Zasady transformacji z SEM. 1) 26/8 1927

Zespół równań dla części wydzielonej nie zawierającej SEM-czyli warunkowej

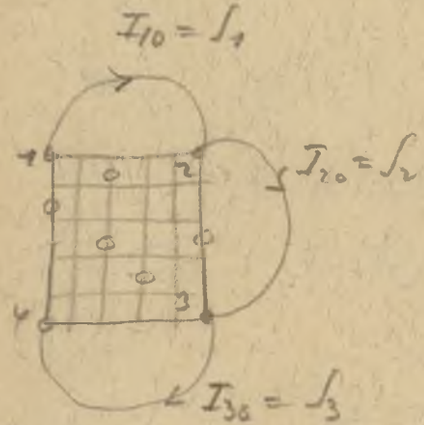
$$I_1 = E_1 A_1 + E_2 A_2 + E_3 A_3$$
$$I_2 = E_1 B_1 + E_2 B_2 + E_3 B_3$$
$$I_3 = E_1 C_1 + E_2 C_2 + E_3 C_3$$

zawierającej SEM-ami warunkowe

$$I_1 = J_1 + E_1 A_1 + E_2 A_2 + E_3 A_3$$
$$I_2 = J_2 + E_1 B_1 + E_2 B_2 + E_3 B_3$$
$$I_3 = J_3 + E_1 C_1 + E_2 C_2 + E_3 C_3$$

Współczynniki $A\,B\,C$, obu tych równań są jednakowe jak to wynika z zasady superpozycji.

$J_1\ J_2\ J_3$ przedstawia prądy zwarcia (Rys. 1)



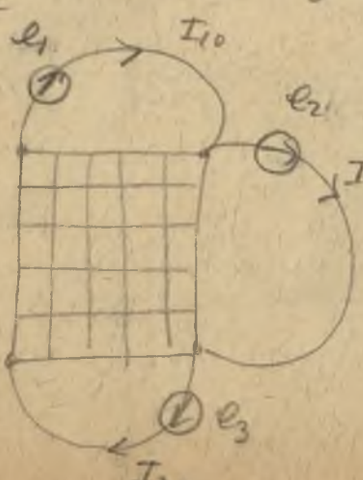
Rys. 1

Prądy te nakładają się, jak widać, na prądy które powstawały SEM-czyli warunkowe, t. zn. że

$$I_1^{II} = I_{10} + I_1^{I}$$
$$I_2^{II} = I_{20} + I_2^{I}$$
$$I_3^{II} = I_{30} + I_3^{I}$$

III

Powinien obwód nie stałe oporności, a tylko E_1, E_2, E_3 jako zmienne, przeto mogące $I_{10}\ I_{20}\ I_{30}$ przedstawić jako prądy wytworzone przez 3 SEM-ami umieszczone w potencjałach 1-2, 2-3, 3-4 przy pobraniu wewnętrznej SEM. (Rys. 2). Obliczymy je z następujących równań



Rys. 2

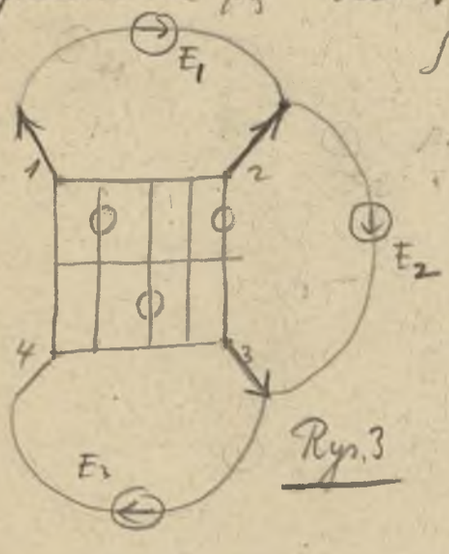
1) $I_{10} = e_1 A_1 + e_2 A_2 + e_3 A_3$

