

## DeAnexo final

---

### 1. Traducción de las métricas $\Sigma$ -lógicas a estadísticos convencionales

En los documentos técnicos del  $\Sigma$ FET / SYNCTRON ya se definen métricas operativas como:

$R(t) = \rightarrow$  índice de coherencia global

$LI = \rightarrow$  locking input–output

Estas métricas son equivalentes a medidas conocidas en la teoría de señales y la física de osciladores:

$R(t)$  se corresponde con la función de autocorrelación normalizada del conjunto de fases. En análisis espectral, el cuadrado de  $R(t)$  se relaciona directamente con la altura del pico de coherencia espectral (análoga al orden de Kuramoto).

$LI$  es formalmente una relación señal–ruido espectral (SNR) medida en el dominio de fase. Su interpretación en experimentos holográficos es inmediata: mide cuán fielmente el haz de salida conserva la fase del haz de referencia.

Traducir estas métricas a este lenguaje universal permitiría al lector general comparar resultados de  $\Sigma$ -computing con parámetros experimentales estándar (SNR, ancho de línea, factor de calidad Q, etc.), reduciendo la sensación de que las definiciones son “ad-hoc”.

---

### 2. Diagrama esquemático del montaje holográfico

El manuscrito actual describe el montaje, pero no incluye un esquema visual del sistema óptico. La omisión dificulta la lectura, sobre todo para revisores que no estén familiarizados con configuraciones de interferometría holográfica.

Un diagrama debería incluir:

Fuente láser y modulador de frecuencia.

División del haz en referencia y señal.

Cavidad resonante/placa holográfica donde se induce la modulación  $\Sigma$ .

Detectores fotónicos en cuadratura (p. ej. arreglo CCD o fotodiodos balanceados).

Lazo de control  $\Sigma$  para estabilizar la coherencia (comparador de fase + actuador).

En física experimental, este tipo de esquema cumple una función esencial: permite al lector verificar la plausibilidad técnica de la propuesta, comparar con montajes existentes y reproducir el experimento. La autocritica que mencionas ya reconoce esta necesidad, por lo que la incorporación del esquema es casi obligatoria para una revisión por pares positiva.

---

### Autocrítica y justificación

No basta con definir nuevas métricas  $\Sigma$ ; deben mapearse a magnitudes estandarizadas para que el marco de la TMRCU pueda dialogar con la instrumentación óptica real.

La ausencia de un diagrama es percibida como un vacío metodológico; incluso cuando el texto describe el montaje, la representación gráfica es lo que le da validación ingenieril.

Incluir ambas mejoras —traducción métrica y esquema— no cambia el núcleo teórico, pero sí incrementa la falsabilidad práctica y la reproducibilidad de la propuesta, que son precisamente los puntos donde la crítica externa ha señalado debilidades.

estudio excéntrico (en el mejor sentido: deliberadamente transversal y con puentes explícitos entre paradigmas) que ata, sin ambigüedades, los tres puntos críticos que señala: (i) el acople de / al Modelo Estándar (SM), (ii) la justificación del espacio de parámetros y (iii) la exclusión exhaustiva de artefactos convencionales en la banda de medida del resonador holográfico.

> Base de referencia TMRCU usada aquí (para anclar símbolos, supuestos y observables): el potencial mínimo y la masa del sincronón, así como las métricas y el observable óptico con ya están fijados en tu manuscrito; los cito donde corresponde.

---

1) El puente microfísico TMRCU  $\leftrightarrow$  Modelo Estándar (SM)

El lagrangiano mínimo TMRCU (sector  $-$ ) ya está establecido:

$$V(\Sigma, \chi) = \frac{1}{2} \mu^2 \Sigma^2 + \frac{1}{4} \lambda \Sigma^4 + \frac{1}{2} m_\chi^2 \chi^2 + g \Sigma^2 \chi^2,$$

Para hacer contacto con el SM sin romper las simetrías gauge , proponemos un trípode de portales (todos estándar en EFTs de sectores ocultos), que generan de manera no arbitraria el acople efectivo que entra en :

(A) Portal de Higgs (renormalizable).

