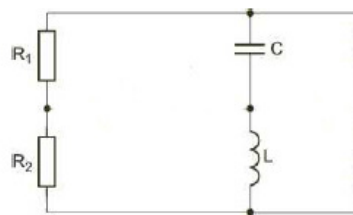
#### 4. Wyliczenie impedancji zastępczej pomiędzy zaciskami A i B

1. wracamy do układu po wycięciu gałęzi pomiędzy A i B i **dodatkowo** zastępujemy:

- wszystkie źródła prądu rozłączeniami (zamiast źródła jest przerwa)
- wszystkie źródła napięcia połączeniami (zamiast źródła jest linia)

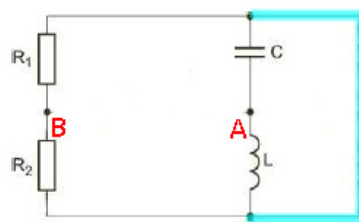


Po zastąpieniu:

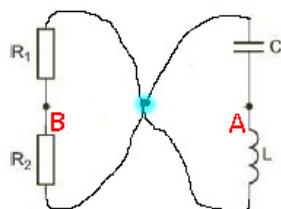


2. teraz można uprościć układ:

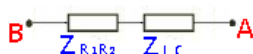
- wyrzucając wszystkie przerwane gałęzie (powstają po rozłączeniu źródeł prądu)
- redukując połączone węzły pomiędzy którymi na gałęzi nie ma żadnych elementów (takie połączenia powstają po usunięciu źródeł napięcia)



po połączeniu zaznaczonych węzłów w jeden



3. Przekształcamy otrzymany układ aż do uzyskania impedancji zastępczej  
Rezystory  $R_1$  i  $R_2$  są połączone równolegle, cewka  $L$  i kondensator  $C$  też są połączone równolegle. Po wyliczeniu impedancji zastępczych dla tych połączeń równoległych:



A stąd już bardzo łatwo wyliczyć impedancję zastępczą pomiędzy A i B (połączenie szeregowe)

## 5. Obliczenie $I_x$

korzystamy ze wzoru z tw. Thevenina:

$$I_x = \frac{U_{AB}}{Z + Z_{AB}}$$

gdzie:

$U_{AB}$  - napięcie wyliczone w punkcie **3**

$Z_{AB}$  - impedancja zastępcza wyliczona w punkcie **4**

$Z$  - impedancja zastępcza elementów "wyciętych" (znajdujących się w oryginalnym układzie pomiędzy A i B)