2) $I_{20} = e_1 B_1 + e_2 B_2 + e_3 B_3$

3) $I_{30} = e_1 C_1 + e_2 C_2 + e_3 C_3$

$$e_1 = \frac{\begin{vmatrix} I_{10} & A_2 & A_3 \\ I_{20} & B_2 & B_3 \\ I_{30} & C_2 & C_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} A_1 & A_2 & A_3 \\ B_1 & B_2 & B_3 \\ C_1 & C_2 & C_3 \end{vmatrix}} \qquad e_2 = \frac{\begin{vmatrix} A_1 & I_{10} & A_3 \\ B_1 & I_{20} & B_3 \\ C_1 & I_{30} & C_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} A_1 & A_2 & A_3 \\ B_1 & B_2 & B_3 \\ C_1 & C_2 & C_3 \end{vmatrix}} \qquad e_3 = \frac{\begin{vmatrix} A_1 & A_2 & I_{10} \\ B_1 & B_2 & I_{20} \\ C_1 & C_2 & I_{30} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} A_1 & A_2 & A_3 \\ B_1 & B_2 & B_3 \\ C_1 & C_2 & C_3 \end{vmatrix}}$$

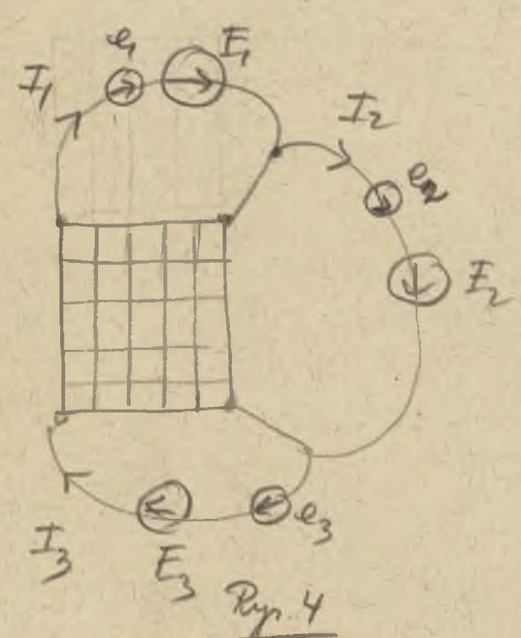
Zatem transfiguracje obwodu z rzeczywistymi SEM przedstawia się tak.



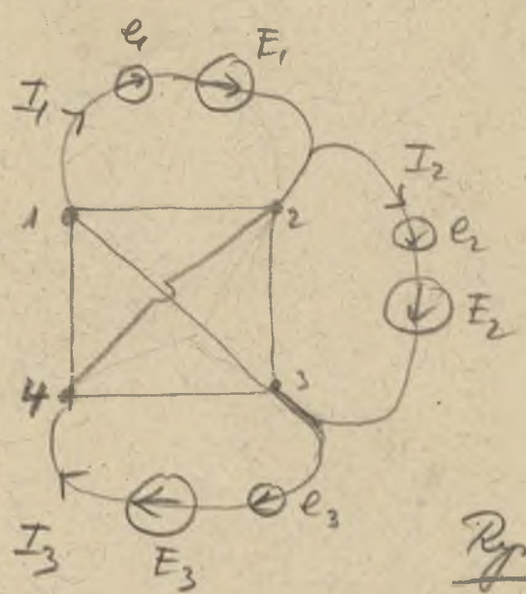
Rys. 3

SEM-emu zastępczemu E_4 (rys. 3) przyporządkujemy 3-me zastępcze $e_1\ e_2\ e_3$ rys. 4.

Następnie transfigurujemy obwód i zaznaczamy na SEM-ach jak pokazał rys. 5



Rys. 4

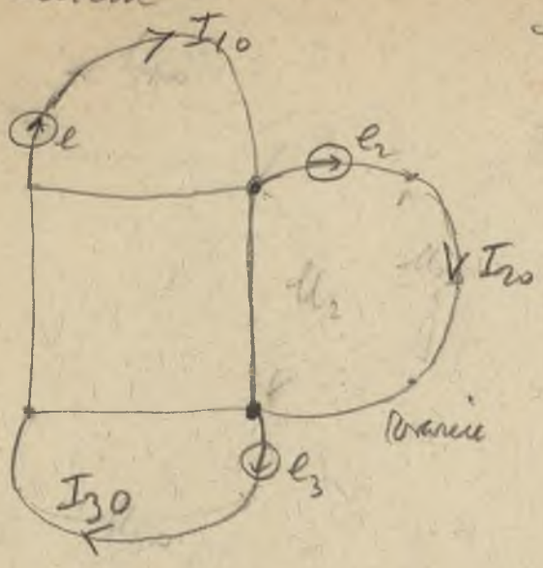


Rys. 5

Jak zmienią się SEM-emu?