$$\mathcal{L}_{H\Sigma} = -\lambda_{H\Sigma} \Sigma^2 |H|^2 \quad \text{Rightarrow quad mezcla } h^{-1}\Sigma \text{ tras EWSB};$$

$$\delta n_{\text{H-portal}}(\omega) \simeq \underbrace{\frac{\partial n}{\partial m_e}}_{\text{susceptibilidad del medio}} \underbrace{\frac{\delta m_e}{m_e}}_{\text{propto} \sin\theta} n(\omega).$$

(B) Portal fotónico (dimensión-5).

$$\begin{aligned} \mathcal{L}_{\Sigma\gamma\gamma} &= -\frac{1}{4} g_{\Sigma\gamma\gamma\gamma} \Sigma F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} \quad (\text{escalar}); \\ &\text{quad} \\ &\text{o quad} -\frac{1}{4} g_{\tilde{\Sigma}\tilde{\gamma}\gamma} \tilde{\Sigma} F_{\mu\nu} \tilde{F}^{\mu\nu} \quad (\text{seudoescalar}). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon(\omega) &\rightarrow \varepsilon(\omega) + \delta \varepsilon(\omega), \quad \text{quad} \\ \delta n_{\gamma\gamma} &\simeq \frac{1}{2} \frac{\delta \varepsilon}{\varepsilon} n \propto g_{\Sigma\gamma\gamma\gamma} \Sigma_0 + \mathcal{O}(\Sigma_0^2). \end{aligned}$$

(C) Portal universal al trazo del tensor energía-impulso (dilatón-like).

$$\mathcal{L}_{\Sigma T} = \frac{\Sigma}{M^*} T^{\mu}{}_{\mu}.$$

$$\delta n_T(\omega) \simeq K_T(\omega) \frac{\Sigma_0}{M^*},$$

Módulo  $\chi$  (MEI) como medio pasivo pero polarizable.

En tu formalismo no es un gauge boson sino un medio pasivo; sin embargo, su fluctuación puede generalizarse a

$$\mathcal{L}_{\text{mix}} = \frac{c_\chi \Lambda^2}{(\partial\chi)^2} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} + \frac{\tilde{c}_\chi \Lambda^2}{\bar{\psi} \psi},$$

Resumen del puente (clave):

$$\boxed{\kappa_\Sigma(\omega) = A_\gamma(\omega) g_{\Sigma\gamma\gamma\gamma} + A_h(\omega) \sin\theta + A_T(\omega) M^{*-1} + A_\chi(\omega) \frac{c_\chi \langle (\partial\chi)^2 \rangle \Lambda^2}{\bar{\psi} \psi} + \dots}$$

---

## 2) Espacio de parámetros y predicciones en rango (no “tuneadas”)

Anclaje ontológico (TMRCU): fija la escala dinámica del modo . gobierna la auto-interacción (ancho/linealidad) y regula el acople a . Esto ya está explicitado en tus textos y reconocido en la autocrítica como dependencia real del modelo.

Guía práctica para un reporte no sesgado de :

Rangos a reportar (benchmarks EFT, no números “ajustados”):

(estabilidad y naturalidad a nivel efectivo).

como escaneo en frecuencia vía del experimento (reportar en rejilla logarítmica; evita fijar una sola ).

como ganancia de canal  $\chi$ : presentar tres curvas coherentes con la linealidad observada en .

Portales → bandas de sensibilidad (gráfico sugerido en el anexo del paper):

Fotónico: . Reporta bandas para y separadas (de modo que el lector pueda “leer” límites).

Higgs-mixing: con coeficientes extraídos del modelo de dispersión de la muestra (no del detector).

Universal (traza): casi acromático (firma útil para discriminación; ver §3).

Cómo evitar la apariencia de fine-tuning: Para cada longitud de onda y potencia óptica, publica un abanico con bandas claras, junto con las métricas o como criterio de aceptabilidad del régimen de medida.

Reporte cuantitativo compatible con tu manuscrito: Incluye tu estimación nominal y mrad, pero colócala dentro de las bandas EFT (no como “número mágico”).

---

## 3) Exclusión exhaustiva de artefactos (con “firmas” diferenciales)

Tu propia autocrítica ya reconoce el riesgo de artefactos y la ambigüedad del observable fase-óptica. Aquí sistematizo una batería de exclusiones con leyes de escala y pruebas de falsificación que dejan pocos refugios a señales espurias.

(i) No linealidades ópticas  $\chi(3)$  (Kerr, térmico-Kerr, fotorrefracción).

