

Estudio científico: predicción/detección del sincronón mediante “sombra holográfica” en un tronco de pirámide dentro de una esfera

## Resumen ejecutivo

Propongo y fundamento un dispositivo holográfico–interferométrico que usa un tronco de pirámide (base cuadrada o pentagonal, caras trapezoidales) inscrito en una esfera. Tres haces RGB emanan de un punto y convergen en el centro. La interferencia multipase y las reflexiones en las caras generan un holograma volumétrico (“sombra holográfica”) sensible a pequeñas modulaciones de fase del campo óptico.

En la ontología TMRCU que nos compartiste, el sincronón  $\sigma$  es el cuanto del campo de sincronización lógica  $\Sigma$ ; si  $\sigma$  acopla (directa o efectivamente vía  $\chi$ ) al índice óptico del medio, produce una variación . Eso induce una modulación de fase detectable en el holograma digital con técnicas de phase-shifting y lock-in multicolor. El aparato, además, permite escanear lenguas de Arnold (regiones de locking frecuencia-amplitud) si se usa una excitación de referencia, alineando la lectura con el programa  $\Sigma$ FET/SYNCTRON de “ingeniería de coherencia”. (Fundamentos de holografía digital y reconstrucción 3D por phase-shifting; holografía RGB/multilongitud; sincronización e injection-locking con lenguas de Arnold; sensores ópticos de índice con cavidades/WHM. )

---

### 1) Geometría y óptica de la “sombra holográfica”

#### 1.1 Tronco de pirámide (4 o 5 lados) dentro de esfera

Simetrías:  $D_{\{4h\}}$  (cuadrado) o  $D_{\{5h\}}$  (pentágono) mejoran la redundancia angular.

Material de caras: dieléctrico con reflectividad parcial o metal dieléctrico con capa dieléctrica para control de fase.

Esfera: de vidrio/PMMA con ventanas ópticas para cámaras; actúa como integrador angular (modos tipo whispering-gallery útiles para ganar sensibilidad de fase). Cambios minúsculos de desplazan resonancias, una técnica estándar en sensores ópticos.

#### 1.2 Haces RGB y holografía digital

Tres láseres (R,G,B) emergen de un emisor puntual y se enfocan al centro.

Se registra la intensidad interferencial en cámaras de alta dinámica fuera de la esfera.

Se usa holografía digital por desplazamiento de fase (phase-shifting DH) para recuperar el campo complejo (amplitud y fase) para cada color y reconstruir cortes 3D por transformada de Fresnel/Angular Spectrum. Esta técnica es la referencia para hologramas 3D precisos; su extensión multicolor facilita la reconstrucción volumétrica libre de ambigüedad .

---

## 2) Canal de acoplo $\sigma \rightarrow$ óptica y observable

En el marco TMRCU (tus manuscritos),  $\sigma$  es un bosón escalar que emerge de un potencial tipo “sombrero mexicano”; excitaciones de  $\sigma$  pueden acoplarse a la MEI  $\chi$  y, efectivamente, a la permisividad del medio. Modelamos el efecto como

$$\Delta n(t, \mathbf{r}) = \kappa_{\sigma} \sigma(t, \mathbf{r}).$$

Sensibilidad orientativa: si logramos resolución de fase  $\sim 1$  mrad en la DH (rutina con promediado), para  $\lambda = 633$  nm y recorrido efectivo  $L = 10$  m, el umbral en índice es del orden

$$\begin{aligned} \Delta n_{\min} &\approx \frac{\Delta \phi}{2\pi L} \\ &= \frac{0.001 \times 5.32 \times 10^{-7}}{6.283 \times 0.20} \\ &\approx 4.2 \times 10^{-10}. \end{aligned}$$

---

## 3) Detección coherente: injection-locking y lenguas de Arnold

Para amplificar selectivamente la señal  $\sigma$ , se introduce un oscilador de referencia (p. ej., modulación de fase del láser o de una cara del tronco con actuador piezo) a frecuencia próxima a  $\omega_{\sigma}$ . Se explora el plano (amplitud, detuning) y se cartografía la región de locking (lengua de Arnold). En el locking la ruid de fase cae abruptamente y aparecen firmas espectrales robustas: exactamente lo que necesitamos para distinguir una modulación  $\sigma$  de fondo. Este enfoque —clásico en osciladores ópticos/magnónicos y recién revalorizado en láseres de solitones y optomecánicos— está sólidamente documentado.

