

Пример 4. ЗАКОН ОМА ДЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА.

Ампер считал необходимым особенно подчеркнуть, что математическая теория электродинамических явлений выведена им исключительно из опыта.

— Вильгельм Вебер

Рассмотрим два множества:

$\overline{\mathfrak{M}} = \{i, k, m, \dots\}$ – множество правых резисторов $i, k, m, \dots$, состоящих из последовательно соединённых ёмкостей, индуктивностей и активных проводников, и

$\mathfrak{N} = \{\alpha, \beta, \gamma, \dots\}$ – множество левых генераторов переменного напряжения с различной частотой ω и амплитудой u .

Если к генератору $\alpha \in \mathfrak{N}$ с напряжением

$$\tilde{u}_\alpha(t) = u_\alpha \cos \omega_\alpha t$$

подсоединить резистор i , то в цепи установится переменный ток

$$\tilde{\mathfrak{I}}_{\alpha i}(t) = \mathfrak{I}_{\alpha i} \cos(\omega_\alpha t + \varphi_{\alpha i}),$$

амплитуда $\mathfrak{I}_{\alpha i}$ и фаза $\varphi_{\alpha i}$ которого могут быть измерены с помощью соответствующих приборов.

Рассмотрим все амплитуды тока

$$\begin{array}{cccc} \mathfrak{I}_{\alpha i} & \mathfrak{I}_{\alpha k} & \mathfrak{I}_{\alpha m} & \dots \\ \mathfrak{I}_{\beta i} & \mathfrak{I}_{\beta k} & \mathfrak{I}_{\beta m} & \dots \\ \mathfrak{I}_{\gamma i} & \mathfrak{I}_{\gamma k} & \mathfrak{I}_{\gamma m} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{array}$$

и фазы

$$\begin{array}{cccc} \varphi_{\alpha i} & \varphi_{\alpha k} & \varphi_{\alpha m} & \dots \\ \varphi_{\beta i} & \varphi_{\beta k} & \varphi_{\beta m} & \dots \\ \varphi_{\gamma i} & \varphi_{\gamma k} & \varphi_{\gamma m} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{array},$$

полученные при подключении каждого резистора $i, k, m, \dots$ к каждому генератору $\alpha, \beta, \gamma, \dots$.

В этих двух матрицах содержится полная информация об отношениях между резисторами из $\overline{\mathfrak{M}}$ и генераторами из $\mathfrak{N}$.

Чтобы обнаружить универсальную закономерность, лежащую в основании этих отношений, рассмотрим две новые величины:

$$a_{\alpha i} = \frac{\cos \varphi_{\alpha i}}{\mathfrak{I}_{\alpha i}}$$

и

$$b_{\alpha i} = \frac{\sin \varphi_{\alpha i}}{\mathfrak{I}_{\alpha i}}$$

Как известно, амплитуда $\mathfrak{I}_{\alpha i}$ и фаза $\varphi_{\alpha i}$ переменного тока следующим образом выражаются через активное сопротивление R_i , ёмкость C_i и индуктивность L_i резистора i и частоту ω_α и напряжение u_α генератора α :

$$\mathfrak{I}_{\alpha i} = \frac{u_\alpha}{\sqrt{R_i^2 + \left(\frac{1}{\omega_\alpha C_i} - \omega_\alpha L_i\right)^2}},$$

$$\cos \varphi_{\alpha i} = \frac{R_i}{\sqrt{R_i^2 + \left(\frac{1}{\omega_\alpha C_i} - \omega_\alpha L_i\right)^2}},$$

$$\sin \varphi_{\alpha i} = \frac{\frac{1}{\omega_\alpha C_i} - \omega_\alpha L_i}{\sqrt{R_i^2 + \left(\frac{1}{\omega_\alpha C_i} - \omega_\alpha L_i\right)^2}}.$$

Таким образом, новые величины $a_{\alpha i}$ и $b_{\alpha i}$ запишутся в виде:

$$a_{\alpha i} = \frac{R_i}{u_\alpha}$$

$$b_{\alpha i} = \frac{1}{u_\alpha \omega_\alpha C_i} - \frac{\omega_\alpha L_i}{u_\alpha}$$

