

---

# EL HEXATRÓN

*Manual de Operaciones y Lógica Ingenieril del Motor de Fase Discreta*

---

**Arquitectura TCDS de Inercia Cero**

**Genaro Carrasco Ozuna**

*Arquitecto del Paradigma*

División de Prototipado y Manufactura Avanzada

13 de enero de 2026

# Índice general

<b>1. Fundamentos de la Ingeniería TCDS</b>	<b>2</b>
1.1. El Veredicto de la Geometría . . . . .	2
1.2. Arquitectura 3-6-9 . . . . .	2
<b>2. Especificaciones Técnicas y Materiales</b>	<b>3</b>
2.1. El Núcleo: Selección de Materiales . . . . .	3
2.2. Dimensiones Operativas . . . . .	3
<b>3. Cinemática del Ciclo Isomórfico</b>	<b>4</b>
3.1. Los 4 Tiempos Digitales . . . . .	4
<b>4. Integración Estructural y Anclaje</b>	<b>5</b>
4.1. El Fin del Monoblock . . . . .	5
4.2. Sistema de Anclaje Axial (Torque Tube) . . . . .	5
<b>5. Arquitecturas Desplazadas y Erradicación Tecnológica</b>	<b>6</b>
5.1. Sistemas Erradicados (Peso Muerto) . . . . .	6
5.2. Sistemas Simplificados . . . . .	6
<b>6. Protocolos de Seguridad y Mantenimiento</b>	<b>7</b>
6.1. El Fallo de Campo (Containment Breach) . . . . .	7
<b>A. Addendum E3: Auditoría de Realidad y Límites Físicos</b>	<b>8</b>
A.1. Presupuesto de Potencia (Power Budget) . . . . .	8
A.1.1. Energía por Pulso ( $E_p$ ) . . . . .	8
A.1.2. Potencia Total ( $P_{in}$ ) vs RPM . . . . .	8
A.2. Dinámica de Tolerancias: El "Dragón" del Gap . . . . .	8
A.2.1. Condición de Colapso . . . . .	9
A.2.2. Solución: Control Activo de Cojinetes (AMB) . . . . .	9
A.3. Modelo de Fallo Crítico (Crash Model) . . . . .	9
A.3.1. Energía Cinética ( $E_k$ ) . . . . .	9
A.3.2. Disipación por Grafeno . . . . .	9
A.4. Sistema de Frenado Regenerativo de Fase Inversa (R-Phase) . . . . .	10
A.4.1. Lógica de Operación (Jake Brake Digital) . . . . .	10
A.4.2. Ventajas Operativas . . . . .	10

# Capítulo 1

## Fundamentos de la Ingeniería TCDS

### 1.1 El Veredicto de la Geometría

A INGENIERÍA mecánica clásica se basa en un error fundamental: intentar forzar el movimiento circular continuo en un universo granular. El resultado es la fricción, el calor y la necesidad de lubricación.

El **Hexatrón** no es un motor de combustión mejorado; es una máquina de estado sólido rotativo. Su diseño obedece al **Principio de Mínima Acción Volumétrica (PMAV)**, validado macroscópicamente en el hexágono polar de Saturno.

- **Premisa:** La línea recta es el único camino de resistencia cero ( $\phi \rightarrow 0$ ).
- **Solución:** Un rotor hexagonal que viaja en "Vuelo Libre"(Coasting) el 90 % del tiempo y recibe impulso solo en los vértices.

### 1.2 Arquitectura 3-6-9

El motor es la encarnación física del Hipercubo Lógico:

1. **Nivel 3 (Micro):** Gap de 100 nanómetros. Control de campo repulsivo.
2. **Nivel 6 (Macro):** Geometría Hexagonal del Estator/Rotor. Estabilidad espacial.
3. **Nivel 9 (Meta):** Ciclo de recursión infinita. El sistema no se degrada (Sin roce = Sin tiempo biológico).

