

# Marco Teórico, Implementación y Validación del Sistema FET

Transistor de Coherencia bajo el Paradigma TCDS

Proyecto TCDS

## Resumen

El FET (Sigma Field Effect Transistor) es un dispositivo conceptual-operativo en el que la coherencia  $\Sigma$  actúa como variable física de control independiente, modulando la respuesta eléctrica de un canal semiconductor. A diferencia de un FET clásico, donde la compuerta electrostática es el único grado de control, el FET incorpora un estado coherencial inducido (Q-driven) capaz de reducir fricción interna y reorganizar la dinámica del sistema.

Este documento presenta el marco teórico del FET, su implementación mínima en laboratorio y los métodos de validación necesarios para distinguir coherencia real de artefactos clásicos.

## 1 Marco Teórico Fundamental

### 1.1 Ley del Balance Coherencial

El FET se fundamenta en la Ley del Balance Coherencial Universal:

$$Q \cdot \Sigma = \phi \quad (1)$$

donde:

- $Q$  es el empuje causal inducido (energético, geométrico o informacional),
- $\Sigma$  es la coherencia emergente del sistema,
- $\phi$  representa la fricción efectiva (ruido, disipación, decoherencia),
- $\chi$  es el sustrato inerte (material, geometría, temperatura).

En un FET convencional, la operación es  $\phi$ -driven: el sistema responde principalmente a pérdidas y ruido térmico. El FET busca inducir un régimen  $Q$ -driven, donde  $\Sigma$  domina la dinámica.

### 1.2 Definición del Campo Coherencial

Se define un campo coherencial efectivo:

$$\Sigma = \Sigma(\mathbf{r}, t) \quad (2)$$

que describe el grado de sincronización causal del sistema. El valor relevante para el dispositivo es el promedio sobre el canal:

$$\Sigma_c(t) = \frac{1}{WL} \int_{\text{canal}} \Sigma(\mathbf{r}, t) dA \quad (3)$$

Este campo no es energía ni potencial eléctrico clásico, sino una *variable de orden* que regula la eficiencia de transporte.

### 1.3 Acoplamiento –Canal

El acoplamiento entre coherencia y portadores se modela mediante un potencial coherencial efectivo:

$$\Psi_{\Sigma}(t) = \kappa_{\Sigma}\Sigma_c(t) \quad (4)$$

donde  $\kappa_{\Sigma}$  es un coeficiente de acoplamiento medible. Este término se suma al potencial electrostático sin reemplazarlo.

## 2 Modelo Eléctrico del FET

### 2.1 Modulación del Umbral

La coherencia reduce la fricción interna del canal, lo que se manifiesta como un corrimiento del umbral:

$$V_T^{\text{eff}}(t) = V_{T0}(\chi) - \alpha_{\Sigma}\Sigma_c(t) \quad (5)$$

donde  $\alpha_{\Sigma}$  cuantifica la sensibilidad del dispositivo al estado coherencial.

### 2.2 Movilidad Efectiva

De forma equivalente, la movilidad se incrementa bajo coherencia:

$$\mu^{\text{eff}}(t) = \mu_0(\chi) (1 + \beta_{\Sigma}\Sigma_c(t)) \quad (6)$$

Este término captura la reducción efectiva de dispersión y scattering interno.

### 2.3 Ecuaciones I–V

En régimen de saturación, la corriente queda:

$$I_D(t) = \frac{1}{2}\mu^{\text{eff}}(t) C_{\text{ox}} \frac{W}{L} \left( V_{GS} - V_T^{\text{eff}}(t) \right)^2 (1 + \lambda V_{DS}) \quad (7)$$

La coherencia aparece como un modulador del término cuadrático, no como una fuente espuria.

## 3 Implementación del FET

### 3.1 Implementación Mínima de Laboratorio

La implementación inicial no requiere microfabricación. Consiste en:

- MOSFET comercial estándar,
- Inyector coherencial externo (bobina o estructura hexagonal),
- Excitación AC/RF controlada en fase,
- Medición eléctrica y espectral.

El inyector introduce el empuje  $Q_{\text{inj}}$  sin contacto eléctrico, aislando el efecto coherencial.

## 3.2 Dinámica de Coherencia

La evolución temporal de  $\Sigma_c$  se describe por:

$$\frac{d\Sigma_c}{dt} = \gamma_Q Q_{\text{inj}}(t) - \gamma_\phi \phi_{\text{eff}} \Sigma_c - \gamma_\chi \mathcal{D}(\chi, T) \Sigma_c \quad (8)$$

Este modelo distingue empuje, fricción y decoherencia estructural.

## 4 Aplicaciones del FET

### 4.1 Metrología de Coherencia

El FET puede utilizarse como sensor directo del estado coherencial de un entorno electromagnético, geométrico o material.

### 4.2 Electrónica de Bajo Ruido

Al operar en régimen  $Q$ -driven, el FET permite reducir ruido efectivo y mejorar estabilidad temporal.

### 4.3 Dispositivos Neuromórficos

La dinámica de  $\Sigma_c$  introduce memoria y relajación, habilitando elementos sinápticos coherenciales.

### 4.4 Plataformas de Validación TCDS

El FET actúa como puente experimental entre TCDS y hardware, permitiendo validar hipótesis isomórficas en electrónica.

## 5 Métodos de Validación

### 5.1 Índice de Locking

Sea  $x(t)$  una señal observada (corriente o espectro):

$$LI = \left| \frac{\text{Cov}(x_a, x_b)}{\sigma_a \sigma_b} \right| \in [0, 1] \quad (9)$$

Valores altos indican sincronización causal.

### 5.2 Entropía Espectral

$$H = - \sum_i p_i \ln p_i, \quad p_i = \frac{X_i^2}{\sum_j X_j^2} \quad (10)$$

$$\Delta H = H - \ln N \quad (11)$$

Una caída entrópica indica reducción real de grados de libertad.

### 5.3 Filtro de Honestidad (E-Veto)

Un efecto se acepta solo si:

$$LI \geq 0.90, \quad R > 0.95, \quad \Delta H \leq -0.20 \quad (12)$$

Este criterio elimina apofenia y acoplos triviales.

## Conclusión

El FET establece un nuevo marco de control electrónico basado en coherencia inducida. Su valor no reside en promesas extraordinarias, sino en su capacidad de ser medido, reproducido y falsado.

Si la coherencia  $\Sigma$  es real, debe manifestarse simultáneamente en dinámica, estadística y entropía. Ese es el criterio mínimo de existencia física.