или

$$a_{\alpha i} = \xi_\alpha x_i$$

$$b_{\alpha i} = \eta_\alpha y_i + \zeta_\alpha z_i,$$

где

$$x_i = R_i \quad \xi_\alpha = \frac{1}{u_\alpha}$$

$$y_i = \frac{1}{C_i} \quad \eta_\alpha = \frac{1}{u_\alpha \omega_\alpha}.$$

$$z_i = L_i \quad \zeta_\alpha = -\frac{\omega_\alpha}{u_\alpha}$$

Итак, в отличие от электрических цепей постоянного тока, в этом случае существуют два соотношения, одно из которых связывает между собой измеряемые на опыте величины $a_{\alpha \overset{\leftarrow}{i}}$, а другое — величины $b_{\alpha \overset{\leftarrow}{i}}$.

Таким образом, если взять два произвольных резистора $\vec{i}, \vec{k} \in \overline{\mathfrak{M}}$ и два произвольных генератора $\overset{\leftarrow}{\alpha}, \overset{\leftarrow}{\beta} \in \underline{\mathfrak{N}}$ и измерить четыре значения

$$\begin{array}{cc} a_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{i}} & a_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{k}} \\ a_{\overset{\leftarrow}{\beta} \overset{\leftarrow}{i}} & a_{\overset{\leftarrow}{\beta} \overset{\leftarrow}{k}} \end{array},$$

то они окажутся связанными между собой следующим сакрально-инвариантным соотношением:

$$\forall \vec{i}, \vec{k} \in \mathfrak{M} \quad \forall \overset{\leftarrow}{\alpha}, \overset{\leftarrow}{\beta} \in \mathfrak{N} \quad \left| \begin{array}{cc} a_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & a_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} \\ a_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & a_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} \end{array} \right| = 0.$$

С другой стороны, если взять три произвольных резистора $\vec{i}, \vec{k}, \vec{m} \in \mathfrak{M}$ и три произвольных генератора $\overset{\leftarrow}{\alpha}, \overset{\leftarrow}{\beta}, \overset{\leftarrow}{\gamma} \in \mathfrak{N}$ и измерить девять значений

$$\begin{array}{ccc} b_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} \\ b_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} \\ b_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} \end{array},$$

то они окажутся связанными между собой следующим сакрально-инвариантным соотношением:

$$\forall \vec{i}, \vec{k}, \vec{m} \in \mathfrak{M} \quad \forall \overset{\leftarrow}{\alpha}, \overset{\leftarrow}{\beta}, \overset{\leftarrow}{\gamma} \in \mathfrak{N} \quad \left| \begin{array}{ccc} b_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} \\ b_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} \\ b_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} \end{array} \right| = 0.$$

В самом деле, если

$$b_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} = \eta_{\alpha} y_i + \zeta_{\alpha} z_i,$$

то имеет место следующее тождество:

$$\forall \vec{i}, \vec{k}, \vec{m} \in \mathfrak{M} \quad \forall \overset{\leftarrow}{\alpha}, \overset{\leftarrow}{\beta}, \overset{\leftarrow}{\gamma} \in \mathfrak{N} \quad \left| \begin{array}{ccc} b_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} \\ b_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} \\ b_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} \end{array} \right| = \left| \begin{array}{ccc} \eta_{\alpha} & \zeta_{\alpha} & 0 \\ \eta_{\beta} & \zeta_{\beta} & 0 \\ \eta_{\gamma} & \zeta_{\gamma} & 0 \end{array} \right| \cdot \left| \begin{array}{ccc} y_i & y_k & y_m \\ z_i & z_k & z_m \\ 0 & 0 & 0 \end{array} \right| \equiv 0.$$

Итак, мы видим, что новые матрицы

$$a = \begin{pmatrix} a_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & a_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & a_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} & \dots \\ a_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & a_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & a_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} & \dots \\ a_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & a_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & a_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix}$$

и

$$b = \begin{pmatrix} b_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} & \dots \\ b_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} & \dots \\ b_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix},$$

составленные из измеряемых на опыте амплитуд $\mathfrak{I}_{\alpha i}^{\leftarrow \rightarrow}$ и фаз $\varphi_{\alpha i}^{\leftarrow \rightarrow}$, обнаруживают простую закономерность:

ранг матрицы a равен единице, а ранг матрицы b равен двум.

