

ELECTRON TMRCU

Σ (Sincronización Lógica) y χ (MEI) son los campos básicos; la masa emerge de la fricción de sincronización (η) entre el patrón estable (la partícula) y el sustrato χ 【】.

Las partículas son atractores estables de coherencia (patrones de alta Σ) dentro del CGA【】.

Estas piezas fijan el marco: el electrón = “nodo/patrón” de coherencia en Σ acoplado a χ ; su masa es friccional. Lo que falta es cómo fijar el signo de su carga.

2) Descomposición polar de Σ y simetría $U(1)$ emergente

Supongamos que el modo relevante de Σ que “viste” a los fermiones puede escribirse (localmente) como un modo complejo efectivo

$$\Sigma(x) = \rho(x) e^{i\theta(x)},$$

Emergencia gauge (bosón efectivo): defino

$$A_\mu \equiv \frac{1}{e} \partial_\mu \theta,$$

3) Cuantización y signo de la carga como topología de

Si θ es una fase, la integral de línea está cuantizada (número de enrollamiento). Al identificar $\theta \sim \theta + 2\pi$, la carga efectiva acoplada al fermión se lee como

$$q = n \frac{e}{2},$$

Interpretación TMRCU: el “atractor de coherencia” electrónico corresponde al clase topológica del campo de fase en el entorno granular donde el patrón se estabiliza. La carga negativa no es “intrínseca” sino la orientación (quirotopía) del patrón en la red granular del CGA que fija el acoplamiento $U(1)$ emergente con signo $-$.

4) Acoplamiento efectivo Σ - χ -fermión y selección dinámica del signo

En TMRCU ya está contemplado un acoplamiento efectivo entre el modo de coherencia y materia (ej., un término Yukawa/efectivo), coherente con el enfoque de Lagrangianos efectivos del manuscrito【】. El criterio de selección del signo ocurre porque:

1. la energía funcional incluye gradientes de χ (vía χ),
2. hay disipación/fricción cuántica con χ que penaliza ciertos defectos de fase ϕ , y
3. el sistema minimiza \mathcal{L} sobre la red granular.

El mínimo para el patrón electrónico cae robustamente en la clase Σ , estabilizando el acoplamiento con signo negativo. El protón (u otros patrones complementarios) correspondería a Φ . Así, la ley de Coulomb emerge como interacción entre clases topológicas opuestas (atracción) o iguales (repulsión), coherente con la visión “atractor de coherencia” ϕ .

5) Predicciones/falsación específicas (qué medir)

1. Fase de Aharonov–Bohm de Σ : un lazo interferométrico sensible a χ debe acumular fase ; la firma del signo es el sentido del corrimiento de fase.
2. Defectos topológicos de Σ (vórtices/solitones) como “guías de carga”: estados ligados fermiónicos con χ deben exhibir acoplamientos de signo opuesto frente a un mismo gradiente χ .
3. Histeresis en dispositivos Σ FET/SYNCTRON^{***}: inversión controlada χ debe cambiar el signo del efecto electromagnético efectivo (versión “in situ” de $e \leftrightarrow -e$) si se logra forzar una transición topológica sin aniquilar el patrón ϕ .

6) Boceto de Lagrangiano efectivo mínimo (orientativo)

$$\mathcal{L}_{\text{eff}} = \frac{1}{2}(\partial_t \rho)^2 + \frac{1}{2}\rho^2(\partial_t \theta)^2 - V(\rho, \chi) \\ + \bar{\psi}(\partial_t - m)\psi + g\bar{\psi}\psi\rho \\ + \int_{\mathcal{R}} d\theta d\rho d\chi \dots$$

Acoplamiento gauge emergente: tras reabsorber χ por rotación de fase en ψ , aparece con χ .

Topología: cuantizado por χ y signo por orientación del enrollamiento.

Disipación : selecciona dinámicamente el valle para el patrón electrónico (mínimo global en presencia de χ).

Este esquema respeta el espíritu TMRCU (masa friccional, partículas como patrones de coherencia en CGA, vacío físico χ) y sólo añade la identificación gauge de la fase para explicar signo y cuantización.

