

Índice de Fórmulas y Ecuaciones — TMRCU

Ecuación de Evolución Mesoscópica (Primer Decreto):
$$\frac{d\Sigma_i}{dt} = \alpha \sum_{j \in \mathcal{N}_i} (\Sigma_j - \Sigma_i) - \beta \phi_i + Q_i$$

Ecuación de Fuerza Neta:
$$F_i = Q_i - \phi_i$$

Lagrangiano EFT corregido:
$$\mathcal{L}_{\text{TMRCU-EFT}} = \mathcal{L}_{\text{SM}} + \frac{1}{2} (\partial_\mu \sigma)(\partial^\mu \sigma) - V(\sigma) + \frac{\kappa_H}{\Lambda} \sigma H^\dagger H + \frac{\lambda_{H\sigma}}{2\Lambda^2} \sigma^2 H^\dagger H + \sum_V \frac{c_V}{4\Lambda} \sigma F^\mu{}_\nu F^\nu{}_\mu + \sum_f \frac{y_f}{\Lambda} \sigma \bar{Q}_L H f_R + \text{h.c.} + \frac{c_J}{\Lambda} (\partial_\mu \sigma) J^\mu$$

Potencial:
$$V(\sigma) = \frac{1}{2} m_\sigma^2 \sigma^2 + \frac{\lambda_3}{3!} \sigma^3 + \frac{\lambda_4}{4!} \sigma^4$$

Acción con acoplo conforme:
$$S = \int d^4x \sqrt{-g} \left[\frac{M_{\text{Pl}}^2}{2} R - \frac{1}{2} (\partial_\mu \sigma)^2 - V(\sigma) \right] + S_m[\psi_i, A^2(\sigma) g_{\mu\nu}]$$

Lagrangiano mínimo TMRCU:
$$\mathcal{L}_{\text{TMRCU}} = \frac{1}{2} (\partial_\mu \Sigma)^2 + \frac{1}{2} (\partial_\mu \chi)^2 - \text{Big} \left[-\frac{1}{2} m_\Sigma^2 \Sigma^2 + \frac{1}{4} \lambda \Sigma^4 + \frac{1}{2} m_\chi^2 \chi^2 + \frac{g}{2} \Sigma^2 \chi^2 \right]$$

Vacío:
$$\langle \Sigma \rangle = \pm \sqrt{\mu^2 / \lambda}$$

Masa del Sincronón:
$$m_\sigma = \sqrt{2} \mu$$

Dinámica efectiva de coherencia (Stuart-Landau):
$$(\mu_{\text{eff}} + i\omega)z - (1+ic)|z|^2 z + Kz_{\text{in}}$$

Orden global (Kuramoto):
$$R(t) = \left| \frac{1}{N} \sum e^{i\theta_k(t)} \right| \in [0,1]$$

Coherencia operativa:
$$\Sigma = \frac{1}{1 + \Delta f / \Delta f_0} \quad \text{ó} \quad \Sigma = 1 - \frac{\Delta f}{\Delta f_{\text{max}}}$$

Σ media en ventana W:
$$\bar{\Sigma}_W = \frac{1}{|W|} \int_W \Sigma(t) dt$$

Índice de desincronización:
$$D_\Sigma = 1 - \bar{\Sigma}_W$$

Entropía de coherencia:
$$H_\Sigma = - \int p(\Sigma) \log p(\Sigma) d\Sigma$$

Acoplamiento efectivo:
$$K_{\text{eff}} \approx \frac{\Delta \omega_{\text{lock}}}{|z_{\text{in}}|}$$

Índice de locking:
$$LI = \left| \langle e^{i(\theta_{\text{out}} - \theta_{\text{in}})} \rangle_W \right|$$

Fidelidad de compuertas Σ : $\$ F_{C\backslash\Sigma A} = 1 - \text{NRMSE}(\Sigma_{\text{out}}, \Sigma_1 \cdot \Sigma_2) \$$

Ganancia de sincronización: $\$ G_{\text{sync}} = \left(\frac{\partial R}{\partial K_{\text{eff}}} \right) \big|_{K^*} \$$

Latencia: $\$ \tau_{\text{varepsilon}} = \text{tiempo mínimo a } \Sigma - \Sigma_{\text{tgt}} | \leq \text{varepsilon} \$$

Coherencia por energía: $\$ \text{CPW} = \frac{\bar{\Sigma}_{\text{out}} - \bar{\Sigma}_{\text{in}}}{E_{\text{op}}} \$$

Sensibilidad a ruido: $\$ S_{\text{noise}} = \left(\frac{\partial \bar{\Sigma}_{\text{out}}}{\partial \eta} \right) \big|_{\eta^*} \$$

Margen de estabilidad: $\$ \lambda_{\text{min}}(J) < 0 \$$

Cumplimiento de CBF: $\$ \rho_{\text{CBF}} = \frac{1}{T} \int I[h(x(t)) \geq 0] dt \$$