

Sistema Universal SCP v2.2

Núcleo Modular Completo

Prólogo Histórico SCP: El Origen Modular (2020)

Este trabajo sobre el Sistema Universal SCP tiene su raíz en los primeros análisis realizados por el autor en el año 2020. En dicho estudio preliminar, ya se identificaban patrones funcionales ligados a la estructura de las raíces digitales, así como una división natural de los enteros en subconjuntos modulares específicos bajo la operación $(\text{mod } 9)$.

Entre los descubrimientos iniciales figuraban:

- La importancia de las raíces digitales como estructura organizadora del tránsito funcional en las secuencias.
- La aparición de subconjuntos modulares que, bajo iteración de funciones tipo Collatz o variantes, actuaban como receptores asimétricos de las trayectorias.
- La observación de que las operaciones aritméticas básicas inducían desplazamientos sistemáticos en los subconjuntos digitales, anticipando la futura definición de familias modulares.
- La existencia de zonas de absorción preferentes según la dinámica de la función aplicada.

Aunque en aquel momento el análisis era de carácter descriptivo y experimental, estos resultados anticiparon la base de lo que, años después, se formalizaría como:

El Sistema Universal de Secuencias Cíclicas Programadas (SCP), basado en arquitectura modular.

Introducción

El Sistema Universal SCP (Secuencias Cíclicas Programadas) permite diseñar funciones iterativas capaces de generar ciclos numéricos preprogramados, combinando estructura funcional, control modular y arquitectura gráfica invariante. Este documento consolida el núcleo teórico completo del sistema.

Espacio modular de trabajo

El análisis se desarrolla sobre el espacio reducido de raíces digitales:

$$\mathbb{Z}_9^* = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$$

Las sucesiones funcionales SCP controlan el tránsito de los elementos en este espacio modular bajo la iteración de funciones de la forma general:

$$F(n) = \begin{cases} f_{\text{par}}(n) & \text{si } n \text{ par,} \\ f_{\text{impar}}(n) & \text{si } n \text{ impar.} \end{cases}$$

Teorema Modular Central SCP

Toda sucesión funcional pseudo-Collatziana puede representarse dinámicamente mediante su estructura modular sobre el espacio reducido $\mathbb{Z}_9^*$, dividido en tres subconjuntos estabilizadores:

1. Zona de estabilidad permanente:

$$\mathcal{A} = \{1, 2, 4, 5, 7, 8\}$$

Esta zona forma el *núcleo estabilizador* de las trayectorias funcionales. En ella, las divisiones por dos (y sus variantes funcionales SCP) operan de forma continua y cíclica, garantizando la convergencia o el confinamiento cíclico de las sucesiones.

2. Zona inicial divergente:

$$\mathcal{D} = \{3, 6, 9\}$$

Los términos de esta zona pueden aparecer exclusivamente al comienzo de la sucesión. Bajo iteración funcional, son expulsados hacia la zona de estabilidad $\mathcal{A}$ y no retornan nunca más a $\mathcal{D}$.

3. Zona receptora crítica: Dentro de la zona de estabilidad $\mathcal{A}$, el subconjunto

$$\mathcal{R} = \{1, 4, 7\}$$

actúa como *grupo de absorción funcional*. Todo número que abandona temporalmente el ciclo estabilizador vuelve a ser reinyectado a través de estos receptores.

Observación funcional profunda:

En el modelo estructural SCP, los números impares no constituyen un estado funcional independiente. Son simplemente mecanismos auxiliares de compensación que permiten ajustar la paridad durante el tránsito entre pares. La verdadera trayectoria funcional de cualquier sucesión SCP (y de Collatz clásico) está gobernada por el flujo continuo de divisiones sobre la zona de pares $\mathcal{A}$.

Consecuencia:

Todo el comportamiento asintótico de las funciones SCP, así como el de la función de Collatz clásica, puede ser descrito y controlado mediante su dinámica sobre $\mathbb{Z}_9^*$, centrándose en los mecanismos de absorción y reinyección en los subconjuntos $\mathcal{A}$, $\mathcal{D}$ y especialmente $\mathcal{R}$.

