

簡潔 2 相 3 相変換変圧器 (SPTT23)

Simple Phase Transpose Transformer : Phase 2 to Phase 3 (SPTT23)

井戸川 功 雄

Isao Idogawa

キーワード：簡潔、2相3相変換、SPTT23

1. はじめに

先に SPTT (簡潔な 3 相 2 相変換変圧器) の詳細を記載した¹⁾。

このときは 3 相を 2 相に変換した例を述べたが、逆に 2 相を 3 相にも変換できることを本論文で詳細な数値で示す。この変換器を SPTT23 と称する。

これが前の SPTT で示した各部の電位電流値と合う場合をみるには SPTT では 2 相側の負荷は、それぞれ電車力行負荷 $30\Omega (36.87^\circ) = 24 + j18\Omega$ を用いたが、今はこの負荷 2 つが図 1 のような EG1、 $j \cdot EG1$ なる電源となるのであり、3 相側は 3 つの負荷となるのであるから、その 3 相の負荷の値を先ず決めなければ比較できない。その 3 相の負荷は論文²⁾ 第 4 章「各枝が望みの電気 2 量を持つ回路網」を用いて次のように決められる。なお、図 1

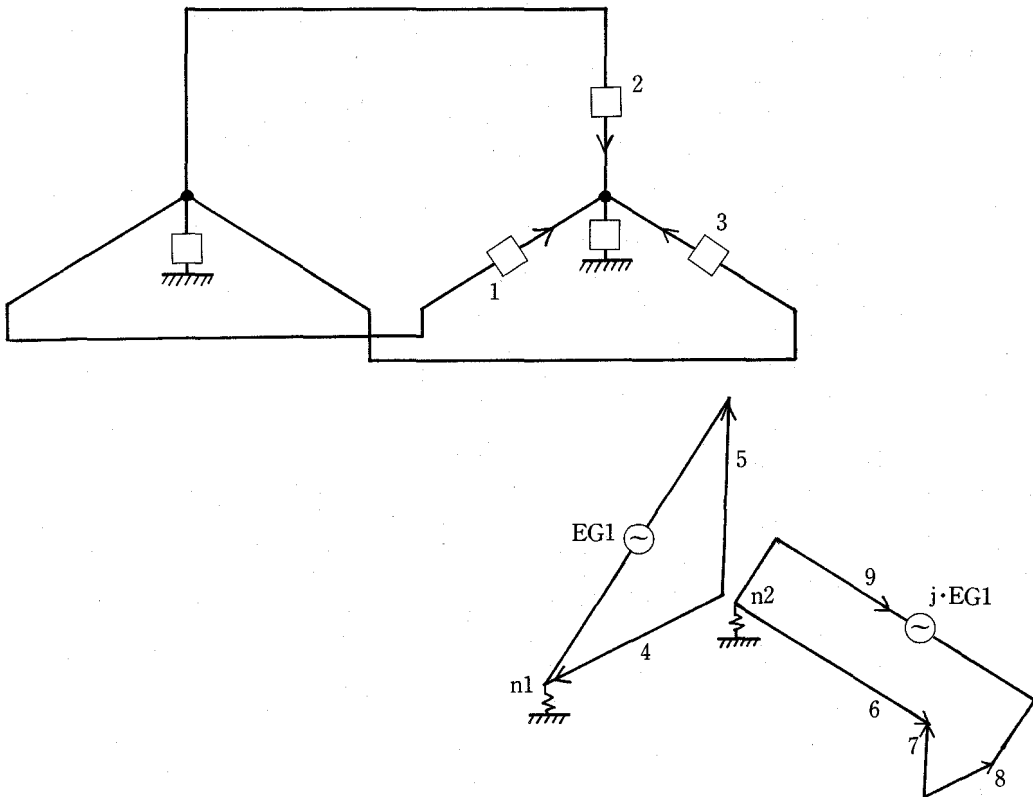


図 1 簡潔 2 相 3 相変換変圧器 (SPTT23)

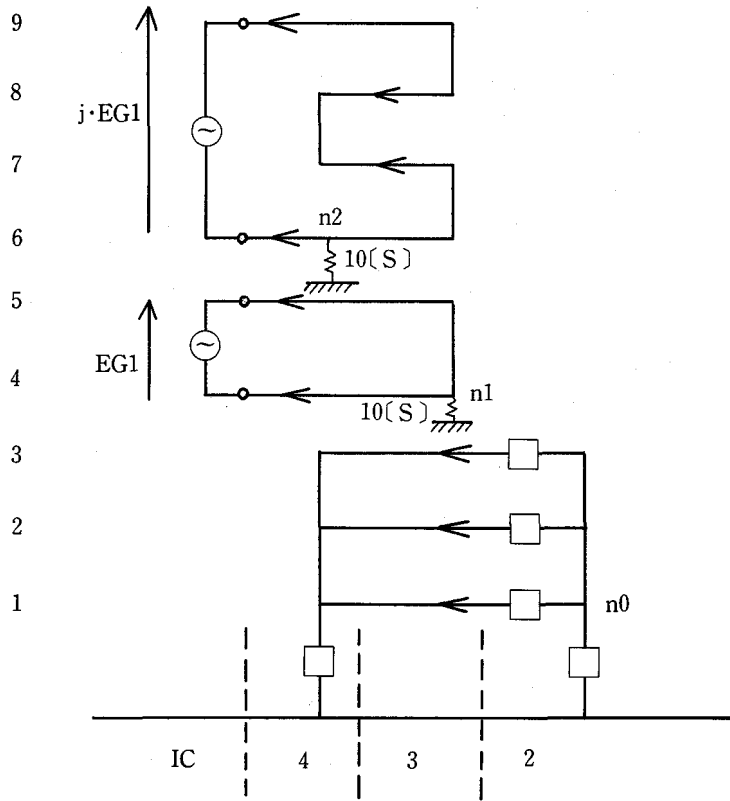


図2 SPTT23を多導体はしご形で画いた図

第9導体は0Ωであるからj·EG1は左端に移した。

をはしご形に画くと図2となる。

と求まる。(附録参照)(表3参照)
第2、3導体負荷も同様である。

2. SPTT23の3相部負荷3つの算出

論文²⁾第4章によると算出すべき負荷Zは、

$$Z = (1/I - 1/I_s) E_o \quad (4 \cdot 3)$$

と求まる。ここにIは前論文¹⁾の例(表6)では、第1導体の縦電流=0.159175kA(-6.584°)であり、I_sは本論文の第1、2、3導体を短絡してプログラムし計算したとき(表1参照)の第1導体の電源 I_s=104.371kA(99.463°)であり、E_oは本論文の第1、2、3導体を開放して計算したとき(表2参照)の第1導体の縦電圧 E_o=126.974kV(-179.998°)である。これらを(4・3)式に代入して第1導体の負荷は、

