

Frente II

Búsqueda del Sincronón σ y verificación Gravo–Débil

TCDS Program

Propósito

Detectar o excluir el campo Σ (sincronón σ) y su acople “Gravo–Débil” con protocolos de laboratorio reproducibles, nulos instrumentados y decisión binaria $\kappa\Sigma$ –LBCU.

1 Acción y Hamiltoniano mínimos

Acción efectiva:

$$S = \int d^4x \sqrt{-g} [\mathcal{L}_{\text{SM}}(g, \Psi, A) + \frac{1}{2}\partial_\mu \Sigma \partial^\mu \Sigma - \frac{\lambda}{4}(\Sigma^2 - \mu^2)^2 + g_m \Sigma T_\mu^\mu]. \quad (1)$$

Métrica conforme mínima: $g_{\mu\nu}^{(\Sigma)} = e^{2\kappa\Sigma} \eta_{\mu\nu}$.

Hamiltoniano de Σ (gauge temporal, 3+1):

$$\Pi_\Sigma = \dot{\Sigma}, \quad \mathcal{H}_\Sigma = \frac{1}{2}\Pi_\Sigma^2 + \frac{1}{2}(\nabla\Sigma)^2 + \frac{\lambda}{4}(\Sigma^2 - \mu^2)^2. \quad (2)$$

Masa del modo: $m_\sigma = 2\mu$. El término $g_m \Sigma T_\mu^\mu$ induce una quinta fuerza Yukawa suprimida.

2 Firmas y observables parsimoniosos

Fuerzas sub-mm (Yukawa)

$$V(r) = -\frac{Gm_1 m_2}{r} \left[1 + \alpha_5 e^{-r/\ell_\sigma} \right], \quad \ell_\sigma = \frac{\hbar}{m_\sigma c}. \quad (3)$$

α_5 y ℓ_σ quedan ligados a (g_m, μ) . KPI: mejora $\geq \times 3$ del mejor límite previo en 0.1–1 mm.

FET (verdugo prioritario)

Oscilador controlado por puerta Σ con inyección externa de amplitud A_c . Firma inequívoca:

$$\Delta f = f_{\text{lock}} - f_0 \propto A_c, \quad \text{lengua de Arnold y umbral finito.} \quad (4)$$

Condición de falsación: no debe aparecer locking con $A_c = 0$.

Relojes y cavidades

$$\frac{\delta f}{f} \Big|_\Sigma = \kappa_\Sigma \langle \nabla^2 \Sigma \rangle_{\text{modo}}, \quad (5)$$

con evaluación por desviación Allan $\sigma_y(\tau)$ y barridos vacío–medio–térmico.

Interferometría atómica

$$\Delta\phi_\Sigma = \int dt \delta\omega_\Sigma(t), \quad \delta\omega_\Sigma \propto \kappa_\Sigma \nabla^2 \Sigma. \quad (6)$$

3 Protocolos nulos y controles

1. **Gemelo nulo FET:** dispositivo idéntico sin puerta Σ , medido en paralelo dentro del mismo blindaje EMI.
2. **Ciegos y off-resonance:** inyección fuera de banda y secuencias enmascaradas.
3. **Swaps y rotaciones:** permuta de cables, módulos y orientación del banco.
4. **Auditorías:** EMI, térmica ($\pm 0.01^\circ\text{C}$), vibración y microfonía.

4 Equipamiento mínimo reproducible

- Cámara de blindaje EMI y control térmico.
- Dos generadores RF independientes y referencia disciplinada.
- Analizador de espectros con lectura $S_\phi(\omega)$.
- Banco torsional o microbalanza para sub-mm ($10^{-13}\text{--}10^{-12}$ N).
- Cavidad de alta Q u oscilador de cuarzo/SAW/OCXO/ULE.
- Logger -metrics: $R(t)$, LI, RMSE_{SL}.

5 Análisis parsimonioso y decisión

Métricas y KPIs

$$\text{FET: } \text{LI} \geq 0.9, \quad R > 0.95, \quad \text{RMSE}_{SL} < 0.1, \quad \text{Reproducibilidad} \geq 95\%. \quad (7)$$

$$\text{Metroología: } \text{BF} > 150 \text{ vs. modelo nulo o } 5\sigma, \quad \text{sub-mm: mejora} \geq \times 3 \text{ en } \alpha_5(\ell_\sigma). \quad (8)$$

Priors y ajuste

$$g_m \sim \mathcal{U}[0, 10^{-3}], \quad \mu \sim \mathcal{U}[0, 1 \text{ eV}], \quad \lambda \sim \mathcal{U}[0, 1], \quad \kappa_\Sigma \sim \mathcal{U}[0, 10^{-2}]. \quad (9)$$

Ajuste Bayesiano por canal; integración multi-canal con penalización BIC y reporte de Bayes Factor.

Regla $\kappa\Sigma$ -LBCU (Sí/No)

Sí: al menos un canal alcanza realce ($\text{BF} > 150$ o 5σ) y otro canal corrobora con coherencia de fase o dependencia A_c .

No: ningún canal alcanza KPI duro o los límites excluyen la región $(g_m, \mu, \lambda, \kappa_\Sigma)$ compatible con el Hamiltoniano.

6 Plan de corrida

T+2: FET v1 + gemelo nulo.

T+4: barrido $\Delta f - A_c$ preregistrado; ensayo off-resonance.

T+6: cavidad/reloj y primer límite sub-mm.

T+8: integración Bayesiana y dictamen.

Autocrítica y verificación

Supuestos fuertes: métrica conforme única $e^{2\kappa\Sigma}$; reducción de artefactos EMI por blindaje finito; linealidad $\Delta f \propto A_c$ fuera de saturación.

Riesgos: locking parásito por inyección EM; deriva térmica en cavidades; acoplos espurios en torsión sub-mm.

Salvaguardas: gemelo nulo, ciegos, off-resonance, swaps, control térmico estricto y análisis BF con penalización BIC.

Cómo se asegura la conclusión: cadena Hamiltoniano \rightarrow firma operativa (Yukawa, $\Delta f - A_c$, $\delta f/f$, $\Delta\phi$) \rightarrow KPI duro \rightarrow decisión binaria. Si cualquiera de los KPI falla o los límites son más estrictos que la región necesaria, el frente se degrada y se publican límites superiores.