Familias Modulares SCP

Familia 3-6-3

$$F(n) = \begin{cases} \frac{n}{2} & \text{si } n \text{ par,} \\ 3n + 3 & \text{si } n \text{ impar.} \end{cases}$$

Familia 5-8-5

$$F(n) = \begin{cases} \frac{n}{2} + 1 & \text{si } n \text{ par,} \\ 3n - 1 & \text{si } n \text{ impar.} \end{cases}$$

Familia 4-7-4 (primera variante)

$$F(n) = \begin{cases} \frac{n}{2} - 4 & \text{si } n \text{ par,} \\ 3n + 19 & \text{si } n \text{ impar.} \end{cases}$$

Familia 4-7-4 (segunda variante)

$$F(n) = \begin{cases} 3n + 1 & \text{si } n \text{ par,} \\ \frac{n+1}{2} & \text{si } n \text{ impar.} \end{cases}$$

Grafo Universal Funcional $G(18, 27)$

Este grafo representa la arquitectura funcional completa de las Secuencias Cíclicas Programadas (SCP), mostrando las transiciones entre los 18 estados funcionales (pares e impares), así como los posibles ciclos de absorción.

1 Representaciones de los 11 Ciclos de Collatz

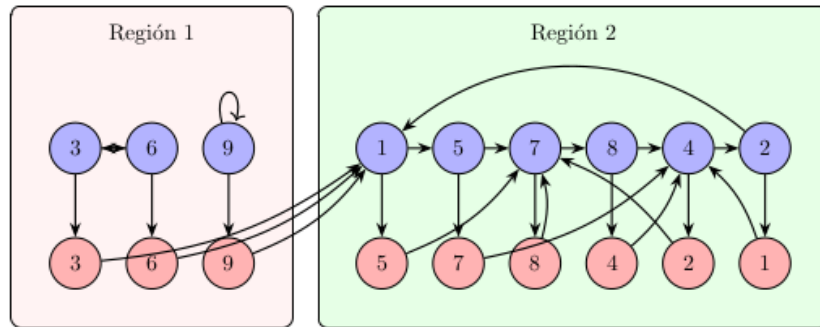


Figure 1: Grafo $G(18, 27)$ completo, mostrando los 18 vértices (9 pares en azul, 9 impares en rojo) y las 27 aristas que representan todas las posibles transiciones de Collatz.

Nota: la imagen debe estar disponible en Overleaf bajo el nombre `Grafo_G18_27.png`.

Modelo Estabilizador SCP

El núcleo funcional de las Secuencias Cíclicas Programadas (SCP) está gobernado por un ciclo interno de divisiones sucesivas sobre los pares, que constituye el auténtico motor estabilizador de las trayectorias funcionales.

1. Núcleo estabilizador de pares

Existe un subconjunto privilegiado dentro de $\mathbb{Z}_9^*$ que organiza la dinámica de absorción funcional:

$$\mathcal{P} = \{P_1, P_2, P_4, P_5, P_7, P_8\}$$

Este conjunto forma la **línea estabilizadora SCP**, donde se ejecutan las divisiones sucesivas por dos (o sus variantes funcionales). El tránsito continuo dentro de este ciclo garantiza la absorción de cualquier desviación transitoria.

2. Entrada desde fuera del ciclo

Cuando un número, tras los procesos funcionales de iteración, queda temporalmente fuera del ciclo estabilizador, existen mecanismos de reinyección natural:

- Los nodos P_4 y P_7 actúan como **estabilizadores activos**: absorben las desviaciones y reinyectan la trayectoria sobre la línea.
- El nodo P_1 actúa como **sumidero funcional**: recibe valores que ya no reemiten nuevos impares funcionales, forzando una absorción definitiva.

3. Papel residual de los impares

Los números impares no constituyen estados funcionales independientes. Su única función es la de compensar paridades durante la evolución. Después de cada salto impar, la sucesión reingresa rápidamente en el núcleo $\mathcal{P}$.

