

# **Estudio Científico: Ajuste Global aplicado a Zigma Metrics**

Ontología asociada · Formalismo matemático · Implicaciones para ΣFET

Proyecto TMRCU — Borrador individual consolidado (Septiembre 2025)

## **Resumen**

Presentamos un estudio donde el ajuste global del Sincronón se integra con las Zigma Metrics —el conjunto de métricas de coherencia operativas— para establecer una línea base auditabile entre la fenomenología BSM (vía EFT portal) y la ingeniería del Transistor de Coherencia ( $\Sigma$ FET). El documento expone la ontología TMRCU relevante, el formalismo matemático mínimo y los planos de exclusión del ajuste global, y concluye con criterios  $\Sigma$ MP y una hoja de ruta experimental.

# 1. Ontología TMRCU asociada a Zigma Metrics

La TMRCU postula la Sincronización Lógica ( $\Sigma$ ) como sustrato informacional. Su excitación cuántica, el Sincronón ( $\sigma$ ), actúa como mediador universal de coherencia. En este marco, una 'partícula' es un patrón estable de coherencia; las interacciones son acoplos de sincronización; la masa emerge de fricción de fase en un soporte granular (CGA). Las Zigma Metrics son el lenguaje cuantitativo de esta ontología en el laboratorio.

Definiciones clave (operativas):  $R(t)$  — parámetro de orden de coherencia global en arreglos;  $LI$  — índice de locking señal–oscilador;  $\Sigma MP$  — criterios de aceptación de coherencia para prototipos. Estas métricas conectan directamente con la capacidad de detectar o aprovechar la influencia de  $\sigma$  en dispositivos reales.

## 2. Formalismo matemático mínimo (EFT portal + métricas)

Usamos una EFT con un escalar singlete  $\Sigma$  acoplado al SM por un portal de Higgs y acoplos efectivos a fermiones y fotones. El potencial efectivo incluye ruptura espontánea:  $V(\Sigma, \chi) = -\frac{1}{2} \mu^2 \Sigma^2 + \frac{1}{4} \lambda \Sigma^4 + \frac{1}{2} m_\chi^2 \chi^2 + (g/2) \Sigma^2 \chi^2$ . Con  $\Sigma = \Sigma^\mu + \sigma$  y  $\Sigma^\mu = \mu/\sqrt{\lambda}$ , la masa del Sincronón es  $m_\sigma = \sqrt{2} \mu$ . Los términos de interacción relevantes son  $(\kappa_H/2) \Sigma^2 H^\dagger H$ ,  $(c_V/\Lambda) \Sigma F_{\mu\nu} F^{\mu\nu}$  y  $(y_f/\Lambda) \Sigma \bar{\psi} \Gamma^\mu \psi$ .

Traducción a métricas:  $R(t)$  se define como el módulo del promedio complejo de fases oscilatorias (tipo Kuramoto). LI cuantifica la captura de fase por inyección (injection-locking) y se obtiene comparando potencia en la portadora bloqueada vs. el continuo.  $\Sigma MP$  establece umbrales simultáneos de  $R(t)$  y LI bajo condiciones de ensayo estandarizadas.

### 3. Ajuste global aplicado a Sigma Metrics

Integramos cuatro familias de límites: (i)  $\text{BR}(h \rightarrow \text{inv})$  que acota  $\kappa_H$  para  $m_\sigma < m_h/2$ ; (ii) mezcla universal que restringe  $\sin\theta$ ; (iii) torsion/sub-mm en el plano  $(\lambda, \alpha)$ ; (iv) relojes ópticos que limitan el acople fotónico  $d_e$  en función de  $m_\sigma$ . Estas fronteras definen 'ventanas remanentes' donde métricas de coherencia tienen sentido operativo.

Figura no disponible

Fig. 1 — Exclusión  $(m_\sigma, \kappa_H)$  por  $\text{BR}(h \rightarrow \text{inv})$ . Región superior excluida; inferior, viable.

Figura no disponible

Fig. 2 — Exclusión  $(m_\sigma, \sin\theta)$  por ajuste global de acoplos. Banda superior excluida.

Figura no disponible

Fig. 3 — Sub-mm (torsion): exclusión conservadora en  $(\lambda, \alpha)$ .

Figura no disponible

Fig. 4 — Relojes ópticos: contorno representativo en  $(m_\sigma, d_e)$ .

Mapeo operativo a Zigma Metrics: en las ventanas remanentes, fijamos metas experimentales mínimas para detectar o explotar coherencia inducida:  $R(t) \geq 0.70$ ,  $LI \geq 0.80$ , estabilidad  $\Sigma$  en lazo cerrado  $\geq 10^3$  ciclos. La lectura RF/óptica debe alcanzar SNR compatible con  $|\Delta\alpha/\alpha|$  de  $10^{-1}$  cuando el objetivo sea acople fotónico (clocks).

## 4. Criterios ΣMP y matriz de aceptación

Métrica	Definición operativa	Umbral (mín.)	Condición de ensayo
R(t)	Orden de coherencia global	$\geq 0.70$	Arreglo $\geq 8$ osciladores, $\Delta f/f \leq 2\%$
LI	Índice de locking	$\geq 0.80$	Injection-locking 1:1, barrido $\pm 3\% f$
$\Sigma$ estabilidad	Ciclos coherentes	$\geq 10^3$	Control $\Sigma$ (PID/SMC) activo
SNR <sub><math>\alpha</math></sub>	Sensibilidad fotónica	$\Delta\alpha/\alpha \leq 1e-17$	Ruta de clocks / cavidades

Un prototipo ΣFET supera ΣMP si todas las métricas alcanzan los umbrales bajo sus condiciones de ensayo. El incumplimiento de un criterio obliga a trazar ruta de mejora y repetir la campaña.

## **5. Implicaciones para el desarrollo del proyecto (vía ΣFET)**

- 1) Priorización de campañas: (a) locking y R(t) en arreglos de 8–32 osciladores; (b) barridos espectrales para picos en  $\omega = m_\sigma$  (ultraligero) con cavidades/relojes; (c) estudios de sensibilidad sub-mm en materiales para explorar  $\alpha(\lambda)$ .
- 2) Ingeniería de control  $\Sigma$ : desarrollo de controladores PID/SMC robustos a temperatura/ruido y protocolos de 'hold' coherente que garanticen  $\geq 10^3$  ciclos estables.
- 3) Integración metrológica: trazabilidad de  $\Sigma$ MP con fichas técnicas, incertidumbres y cadenas de calibración; registro de datos en formatos reproducibles para auditoría externa.
- 4) Cierre fenomenológico: actualización periódica del ajuste global e incorporación de nuevos límites (HL-LHC, balances de torsión de próxima generación, relojes ópticos multi-plataforma) para mantener vivo el mapa de ventanas.

## **6. Conclusiones**

El ajuste global del Sincronón, aplicado a Zigma Metrics, convierte un paradigma conceptual en un programa ingenieril falsable: define ventanas remanentes, fija umbrales  $\Sigma$ MP y prescribe campañas de laboratorio. El resultado práctico es una guía de diseño y validación del  $\Sigma$ FET que, aun conservadora, es suficiente para avanzar hacia prototipos evaluables por la comunidad científica.