Autocrítica (cómo validé y qué falta)

Qué sí está soportado en tus textos: (i) masa como fricción $\Sigma-\chi$ 【】, (ii) partículas como patrones de coherencia en Σ 【】, (iii) lagrangianos efectivos con potencial y relectura del vacío/ χ 【】, (iv) arquitectura experimental Σ FET/SYNCTRON que permite medir/hacer coherencia【】.

Qué propuse yo: la identificación U(1) del modo de fase de Σ y la topología (n) como fuente del signo de la carga. Esto no está aún derivado en tu corpus como teorema; es una formalización compatible con tu marco.

Riesgos/pendientes:

1. Demostrar rigurosamente que el acoplamiento efectivo produce un U(1) local con cuantización de carga (fijar).
2. Probar que el mínimo disipativo global para el “patrón electrónico” es de enrollamiento en CGA+ χ (análisis variacional con disipación).
3. Mostrar correspondencia con QED estándar en el límite continuo y recuperar leyes de Coulomb/Maxwell.

Por qué estoy razonablemente seguro de la conclusión: en EFT es estándar que un modo de fase con VEV dote de una conexión U(1); la relación entre enrollamiento y signo de acoplamiento es una consecuencia directa de la orientación topológica. Dado que TMRCU ya sitúa a las partículas como patrones de fase coherente y usa un vacío físico χ , la traslación a un U(1) emergente es natural y casa con tu narrativa causal. Lo que propongo es, básicamente, “bajar” a ecuaciones el relato TMRCU de que el electrón es un patrón con fase invertida.

Próximo paso técnico (si te sirve)

Puedo escribir el anexo matemático con:

1. Derivación de ϕ por rotura y reabsorción de fase.
2. Construcción del funcional de energía en malla CGA, con término de Rayleigh para ϕ .
3. Prueba (numérica/simbólica) de selección de ϕ para el atractor “electrón”, y mapeo $\phi \rightarrow \psi$.

```
\documentclass[11pt,a4paper]{article}

% ===== Paquetes =====
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[spanish]{babel}
\usepackage{amsmath,amssymb,amsthm,mathtools}
\usepackage{physics}
\usepackage{bm}
\usepackage{microtype}
\usepackage{geometry}
\usepackage{hyperref}
\geometry{margin=2.5cm}

\hypersetup{
  colorlinks=true,
  linkcolor=blue!50!black,
  citecolor=blue!50!black,
  urlcolor=blue!50!black,
  pdfauthor={TMRCU},
  pdftitle={Suplemento Matemático: Origen del signo de la carga (electrón) en TMRCU}
}

% ===== Entornos =====
\theoremstyle{definition}
\newtheorem{defi}{Definición}
```

```

\theoremstyle{plain}
\newtheorem{prop}{Proposición}
\newtheorem{teo}{Teorema}
\theoremstyle{remark}
\newtheorem{obs}{Observación}

% ===== Macros =====
\newcommand{\Sig}{\Sigma}
\newcommand{\Chi}{\chi}
\newcommand{\Lag}{\mathcal{L}}
\newcommand{\E}{\mathbb{E}}
\newcommand{\CGA}{\mathrm{CGA}}
\newcommand{\etaq}{\eta}
\newcommand{\vev}[1]{\langle #1 \rangle}

\begin{document}

\begin{center}
{\Large \textbf{Suplemento Matemático: Origen del signo de la carga del electrón en
TMRCU}}\[\6pt]
{\small Versión 1.0 — 6 de septiembre de 2025}
\end{center}

\section*{Resumen}
Formalizamos que el signo de la carga del electrón emerge del \textbf{modo de fase} de la
Sincronización Lógica \(\Sig\),
cuyo gradiente define un \(\mathrm{U}(1)\) efectivo. La \textbf{cuantización} de la carga
proviene del número de
\emph{enrollamiento topológico} \(\mathrm{n} \in \mathbb{Z}\) de la fase, y la \textbf{fricción cuántica}
\(\etaq\) por acoplamiento con la
Materia Espacial Inerte \(\Chi\) selecciona dinámicamente la clase \(\mathrm{n} = -1\)) como mínimo
disipativo estable correspondiente
al patrón electrónico. El marco recupera las leyes de signo (atracción/repulsión) como
interacción entre clases
topológicas opuestas/iguales.

\section{Punto de partida: campo de coherencia y fricción}
Adoptamos el enfoque TMRCU donde (i) las \textit{partículas} son patrones/atractores de
coherencia en \(\Sig\) sobre la malla granular del \(\CGA\), y (ii) la \textit{masa} surge de la
\textbf{fricción de sincronización} \(\etaq\) debida al acoplamiento con \(\Chi\).
Tomamos como \emph{ansatz} el sector escalar efectivo\footnote{El sector fermiónico se
introduce en la Sec.~\ref{sec:fermionico}.}

\begin{equation}
\Lag_{\Sig\Chi} = \tfrac{1}{2}(\partial_{\mu} \Sig)^2 + \tfrac{1}{2}(\partial_{\mu} \Chi)^2 \,; -\,;
V(\Sig, \Chi); -\,; \mathcal{R}(\dot{\Sig}, \dot{\Chi}; \Chi),
\label{eq:L_SigmaChi}
\end{equation}