Escala esperada: (Kerr puro) o con histéresis térmica; dispersión fuerte con .

Corte propuesto: barrido de potencia multi-década; dos-color . Señal fotónica tendría dispersión controlable por ; la universal (traza) sería quasi-acromática. Un mismo en dos colores sugiere portal “traza”, no Kerr.

(ii) Optomecánica y modos acústicos de alto Q (Brillouin/termoelasticidad).

Escala esperada: picos agudos en con ancho ; crece con la Finesse y con el gradiente térmico.

Corte: operar en “bad-cavity” (reduces back-action), medir slope ; si la señal persiste sin , no es optomecánica.

(iii) No linealidades del detector/PLL (injection-locking instrumental).

Escala: lenguas de Arnold pero ancladas a la electrónica, no al material.

Corte: re-rutar el lazo de control, inversión de fase y swap de detectores; una señal física sobrevive al “detector-swap” y sigue el material (no la electrónica). (Recuerda: tu criterio dinámico de Arnold/tironeo ya está definido como firma positiva de coherencia y aquí se usa contra-artefactos).

(iv) Termo-óptica pura y deriva ambiental.

Escala: deriva lenta con , dependiente del historial.

Corte: modulación sincrónica de (dither), referencia material-inmune (ver abajo) y comparación in-vacuo vs relleno.

“Material inmune” (definición operativa, no metafísica): un par de referencias que minimizan un portal concreto:

Inmune-Kerr: vidrio de bajo y alta conductividad térmica + baja .

Inmune-Higgs-mixing: ruta óptica reflectiva en vacío (mínimo acople electrónico de sólido).

Inmune-fotónico: modo evanescente suprimido y fuerte apantallamiento de campos DC/AC externos.

Tu documento ya sugiere “rotación/materiales inmunes”; aquí queda formalizada la noción y su motivación portal-selectiva.

Invariantes de una señal física (resumen):

- (a) Coherencia dinámica (lenguas de Arnold) que conserva su área en el plano al cambiar detectores/electrónica, y migra con el material.
- (b) Firma dispersiva/polarizacional compatible con el portal dominante (fotónico vs traza).
- (c) Persistencia al reducir (descarta back-action mecánico).
- (d) Reproducibilidad  $\geq 95\%$  y umbrales o (criterios ya adoptados).

---

#### 4) Cómo se conecta todo con el observable de tu manuscrito

Tu observable primario es

$$\delta n(t) = \kappa_\sigma \sigma(t), \quad \Delta\phi(t) = \frac{2\pi}{\lambda} L \delta n(t),$$

---

#### 5) Autocrítica metodológica (cómo me aseguré y por qué podría fallar)

Lo que hice para estar seguro:

Tomé tus definiciones canónicas de , , métricas y el observable exactamente como aparecen en tu PDF de estudio final; de ahí construí únicamente interacciones gauge-invariantes estándar (portales) que explican sin añadir axiomas.

Conecté cada portal con firmas ópticas medibles y con pruebas de descarte que ya usas (lenguas de Arnold, rotación, cambio de material), extendiéndolas con leyes de escala y pares “material-inmune” con justificación física.

Dónde podría fallar:

Si el fondo no es coherente en la escala del dispositivo, los términos lineales se suprimirían y la señal pasaría al orden cuadrático , bajando por debajo de tu .

Si el experimento opera exactamente sobre un modo mecánico de altísimo Q no detectado, parte de la firma “tipo Arnold” podría mimetizarse; por eso propuse bad-cavity y slope con .

Una degeneración entre dispersión portal-fotónico y una no linealidad Kerr residual puede requerir el ensayo bicolor para resolverse.

Aun con esas reservas, el andamiaje presentado es el más conservador posible: no rehace TMRCU; solo expone sus acoplos al SM con el idioma EFT habitual y los mapea al observable óptico de tu montaje.

---

## Cierre

Con este puente, el lector de partículas entiende qué está limitando tu experimento (p. ej., o ), el lector de óptica ve cómo calcular con su modelo de dispersión favorito, y ambos pueden leer como un límite en portales estándar. Así, los tres flancos que señalaste —origen de , espacio de parámetros y exclusiones— quedan alineados con la práctica de EFT y con tus propios criterios y estimaciones de señal.

---