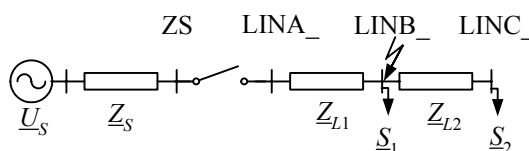


PRZYKŁAD C1.1

Opracować model fragmentu sieci trójfazowej 110kV z linią reprezentowaną za pomocą dwóch odcinków RL z wzajemnym sprzężeniem (*model 51*). Schemat sieci jest pokazany na rys. 1. Zbadać przebieg prądów podczas zwarcia doziemnego fazy L2 w węźle LINB_. Model zwarcia w postaci szeregowo połączonej rezystancji z wyłącznikiem, przedstawić w oddzielnym module danych. Opracować także moduł reprezentujący model źródła zasilania z impedancją.



Rys. 1. Schemat rozpatrywanej sieci

Parametry sieci:

$\underline{U}_s = 115 \text{ kV} \quad \angle 90^\circ$, $\underline{Z}_{s0} = 4,3 + j45,0 \text{ } \Omega$, $\underline{Z}_{s1} = 2,5 + j28,0 \text{ } \Omega$, $\underline{S}_1 = 4,0 + j2,0 \text{ MV}\cdot\text{A}$

$\underline{S}_2 = 7,0 + j4,0 \text{ MV}\cdot\text{A}$ (oba obciążenia są reprezentowane w postaci schematu RL połączonego w gwiazdę z uziemieniami punktów neutralnych: $R_{N1} = 2,5 \text{ } \Omega$ oraz $R_{N2} = 1,5 \text{ } \Omega$; odcinki linii:

LINA_-LINB_-: $\underline{Z}_{L10} = 0,45 + j3,90 \text{ } \Omega$, $\underline{Z}_{L11} = 0,31 + j2,80 \text{ } \Omega$,

LINB_-LINC_-: $\underline{Z}_{L20} = 0,63 + j4,50 \text{ } \Omega$, $\underline{Z}_{L21} = 0,48 + j3,40 \text{ } \Omega$.

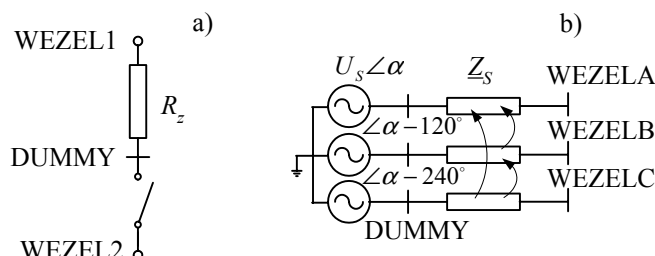
Zwarcie jest reprezentowane za pomocą wyłącznika z szeregowo połączoną rezystancją o wartości: $R_z = 0,1 \text{ } \Omega$. Moment zwarcia: $t_z = 0,04 \text{ s}$, licząc od początku symulacji.

Impedancje reprezentujące obciążenia (połączenie w gwiazdę) obliczane są według zależności:

$$Z = \frac{U_r^2}{S},$$

co daje: $\underline{Z}_1 = 2432 + j1186 \text{ } \Omega$, $\underline{Z}_2 = 1344 + j719 \text{ } \Omega$.

Zacznijmy od utworzenia modułu reprezentującego model zwarcia (rys. 2a). Przyjęto, że nazwa węzła wewnętrznego, pomiędzy opornikiem a wyłącznikiem jest nieistotna (nie będzie dalej wykorzystywana) i stąd, jest ona wskazana w deklaracji DUM.