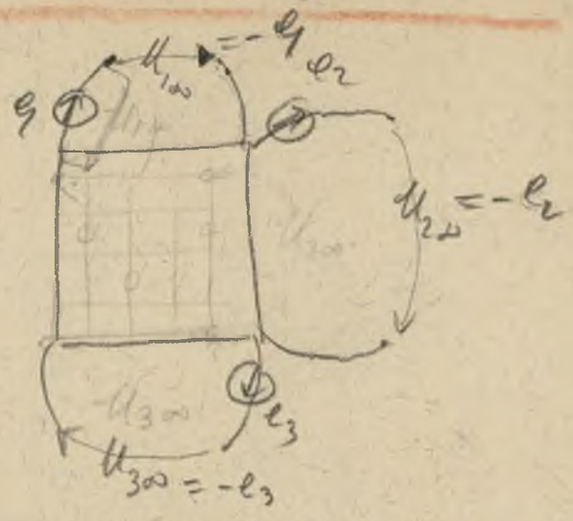
Obwody na rys 4 i rys 5 są równoważne, zatem ten sam prąd wykazały na rys 4 i 5 da jednakowe wyniki

Zatem



Zwarcie

$e_1 = U_{1\infty}$, $e_2 = U_{2\infty}$, $e_3 = U_{3\infty}$



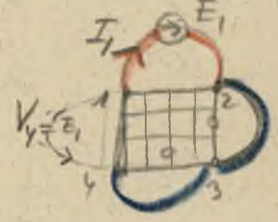
Pomiar napięć w stanie jałowym między 3-me parami zacisków głównych daje wartości e_1 e_2 e_3

Dwa obwody są ze sobą wewnętrznie elektrycznie różnoważne jeżeli wykazują jednakowe napięcie między tymi samymi parami zacisków

Dwa obwody są ze sobą wewnętrznie parami różnoważne, jeżeli w 6-ciu następujących pomiarach wykazują te same wartości

1) $A_1 = \frac{I_1^{II}(E_1 \neq 0, E_2 = 0, E_3 = 0)}{E_1} - \frac{J_1}{E_1}$

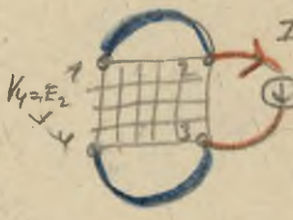
$A_1 = \frac{I_1^{I}(E_1 \neq 0, E_2 = 0, E_3 = 0)}{E_1} = S_{12}$



Mierzy przewodność S_{1-2} przy zwarciu 2-3 i 3-4

2) $B_2 = \frac{I_2(E_1 = 0, E_2 \neq 0, E_3 = 0)}{E_2} - \frac{J_2}{E_2}$

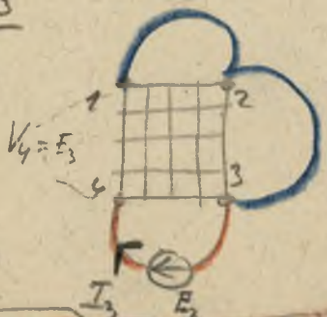
$B_2 = \frac{I_1^{I}(E_1 = 0, E_2 \neq 0, E_3 = 0)}{E_3} = S_{2-3}$



Mierzy przewodność S_{2-3} przy zwarciu 1-2 i 3-4

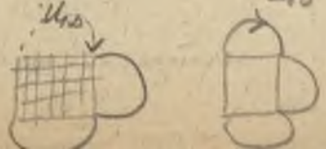
3) $C_3 = \frac{I_1(E_1 = 0, E_2 = 0, E_3 \neq 0)}{E_3} - \frac{J_3}{E_3}$