4. Flujo funcional continuo

La trayectoria funcional real puede visualizarse como un tránsito casi exclusivo dentro de la línea estabilizadora:

$$P \longrightarrow P \longrightarrow P \longrightarrow \dots$$

donde los impares sólo aparecen puntualmente como válvulas de ajuste.

5. Naturaleza universal del estabilizador

Este modelo es válido tanto para el sistema SCP como para la función Collatz clásica. La diferencia entre ambos reside únicamente en la forma concreta de las funciones de compensación impar y los desplazamientos en las ramas pares.

Consecuencia: El comportamiento global de las sucesiones SCP queda completamente determinado por el control de tránsito dentro del ciclo de pares $\mathcal{P}$, siendo la estructura de absorción sobre los nodos P_4 y P_7 el mecanismo fundamental de estabilidad.

Dinámica funcional de los ciclos intermedios SCP

Las Secuencias Cíclicas Programadas (SCP), y las sucesiones Collatzianas clásicas, atraviesan sistemáticamente una serie de ciclos funcionales intermedios antes de ser absorbidas al núcleo estabilizador final. El Grafo Universal $G(18, 27)$ contiene exactamente 11 posibles ciclos de este tipo.

Clasificación funcional de los ciclos

Estos ciclos pueden dividirse en dos categorías según su efecto dinámico sobre la magnitud de la secuencia:

- **Ciclos reductores** (10 de 11): La salida de estos ciclos implica una disminución neta del valor numérico. Cada paso a través de estos circuitos favorece la convergencia.
- **Ciclo amplificador** (1 de 11): El ciclo $P_7 \rightarrow I_8 \rightarrow P_7$ es el único cuya dinámica produce un incremento local. Las secuencias que atraviesan repetidamente este ciclo experimentan episodios de crecimiento, generando las conocidas "tormentas de granizo" observadas en algunas trayectorias funcionales.

Consecuencia funcional:

El número de veces que una secuencia funcional SCP atraviesa el ciclo amplificador determina el grado de crecimiento previo a la fase de absorción final. Por el contrario, cuantos más ciclos reductores recorra, más rápidamente decrecerá hacia la estabilización.

Teorema del Acelerador 7-8-7

La estructura de crecimiento transitorio en las secuencias Collatzianas y SCP está gobernada de forma exclusiva por la interacción funcional con el ciclo intermedio:

$$P_7 \longrightarrow I_8 \longrightarrow P_7$$

Mecanismo de crecimiento:

1. Cada vez que la trayectoria funcional entra en este ciclo amplificador, permanece atrapada durante un número m_i de iteraciones.
2. La trayectoria puede regresar al ciclo amplificador múltiples veces a lo largo de su evolución global.

Magnitud acumulada de crecimiento:

El crecimiento total G experimentado por una secuencia antes de estabilizar queda determinado por:

$$G = \sum_{i=1}^N m_i$$

donde:

- N es el número total de veces que la secuencia entra en el ciclo 7-8-7.
- m_i es la duración de cada atrapamiento consecutivo dentro del ciclo.

Consecuencia funcional:

Cuanto mayor sea la suma total G , mayor será el crecimiento observado antes de la fase de absorción estabilizadora. Este fenómeno explica la aparición de las llamadas "tormentas de granizo" en algunas secuencias numéricas.

Nota especial: En el caso particular de números iniciales de la forma $2^k - 1$, la secuencia comienza con un atrapamiento inicial de exactamente k iteraciones consecutivas dentro del ciclo 7-8-7.

Atlas Visual de los 11 Ciclos Funcionales SCP

A continuación se presentan los once ciclos funcionales intermedios que recorren las trayectorias SCP antes de su absorción estabilizadora. Cada gráfico ilustra visualmente la arquitectura modular de cada uno de estos circuitos.

Ciclo 1



Figure 2: Ciclo 1: (3, 6, 3) - Un ciclo formado solo por vértices pares.

Ciclo 2



Figure 3: Ciclo 2: (9, 9) - Un ciclo formado por un único vértice par con un bucle.