Rys. 2. Schematy zastępcze: a) modelu zwarcia oraz b) źródła napięcia trójfazowego

Tekst modułu jest zapisany w zbiorze *zwarcie1.dat*. Jest on następujący.

```
BEGIN NEW DATA CASE          -- NOSORT ---
C   Moduł reprezentujący obwód zwarcia: opornik + wyłącznik
DATA BASE MODULE
$ERASE
C
ARG, WEZEL1, WEZEL2, RZWARC,      {wykaz wszystkich argumentów
ARG, __TZWARCIA, __TWYLACZ, K      {oprócz fikcyjnych
NUM, RZWARC, __TZWARCIA, __TWYLACZ, K {argumenty numeryczne
DUM, __WWYL                       {fikcyjne argumenty - muszą być po ARG
C model zwarcia
/BRANCH
C <BUSF><BUST>                  < R >< L >< C >
  WEZEL1__WWYL                  RZWARC
/SWITCH
C <BUSF><BUST>< TCLOSE >< TOPEN ><CURR. M.><OV.SL.SP>< SPES.K.><BUS5><BUS6><>
C wyłącznik zwarcia
  __WWYLWEZEL2__TZWARCIA__TWYLACZ                                     K
C
BEGIN NEW DATA CASE
C
$PUNCH, zwarcie1.lib
BEGIN NEW DATA CASE
BLANK
```

Do modułu przekazywanych jest siedem argumentów, przy czym, dwa pierwsze związane są z nazwami węzłów zewnętrznych modelu zwarcia (WEZEL1 oraz WEZEL2), a pozostałe są argumentami liczbowymi, odnoszącymi się do: rezystancji zwarcia (RZWARC), momentu wystąpienia zwarcia (__TZWARCIA) i jego wyłączenia (__TWYLACZ). Wskaźnik K może przyjmować wartości całkowite z zakresu (0–4), które służą do określenia parametru mierzonego na wyłączniku (K=0 – bez pomiaru, K=1 – pomiar prądu itd.). W deklaracji DUM wymieniona jest nazwa węzła __WWYL (na rys. 1a odpowiada mu DUMMY), która zostaje automatycznie zdefiniowana przed uruchomieniem symulacji.

W poleceniu \$PUNCH została określona nazwa zbioru wyjściowego, który zostaje określony w rezultacie przetwarzania tego zbioru w programie ATP-EMTP.

Moduł przedstawiający model trójfazowego źródła z impedancją wewnętrzną, został opracowany na podstawie schematu zastępczego z rys. 1b. Tekst zapisany w zbiorze dyskowym *zrodlo3.dat* jest następujący:

```
BEGIN NEW DATA CASE          -- NOSORT ---
C   Moduł reprezentujący źródło 3-fazowe (typ 14) + impedancja (typ 51)
DATA BASE MODULE
$ERASE
C
ARG, WEZEL, NAPSKUTECZ, __CZESTOTL, __FAZA_A, __TZSTART,
ARG, __RS_0, __XS_0, __RS_1, __XS_1
NUM, NAPSKUTECZ, __CZESTOTL, __FAZA_A, __TZSTART,
NUM, __RS_0, __XS_0, __RS_1, __XS_1
DEP, __AMPLITUDA, __FAZA_B, __FAZA_C
C
    =
    __AMPLITUDA = NAPSKUTECZ*SQRT(2.0/3.0)
    __FAZA_B = __FAZA_A - 120. {przesunięcie o 120 stopni
    __FAZA_C = __FAZA_A - 240. {przesunięcie o 240 stopni
DUM, NZRODA, NZRODB, NZRODC    {DUM musi być na końcu
/BRANCH
C <BUSF><BUST>                < R >< L >< C >
C ----- Impedancja ekwiwalentnego źródła 110kV -----
51NZRODAWEZELA                __RS_0__XS_0    { Ro, Lo [ohm] }
52NZRODBWEZELB                __RS_1__XS_1    { R1, L1 [ohm] }
53NZRODCWEZELC
C
/SOURCE
C ----- 3-fazowe źródło -----
C <NODE><><AMPLITUD><FREKVENS><T0/I0/BE><    A1    ><    T1    >< START    >< STOP    >
C
14NZRODA  __AMPLITUDA__CZESTOTL__FAZA_A                __TZSTART
14NZRODB  __AMPLITUDA__CZESTOTL__FAZA_B                __TZSTART
14NZRODC  __AMPLITUDA__CZESTOTL__FAZA_C                __TZSTART
C
BEGIN NEW DATA CASE
C
$PUNCH
BEGIN NEW DATA CASE
BLANK
```

W zbiorze argumentów podana jest nazwa węzła trójfazowego (WEZEL), która dotyczy trzech faz: WEZELA, WEZELB oraz WEZELC. Te nazwy są rozszerzane przed rozpoczęciem symulacji (przybierają one znaczenie aktualnej nazwy z wywołania \$INCLUDE). Pozostałe parametry odnoszą się do wielkości liczbowych. Warto zauważyć, że długości ich nazw odpowiadają długościom odpowiednich pól liczbowych w formacie danych.