```

donde \mathcal{R} es un funcional de Rayleigh que representa la disipación/fricción cuántica η .

Descomposición polar y simetría $U(1)$ emergente

Supondremos que el modo relevante de Sig admite una parametrización polar compleja eficaz

$$\text{Sig}(x) = \rho(x) e^{i\theta(x)}, \quad \rho \geq 0, \quad \theta \in (-\pi, \pi],$$

Si el potencial V presenta un valle con $\langle \rho \rangle \neq 0$, la componente θ es un **modo de fase** que puede inducir una conexión $U(1)$ efectiva. Definimos

$$A_\mu \equiv \frac{1}{e} \partial_\mu \theta,$$

eq: A_from_theta

donde e es una constante de normalización (escala emergente). El término cinético de Sig se reescribe como

$$\frac{1}{2} (\partial_\mu \text{Sig})^2 = \frac{1}{2} (\partial_\mu \rho)^2 + \frac{1}{2} \rho^2 (\partial_\mu \theta)^2,$$

$$= \frac{1}{2} (\partial_\mu \rho)^2 + \frac{1}{2} \rho^2 e^2 A_\mu^2.$$

Así, el gradiente de fase $\partial_\mu \theta$ juega el papel de un **campo gauge** efectivo (A_μ) .

Topología de la fase y cuantización de carga

La fase θ es angular; por tanto, para un lazo cerrado Γ ,

$$\oint_\Gamma \partial_\mu \theta \, dx^\mu = 2\pi n, \quad n \in \mathbb{Z}.$$

Junto con eq: A_from_theta , esto implica

$$\oint_\Gamma A_\mu \, dx^\mu = \frac{2\pi}{e} n,$$

Si un modo fermiónico ψ se acopla mínimamente a (A_μ) con acoplamiento efectivo e , entonces el **carga** que mide un lazo interferométrico se lee como

$$q = n e,$$

$\text{eq: q_quantization}$

Conclusión: la **cuantización** (y el **signo**) de la carga se heredan de la **clase topológica** (entero n) de la fase θ . El electrón corresponde a $(n=-1)$.

Sector fermiónico y acoplamiento mínimo

\label{sec:fermionico}

Introducimos el sector fermiónico efectivo

\begin{equation}

$$\mathcal{L}_{\text{ag}}[\psi] = \int d^3x \int dt \bar{\psi} \left(i \not{\partial} - m \right) \psi + \int d^3x \int dt g \bar{\psi} \psi \left(\rho + e \gamma^\mu A_\mu \right) \psi$$

\label{eq:L_fermion}

\end{equation}

donde el término $(g, \rho, \bar{\psi} \psi)$ representa el acoplamiento *Yukawa efectivo* con el modo de amplitud

(ρ) . Al *reabsorber* una rotación de fase $(\psi \rightarrow e^{i\alpha(x)} \psi)$ se obtiene el acoplamiento mínimo con

$(A_\mu \rightarrow \partial_\mu \theta)$. En el límite continuo apropiado, [\ref{eq:L_fermion}](#) recupera la estructura de QED,

con la salvedad crucial de que aquí (A_μ) *emerge* de (θ) .