$C_3 = \frac{I_1^{I}(E_1 = 0, E_2 = 0, E_3 \neq 0)}{E_3} = S_{3-4}$



Mierzy przewodność S_{3-4} przy zwarciu 1-2 i 2-3

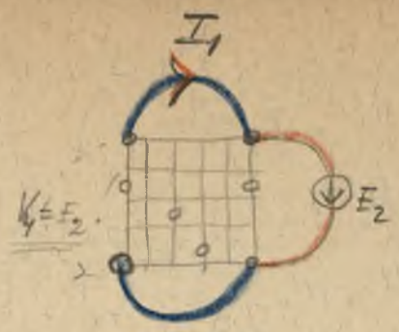
$E_1 = U_{1\infty}$, to A_1



$A_1 = \frac{I_{10}}{U_{1\infty}}$	$B_2 = \frac{I_{20}}{U_{2\infty}}$	$C_3 = \frac{I_{30}}{U_{3\infty}}$

4) $A_2 = \frac{I_1^{II}(E_1=0,\ E_2\neq 0,\ E_3=0)}{E_2} - \frac{J_1}{E_2} = B_1$

$A_2 = \frac{I_1^{I}(E_2=0,\ E_1\neq 0,\ E_3=0)}{E_2}$



Znowu przewodność ale czego?

5) $A_3 = \frac{I_1^{II}(E_1=0,\ E_2=0,\ E_3\neq 0)}{E_3} - \frac{J_1}{E_3} = C_1$

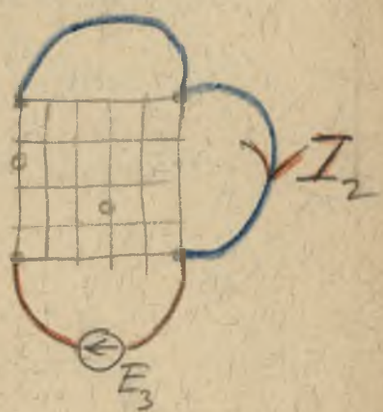
$A_3 = \frac{I_1^{I}(E_1=0,\ E_2=0,\ E_3\neq 0)}{E_3}$

Przewodność ale czego?

6) $B_3 = \frac{I_2(E_1=0,\ E_2=0,\ E_3\neq 0)}{E_3} - \frac{J_2}{E_3} = C_2$

$B_3 = \frac{I_1^{I}(E_1=0,\ E_2=0,\ E_3\neq 0)}{E_3}$

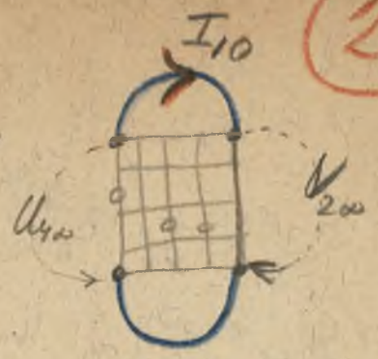
Przewodność ale czego?



Dla pięciu poprawionych wcześniejszych SEM, trzy pierwsze pomiary zamiast pomierzonej oporności (przewodności) a trzy dalsze (4, 5, 6) można już dać takie zamiast pomiarów przewodności (Wynikać jakich)

$$R_{xu} = \frac{V_{x\infty}}{I_{x0}}$$

4) $A_2 = \dfrac{I_1(E_1=0,\ E_2=V_{2\infty},\ E_3=0)}{U_{2\infty}} - \dfrac{J_1}{U_{2\infty}} = B_1$



Podobnie $E_2 = V_{2\infty}$ (Kompensacja)

$$\boxed{A_2 = \frac{I_{10}'}{U_{2\infty}} - \frac{J_1}{V_{2\infty}}}$$

albo

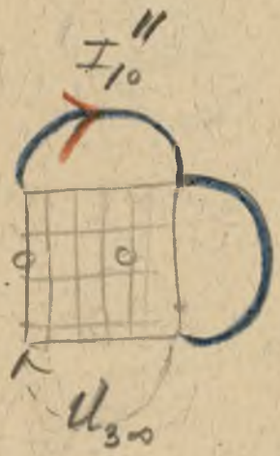
$U_{1\infty} = -U_{1\infty}$ bo $\Delta U = 0$

$$A_2 = B_1 = \frac{I_{20}}{U_{1\infty}} - \frac{J_2}{U_{1\infty}}$$

5)