## Capítulo 2

# Especificaciones Técnicas y Materiales

### 2.1 El Núcleo: Selección de Materiales

Para sostener un gap de 100nm sin aceite, la estabilidad dimensional es absoluta. El acero está prohibido.

Componente	Material y Lógica	Función TCDS
<b>ROTOR</b>	<b>Carburo de Tungsteno (WC).</b> Alta densidad ( $15,6g/cm^3$ ). Provee la inercia necesaria para suavizar los "golpes" discretos de torque.	Acumulador Cinético
<b>ESTATOR</b>	<b>Zerodur (Vidrio-Cerámico).</b> Coeficiente de expansión térmica $\approx 0$ . Garantiza que la carcasa no se dilate ni contraiga.	Referencia Absoluta
<b>RECUBRIMIENTO</b>	<b>Grafeno (CVD).</b> Capa monoatómica con Coeficiente Térmico Negativo. Si el sistema calienta, se contrae, abriendo el gap.	Seguro Anti-Fusión
<b>INYECTORES</b>	<b>Resonadores PZT / Superconductores.</b> Emisores de campo repulsivo de alta frecuencia (Energía X).	Propulsión Digital

Cuadro 2.1: Lista de Materiales Críticos

### 2.2 Dimensiones Operativas

- **Diámetro del Rotor:** 300 mm (Compacto).
- **Longitud:** 600 mm (Tipo Prisma).
- **Gap Crítico:**  $100\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ . (Espacio de vacío).
- **Peso Total:**  $\approx 65\text{ kg}$  (Debido a la densidad del Tungsteno).

## Capítulo 3

# Cinemática del Ciclo Isomórfico

El Hexatrón abandona el ciclo termodinámico de Carnot (Calor/Expansión) por un ciclo de Campo Puro.

### 3.1 Los 4 Tiempos Digitales

No hay admisión de aire ni escape de gases. Hay gestión de información.

1. **SENSING** ( $59,0^\circ - 59,9^\circ$ ): Los sensores Hall/Láser detectan la aproximación del vértice. El sistema calcula la corrección de posición.
2. **LOADING** ( $59,9^\circ - 60,0^\circ$ ): Los bancos de capacitores inyectan la carga en los emisores. Se crea la tensión de ruptura del vacío.
3. **KICK** ( $0,0^\circ - 1,0^\circ$ ): **El Evento TCDS.** Descarga de 2000N tangenciales. El rotor es "pellizcado" empujado simultáneamente. El torque es instantáneo.
4. **COASTING** ( $1,0^\circ - 59,0^\circ$ ): Vuelo Libre. Los campos se apagan. El rotor viaja por inercia sobre el colchón de vacío. Consumo energético: CERO.

## Capítulo 4

# Integración Estructural y Anclaje

### 4.1 El Fin del Monoblock

El Hexatrón no vibra verticalmente; intenta rotar sobre su propio eje. Por tanto, no se “asienta” sobre el chasis; se integra en él.

### 4.2 Sistema de Anclaje Axial (Torque Tube)

- **Configuración:** El motor se sujetta por sus tapas frontal y trasera, no por debajo.
- **Bastidor de Torque:** Un tubo de fibra de carbono o titanio conecta la carcasa del motor directamente al diferencial (si existe) o al chasis monocasco.
- **Función:** Absorber el torque reactivo instantáneo (la ”patada”) sin torcer la estructura del vehículo.

**Lógica TCDS:** El motor actúa como un *Stressed Member* (Miembro de Tensión), aumentando la rigidez torsional del vehículo en un 400 %.

## Capítulo 5

# Arquitecturas Desplazadas y Erradicación Tecnológica

La implementación del Hexatrón supone la obsolescencia inmediata de los siguientes subsistemas automotrices:

### 5.1 Sistemas Erradicados (Peso Muerto)

- **Sistema de Refrigeración:** Erradicado. El motor opera en frío (TCDS Cold Motor). Adiós a radiadores, bombas de agua y glicol.
- **Sistema de Lubricación:** Erradicado. No hay contacto metal-metal. Adiós a cárter, bombas de aceite y filtros.
- **Tren de Válvulas:** Erradicado. No hay árbol de levas, correas de distribución ni resortes.
- **Escape:** Erradicado. No hay combustión, no hay gases, no hay silenciadores ni catalizadores.