Но эти матрицы не являются полностью независимыми, так как координата $\xi_\alpha = \frac{1}{u_\alpha}$ матрицы a связана с координатами $\eta_\alpha = \frac{1}{u_\alpha \omega_\alpha}$ и $\zeta_\alpha = -\frac{\omega_\alpha}{u_\alpha}$ из матрицы b тождеством

$$\xi_\alpha^2 + \eta_\alpha \zeta_\alpha = 0.$$

Итак,

1. В случае закона Ома для переменного тока имеется *два репрезентатора*:

$$a_{\alpha i} = \frac{\cos \varphi_{\alpha i}}{\mathfrak{I}_{\alpha i}}$$

и

$$b_{\alpha i} = \frac{\sin \varphi_{\alpha i}}{\mathfrak{I}_{\alpha i}}$$

2. Каждый левый генератор переменного напряжения α характеризуется двумя ковариантными векторами:

одномерным вектором-строкой:

$$\overleftarrow{\alpha} \longleftrightarrow \left(0; \xi_\alpha; 0 \right) = \left(0; \frac{1}{u_\alpha}; 0 \right)$$

и двумерным вектором-строкой:

$$\overleftarrow{\alpha} \longleftrightarrow \left(0; \eta_\alpha, \zeta_\alpha; 0 \right) = \left(0; \frac{1}{u_\alpha \omega_\alpha}, -\frac{\omega_\alpha}{u_\alpha}; 0 \right)$$

Каждый правый резистор i характеризуется двумя контравариантным векторами:

одномерными вектором-столбцом:

$$\overrightarrow{i} \longleftrightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ x_i \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ R_i \\ 0 \end{pmatrix}$$

и двумерным вектором-столбцом:

$$\overrightarrow{i} \longleftrightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ y_i \\ z_i \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ C_i \\ L_i \\ 0 \end{pmatrix}$$

3. Таким образом, первый репрезентатор $a_{\alpha i}^{\leftarrow \rightarrow}$ представляет собой скалярное произведение двух одномерных векторов, один из которых (ковариантный)

характеризует генератор переменного напряжения $\overleftarrow{\alpha}$, а другой (контравариантный) – резистор $\overrightarrow{i}$:

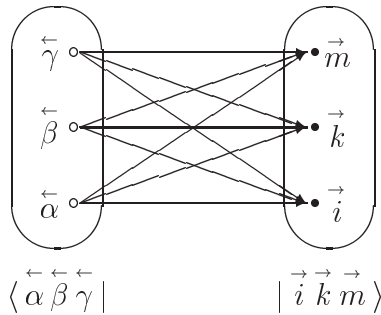
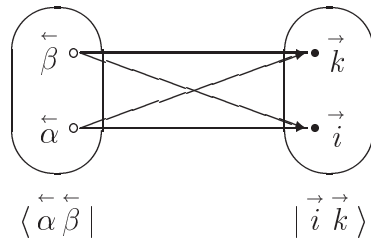
$$a_{\overleftarrow{\alpha} \overrightarrow{i}} = \begin{pmatrix} 0; \xi_{\alpha}; 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ x_i \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0; \frac{1}{u_{\alpha}}; 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ R_i \\ 0 \end{pmatrix} = \xi_{\alpha} x_i = \frac{1}{u_{\alpha}} R_i.$$

Второй репрезентатор $b_{\overleftarrow{\alpha} \overrightarrow{i}}$ представляет собой скалярное произведение двух двумерных векторов, один из которых (ковариантный) характеризует генератор переменного напряжения $\overleftarrow{\alpha}$, а другой (контравариантный) – резистор $\overrightarrow{i}$:

$$\begin{aligned} b_{\overleftarrow{\alpha} \overrightarrow{i}} &= \begin{pmatrix} 0; \eta_{\alpha}, \zeta_{\alpha}; 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ y_i \\ z_i \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0; \frac{1}{u_{\alpha}\omega_{\alpha}}, -\frac{\omega_{\alpha}}{u_{\alpha}}; 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{1}{C_i} \\ L_i \\ 0 \end{pmatrix} = \\ &= \eta_{\alpha} y_i + \zeta_{\alpha} z_i = \frac{1}{u_{\alpha}\omega_{\alpha}C_i} - \frac{\omega_{\alpha}L_i}{u_{\alpha}}. \end{aligned}$$

