massa invariante $p^\mu p_\mu$

Per il campo e.m. usiamo $F^{\mu\nu}$:

$$F^{\mu\nu} F_{\mu\nu} = -2(E^2 - B^2)$$ scalare di Lorentz   questo scalare serve per il modulo relativo tra $\bar{E}$ e $\bar{B}$

$$\tilde{F}^{\mu\nu} = \frac{1}{2} \varepsilon^{\mu\nu\rho\sigma} F_{\rho\sigma}$$ pseudo-tensore (cambia segno per inversioni spaziali e temporali)

$$F^{\mu\nu} = \begin{bmatrix} 0 & -E_x & -E_y & -E_z \\ E_x & 0 & -B_z & B_y \\ E_y & B_z & 0 & -B_x \\ E_z & -B_y & B_x & 0 \end{bmatrix} \longrightarrow \tilde{F}^{\mu\nu} = \begin{bmatrix} 0 & -B_x & -B_y & -B_z \\ B_x & 0 & E_z & -E_y \\ B_y & -E_z & 0 & E_z \\ B_z & E_y & -E_z & 0 \end{bmatrix}$$

$$\tilde{F}^{\mu\nu} F_{\mu\nu} = -4\, \bar{E} \cdot \bar{B}$$ pseudo-scalare

$$\bar{E} \cdot \bar{B} = 0 \implies \bar{E}' \cdot \bar{B}' = 0$$ rimangono perpendicolari in ogni SR

Si dimostra che questi sono gli unici invarianti disponibili.