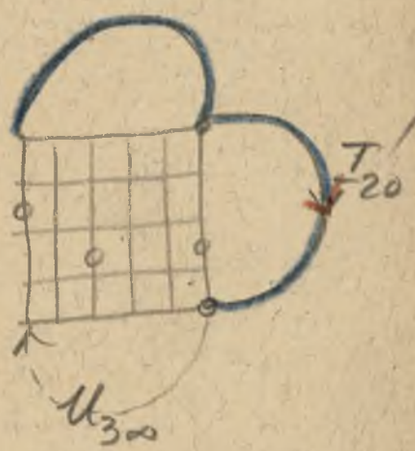
5) $A_3 = \dfrac{I_1(E_1=0,\ E_2=0,\ E_3=V_{3\infty})}{U_{3\infty}} - \dfrac{J_1}{U_{3\infty}}$

$$\boxed{A_3 = \frac{I_{10}''}{U_{3\infty}} - \frac{J_1}{U_{3\infty}}}$$

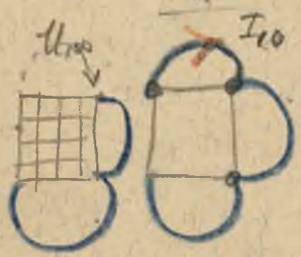


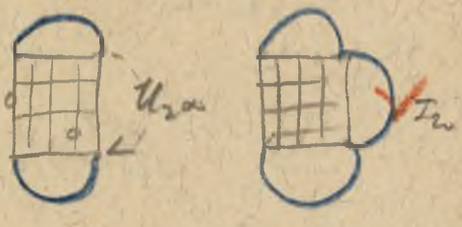
6) $B_3 = \dfrac{I_2(E_1=0,\ E_2=0,\ E_3=U_{3\infty})}{U_{3\infty}} - \dfrac{J_2}{U_{3\infty}}$