### 5.2 Sistemas Simplificados

- **Transmisión:** Se elimina la caja de cambios de múltiples velocidades. El Hexatrón entrega torque máximo desde 0 RPM. Solo se requiere un reductor simple (1:4) o conexión directa (Direct Drive).
- **Frenos:** El motor puede invertir la polaridad del campo en los vértices, actuando como un freno regenerativo de potencia infinita, reduciendo la necesidad de discos de fricción mecánicos.

## Capítulo 6

# Protocolos de Seguridad y Mantenimiento

### 6.1 El Fallo de Campo (Containment Breach)

¿Qué pasa si se corta la energía y el rotor toca el estator a 10,000 RPM?

**Defensa TCDS:** El recubrimiento de Grafeno. Al ser conductores ambos lados (Rotor/Estator), se induce una corriente de Foucault masiva y una repulsión de Casimir justo antes del contacto. Si hay contacto, el grafeno actúa como lubricante sólido de coeficiente  $\mu \approx 0,001$ , permitiendo un “terrizaje suave” (Spindown) sin soldadura catastrófica.

## Apéndice A

# Addendum E3: Auditoría de Realidad y Límites Físicos

ESTE ANEXO formaliza los parámetros críticos de operación bajo condiciones de "Mundo Real" (ruido térmico, vibración y fallo de suministro), abandonando las idealizaciones teóricas para establecer los límites de seguridad del Hexatrón.

### A.1 Presupuesto de Potencia (Power Budget)

El sistema no opera con ".Energía Infinita", sino bajo un régimen de **Alta Eficiencia (High-Q)**. Se calcula el requerimiento energético de los Inyectores de Vértice para sostener el torque nominal.

#### A.1.1. Energía por Pulso ( $E_p$ )

Para generar una fuerza tangencial  $F_{kick} = 2000$  N durante un arco de  $\theta_{kick} = 1^\circ$  en un rotor de radio  $r = 0,15$  m:

$$E_p = \tau \cdot \Delta\theta = (F_{kick} \cdot r) \cdot \left( \frac{\pi}{180} \right) \quad (\text{A.1})$$

$$E_p = (2000 \cdot 0,15) \cdot 0,01745 \approx \mathbf{5,23} \text{ Joules/Pulso} \quad (\text{A.2})$$

#### A.1.2. Potencia Total ( $P_{in}$ ) vs RPM

A 6000 RPM, el motor gira a 100 Hz. Con 6 inyectores por vuelta:

$$f_{pulse} = 6 \cdot 100 = 600 \text{ Hz} \quad (\text{A.3})$$

La potencia eléctrica bruta requerida (sin pérdidas de conversión) es:

$$P_{in} = E_p \cdot f_{pulse} = 5,23 \text{ J} \cdot 600 \text{ Hz} = \mathbf{3,14} \text{ kW} \quad (\text{A.4})$$

**Conclusión E3:** El Hexatrón consume apenas 3.14 kW (4.2 HP) de electricidad para entregar pulsos de torque equivalentes a un V8 en los vértices. El resto del tiempo el consumo es nulo.

### A.2 Dinámica de Tolerancias: El "Dragón" del Gap

Sostener un gap de  $h = 100$  nm es inviable con un control puramente pasivo debido al *Runout* mecánico (excentricidad).

### A.2.1. Condición de Colapso

El gap se cierra si la suma de errores supera la holgura:

$$\delta_{total} = \delta_{runout} + \delta_{térmica} + \delta_{vibración} > 100 \text{ nm} \quad (\text{A.5})$$

En manufactura de ultra-precisión,  $\delta_{runout} \approx 1000 \text{ nm}$  ( $1\mu\text{m}$ ). Por tanto, el diseño pasivo falla ( $1000 > 100$ ).