4. Закон Ома для переменного тока как **сакральное отношение** между двухвекторным кортом генераторов переменного напряжения $\langle \overleftarrow{\alpha} \overleftarrow{\beta} |$ и двухвекторным кортом резисторов $| \overrightarrow{i} \overrightarrow{k} \rangle$, с одной стороны,

и между трёхвекторным кортом генераторов переменного напряжения $\langle \overleftarrow{\alpha} \overleftarrow{\beta} \overleftarrow{\gamma} |$ и трёхвекторным кортом резисторов $| \overrightarrow{i} \overrightarrow{k} \overrightarrow{m} \rangle$ – с другой, описывается следующими двумя сакральными диаграммами:



5. Закон Ома для переменного тока в сакрально-инвариантной форме формулируется следующим образом:

для любых трёх генераторов переменного напряжения $\overset{\leftarrow}{\alpha}, \overset{\leftarrow}{\beta}, \overset{\leftarrow}{\gamma} \in \underline{\mathfrak{N}}$ и любых трёх резисторов $\vec{i}, \vec{k}, \vec{m} \in \overline{\mathfrak{M}}$ имеют место следующие два сакральных тождества:

$$\begin{aligned} K_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{\beta}; \vec{i} \vec{k}}^{00}(\overset{1}{a}) &= \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & a_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & a_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & 0 \\ 0 & a_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & a_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \equiv 0 \\ K_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{\beta} \overset{\leftarrow}{\gamma}; \vec{i} \vec{k} \vec{m}}^{00}(\overset{2}{b}) &= \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & b_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} & 0 \\ 0 & b_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\beta} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} & 0 \\ 0 & b_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{k}}^{\leftarrow \rightarrow} & b_{\overset{\leftarrow}{\gamma} \vec{m}}^{\leftarrow \rightarrow} & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \equiv 0 \end{aligned}$$

6. Разложение первой фундаментальной матрицы на матричные множители:

$$\mathbf{K}_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{\beta}; \vec{i} \vec{k}}^{00}(\overset{1}{a}) = \mathbf{X}(1; \overset{\leftarrow}{\alpha}, \overset{\leftarrow}{\beta})_{1;0} \cdot \mathbf{X}^{1;0}(1; \vec{i}, \vec{k})$$

7. Координатная матрица первого ковариантного двухвекторного корта $\langle \overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{\beta} |$ генераторов переменного напряжения

$$\mathbf{X}(1; \overset{\leftarrow}{\alpha}, \overset{\leftarrow}{\beta})_{1;0} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & \xi_{\alpha} & 0 & 0 \\ 0 & \xi_{\beta} & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & \frac{1}{u_{\alpha}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{u_{\beta}} & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

8. Ковариантный объём первого одновекторного корта $\langle \alpha |$ генератора переменного напряжения

$$V(1; \overset{\leftarrow}{\alpha})_1 = | \xi_{\alpha} | = \left| \frac{1}{u_{\alpha}} \right|$$

9. Ковариантный объём первого двухвекторного корта $\langle \overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{\beta} |$

$$V(1; \overset{\leftarrow}{\alpha}, \overset{\leftarrow}{\beta})_{1;0} = \begin{vmatrix} \xi_{\alpha} & 0 \\ \xi_{\beta} & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{1}{u_{\alpha}} & 0 \\ \frac{1}{u_{\beta}} & 0 \end{vmatrix} \equiv 0$$

10. Координатная матрица первого контравариантного двухвекторного корта резисторов $|\vec{i} \vec{k}\rangle$

$$\mathbf{X}^{1;0}(1; \vec{i}, \vec{k}) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & x_i & x_k & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & R_i & R_k & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

11. Контравариантный объём первого одновекторного корта резистора $|\vec{i}\rangle$

$$V^1(1; \vec{i}) = |x_i| = |R_i|$$

12. Контравариантный объём первого двухвекторного корта резисторов $|\vec{i} \vec{k}\rangle$

$$V^{1;0}(1; \vec{i}, \vec{k}) = \begin{vmatrix} x_i & x_k \\ 0 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} R_i & R_k \\ 0 & 0 \end{vmatrix} \equiv 0$$

13. Разложение второй фундаментальной матрицы на матричные множители:

$$\mathbb{K}_{\alpha \beta \gamma; i \vec{k} m}^{00 \leftarrow \leftarrow \leftarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow}(b) = \mathbb{X}(2; \overset{\leftarrow}{\alpha}, \overset{\leftarrow}{\beta}, \overset{\leftarrow}{\gamma})_{12;0} \cdot \mathbb{X}^{12;0}(2; \vec{i}, \vec{k}, m)$$