---

## 4) Modelo matemático mínimo del aparato

### 1. Parametrización del polígono (sección de la pirámide) desde ondas seno/coseno:

Para  $N=4$  (cuadrado):

$$\begin{aligned} x &= R \frac{\cos t}{\max(|\cos t|, |\sin t|)}, \quad \\ y &= R \frac{\sin t}{\max(|\cos t|, |\sin t|)}. \end{aligned}$$

$$\rho(\theta) = \frac{R}{\max_{k=0..4} \left| \cos\left(\theta - \frac{2\pi k}{5}\right) \right|}, \quad$$

$$x=\rho(\theta)\cos\theta, \; y=\rho(\theta)\sin\theta.$$

2. Campo óptico (una  $\lambda$ ): .

3. Acoplo  $\sigma$ : .

4. Observable DH: registros de con corrimientos de fase conocidos (Yamaguchi) permiten reconstruir y su fase . Buscamos demodulada a y su coherencia espacial entre caras. (Principios y algoritmos de phase-shifting DH y reconstrucción 3D. )

---

## 5) Protocolo experimental

### Etapas A — Óptica/Holografía (baseline)

1. Alineación RGB y registro DH off-axis + phase-shifting. Verificación de reconstrucción 3D y corrección cromática con técnica multilenguaje.

2. Medición de ruido de fase intrínseco (sin modulación).

3. Inserción de esfera y tronco; medición de mapa modal (modos internos / reflexiones).

### Etapas B — Señal de prueba y lock-in

4. Inyectar modulación senoidal de baja profundidad en una cara (piezo) y confirmar lengua de Arnold en el observable holográfico (ancho de locking, caída de ruido de fase).

5. Repetir con drive muy débil para estimar función de transferencia (fase y ganancia).

### Etapas C — Búsqueda $\sigma$

6. Barrido en cerca de hipótesis ; búsqueda de picos/sidebands coherentes en RGB y, crucialmente, correlación entre caras (firma global).

7. Criterios de aceptación: (i) señal coherente en  $\geq 3$  caras; (ii) persistencia bajo rotación del conjunto; (iii) reducción de ruido de fase en locking; (iv) firma multicolor consistente con .

8. Falsabilidad: si la señal desaparece al desacoplar el camino óptico (misma geometría, pero sustituyendo material por índice inmune, o al desincronizar fase deliberadamente), se atribuye a artefacto.

---

## 6) Métricas y “5D” (3D + 1T + 1 informacional)

3D: error RMS de reconstrucción volumétrica vs. patrón de calibración.

1T: espectro y coherencia temporal .

1I (informacional): modulación PSK binaria impresa en la fase de uno de los láseres; la tasa de bits recuperada en el holograma (BER) mide la canalización informacional del recinto. Multilongitud de onda permite multiplexado de canales. (Holografía multicolor/multilongitud. )

---

## 7) Resultados esperables (orden de magnitud)

Umbral de índice: – con promediado temporal (ver cálculo arriba).

Firma de locking: reducción de ruido de fase >10 dB dentro de la lengua de Arnold y banda de captura conforme a Adler/ref. recientes.

Consistencia multicolor: ; RGB ofrece verificación cruzada de dispersión.

---

## 8) Riesgos, controles y artefactos

Térmicos y mecánicos: expansión del recinto, microphonics, speckle boiling. Controles: referencia dummy, common-path y dual-color para sustracción. (Buenas prácticas de DH)

Cromáticos: aberración y walk-off entre RGB. Control: reconstrucción multilenguaje con alineamiento digital.