$$\boxed{B_3 = \frac{I_{20}'}{U_{3\infty}} - \frac{J_1}{U_{3\infty}}}$$



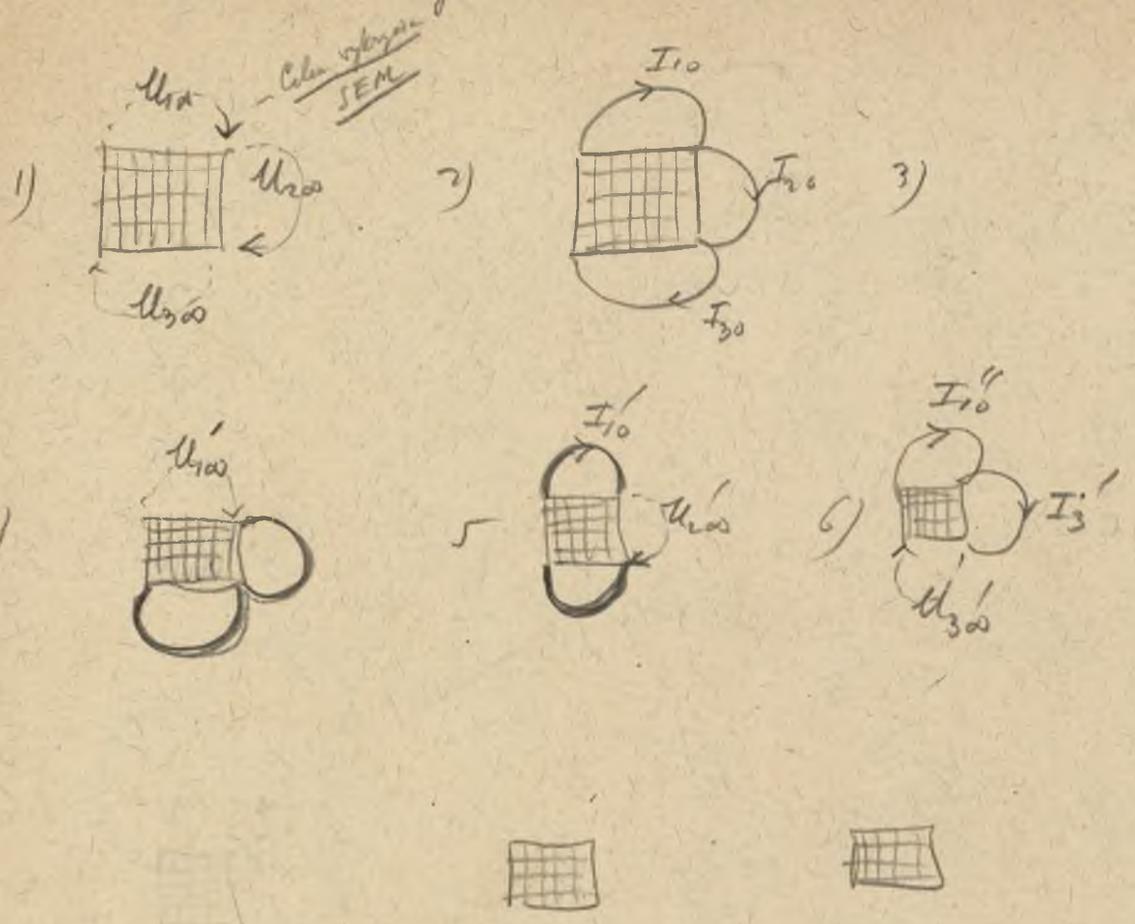
A_1 B_2 C_3



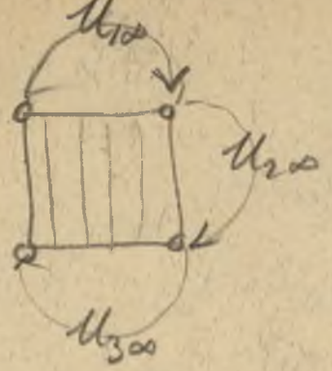


$$-A_1 = \frac{I_{10}}{U_{1\infty}} \qquad -B_2 = \frac{I_{20}}{U_{2\infty}} \qquad -C_3 = \frac{I_{30}}{U_{3\infty}}$$