14. Координатная матрица второго ковариантного трёхвекторного корта $\langle \overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{\beta} \overset{\leftarrow}{\gamma} |$ генераторов переменного напряжения

$$\mathbf{X}(2; \overset{\leftarrow}{\alpha}, \overset{\leftarrow}{\beta}, \overset{\leftarrow}{\gamma})_{12;0} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & \eta_\alpha & \zeta_\alpha & 0 & 0 \\ 0 & \eta_\beta & \zeta_\beta & 0 & 0 \\ 0 & \eta_\gamma & \zeta_\gamma & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & \frac{1}{u_\alpha \omega_\alpha} & -\frac{\omega_\alpha}{u_\alpha} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{u_\beta \omega_\beta} & -\frac{\omega_\beta}{u_\beta} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{u_\gamma \omega_\gamma} & -\frac{\omega_\gamma}{u_\gamma} & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

15. Ковариантный объём второго двухвекторного корта $\langle \overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{\beta} |$ генераторов переменного напряжения

$$V(2; \overset{\leftarrow}{\alpha}, \overset{\leftarrow}{\beta})_{12} = \begin{vmatrix} \xi_\alpha & \eta_\alpha \\ \xi_\beta & \eta_\beta \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{1}{u_\alpha \omega_\alpha} & -\frac{\omega_\alpha}{u_\alpha} \\ \frac{1}{u_\beta \omega_\beta} & -\frac{\omega_\beta}{u_\beta} \end{vmatrix}$$

16. Ковариантный объём второго трёхвекторного корта $\langle \overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{\beta} \overset{\leftarrow}{\gamma} |$ генераторов переменного напряжения

$$V(2; \overset{\leftarrow}{\alpha}, \overset{\leftarrow}{\beta}, \overset{\leftarrow}{\gamma})_{12;0} = \begin{vmatrix} \eta_\alpha & \zeta_\alpha & 0 \\ \eta_\beta & \zeta_\beta & 0 \\ \eta_\gamma & \zeta_\gamma & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{1}{u_\alpha \omega_\alpha} & -\frac{\omega_\alpha}{u_\alpha} & 0 \\ \frac{1}{u_\beta \omega_\beta} & -\frac{\omega_\beta}{u_\beta} & 0 \\ \frac{1}{u_\gamma \omega_\gamma} & -\frac{\omega_\gamma}{u_\gamma} & 0 \end{vmatrix} \equiv 0$$

17. Координатная матрица второго контравариантного трёхвекторного корта резисторов $|\vec{i} \vec{k} \vec{m}\rangle$

$$\mathbb{X}^{12;0}(2; \vec{i}, \vec{k}, \vec{m}) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & y_i & y_k & y_m & 0 \\ 0 & z_i & z_k & z_m & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{C_i} & \frac{1}{C_k} & \frac{1}{C_m} & 0 \\ 0 & \frac{1}{L_i} & \frac{1}{L_k} & \frac{1}{L_m} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

18. Контравариантный объём второго двухвекторного корта $|\vec{i} \vec{k}\rangle$ резистора

$$V^{12}(2; \vec{i}, \vec{k}) = \begin{vmatrix} y_i & y_k \\ z_i & z_k \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{1}{C_i} & \frac{1}{C_k} \\ \frac{1}{L_i} & \frac{1}{L_k} \end{vmatrix}$$

19. Контравариантный объём второго трёхвекторного корта $|\vec{i} \vec{k} \vec{m}\rangle$ резисторов

$$V^{12;0}(2; \vec{i}, \vec{k}, \vec{m}) = \begin{vmatrix} y_i & y_k & y_m \\ z_i & z_k & z_m \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{1}{C_i} & \frac{1}{C_k} & \frac{1}{C_m} \\ \frac{1}{L_i} & \frac{1}{L_k} & \frac{1}{L_m} \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \equiv 0$$