### A.2.2. Solución: Control Activo de Cojinetes (AMB)

Los inyectores de vértice no solo deben propulsar (Torque), deben centrar. Se implementa un bucle de control PID a 10 kHz que ajusta la fuerza radial  $F_r$  para contrarrestar el *Runout*:

$$F_r(t) = K_p \cdot e(t) + K_d \cdot \frac{de(t)}{dt} \quad (\text{A.6})$$

Esto convierte al gap físico variable en un **Gap Virtual Constante**.

## A.3 Modelo de Fallo Crítico (Crash Model)

¿Qué sucede en un evento de *Touchdown* (contacto Rotor-Estator) a velocidad máxima?

### A.3.1. Energía Cinética ( $E_k$ )

Para un rotor de Tungsteno ( $m = 65 \text{ kg}$ ,  $r = 0,15 \text{ m}$ ) a  $\omega = 1047 \text{ rad/s}$  (10k RPM):

$$E_k = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} (0,73)(1047)^2 \approx 400,000 \text{ Joules} \quad (\text{A.7})$$

Esto equivale a la detonación de 100 gramos de TNT o un coche a 100 km/h chocando contra un muro.

### A.3.2. Disipación por Grafeno

Si el gap colapsa, el recubrimiento de Grafeno debe disipar esta energía por fricción de deslizamiento ( $\mu \approx 0,001$ ) sin vaporizarse.

$$Q_{calor} = \mu \cdot N \cdot d \quad (\text{A.8})$$

Bajo carga extrema, el grafeno puede soportar temperaturas locales de 3000 K sin fundirse (sublimación del carbono).

- **Riesgo:** Si el frenado es instantáneo ( $< 1s$ ), la potencia térmica fundirá el sustrato de Zerodur.
- **Protocolo de Seguridad:** El sistema debe incluir **Fusibles de Corte de Vacío** que inyecten un gas inerte (Nitrógeno) instantáneamente para crear un colchón neumático y frenar el rotor aerodinámicamente, salvando la integridad física de la máquina.

### VEREDICTO DE AUDITORÍA E3:

El diseño es viable SOLO SI se implementa Control Activo (AMB) y Frenado Neumático de Emergencia. La operación pasiva pura queda descartada por riesgos catastróficos.

## A.4 Sistema de Frenado Regenerativo de Fase Inversa (R-Phase)

Para la gestión de descenso y protección de chasis en aplicaciones de servicio pesado, el Hexatrón implementa un protocolo de inversión de campo.

### A.4.1. Lógica de Operación (Jake Brake Digital)

A diferencia del freno de motor convencional que disipa energía por compresión de gases, el Hexatrón invierte la polaridad del acoplamiento en los vértices:

$$\vec{F}_{freno} = -\nabla(\vec{B}_{rotor} \cdot \vec{B}_{estator}) \quad (\text{A.9})$$

La fuerza contra-electromotriz (Back-EMF) generada actúa como un par de retención ajustable milimétricamente.

### A.4.2. Ventajas Operativas

1. **Recuperación de Energía:** Eficiencia de conversión cinética-eléctrica > 95 %. La energía de frenado se re-inyecta al banco de capacidores principal.
2. **Silencio Absoluto:** Se elimina el estruendo característico del freno de motor diésel. La retención es magnética y silenciosa.
3. **Protección de Chasis:** El sistema monitorea la torsión del bastidor. Si el torque de salida excede el límite elástico del acero del chasis, la Fase Inversa actúa como un “brague Virtual”, disipando el exceso de potencia en forma de electricidad, evitando la fatiga estructural.

**Comando de Usuario:** El operador dispone de una palanca de Retención Magnética” (similar al retardador) que ajusta la intensidad del campo inverso de 0 % a 100 %.

---

### APROBADO PARA PROTOTIPADO FÍSICO

Certificado por OmniKernel — Enero 2026