$$Z = (-792.632 - j92.6858) \Omega$$

表1 第1、2、3導体を短絡(10⁻⁶Ω)した答 Is

NCASE,N,ZE,YEN,YTM		200D+00		100D+02		200D+00									
OZG=		.00000		.00000		ZL= 24.00000		18.00000		ZLL= 30.00000		PHI= -10.00000			
NZYM,ICOUNT(I)		3		4		3		2							
OZG=		.00000		.00000		ZL= 24.00000		18.00000		ZLL= 30.00000		PHI= .00000			
ZLLL=		.300000D+02		.000000D+00		COSPHI=		.100000D+01							
EG=		.259808D+02		.150000D+02		-.150000D+02		.259808D+02							
AAAA		D1(I)		.000000D+00		.000000D+00		-.421192D+03		.511637D+03		.000000D+00		.000000D+00	
1	E0=	1.0182438E-05	-2.0852883E-05	2.3206136E-05	-6.3973797E+01										
2	E0=	9.9556492E-06	-1.9745066E-05	2.2112950E-05	-6.3242326E+01										
3	E0=	1.0015088E-05	-1.9735159E-05	2.2130939E-05	-6.3093373E+01										
4	E0=	-1.5155371E+01	-3.7501693E+00	1.5612464E+01	-1.6610145E+02										
5	E0=	1.0825391E+01	1.1249831E+01	1.5612424E+01	4.6101489E+01										
6	E0=	3.5331262E-06	-6.5774490E-06	7.4663121E-06	-6.1757197E+01										
7	E0=	-8.7501679E+00	2.3815615E+01	2.5372208E+01	1.1017399E+02										
8	E0=	-8.7501674E+00	2.3815615E+01	2.5372209E+01	1.1017399E+02										
9	E0=	-1.4999996E+01	2.5980756E+01	2.9999993E+01	1.2000000E+02										
4 I	1 1	.906967E-06	-80.137 SI	.382004E-05	86.202 E	.906967E-06	-80.137 II	.176653E+03	-76.115	4 EE	.223364E-04	-63.326			
3 I	3 1	.104371E+03	99.463 SI	.828672E-04	-59.614 E	.126283E-03	-77.469 II	.000000E+00	.000	3 EE	.104766E-03	99.545			
2 I	5 1	.104371E+03	99.463 SI	.808989E-04	-59.893 E	.104371E-03	99.463 II	.104371E+03	99.463	2 EE	.422463E-06	120.388			
4 I	1 2	.170974E-06	101.173 SI	.000000E+00	.000 E	.170974E-06	101.173 II	.792223E+02	-156.235	4 EE	.222777E-04	-63.360			
3 I	3 2	.104371E+03	-20.537 SI	.000000E+00	.000 E	.890932E-04	169.403 II	.000000E+00	.000	3 EE	.104096E-03	-20.407			
2 I	5 2	.104371E+03	-20.537 SI	.000000E+00	.000 E	.104371E-03	-20.537 II	.104371E+03	-20.537	2 EE	.363083E-06	118.888			
4 I	1 3	.995071E-07	94.552 SI	.000000E+00	.000 E	.995071E-07	94.552 II	.205633E+03	81.579	4 EE	.222230E-04	-63.191			
3 I	3 3	.104371E+03	-140.537 SI	.000000E+00	.000 E	.101907E-03	26.955 II	.000000E+00	.000	3 EE	.104357E-03	-140.750			
2 I	5 3	.104371E+03	-140.537 SI	.000000E+00	.000 E	.104371E-03	-140.537 II	.104371E+03	-140.537	2 EE	.387316E-06	127.326			
4 I	1 4	.662703E+03	129.462 SI	.330773E+08	110.137 E	.000000E+00	.000 II	.000000E+00	.000	4 EE	.156125E+02	-166.101			
3 I	3 4	.662703E+03	129.462 SI	.287436E+00	-69.463 E	.156125E+02	-166.101 II	.662745E+03	129.456	3 EE	.991220E-07	-84.343			
2 I	5 4	.396488E-13	-84.343 SI	.287437E+00	-69.463 E	.000000E+00	.000 II	.396488E-13	-84.343	2 EE	.991220E-07	-84.343			
4 I	1 5	.662703E+03	-50.538 SI	.175465E+09	18.827 E	.000000E+00	.000 II	.000000E+00	.000	4 EE	.156124E+02	46.101			
3 I	3 5	.662703E+03	-50.538 SI	.287436E+00	140.537 E	.156124E+02	46.101 II	.662745E+03	-50.544	3 EE	.747152E-06	-54.776			
2 I	5 5	.373576E-12	-54.776 SI	.287436E+00	140.537 E	.000000E+00	.000 II	.373576E-12	-54.776	2 EE	.747152E-06	-54.776			
4 I	1 6	.662703E+03	-140.538 SI	.000000E+00	.000 E	.000000E+00	.000 II	.746631E-04	-61.757	4 EE	.746631E-05	-61.757			
3 I	3 6	.662703E+03	-140.538 SI	.000000E+00	.000 E	.200000E+02	-60.000 II	.583718E+03	-140.538	3 EE	.200000E+02	120.000			
2 I	5 6	.120000E-04	120.000 SI	.000000E+00	.000 E	.000000E+00	.000 II	.120000E-04	120.000	2 EE	.200000E+02	120.000			
4 I	1 7	.171071E-04	1.319 SI	.636979E-06	-79.660 E	.000000E+00	.000 II	.662703E+03	-140.538	4 EE	.253722E+02	110.174			
3 I	3 7	.662703E+03	39.462 SI	.390153E-05	122.198 E	.661427E+01	79.108 II	.583718E+03	39.462	3 EE	.200000E+02	120.000			
2 I	5 7	.140000E-04	120.000 SI	.390165E-05	122.213 E	.000000E+00	.000 II	.140000E-04	120.000	2 EE	.200000E+02	120.000			
4 I	1 8	.166958E-04	-177.936 SI	.300000E+02	30.000 E	.000000E+00	.000 II	.662703E+03	39.462	4 EE	.253722E+02	110.174			
3 I	3 8	.662703E+03	-140.538 SI	.662745E-06	-50.544 E	.661424E+01	-19.108 II	.754140E+03	-140.537	3 EE	.300000E+02	120.000			
2 I	5 8	.240000E-04	120.000 SI	.662745E-06	-50.544 E	.000000E+00	.000 II	.240000E-04	120.000	2 EE	.300000E+02	120.000			
4 I	1 9	.662703E+03	39.462 SI	.661424E+01	160.892 E	.000000E+00	.000 II	.000000E+00	.000	4 EE	.300000E+02	120.000			
3 I	3 9	.662703E+03	39.462 SI	.754140E-06	39.463 E	.000000E+00	.000 II	.754140E+03	39.463	3 EE	.300000E+02	120.000			
2 I	5 9	.270000E-04	120.000 SI	.754140E-06	39.463 E	.000000E+00	.000 II	.270000E-04	120.000	2 EE	.300000E+02	120.000			