20. Разделение нечисловых переменных в случае репрезентатора

$$a_{\alpha \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} = \xi_{\alpha} x_i = \frac{1}{u_{\alpha}} R_i.$$

$$K_{\alpha; \vec{i}}^{00 \leftarrow \rightarrow}(\vec{a}) = V(1; \bar{\alpha})_1 V^1(1; \vec{i});$$

$$K_{\alpha \beta; \vec{i} \vec{k}}^{2 \leftarrow \rightarrow}(\vec{a}) = V(1; \bar{\alpha}, \bar{\beta})_{1;0} V^{1;0}(1; \vec{i}, \vec{k}) \equiv 0$$

21. Разделение нечисловых переменных в случае репрезентатора

$$b_{\alpha \vec{i}}^{\leftarrow \rightarrow} = \xi_{\alpha} y_i + \zeta_{\alpha} z_i = \frac{1}{u_{\alpha} \omega_{\alpha} C_i} - \frac{\omega_{\alpha}}{u_{\alpha}} L_i.$$

$$K_{\alpha; \vec{i}}^{1 \leftarrow \rightarrow}(\vec{b}) = V(2; \bar{\alpha})_1 \cdot V^1(2; \vec{i}) + V(2; \bar{\alpha})_2 \cdot V^2(2; \vec{i});$$

$$K_{\alpha \beta; \vec{i} \vec{k}}^{2 \leftarrow \rightarrow}(\vec{b}) = V(2; \bar{\alpha}, \bar{\beta})_{12} V^{12}(2; \vec{i}, \vec{k});$$

$$K_{\alpha \beta \gamma; \vec{i} \vec{k} \vec{m}}^{3 \leftarrow \rightarrow}(\vec{b}) = V(2; \bar{\alpha}, \bar{\beta}, \bar{\gamma})_{12;0} V^{12;0}(2; \vec{i}, \vec{k}, \vec{m}) \equiv 0.$$

Итак, на множестве резисторов $\overline{\mathfrak{M}}$ и множестве генераторов переменного напряжения $\mathfrak{N}$ обнаруживаются две физические структуры –

рода $K_{\alpha \beta; i k}^{oo \leftarrow \leftarrow \rightarrow \rightarrow}(a) \equiv 0$ (мультипликативная физическая структура ранга (2,2)) и рода $K_{\alpha \beta \gamma; i k m}^{oo \leftarrow \leftarrow \rightarrow \rightarrow}(b) \equiv 0$ (мультипликативная физическая структура ранга (3,3)), если в качестве репрезентаторов взять $a_{\alpha i}^{\leftarrow \rightarrow}$ и $b_{\alpha i}^{\leftarrow \rightarrow}$.

Можно сказать, что закон Ома для переменного тока, записанный в хорошо известной традиционной форме

$$\mathfrak{I}_{\alpha i} = \frac{U_{\alpha}}{\sqrt{R_i^2 + (\frac{1}{\omega_{\alpha} C_i} - \omega_{\alpha} L_i)^2}},$$

$$tg \varphi_{\alpha i} = \frac{\frac{1}{\omega_{\alpha} C_i} - \omega_{\alpha} L_i}{R_i}$$

представляет собой внешнюю сторону электродинамики переменных токов (её “явление”). Что же касается её глубинного содержания (её “сущности”), то оно заключено в её структуре – в существовании двух репрезентаторов:

$$a_{\alpha i}^{\leftarrow \rightarrow} = \frac{\cos \varphi_{\alpha i}}{\mathfrak{I}_{\alpha i}} \quad \text{и} \quad b_{\alpha i}^{\leftarrow \rightarrow} = \frac{\sin \varphi_{\alpha i}}{\mathfrak{I}_{\alpha i}},$$

двух верификаторов:

$$K_{\alpha \beta; i k}^{oo \leftarrow \leftarrow \rightarrow \rightarrow}(a) = V(1; \overset{\leftarrow}{\alpha}, \overset{\leftarrow}{\beta})_{1;0} \cdot V^{1;0}(1; \vec{i}, \vec{k}) = 0$$

$$K_{\alpha \beta \gamma; i k m}^{oo \leftarrow \leftarrow \rightarrow \rightarrow}(b) = V(2; \alpha, \beta, \gamma)_{12;0} \cdot V^{12;0}(2; i, k, m) = 0,$$

двух объёмов

$$V(1; \overset{\leftarrow}{\alpha}, \overset{\leftarrow}{\beta})_{1;0} \equiv 0 \quad V^{1;0}(1; \vec{i}, \vec{k}) \equiv 0$$

