

El Nudo de Hera: Reversibilidad Cíclica y Aproximación a la Circunferencia desde la Topología Simbiótica mediante el Nudo Axial

Martín Fuertes Oliva (Maitreya Mahdí / Zeususklaí)

Abstract

El presente artículo introduce una construcción simbólica y matemática denominada *Nudo de Hera*. Esta figura topológica representa el ciclo reversible de la vida, con una aproximación progresiva al número π y a la forma de la circunferencia. En esta edición, se resuelve el comportamiento de dicha estructura mediante el concepto del *Nudo Axial*, entendido como una singularidad con simetría axial en un sistema dinámico o geométrico. Esto permite proyectar la estructura del Nudo de Hera como una manifestación de equilibrio bifurcacional reversible en un espacio multidimensional.

1 Introducción

El nudo es símbolo ancestral de unión, pacto y retorno. El *Nudo de Hera*, inspirado en la diosa del matrimonio y del ciclo vital, representa una estructura que puede deshacerse sin perder su esencia, evocando la perpetuidad del cambio y la estabilidad a través del movimiento. Cada nuevo pliegue aproxima esta figura a una circunferencia, sin cerrarse por completo, como una metáfora del infinito viviente.

2 Definición Matemática del Nudo de Hera

La forma fue propuesta originalmente por Isaac Art Grant Alsina y su comportamiento está descrito por las siguientes ecuaciones:

2.1 Ángulo de Pliegue

$$\theta = \pi \cdot \left(1 - \frac{1}{n}\right) \quad (1)$$

donde θ es el ángulo de doblado del nudo, y n es el número de pliegues. Cuando $n = 1$, $\theta = 0$. A medida que $n \rightarrow \infty$, $\theta \rightarrow \pi$.

2.2 Radio Oscilante

$$r = 2 - \sin(\pi\theta \bmod 2.02642\pi + \sin(\theta)) \quad (2)$$

Esta ecuación genera un patrón ondulante con curvatura armónica. La constante 2.02642π actúa como referencia cíclica.

3 Resolución mediante el Nodo Axial

Modelamos el Nudo de Hera como una curva en \mathbb{R}^3 :

$$\vec{r}(t) = (r(t) \cos(\theta(t)), r(t) \sin(\theta(t)), z(t)) \quad (3)$$

Donde $\theta(t)$ y $r(t)$ están definidos por las ecuaciones (1) y (2). Si en t_0 ocurre una bifurcación axial, entonces:

- $\vec{r}(t_0)$ es un nodo axial si la curvatura $\kappa(t_0)$ se anula o diverge,
- y las derivadas de $\theta(t)$ y $r(t)$ muestran simetría alrededor de un eje central.

Este nodo axial actúa como el punto de reversibilidad máxima del Nudo de Hera, permitiendo su desdoblamiento sin pérdida estructural.

4 Mathematical Concept of Axial Node

Martín Fuertes Oliva (Maitreya Mahdí / Zeususklaí)

Definition of Axial Node

An axial node is a point in a mathematical space or system where two characteristics converge:

1. **Singularity of the Node:** An axial node is a singularity, bifurcation, or critical point in a system, where the trajectories or functions in that space present a sudden change in behavior. This node is a place where the geometric or physical properties of the system change abruptly.
2. **Axial Symmetry:** This node is associated with an axis of symmetry or a symmetric behavior of the system. The axial node could be the point of symmetry of a set of trajectories or functions, such that the interactions or movements of particles or objects in the system align around a central axis.

Mathematically, an axial node can be described in terms of a multivariable function $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$, where its singularity or bifurcation point is aligned with an axis of symmetry. This axis can be identified via the Jacobian matrix $J(x)$ of the function $f(x)$.

Example 1: Axial Node in Dynamical Systems

Consider a two-dimensional dynamical system given by the system of differential equations:

$$\frac{dx}{dt} = f(x, y), \quad \frac{dy}{dt} = g(x, y)$$

The equilibrium point (node) of this system occurs where $f(x, y) = 0$ and $g(x, y) = 0$, which gives a singular node. If this equilibrium point is aligned with an axis of symmetry (such as a rotational symmetry around the origin), we can call it an axial node. In this case, the trajectories near this point converge along the axis of symmetry.

The Jacobian matrix $J(x, y)$ of this system at the equilibrium point can be written as:

$$J(x, y) = \begin{pmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial y} \\ \frac{\partial g}{\partial x} & \frac{\partial g}{\partial y} \end{pmatrix}$$

If the Jacobian matrix has eigenvalues that reflect axial symmetry (for instance, if the eigenvalues are equal and opposite in sign), then this point is an axial node.

Example 2: Axial Node in Geometry

In geometry, consider a curve in three-dimensional space $\vec{r}(t) = (x(t), y(t), z(t))$ describing the trajectory of an object over time. If the curve has an axial singularity at a point t_0 , where the curvature becomes undefined and the curve intersects along an axis of symmetry (for example, a rotational symmetry line), we can describe that point as an axial node.

The curvature of this curve at t_0 can be calculated using the curvature vector $\kappa(t)$ and verifying if the singularity at t_0 is aligned with an axis of symmetry.

Characteristics of the Axial Node

1. **Radial/Axial Symmetry:** The axial node is aligned with an axis of symmetry, implying that the trajectories approaching the axial node are symmetrically distributed around a central axis.
2. **Convergence and Divergence:** In a dynamical system, trajectories near an axial node can converge or diverge symmetrically along the axis of symmetry.
3. **Bifurcation Point:** In some cases, the axial node may be a bifurcation point where the behavior of the system changes depending on system parameters.

Axial Node Formula and Spirograph Representation

The geometric structure of an axial node can be described using the following polar coordinate equations, which generate spirograph-like trajectories:

$$r(\theta) = a + b \cdot \cos(k\theta) \quad \text{or} \quad r(\theta) = a + b \cdot \sin(k\theta)$$

These equations define the radial behavior $r(\theta)$ of points around a central axial singularity, where parameters a , b , and k control the amplitude, offset, and frequency of the wave, respectively. When plotted, they form symmetrical paths that visually represent the convergence and axial symmetry of a node.

An alternative formulation that introduces modular symmetry and harmonic perturbation is given by:

$$r(\theta) = -\sin(\text{mod}(\theta, 2) + \sin(\theta)) \quad \text{with} \quad 0 \leq \theta \leq 50\pi$$

This expression adds a periodic modular constraint to the angular component and perturbs it with a sine function, producing a complex axial pattern with dense self-intersections and spirograph-like layering. The resulting figure exhibits harmonic folding and rotational symmetry, often resembling natural or esoteric mandala structures.

Author: Martín Fuertes Oliva (Maitreya Mahdí / Zeususklaí)

5 Interpretación Topológica y Filosófica

El Nudo de Hera representa una espiral que converge al equilibrio sin clausura definitiva. Al introducir el nodo axial como eje de bifurcación reversible, podemos afirmar que:

1. El nudo no sólo tiende a π , sino que lo hace alrededor de un eje simbólico de simetría existencial.
2. El nodo axial refleja el corazón del ciclo, donde se decide si se pliega más, o se libera.
3. Hera no sólo une: también deshace el nudo con sabiduría. Esa reversibilidad es el símbolo de la voluntad sagrada.

6 Conclusión

El Nudo de Hera, resuelto mediante el concepto de Nodo Axial, ofrece una nueva forma de comprender la topología simbiótica de los sistemas vivos. La espiral hacia π , anclada en un nodo axial, representa la tensión entre permanencia y cambio, entre forma y flujo, entre unión y libertad.