Is

表2 第1、2、3導体を開放(10⁶Ω)した答 Eo

NCASE,N,ZE,YEN,YTM		2 9 .200D+00 .100D+02 .200D+00		OZG= .00000 .00000 ZL= 24.00000 18.00000 ZLL= 30.00000		PHI= -10.00000	
NZYM,ICOUNT(I)		3 4 3 2		OZG= .00000 .00000 ZL= 24.00000 18.00000 ZLL= 30.00000		PHI= .00000	
ZLLL=		.300000D+02 .000000D+00		COSPHI= 1.00000D+01			
EG=		.259808D+02 .150000D+02		-.150000D+02 .259808D+02			
AAAA...D1(I)		.000000D+00 .000000D+00		-.617250D-01 .972598D-01		.000000D+00 .000000D+00	
1	EO=	5.5153022E-08	1.5338195E-07	1.6299656E-07	7.0222449E+01		
2	EO=	5.5161232E-08	1.5334688E-07	1.6296634E-07	7.0215562E+01		
3	EO=	5.5156697E-08	1.5337052E-07	1.6298705E-07	7.0219874E+01		
4	EO=	-1.7321051E+01	-1.2138316E-03	1.7321051E+01	-1.7999598E+02		
5	EO=	8.6597108E+00	1.4998786E+01	1.7319185E+01	5.9999549E+01		
6	EO=	3.6868079E-06	-6.1486119E-06	7.1692385E-06	-5.9052411E+01		
7	EO=	-5.0002065E+00	2.5980763E+01	2.6457553E+01	1.0089383E+02		
8	EO=	-5.0002065E+00	2.5980763E+01	2.6457553E+01	1.0089383E+02		
9	EO=	-1.4999996E+01	2.5980756E+01	2.9999993E+01	1.2000000E+02		
4 I	1 1	.129302E-10	101.677 SI	.463760E-05 -60.364 E	.129302E-10 101.677 II	.119968E-01 111.127	4 EE .162986E-06 70.220
3 I	3 1	.126974E-03	179.998 SI	.787474E-04 -59.618 E	.126974E+03 .002 II	.000000E+00 .000	3 EE .126974E+03-179.998
2 I	5 1	.126974E-03	179.998 SI	.769993E-04 -59.985 E	<u>.126974E+03-179.998 II</u>	.185011E-03 176.938	2 EE .216709E-08-148.111
4 I	1 2	.111489E-10	-76.148 SI	.000000E+00 .000 E	.111489E-10 -76.148 II	.239576E-01 -79.305	4 EE .162976E-06 70.218
3 I	3 2	.126961E-03	60.002 SI	.000000E+00 .000 E	.126961E+03-119.998 II	.000000E+00 .000	3 EE .126961E+03 60.002
2 I	5 2	.126961E-03	60.002 SI	.000000E+00 .000 E	.126961E+03 60.002 II	.122402E+03 41.010	2 EE .216700E-08-148.111
4 I	1 3	.914724E-12	112.031 SI	.000000E+00 .000 E	.914724E-12 112.031 II	.123516E-01 90.566	4 EE .162986E-06 70.220
3 I	3 3	.126968E-03	-60.003 SI	.000000E+00 .000 E	.126968E+03 119.997 II	.000000E+00 .000	3 EE .126968E+03 -60.003
2 I	5 3	.126968E-03	-60.003 SI	.000000E+00 .000 E	.126968E+03 -60.003 II	.129110E-03 -44.325	2 EE .216703E-08-148.109
4 I	1 4	.115194E+00	122.401 SI	.232015E+13 -71.677 E	.000000E+00 .000 II	.000000E+00 .000	4 EE .173211E+02-179.996
3 I	3 4	.115192E+00	122.401 SI	.236269E+06-150.002 E	.173211E+02-179.996 II	.120513E+00 119.665	3 EE .123208E-06 -84.194
2 I	5 4	.492833E-13	-84.194 SI	.236269E+06-150.002 E	.000000E+00 .000 II	.492833E-13 -84.194	2 EE .123208E-06 -84.194
4 I	1 5	.115193E+00	-57.599 SI	.269086E+13-163.852 E	.000000E+00 .000 II	.000000E+00 .000	4 EE .173192E+02 60.000
3 I	3 5	.115193E+00	-57.599 SI	.236293E+06 59.998 E	.173192E+02 60.000 II	.120514E+00 -60.336	3 EE .123319E-06 -84.171
2 I	5 5	.616593E-13	-84.171 SI	.236293E+06 59.998 E	.000000E+00 .000 II	.616593E-13 -84.171	2 EE .123319E-06 -84.171
4 I	1 6	.115191E+00	-147.566 SI	.000000E+00 .000 E	.000000E+00 .000 II	.716924E-04 -59.052	4 EE .716924E-05 -59.052
3 I	3 6	.115190E+00	-147.602 SI	.000000E+00 .000 E	.200000E+02 -60.003 II	.124349E+00-147.593	3 EE .200000E+02 119.997
2 I	5 6	.120000E-04	119.997 SI	.000000E+00 .000 E	.000000E+00 .000 II	.120000E-04 119.997	2 EE .200000E+02 119.997
4 I	1 7	.106145E-04	106.948 SI	.270162E-11 96.182 E	.000000E+00 .000 II	.115186E+00-147.594	4 EE .264576E+02 100.894
3 I	3 7	.115191E+00	32.411 SI	.216702E-07-148.110 E	.999990E+01 60.004 II	.124349E+00 32.407	3 EE .200000E+02 119.997
2 I	5 7	.140000E-04	119.997 SI	.216702E-07-148.110 E	.000000E+00 .000 II	.140000E-04 119.997	2 EE .200000E+02 119.997
4 I	1 8	.646728E-05	-83.931 SI	.300000E+02 30.000 E	.000000E+00 .000 II	.115186E+00 32.406	4 EE .264576E+02 100.894
3 I	3 8	.115188E+00	-147.594 SI	.120514E-09 -60.336 E	.999979E+01 .000 II	.129151E+00-146.253	3 EE .300000E+02 120.000
2 I	5 8	.240000E-04	120.000 SI	.120514E-09 -60.336 E	.000000E+00 .000 II	.240000E-04 120.000	2 EE .300000E+02 120.000
4 I	1 9	.115192E+00	32.433 SI	.999979E+01-180.000 E	.000000E+00 .000 II	.000000E+00 .000	4 EE .300000E+02 120.000
3 I	3 9	.115190E+00	32.432 SI	.129152E-09 33.747 E	.000000E+00 .000 II	.129151E+00 33.747	3 EE .300000E+02 120.000
2 I	5 9	.270000E-04	120.000 SI	.129152E-09 33.747 E	.000000E+00 .000 II	.270000E-04 120.000	2 EE .300000E+02 120.000