Trzy zmienne liczbowe: __AMPLITUDA, __FAZA_B, __FAZA_C są wymienione w deklaracji DEP, co oznacza, że należy je określić za pomocą wyrażeń w języku FORTRAN, bezpośrednio po tej deklaracji. Widać, że wielkości te odnoszą się do amplitudy źródła

kosinusoidalnego (*typ 14*) – wartość ta jest obliczana na podstawie przekazywanej wartości skutecznej napięcia międzyfazowego oraz początkowych kątów sygnałów w fazach B oraz C. W deklaracji DUM określone są także węzły, których nazwy są przyporządkowywane automatycznie – deklaracja dotyczy węzłów w trzech fazach.

Przetwarzanie obu wymienionych zbiorów z tekstami modułów można przeprowadzić z wykorzystaniem trybu wsadowego określonego przez zbiór *runtpwd.bat*, jako jego parametr, na przykład:

Runtpwd.bat zrodlo3.dat

Uzyskany zbiór wynikowy przedstawia moduł, który można wykorzystać w głównym zbiorze danych do symulacji. W rozpatrywanym przykładzie, zbiór ten nazywa się: *modul1.dat*.

```
BEGIN NEW DATA CASE
C *****
C * Przykład wykorzystania modułu *
C * Sieć 110kV *
C *****
C
C DT >< TMAX >< XOPT >< COPT >
C 2.0E-05 1.2E-01 50. 0.
C IOUT >< IPLIT>< IDOUBL>< KSSOUT>< MAXOUT>< IPUN >< MEMSAV>< ICAT >< NENERG>< IPRSUP>
C 500 5 0 0 0 0 0 1
C -----
$INCLUDE, zrodlo3.lib, ZS___, 115000., 50., 90., -1., 4.3, 45., 2.5, 28.
/SWITCH
C ----- wyłączniki linii -----
C <BUSF><BUST>< TCLOSE >< TOPEN ><CURR. M.><OV.SL.SP>< SPES.K.><BUS5><BUS6><>
C ZS___ALINA_A -1 99.0 1
C ZS___BLINA_B -1 99.0 1
C ZS___CLINA_C -1 99.0 1
/BRANCH
C
C <BUSF><BUST> < R >< L >< C >
C ----- pierwszy odcinek linii -----
51LINA_ALINB_A 0.45 3.9 { Ro, Lo [ohm] }
52LINA_BLINB_B 0.31 2.8 { R1, L1 [ohm] }
53LINA_CLINB_C
C obciążenie w LINB_: połączenie Y z rezystancją w punkcie neutralnym
LINB_ALINB_N 2432. 1186.
LINB_BLINB_N 2432. 1186.
LINB_CLINB_N 2432. 1186.
LINB_N 2.5
C ----- drugi odcinek linii -----
51LINB_ALINC_A 0.63 4.5 { Ro, Lo [ohm] }
52LINB_BLINC_B 0.48 3.4 { R1, L1 [ohm] }
53LINB_CLINC_C
C obciążenie w LINC_: połączenie Y z rezystancją w punkcie neutralnym
LINC_ALINC_N 1344. 719.
LINC_BLINC_N 1344. 719.
LINC_CLINC_N 1344. 719.
LINC_N 1.5
```

```
C
$INCLUDE, zwarcie1.lib, LINB_B, #####, 0.1, 0.04, 1.0,1
/OUTPUT
C REQUEST FOR OUTPUT OF NODE VOTAGES
C <BUSN><BUSO><BUSP><BUSQ><BUSR><BUSS><BUST><BUSU><BUSV><BUSW><BUSX><BUSY><BUSZ>
  ZS___AZS___BZS___C
C
BLANK BRANCH
BLANK SWITCH
BLANK SOURCE
BLANK OUTPUT
BEGIN NEW DATA CASE
BLANK
```

W zbiorze danych umieszczone są dwa odwołania \$INCLUDE z odpowiednimi parametrami. Zamieszczone komentarze wyjaśniają poszczególne elementy danych.