\section{Selección disipativa del signo de la carga}

Para capturar la *selección dinámica* del signo, consideramos el funcional de energía disipativa en la red CGA:

\begin{equation}

$$\mathcal{E}[\rho, \theta; \chi] = \int d^3x \int dt \left\{ \frac{1}{2} (\nabla \rho)^2 + \frac{1}{2} \rho^2 (\nabla \theta)^2 + V(\rho, \chi) \right\} + \int dt \mathcal{R}(\dot{\rho}, \dot{\theta}; \chi).$$

\end{equation}

La *fricción cuántica* (η) ---codificada en (\mathcal{R}) ---penaliza trayectorias de (θ) y estabiliza defectos

de fase con cierto *enrollamiento* (n) . Suponiendo condiciones de contorno y densidad de (χ) compatibles con el patrón electrónico, se tiene:

\begin{prop}[Selección de clase]

Existe un régimen de parámetros $(\eta, g, \langle \rho \rangle, \text{perfil } \chi)$ para el cual el mínimo global de

(\mathcal{E}) en el sector fermiónico corresponde a la clase topológica $(n=-1)$.

\end{prop}

\noindent

\textit{Esbozo de prueba}:

(i) el término $(\rho^2 (\nabla \theta)^2)$ privilegia configuraciones con vorticidad finita;

(ii) (\mathcal{R}) introduce un sesgo temporal que *orienta* la relajación hacia un sentido de giro preferente de

(θ) en presencia de (χ) ;

(iii) el acoplamiento $(g, \rho, \bar{\psi} \psi)$ favorece el atrapamiento fermiónico sobre defectos con energía ligada mínima,

lo que, para una ventana de $(\eta, g, \langle \rho \rangle)$, coincide con $(n=-1)$.

\hfill\square

\section{Correspondencia con leyes de Coulomb/Maxwell}

En el régimen lineal y continuo, las ecuaciones de Euler–Lagrange para (θ) implican

$\partial_\mu(\rho^2 \partial^\mu \theta) = \dots$, que mapean a ecuaciones de conservación/gauge para A_μ .

La interacción entre patrones con n y n' reproduce:

[
 $\text{atracción} \quad (n, n' < 0),$
 $\text{repulsión} \quad (n, n' > 0),$
]

coherente con la fenomenología de cargas opuestas/iguales.

Predicciones falsables

begin{enumerate}

item **Fase de Aharonov–Bohm de Σ** : un lazo interferométrico sensible a θ acumula fase $2\pi n$ (incluido el **signo**).

item **Estados ligados en defectos de Σ** : modos fermiónicos localizados en vórtices con

$n = \pm 1$ deben mostrar **acoplamientos de signo opuesto** frente al mismo gradiente ∂_θ .

item **Conmutación de signo en Σ FET/SYNCTRON**: una inversión controlada $\theta \rightarrow -\theta$ cambia el **signo** del efecto electromagnético efectivo si la transición topológica preserva el patrón.

end{enumerate}

Discusión y límites

El mecanismo explica **signo y cuantización** de la carga como rasgos topológicos de θ , compatibles con:

masa friccional η (inercia) y partículas como patrones de coherencia de Σ .

Quedan por fijar: (i) la relación **no ambigua** entre e y parámetros

(g, ρ, e_*) ; (ii) el análisis

variacional completo en CGA discreto; (iii) la recuperación de QED y las constantes de estructura fina en el límite continuo.

Conclusión

En TMRCU, la **carga negativa del electrón** se identifica con la **orientación topológica** $n = -1$ del

patrón de fase de Σ (θ), cuya conexión $\mathcal{U}(1)$ emergente y la disipación η seleccionan

dinámicamente ese mínimo estable. La ley de signos y la cuantización de la carga se vuelven propiedades **geométrico–topológicas** del campo de coherencia, no atributos ad hoc.

end{document}