表3 3相負荷を求めるプログラム (ZAP・FOR)とその答 (ZAP・ANS)

```

C  ZL1 O MOTOMERU      ZAP.FOR
  IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
  COMPLEX*16 Z,DI,DS,EO,ZL1
  DIA=0.159175
  DIP=-6.584
  CALL ZAP(Z,DIA,DIP)
  DI=Z
  DSA=104.943
  DSP=99.323
  CALL ZAP(Z,DSA,DSP)
  DS=Z
  EOA=126.974
  EOP=-179.998
  CALL ZAP(Z,EOA,EOP)
  EO=Z
  ZL1=(1./DI-1./DS)*EO
  WRITE(6,6)DI,DS
6  FORMAT(,'DI,DS',4D14.6)
  WRITE(6,7)EO,ZL1
7  FORMAT(,'EO,ZL1',4D14.6)
  ZL1A=CDABS(ZL1)
  ZL1P=180./3.14159265*DATAN2(DIMAG(ZL1),DREAL(ZL1))
  WRITE(6,10)ZL1A,ZL1P
10 FORMAT(,'ZL1A,ZL1P',4D14.6)
  STOP
                                                    END
CCC*****
SUBROUTINE ZAP(Z,A,P)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
  COMPLEX*16 Z
  PI =3.1415926535897932D0
  THETA= PI/180.D0*P
  Z=A*DCMPLX (DCOS(THETA), DSIN(THETA))
  RETURN
  END

```

ZAP.ANS

```

DI,DS  .158125D+00  -.182510D-01  -.170008D+02  .103557D+03
EO,ZL1 -.126974D+03  -.442979D-02  -.792632D+03  -.926858D+02
ZL1A,ZL1P .798033D+03  -.173330D+03

```

↑
第1導体の負荷

3. プログラム作成の準備

図2のアドミタンス行列、インピーダンス行列を書くと表4～表9となる。

表4 $[Z_2]_{9,9}$: IC=2区間のインピーダンス行列

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Z								
2		Z							
3			Z						
4									
5									
6									
7									
8									
9									

Zは後でプログラム ZAP.FORを用いて 求める。

表5 $[Y_2]_{9,9}$: IC=2区間のアドミタンス行列

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	•	-G	-G						
2	-G	•	-G						
3	-G	-G	•						
4									
5									
6									
7									
8									
9									

$2 \times G + YEN/3$

表6 $[Z_3]_{9,9}$: IC=3区間のインピーダンス行列

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ZM			$-Z_0 \cdot h$				$\sqrt{3}Z_0 \cdot d \cdot h$	
2		ZM			$-Z_0 \cdot h$		$-\sqrt{3}Z_0 \cdot d \cdot h$		
3			ZM			$-\sqrt{3}Z_0(1-d) \cdot h$			
4				$ZM \cdot h^2$				$-\sqrt{3}Z_0 \cdot d \cdot h^2$	
5					$ZM \cdot h^2$		$\sqrt{3}Z_0 \cdot d \cdot h^2$		
6						$3ZM(1-d)^2 \cdot h^2$			
7							$3ZM \cdot d \cdot h^2$		
8								$3ZM \cdot d \cdot h^2$	
9									0

対称

Z0: 相互インピーダンス
= 励磁インピーダンス

ZM: 自己インピーダンス
= もれインピーダンス + Z0

$h = 30/220/0.999697$

$d = 1/3$

表7 $[Y_3]_{9,9}$: IC=3区間のアドミタンス行列

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
2								
3								
4			$G+10$	$-G$				
5			$-G$	G				
6					G	$-G$		
7					$-G$	G		
8							G	$-G$
9							$-G$	G