Ciclo 3

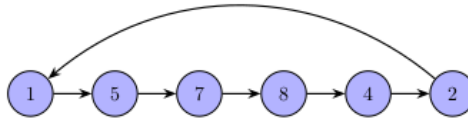


Figure 4: Ciclo 3: (1, 5, 7, 8, 4, 2, 1) - El ciclo principal, compuesto únicamente por vértices pares, con estructura isomorfa a Z_9^* .

Ciclo 4

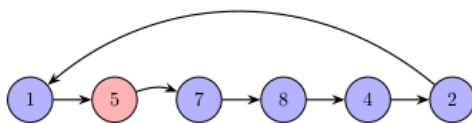


Figure 5: Ciclo 4: $(1, \underline{5}, 7, 8, 4, 2, 1)$ - Variante del ciclo principal con un vértice impar ($\underline{5}$).

Ciclo 5

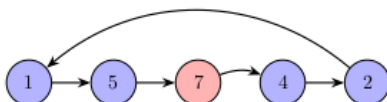


Figure 6: Ciclo 5: $(1, 5, \underline{7}, 4, 2, 1)$ - Variante del ciclo principal con un vértice impar ($\underline{7}$) que crea un "atajo".

Ciclo 6



Figure 7: Ciclo 6: $(7, \underline{8}, 7)$ - El único ciclo creciente, con un vértice impar ($\underline{8}$).

Ciclo 7

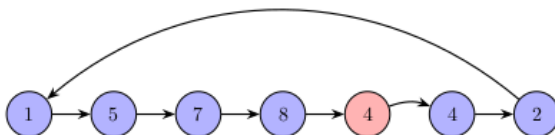


Figure 8: Ciclo 7: $(1, 5, 7, 8, \underline{4}, 4, 2, 1)$ - Variante del ciclo principal con un vértice impar ($\underline{4}$).

Ciclo 8

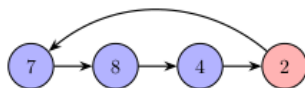


Figure 9: Ciclo 8: $(7, 8, 4, \underline{2}, 7)$ - Ciclo con un vértice impar ($\underline{2}$).

Ciclo 9

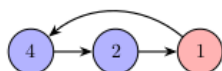


Figure 10: Ciclo 9: $(4, 2, \underline{1}, 4)$ - El ciclo terminal, con un vértice impar ($\underline{1}$).

Ciclo 10

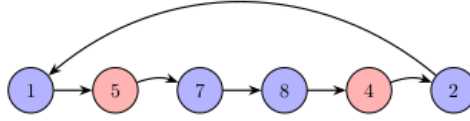


Figure 11: Ciclo 10: $(1, \underline{5}, 7, 8, \underline{4}, 2, 1)$ - Variante con dos vértices impares ($\underline{5}$ y $\underline{4}$).

Ciclo 11

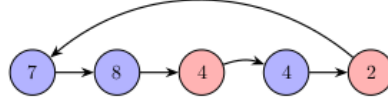


Figure 12: Ciclo 11: $(7, 8, \underline{4}, 4, \underline{2}, 7)$ - Variante con dos vértices impares ($\underline{4}$ y $\underline{2}$).

Perspectivas de desarrollo futuro

El Sistema SCP queda preparado para las siguientes extensiones y líneas de investigación:

- Formalizar el Modelo Estabilizador SCP completo, incluyendo grafo reducido sobre los pares estabilizadores.
- Profundizar en la dinámica modular sobre $\mathbb{Z}_9^*$ y posibles generalizaciones sobre $\mathbb{Z}_{9k}$.
- Desarrollar un algoritmo SCP universal de programación funcional para construir ciclos predefinidos.
- Analizar subfamilias degeneradas y variantes funcionales con nuevos desplazamientos funcionales.
- Explorar la relación entre el ciclo amplificador $7 \rightarrow 8 \rightarrow 7$ y los máximos de crecimiento local.
- Estudiar conexiones entre SCP y modelos de sistemas discretos en teoría de grafos dirigida.

Fin del Documento Maestro SCP v2.2