Trubu vic ojolení uzlutiermé tolkie Tiermo



Zestawienie

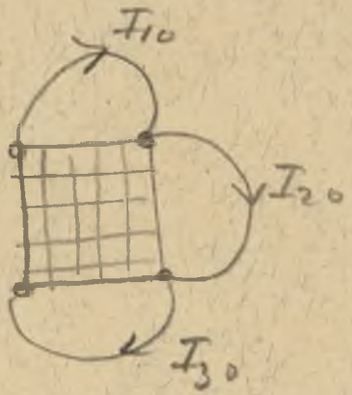


$U_{1\infty} = -e_1$

$U_{2\infty} = -e_2$

$U_{3\infty} = -e_3$

1) Pomiar

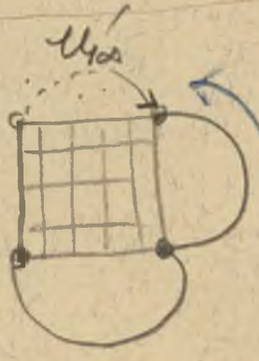


$J_1 = I_{10}$

$J_2 = I_{20}$

$J_3 = I_{30}$

2) Pomiar



$A_1 = -\frac{I_{10}}{U'_{2\infty}}$

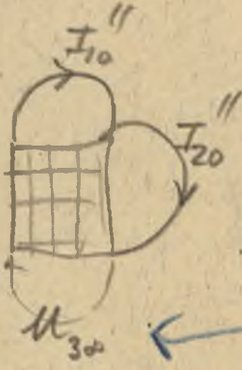
jak powyżej tylko inaczej

3) Pomiar

$B_2 = -\frac{I_{20}}{U'_{2\infty}}$

$A_2 = \frac{I'_{10}}{U_{2\infty}} - \frac{I_{10}}{U_{2\infty}}$

4) Pomiar



$C_3 = -\frac{I_{30}}{U'_{3\infty}}$

$A_3 = \frac{I''_{10}}{U_{3\infty}} - \frac{I_{10}}{U_{3\infty}}$

5) Pomiar

$C_3 = \frac{I''_{20}}{U_{3\infty}} - \frac{I_{20}}{U_{3\infty}}$

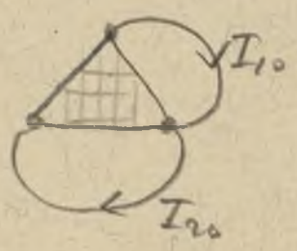
Dla △

$$I_1 = J_1 + E_1 A_1 + E_2 A_2$$
$$I_2 = J_2 + E_1 B_1 + E_2 B_2$$

1) Gdy $I_1 = 0$

$U_{12} = -e_1$

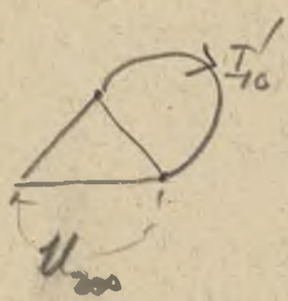
$U_{28} = -e_2$



2) Gdy $U_{12} = 0$

$I_{10} = J_1$

$I_{20} = J_2$



3 Gdy $J_1 = 0$, $J_2 = 0$

$$A_2 = \frac{I_1 \ (E_1 = 0,\ E_2 \neq 0)}{E_2} - \frac{J_1}{E_2}$$

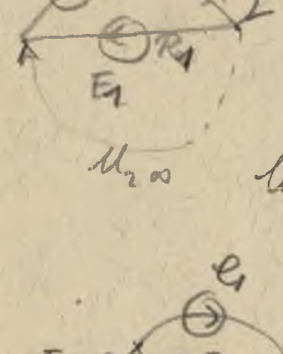
$$A_2 = \frac{I'_{10}}{U_{28}} - \frac{I_{10}}{U_{28}}$$

Do wyznaczenia SEM-ogniwa wystarczy jeden pomiar. pamięć napięć

Wyznaczanie SEM ogniwa

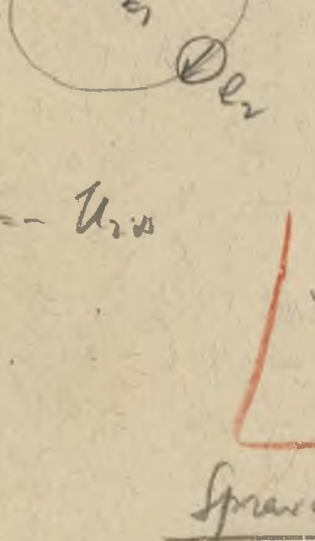
Próba

$$y = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$



$U_{2\infty}$ $U_{1\infty} = E_3 - I \cdot R_3 =$

$$U_{1\infty} = \frac{E_3(R_1+R_2+R_3) - (E_1+E_2+E_3)R_3}{R_1+R_2+R_3}$$



$$e_1 = \frac{(E_1+E_2)R_3 - E_3(R_1+R_2)}{R_1+R_2+R_3}$$

$U_{2\infty} = E_1 - I_1 R_1$

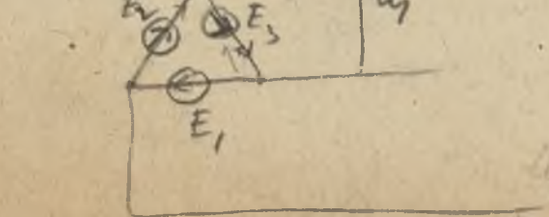
$$U_{2\infty} = \frac{E_1(R_1+R_2+R_3) - (E_1+E_2+E_3)\cdot R_1}{R_1+R_2+R_3}$$