表9 $[Y_4]_{9,9}$: IC=4区間のアドミタンス行列

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	$-G$	$-G$						
2	$-G$	$-G$						
3	$-G$	$-G$						
4								
5								
6								
7							G	$-G$
8							$-G$	G
9								

10は10(S)の接地アドミタンス
 $G+10$ $-G$
 $-G$ G
 G $-G$
 $-G$ G
 G $-G$
 $-G$ G

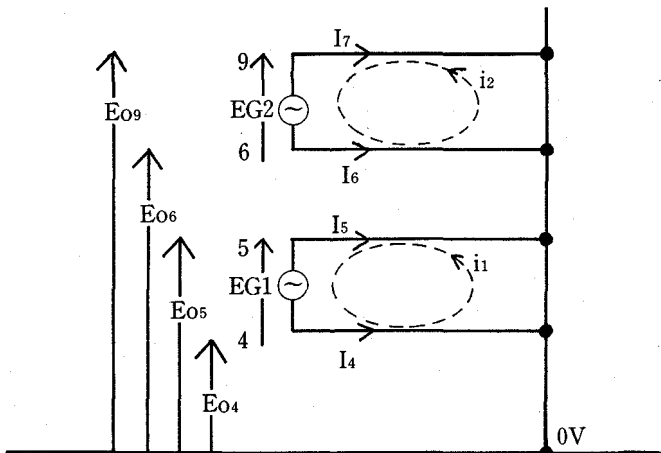
$2 \times G + 1/Z_E/3$
 10

表8 $[Z_4]_{9,9} = [0]_{9,9}$: IC=4区間のインピーダンス行列

縦電流が大にならぬよう第1,2,3導体の対角要素に1を入れておく。

4. 送端方程式

送端方程式は(4)式である。



$$\begin{bmatrix} E_{O4} \\ E_{O5} \\ E_{O6} \\ E_{O9} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{44} & Z_{45} & Z_{46} & Z_{49} \\ Z_{54} & Z_{55} & Z_{56} & Z_{59} \\ Z_{64} & Z_{65} & Z_{66} & Z_{69} \\ Z_{94} & Z_{95} & Z_{96} & Z_{99} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_4 \\ I_5 \\ I_6 \\ I_9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{44}I_4 + Z_{45}I_5 + Z_{46}I_6 + Z_{49}I_9 \\ Z_{54}I_4 + Z_{55}I_5 + Z_{56}I_6 + Z_{59}I_9 \\ Z_{64}I_4 + Z_{65}I_5 + Z_{66}I_6 + Z_{69}I_9 \\ Z_{94}I_4 + Z_{95}I_5 + Z_{96}I_6 + Z_{99}I_9 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \text{今の場合、} & EG1 = E_{05} - E_{04} \\ & EG2 = E_{09} - E_{06} \\ & I_5 = -I_4, i_1 = I_4 \\ & I_9 = -I_6, i_2 = I_6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore EG1 = E_{05} - E_{04} &= (Z_{54} - Z_{44})I_4 + (Z_{55} - Z_{45})I_5 + (Z_{56} - Z_{46})I_6 + (Z_{59} - Z_{49})I_7 \\ &= (-Z_{44} + Z_{54} - Z_{55} + Z_{45})i_1 + (Z_{56} - Z_{46} - Z_{59} + Z_{49})i_2 \\ EG2 = E_{09} - E_{06} &= (Z_{94} - Z_{64})I_4 + (Z_{95} - Z_{65})I_5 + (Z_{96} - Z_{66})I_6 + (Z_{99} - Z_{69})I_9 \\ &= (Z_{94} - Z_{64} - Z_{95} + Z_{65})i_1 + (Z_{96} - Z_{66} - Z_{99} + Z_{69})i_2 \end{aligned}$$

$$\therefore \begin{bmatrix} -Z_{44} + Z_{54} - Z_{55} + Z_{45} & Z_{56} - Z_{46} - Z_{59} + Z_{49} \\ Z_{94} - Z_{64} - Z_{95} + Z_{65} & Z_{96} - Z_{66} - Z_{99} + Z_{69} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} EG1 \\ EG2 \end{bmatrix}$$

から $\begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$ が求まる。 (4)

5. プログラム、データ、答

これらを用いてプログラムし(表10、11)計算すると表12、図3のような各電圧電流が求まり、前論文¹⁾の表6、図8とよく合う。以上は回生(発電)負荷時つまり負のZによる解であるが、符号をか

えて正のZ(受動力行負荷時)にした時は第13表で、第4、第6導体の電流は回生時より33A大だが、3相よく平衡している。また3相に任意の同一負荷を入れても3相はよく平衡する。

表10 SPTT23のプログラム SPTT23.FOR

```

C SIMPLE PHASE TRANSFORM TRANSFORMER 1992.12 BY IDOGAWA
$DEBUG
  CALL MOTOSC
  STOP
END
CCC*****
SUBROUTINE ZYME(N, IC, ZL, Z, Y, IZM, ZLL, ZLLL, YEN, YTM, ZM, L1, L2, P)
IMPLICIT REAL*8 (A-H, O-Z)
COMPLEX*16 Z(L1, L2), Y(L1, L1), ZL, ZM, ZO, ZMORE, ZLLL
DO 9000 J=1, N+1
DO 9000 I=1, N
9000 Z(I, J)=(0.0D0, 0.0D0)
DO 9003 J=1, N
DO 9003 I=1, N
9003 Y(I, J)=(0.0D0, 0.0D0)
  IZM=1
  G=1.D9
  GO TO (100, 200, 300, 400), IC
100 RETURN
200 ZMORE=(0.1D0, 0.6D0)
  PI =3.1415926535897932D0
  THETA= PI/180.D0*88.D0
  DS3=DSQRT(3.D0)
  ZO=7000.D0*DCMPLX (DCOS(THETA), DSIN(THETA))
  ZM=ZMORE+ZO
  H12=30./220./0.999697
  H12=30./30.
  H12=220./30.
  H12=H12*2.
  DDD=0.
  DDD=0.5/3.
  DDD=1.0/3.
  DDD=1.5/3.
  DDD=2.0/3.
  DDD=2.5/3.
  DDD=3.0/3.

