Тензор электромагнитного поля в контравариантном представлении:

$$F^{ik} = \frac{\partial A^k}{\partial x_i} - \frac{\partial A^i}{\partial x_k} = \begin{pmatrix} 0 & -E_x & -E_y & -E_z \\ E_x & 0 & -H_z & H_y \\ E_y & H_z & 0 & -H_x \\ E_z & -H_y & H_x & 0 \end{pmatrix},$$

где i=0,...,3, k=0,...,3.

Контравариантные компоненты тензора электромагнитного поля при переходе из лабораторной в сопутствующую систему координат преобразуются по правилу

$$\left(F^{ik}\right)' = \Lambda^i_m \Lambda^k_n F^{mn}$$

где Λ^i_k – матрица преобразования Лоренца, i=0,...,3, k=0,...,3:

$$\Lambda^i_m = \begin{pmatrix} \gamma & -\beta\gamma & 0 & 0 \\ -\beta\gamma & \gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

(для случая, когда сопутствующая система отсчета движется относительно лабораторной со скоростью $\boldsymbol{\beta} = \frac{v}{c}\mathbf{e}_x$).

Для практических расчетов удобно представить m, n-компоненты тензора F в виде произведения m и n компонент некоторых двух 4-векторов (нахождение самих 4-векторов при этом в нашу задачу не входит):

$$F^{mn} = a^m \cdot b^n.$$

Тогда

$$\left(F^{ik}\right)' = (\Lambda^i_m a^m) \cdot (\Lambda^k_n b^n).$$

Правая часть в развернутом виде представляет собой линейную комбинацию произведений вида $a^\alpha \cdot b^\beta$, которые с другой стороны суть α, β-компоненты тензора F. Коэффициенты при этих компонентах формируются из парных произведений элементов матрицы Λ и задаются однозначно. Таким образом, произвольная ik-компонента тензора F' выражается через компоненты тензора F. Например,

$$\left.\begin{array}{l} H'_y = (F^{13})' = (\Lambda^1_m a^m) \cdot (\Lambda^3_n b^n) \\ (a^1)' = \Lambda^1_m a^m = -\beta\gamma a^0 + \gamma a^1 \\ (b^3)' = \Lambda^3_n b^n = 1 \cdot b^3 \end{array}\right\} \Rightarrow H'_y = (-\beta\gamma a^0 + \gamma a^1) b^3 = -\beta\gamma a^0 b^3 + \gamma a^1 b^3 =$$

$$= -\beta\gamma F^{03} + \gamma F^{13} = \gamma(H_y + \beta E_z).$$

Формулы преобразования полей можно записать и в векторном виде:

$$\begin{array}{lll} \mathbf{E}'_\parallel = \mathbf{E}_\parallel, & \mathbf{E}'_\perp = \gamma\left(\mathbf{E}_\perp + [\boldsymbol{\beta} \times \mathbf{H}]\right), & \mathbf{E}_\perp = \gamma\left(\mathbf{E}'_\perp - [\boldsymbol{\beta} \times \mathbf{H}']\right) \\ \mathbf{H}'_\parallel = \mathbf{H}_\parallel, & \mathbf{H}'_\perp = \gamma\left(\mathbf{H}_\perp - [\boldsymbol{\beta} \times \mathbf{E}]\right), & \mathbf{H}_\perp = \gamma\left(\mathbf{H}'_\perp + [\boldsymbol{\beta} \times \mathbf{E}']\right) \end{array}$$