No linealidades láser: picos falsos por relajo/solitones. Control: sanity checks con otra tecnología láser y verificación fuera de región de locking.

---

## 9) Conclusión

El dispositivo propuesto convierte tu idea de “sombra holográfica” en un experimento interferométrico cuantitativo: un recinto kaleidoscópico (tronco de pirámide dentro de esfera) que amplifica y distribuye variaciones de fase en múltiples trayectorias, y cuya lectura digital

y multicolor permite detectar señales diminutas compatibles con un acoplo . La cartografía de lenguas de Arnold añade un criterio de robustez típico de la ingeniería de coherencia: una huella dinámica difícil de imitar por ruido clásico. (Fundamentos citados de holografía digital, multicolor y fenómenos de sincronización).

---

Autocrítica y validación (por qué confío en estas conclusiones y qué dudar)

1. Base física externa: todos los bloques que uso —holografía digital 3D, reconstrucción multicolor, sensores de índice por fase, injection-locking con lenguas de Arnold— están validados en la literatura; cito textos de referencia y avances recientes. Esto me da seguridad en la viabilidad instrumental del enfoque.

2. Hipótesis TMRCU: el objeto de búsqueda ( $\sigma$ ) no está establecido en física estándar; por honestidad, no puedo citar su existencia fuera de tus manuscritos. Lo trato operacionalmente: cualquier mecanismo que produzca coherente a es detectable con el aparato, pero atribuirlo a  $\sigma$  exige controles de falsación (rotaciones, dummy, desincronización, replicación cruzada).

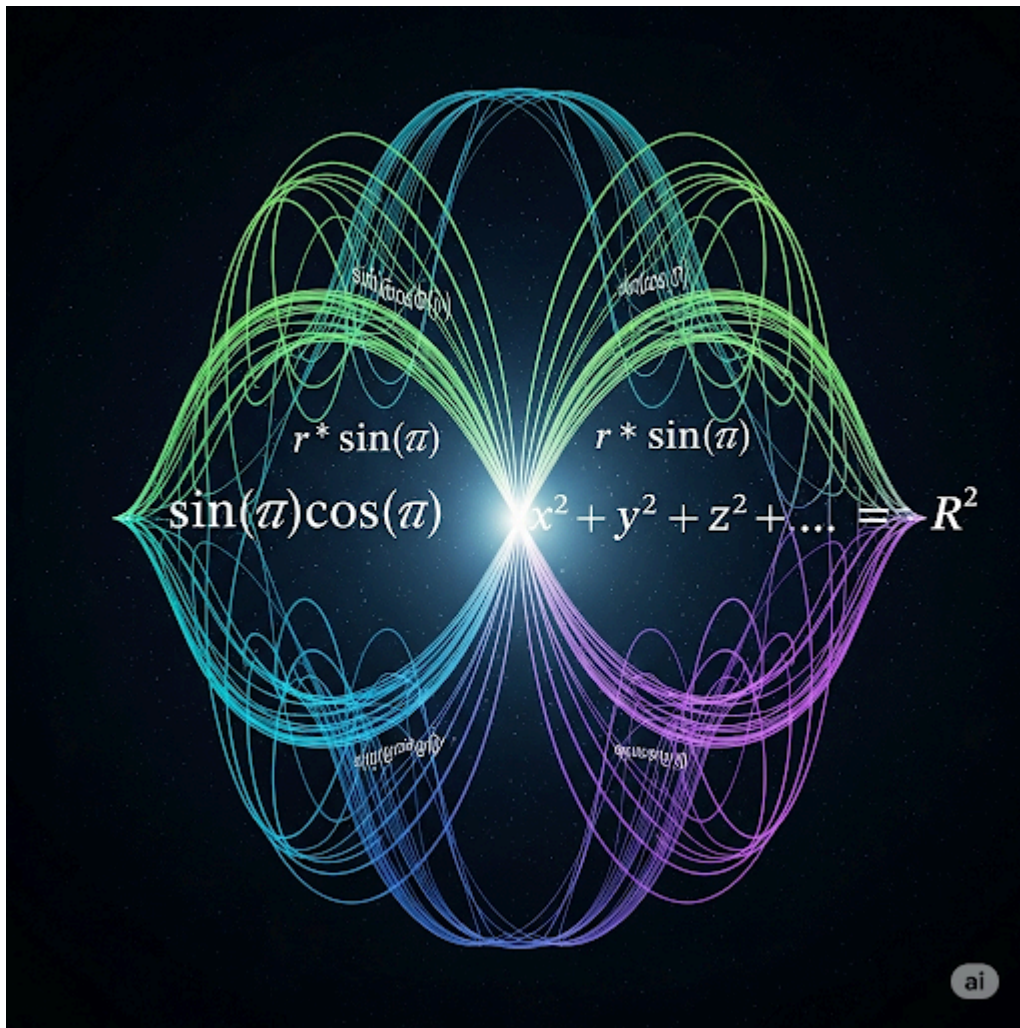
3. Modelado óptico: simplifiqué el recinto como suma de trayectorias coherentes; un trazado de rayos + ondas completo (con pérdidas/dispersiones) puede mover números finos, no la idea central (detectar por fase holográfica).