двухвекторных кортов генераторов $\langle \overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{\beta} |$ и резисторов $| \vec{i} \vec{k} \rangle$, тождественно обращающихся в ноль,

и двух объёмов

$$V(2; \overset{\leftarrow}{\alpha}, \overset{\leftarrow}{\beta}, \overset{\leftarrow}{\gamma})_{12;0} \equiv 0 \quad V^{12;0}(2; \vec{i}, \vec{k}, \vec{m}) \equiv 0$$

трёхвекторных кортов генераторов $\langle \overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{\beta} \overset{\leftarrow}{\gamma} |$ и резисторов $| \vec{i} \vec{k} \vec{m} \rangle$, тождественно обращающихся в ноль:

САКРАЛЬНАЯ ФОРМУЛИРОВКА ЗАКОНА

ОМА ДЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

$$K^{oo}(a) \equiv 0$$

Сущность сакрально-инвариантного закона Ома для переменного тока состоит в равенстве нулю двух скалярных произведений:

в одном случае – скалярного произведения двухвекторного корта генераторов переменного тока $\langle \overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{\beta} |$ на двухвекторный корт $| \vec{i} \vec{k} \rangle$ резисторов, объёмы каждого из которых тождественно равны нулю,

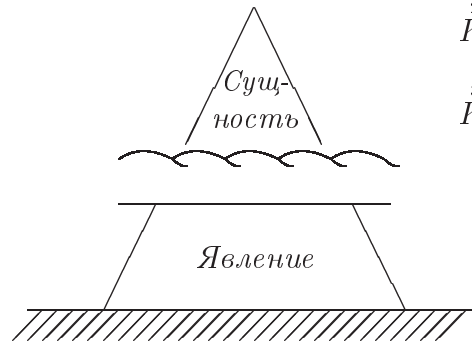
и в другом случае – скалярного произведения трёхвекторного корта генераторов $\langle \overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{\beta} \overset{\leftarrow}{\gamma} |$ на трёхвекторный корт $| \vec{i} \vec{k} \vec{m} \rangle$ резисторов, объёмы каждого из которых тождественно равны нулю.

Другими словами, **сущность сакрально-инвариантного закона Ома для переменного тока состоит, с одной стороны, в наличии таких отношений между 2-векторным кортом генераторов переменного напряжения $\langle \overset{\leftarrow}{a} \overset{\leftarrow}{b} |$ и 2-векторным кортом резисторов $| \vec{i} \vec{k} \rangle$, при которых имеет место физическая структура рода:**

$$K_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{\beta}; \vec{i} \vec{k}}^{2oo}(\overset{1}{a}) = V(1; \overset{\leftarrow}{\alpha}, \overset{\leftarrow}{\beta})_{1;0} \cdot V^{1;0}(1; \vec{i}, \vec{k}) = 0,$$

и, с другой стороны – в наличии таких отношений между 3-векторным кортом генераторов переменного напряжения $\langle \overset{\leftarrow}{a} \overset{\leftarrow}{b} \overset{\leftarrow}{\gamma} |$ и 3-векторным кортом резисторов $| \vec{i} \vec{k} \vec{m} \rangle$, при которых имеет место физическая структура рода:

$$K_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{\beta} \overset{\leftarrow}{\gamma}; \vec{i} \vec{k} \vec{m}}^{3oo}(\overset{2}{b}) = V(2; \alpha, \beta, \gamma)_{12;0} \cdot V^{12;0}(2; i, k, m) = 0.$$



$$K_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{\beta}; \vec{i} \vec{k}}^{2oo}(\overset{1}{a}) \equiv 0$$

$$K_{\overset{\leftarrow}{\alpha} \overset{\leftarrow}{\beta} \overset{\leftarrow}{\gamma}; \vec{i} \vec{k} \vec{m}}^{3oo}(\overset{2}{b}) \equiv 0$$

$$\mathfrak{I}_{\alpha i} = \frac{U_{\alpha}}{\sqrt{R_i^2 + (\frac{1}{\omega_{\alpha} C_i} - \omega_{\alpha} L_i)^2}}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{\alpha i} = \frac{\frac{1}{\omega_{\alpha} C_i} - \omega_{\alpha} L_i}{R_i}$$

Явление и сущность закона Ома для переменного тока.