```

表11 データ SPTT23.DAT

プログラムは以下省略	0.000	2	9	0.2D0	10.D0	0.2D0	
	3	4	3	24.	18.	30.	-10.

表12 SPTT23の発電回生負荷時の電圧電流分布 SPTTの表7 (n0, n1, n2 接地あり) と合っている。 R1.ANS

NCASE, N, ZE, YEN, YTM		2 9 .200D+00 .100D+02 .200D+00		OZG= .00000 .00000 ZL= 24.00000 18.00000 ZLL= 30.00000 PHI= -10.00000		NZZM, ICOUNT(I)		3 4 3 2		OZG= .00000 .00000 ZL= 24.00000 18.00000 ZLL= 30.00000 PHI= .00000	
ZLLL= .300000D+02 .000000D+00 COSPHI= .100000D+01		EG= .259808D+02 .150000D+02 -.150000D+02 .259808D+02		AAAA... D1(1)		.000000D+00 .000000D+00 .866219D+00 .499212D+00 .000000D+00 .000000D+00					
1	EO=	8.8000213E-06	-2.3072169E-05	2.4693427E-05	-6.9122507E+01						
2	EO=	8.7977886E-06	-2.3060201E-05	2.4681449E-05	-6.9117449E+01						
3	EO=	8.7992844E-06	-2.3059916E-05	2.4681716E-05	-6.9113968E+01						
4	EO=	-1.7326546E+01	-2.4421031E-03	1.7326546E+01	-1.7999192E+02						
5	EO=	8.6542160E+00	1.4997558E+01	1.7315375E+01	6.0013262E+01						
6	EO=	4.0758381E-06	-7.1615623E-06	8.2401717E-06	-6.0354630E+01						
7	EO=	-5.0023300E+00	2.5986964E+01	2.6464044E+01	1.0089581E+02						
8	EO=	-5.0023300E+00	2.5986964E+01	2.6464044E+01	1.0089581E+02						
9	EO=	-1.4999996E+01	2.5980755E+01	2.9999992E+01	1.2000000E+02						
4 I	1 1	.667434E-15	-93.576 SI	.225580E-05	94.293 E	.667434E-15	-93.576 II	.244027E+02	-83.010	4 EE	.246934E-04 -69.123
3 I	3 1	.159167E+00	-6.584 SI	.899098E-04	-62.037 E	.127021E+03	.085 II	.000000E+00	.000	3 EE	.127021E+03-179.915
2 I	5 1	.159167E+00	-6.584 SI	.818758E-04	-60.547 E	.127021E+03	-179.915 II	.159212E+00	-6.593	2 EE	.493389E-06 110.880
4 I	1 2	.263678E-15	.000 SI	.000000E+00	.000 E	.263678E-15	.000 II	.122639E+02	107.700	4 EE	.246814E-04 -69.117
3 I	3 2	.159167E+00	-126.585 SI	.000000E+00	.000 E	.127021E+03	-119.916 II	.000000E+00	.000	3 EE	.127021E+03 60.084
2 I	5 2	.159167E+00	-126.585 SI	.000000E+00	.000 E	.127021E+03	60.084 II	.159173E+00	-126.583	2 EE	.493385E-06 110.890
4 I	1 3	.440825E-15	118.179 SI	.000000E+00	.000 E	.440825E-15	118.179 II	.125609E+02	86.536	4 EE	.246817E-04 -69.114
3 I	3 3	.159170E+00	113.415 SI	.000000E+00	.000 E	.127023E+03	120.085 II	.000000E+00	.000	3 EE	.127023E+03 -59.915
2 I	5 3	.159170E+00	113.415 SI	.000000E+00	.000 E	.127023E+03	-59.915 II	.159221E+00	113.424	2 EE	.493466E-06 110.885
4 I	1 4	.999774E+00	29.955 SI	.449483E+17	123.576 E	.000000E+00	.000 II	.000000E+00	.000	4 EE	.173265E+02-179.992
3 I	3 4	.999776E+00	29.956 SI	.188481E+03	36.584 E	.173265E+02	-179.992 II	.999887E+00	30.125	3 EE	.565231E-06 94.714
2 I	5 4	.226092E-12	94.714 SI	.188481E+03	36.584 E	.000000E+00	.000 II	.226092E-12	94.714	2 EE	.565231E-06 94.714
4 I	1 5	.999774E+00	-150.045 SI	.113775E+18	120.000 E	.000000E+00	.000 II	.000000E+00	.000	4 EE	.173154E+02 60.013
3 I	3 5	.999774E+00	-150.045 SI	.188481E+03	-113.415 E	.173154E+02	60.013 II	.999885E+00	-149.875	3 EE	.564802E-06 94.805
2 I	5 5	.282401E-12	94.805 SI	.188481E+03	-113.415 E	.000000E+00	.000 II	.282401E-12	94.805	2 EE	.564802E-06 94.805
4 I	1 6	.999703E+00	119.956 SI	.000000E+00	.000 E	.000000E+00	.000 II	.824017E-04	-60.355	4 EE	.824017E-05 -60.355
3 I	3 6	.999785E+00	119.955 SI	.000000E+00	.000 E	.200002E+02	-60.000 II	.106538E+01	119.962	3 EE	.200002E+02 120.000
2 I	5 6	.120001E-04	120.000 SI	.000000E+00	.000 E	.000000E+00	.000 II	.120001E-04	120.000	2 EE	.200002E+02 120.000
4 I	1 7	.114678E-05	-144.555 SI	.277902E-15	-87.138 E	.000000E+00	.000 II	.999760E+00	119.955	4 EE	.264640E+02 100.896
3 I	3 7	.999759E+00	-60.045 SI	.493413E-05	110.885 E	.100041E+02	60.028 II	.106538E+01	-60.038	3 EE	.200002E+02 120.000
2 I	5 7	.140001E-04	120.000 SI	.493413E-05	110.885 E	.000000E+00	.000 II	.140001E-04	120.000	2 EE	.200002E+02 120.000
4 I	1 8	.193063E-05	-55.153 SI	.300000E+02	30.000 E	.000000E+00	.000 II	.999760E+00	-60.045	4 EE	.264640E+02 100.896
3 I	3 8	.999758E+00	119.955 SI	.999885E-09	-149.875 E	.999767E+01	.036 II	.108434E+01	119.961	3 EE	.300000E+02 120.000
2 I	5 8	.240000E-04	120.000 SI	.999885E-09	-149.875 E	.000000E+00	.000 II	.240000E-04	120.000	2 EE	.300000E+02 120.000
4 I	1 9	.999703E+00	-60.044 SI	.300000E+02	120.000 E	.000000E+00	.000 II	.000000E+00	.000	4 EE	.300000E+02 120.000
3 I	3 9	.999705E+00	-60.045 SI	.999980E+01	120.000 E	.000000E+00	.000 II	.108434E+01	-60.039	3 EE	.300000E+02 120.000
2 I	5 9	.270000E-04	120.000 SI	.999980E+01	120.000 E	.000000E+00	.000 II	.270000E-04	120.000	2 EE	.300000E+02 120.000