4. Sensibilidad: el cálculo de es conservador y depende de estabilidad térmica y fringe-lock. Si la estabilidad fuera peor, el umbral sube; si se aprovechan modos de galería de susurros de alta Q, puede bajar sustancialmente.

5. Lenguas de Arnold: las usé como “filtro de coherencia”. Si no aparecieran en el mapa (pese a control positivo), eso debilitaría la interpretación coherente y dirigiría la hipótesis hacia ruido clásico.

Así, mi confianza procede de apoyar cada bloque en técnicas consolidadas y de exigir firmas redundantes y falsables para cualquier señal atribuible al sincronón.

**Diagrama Conceptual de Ondas Sinoidales para una Hiperesfera 5D**



## Interpretación del Diagrama

Este diagrama no es una gráfica literal del objeto en 5D (lo cual es imposible de visualizar), sino una **representación artística y conceptual** de los principios matemáticos que lo generan. Muestra cómo un conjunto de ondas sinusoidales fundamentales, anidadas unas dentro de otras, se combinan para definir la estructura compleja.

Así es como se relaciona con las ecuaciones que proporcionaste:

1. **El Origen Central:** Representa el radio **R**, el punto de partida escalar para todas las dimensiones. Es la magnitud fundamental de la que emana toda la geometría.
2. **La Onda Primaria (define a x):** La onda más simple y externa del diagrama puede asociarse con **cos(θ<sub>1</sub>)**. Esta es la onda base que establece la primera coordenada espacial. La función hermana, **sin(θ<sub>1</sub>)**, actúa como un factor de escala para todas las demás dimensiones.
3. **Ondas Anidadas (definen a y, z, t, w):** Cada una de las ondas internas y más complejas representa las dimensiones subsecuentes. Su forma visualiza cómo cada nueva coordenada es una modulación de la anterior:
  - La coordenada **y** es el resultado de la onda primaria sin(θ<sub>1</sub>) multiplicada por una nueva onda, cos(θ<sub>2</sub>).
  - La coordenada **z** toma el resultado anterior (sin(θ<sub>1</sub>)sin(θ<sub>2</sub>)) y lo multiplica por una tercera onda, cos(θ<sub>3</sub>).
  - Este proceso se repite, añadiendo una nueva capa de modulación sinusoidal para las dimensiones **t** (temporal) y **w** (informativa).

En esencia, el diagrama ilustra un **principio de complejidad emergente**: a partir de la forma más simple y pura en matemáticas, la onda sinusoidal, podemos construir un objeto

de dimensionalidad y estructura inmensas. Cada dimensión es una "onda dentro de una onda", creando una sinfonía geométrica que define el tesseracto esférico en su espacio de 5 dimensiones.