$e_2 = -U_{2\infty}$

$$e_2 = \frac{(E_2+E_3)R_1 - E_1(R_2+R_3)}{R_1+R_2+R_3}$$

Sprawdzenie

$U_1 = e_1$



$$U_1 = \frac{(E_1+E_2)R_3 - E_3(R_1+R_2)}{R_1+R_2+R_3}$$

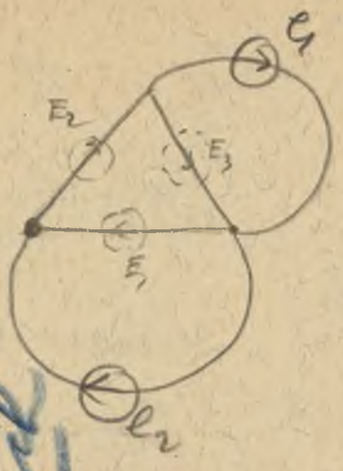
$U_1 + E_3 - I \cdot R_3 = 0$ dobrze

$U_1 = -E_3 + I \cdot R_3$

$$U_1 = \frac{-E_3(R_1+R_2+R_3) + (E_1+E_2+E_3)R_3}{R_1+R_2+R_3}$$

$$= \frac{(E_1+E_2)R_3 - E_3(R_1+R_2)}{R_1+R_2+R_3}$$

Заняте 2 пе 3 АТ7



$$e_1 = \frac{(E_1+E_2)R_3 - E_3(R_1+R_2)}{R_1+R_2+R_3}$$

$$e_2 = \frac{(E_2+E_3)R_1 - E_1(R_2+R_3)}{R_1+R_2+R_3}$$

Изчисляване чрез SEM техниката

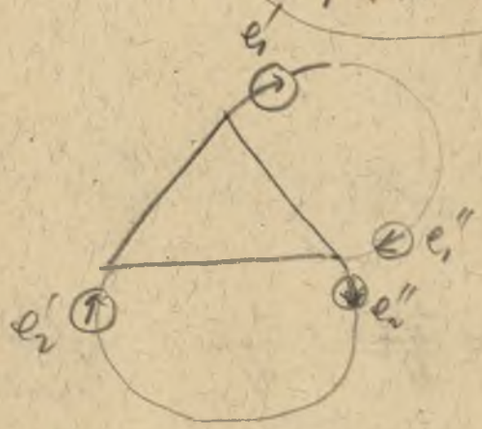
Метод на наслагване

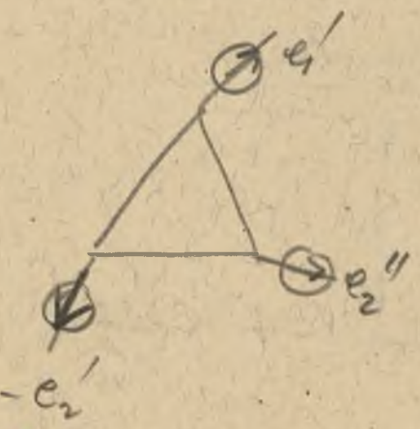
$$e_1 = \frac{\widehat{E_1R_3} + E_2R_3 - \widehat{E_3R_1} - E_3R_2}{R_1+R_2+R_3}$$

$$e_2 = \frac{E_2R_1 + \widehat{E_3R_1} - E_1R_2 - \widehat{E_1R_3}}{R_1+R_2+R_3}$$

$$e_1 = \underbrace{\frac{E_2R_3 - E_3R_2}{R_1+R_2+R_3}}_{e_1'} + \underbrace{\frac{E_1R_3 - E_3R_1}{R_1+R_2+R_3}}_{e_1''}$$

$$e_2 = \underbrace{\frac{E_2R_1 - E_1R_2}{R_1+R_2+R_3}}_{e_1'} + \underbrace{\frac{E_3R_1 - E_1R_3}{R_1+R_2+R_3}}_{e_2''}$$





$$e_1 = \frac{E_2R_3 - E_3R_2}{\Sigma R} \qquad e_2 = \frac{E_3R_1 - E_1R_3}{\Sigma R}$$

$$e_3 = \frac{E_1R_2 - E_2R_1}{\Sigma R}$$