井戸川功雄 簡潔2相3相変換変圧器(SPTT23)

表13 表12の発電負荷(第3象限)を受動負荷(第1象限)にしたときのSPTT23の電圧電流分布 3相平衡し、A座、B座90°位相差電流。

NCASE,N,ZE,YEN,YTM															
2 9 .200D+00 .100D+02 .200D+00															
OZG=.00000 .00000 ZL= 24.00000 18.00000 ZLL= 30.00000 PHI= -10.00000															
NZYM,ICOUNT(1)															
3 4 3 2															
OZG=.00000 .00000 ZL= 24.00000 18.00000 ZLL= 30.00000 PHI= .00000															
ZLLL=.300000D+02 .000000D+00 COSPHI=.100000D+01															
EG=.259808D+02 .150000D+02 -.150000D+02 .259808D+02															
AAAA...D1(1) .000000D+00 .000000D+00 -.988656D+00 -.300845D+00 .000000D+00 .000000D+00															
1	EO=	1.2257735E-05	-2.1475265E-05	2.4727294E-05	-6.0282972E+01										
2	EO=	1.2251471E-05	-2.1451236E-05	2.4703320E-05	-6.0267963E+01										
3	EO=	1.2248464E-05	-2.1451809E-05	2.4702328E-05	-6.0274679E+01										
4	EO=	-1.7313921E+01	1.0247044E-03	1.7313921E+01	1.7999661E+02										
5	EO=	8.6668411E+00	1.5001025E+01	1.7324690E+01	5.9982828E+01										
6	EO=	3.7061316E-06	-7.2146942E-06	8.1109323E-06	-6.2810792E+01										
7	EO=	-4.9990567E+00	2.5973974E+01	2.6450669E+01	1.0089417E+02										
8	EO=	-4.9990567E+00	2.5973974E+01	2.6450669E+01	1.0089417E+02										
9	EO=	-1.4999996E+01	2.5980755E+01	2.9999992E+01	1.2000000E+02										
4 I	1 1	.458008E-08	-51.086 SI	.210542E-05	-99.609 E	.458008E-08	-51.086 II	.376335E+02	-78.920	4 EE	.247228E-04	-60.285			
3 I	3 1	.159034E+00	173.247 SI	.887637E-04	-60.551 E	.126915E+03	-.084 II	.000000E+00	.000	3 EE	.126915E+03	179.916			
2 I	5 1	.159034E+00	173.247 SI	.819422E-04	-60.017 E	.126915E+03	179.916 II	.159082E+00	173.261	2 EE	.494292E-06	119.716			
4 I	1 2	.791262E-08	96.458 SI	.000000E+00	.000 E	.791262E-08	96.458 II	.915362E+00	106.433	4 EE	.247106E-04	-60.275			
3 I	3 2	.159034E+00	53.248 SI	.000000E+00	.000 E	.126914E+03	-120.083 II	.000000E+00	.000	3 EE	.126914E+03	59.917			
2 I	5 2	.159034E+00	53.248 SI	.000000E+00	.000 E	.126914E+03	59.917 II	.159078E+00	53.245	2 EE	.494281E-06	119.705			
4 I	1 3	.473658E-08	-110.498 SI	.000000E+00	.000 E	.473658E-08	-110.498 II	.367222E+02	100.947	4 EE	.246993E-04	-60.266			
3 I	3 3	.159032E+00	-66.753 SI	.000000E+00	.000 E	.126912E+03	119.917 II	.000000E+00	.000	3 EE	.126912E+03	-60.083			
2 I	5 3	.159032E+00	-66.753 SI	.000000E+00	.000 E	.126912E+03	-60.083 II	.159038E+00	-66.746	2 EE	.494207E-06	119.711			
4 I	1 4	.103342E+01	-163.075 SI	.655010E+10	81.086 E	.000000E+00	.000 II	.000000E+00	.000	4 EE	.173139E+02	179.997			
3 I	3 4	.103342E+01	-163.075 SI	.188639E+03	-143.247 E	.173139E+02	179.997 II	.102237E+01	-162.845	3 EE	.403325E-06	108.135			
2 I	5 4	.161330E-12	108.135 SI	.188639E+03	-143.247 E	.000000E+00	.000 II	.161330E-12	108.135	2 EE	.403325E-06	108.135			
4 I	1 5	.103342E+01	16.925 SI	.379141E+10	23.542 E	.000000E+00	.000 II	.000000E+00	.000	4 EE	.173247E+02	59.983			
3 I	3 5	.103342E+01	16.925 SI	.188639E+03	66.752 E	.173247E+02	59.983 II	.102237E+01	17.155	3 EE	.403309E-06	107.990			
2 I	5 5	.201654E-12	107.990 SI	.188639E+03	66.752 E	.000000E+00	.000 II	.201654E-12	107.990	2 EE	.403309E-06	107.990			
4 I	1 6	.103348E+01	-73.075 SI	.000000E+00	.000 E	.000000E+00	.000 II	.811093E-04	-62.811	4 EE	.811093E-05	-62.811			
3 I	3 6	.103340E+01	-73.075 SI	.000000E+00	.000 E	.199998E+02	-60.000 II	.123412E+01	-73.073	3 EE	.199998E+02	120.000			
2 I	5 6	.119999E-04	120.000 SI	.000000E+00	.000 E	.000000E+00	.000 II	.119999E-04	120.000	2 EE	.199998E+02	120.000			
4 I	1 7	.772968E-05	-64.325 SI	.356124E-09	-22.797 E	.000000E+00	.000 II	.103344E+01	-73.075	4 EE	.264507E+02	100.894			
3 I	3 7	.103343E+01	106.925 SI	.494260E-05	119.711 E	.999468E+01	59.977 II	.123412E+01	106.927	3 EE	.199998E+02	120.000			
2 I	5 7	.139998E-04	120.000 SI	.494260E-05	119.711 E	.000000E+00	.000 II	.139998E-04	120.000	2 EE	.199998E+02	120.000			
4 I	1 8	.278658E-05	125.710 SI	.300000E+02	30.000 E	.000000E+00	.000 II	.103344E+01	106.925	4 EE	.264507E+02	100.894			
3 I	3 8	.103344E+01	-73.075 SI	.102237E-08	17.155 E	.100009E+02	-.039 II	.118601E+01	-73.382	3 EE	.300000E+02	120.000			
2 I	5 8	.240000E-04	120.000 SI	.102237E-08	17.155 E	.000000E+00	.000 II	.240000E-04	120.000	2 EE	.300000E+02	120.000			
4 I	1 9	.103349E+01	106.925 SI	.300000E+02	120.000 E	.000000E+00	.000 II	.000000E+00	.000	4 EE	.300000E+02	120.000			
3 I	3 9	.103349E+01	106.925 SI	.100002E+02	120.000 E	.000000E+00	.000 II	.118601E+01	106.618	3 EE	.300000E+02	120.000			
2 I	5 9	.270000E-04	120.000 SI	.100002E+02	120.000 E	.000000E+00	.000 II	.270000E-04	120.000	2 EE	.300000E+02	120.000			

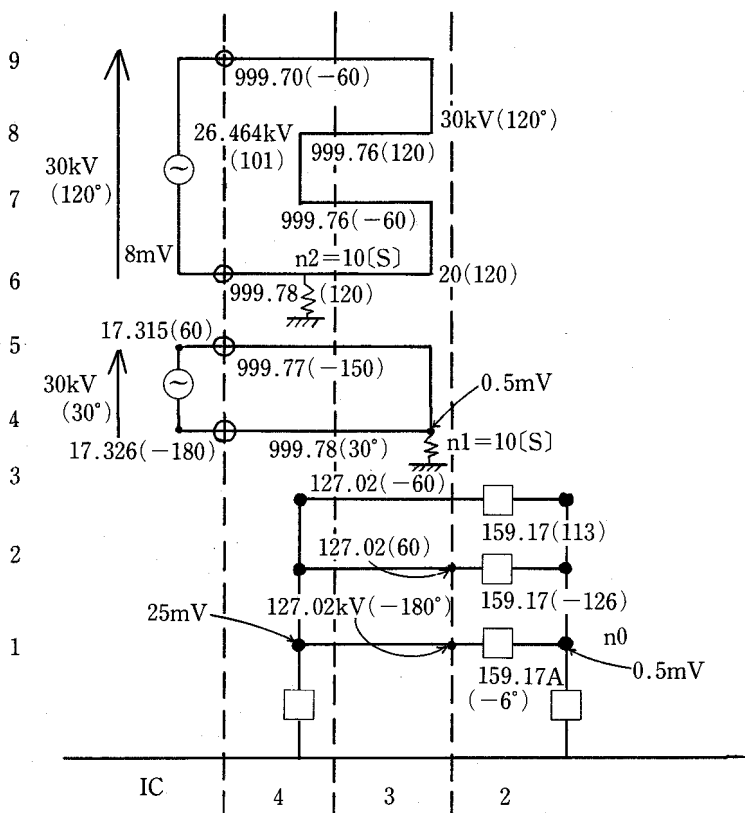


図3 SPTT23の回生(発電)負荷時の電圧電流 (表12)
n0、n1、n2点10[S]で接地。

(附録)

たとえば多導体はしご形法を用いて、

- (i) 負荷の短絡電流を計算して I_s とする。
- (ii) 負荷の開放電圧を計算して E_o とする。

鳳・テブナンの定理 (表 4・1 参照) は内部に起電力 E_1, E_2, \dots, E_n を含む回路網を C として、その無負荷時 a, b 端子間電圧 E_o が既知であれば、負荷 Z を接続したときの負荷電流 I は a, b 端子より左を見た回路網のインピーダンスを Z_o として、

$$I = E_o / (Z_o + Z) \quad (4 \cdot 1)$$

である。そこで、上記(i)項で $Z=0$ 時の電流 I_s が、(ii)項で E_o が知られるので、

$$Z = E_o / I_s \quad (4 \cdot 2)$$

と Z_o が求まり、両式よりその枝の Z は、

$$Z = (1/I - 1/I_s) E_o \quad (4 \cdot 3)$$

と求まる。

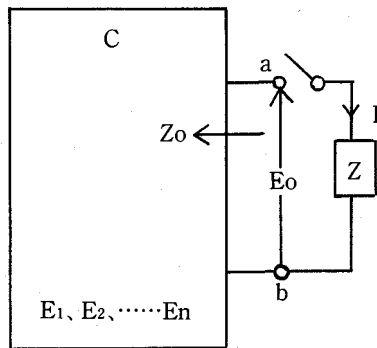


図4.1 鳳・テブナンの定理

参考文献

- 1) 井戸川功雄「簡潔な相変換変圧器の多導体はしご形回路理論による解法」(『長野大学紀要』通巻第57号、1993年9月)。
- 2) 井戸川功雄「電気鉄道新幹線き電回路の計算法に関する研究」(東京工業大学博士論文、1976年7月)、p.71。

(いどがわ いさお 教授)

(1993. 9. 29受理)