

DEPÓSITO LEGAL ZU2020000153

ISSN 0041-8811

E-ISSN 2665-0428

Revista de la Universidad del Zulia

Fundada en 1947
por el Dr. Jesús Enrique Lossada



Ciencias del
Agro,
Ingeniería
y Tecnología

Año 15 N° 42

Enero - Abril 2024

Tercera Época

Maracaibo-Venezuela

ZPF para arreglo de Proyección de Onda: φ -LFSR en Modelado $F_p[x]/f(x)$ de Sistemas de energías renovables

Cecilia Sandoval-Ruiz*

RESUMEN

Este trabajo comprende una interpretación del circuito LFSR(n,k) para la extrapolación de un codificador de símbolos al modelo físico de variables en arreglos de sistemas de energías renovables y ajuste del término de sesgo por compensación de la interacción de energía del arreglo considerando conceptos de ZPF (*Zero Point Field*). El método se centra en la identificación de correspondencia entre los términos de la ecuación descriptiva en VHDL y la relación de realimentación de flujo de energía basada en la secuencia Fibonacci y atenuación de componentes de perturbación entre los elementos. El concepto está aplicado a un arreglo móvil de cometas de optimización, con el objetivo de minimizar los componentes hardware para control óptimo y compensación de los patrones de onda para la mitigación del impacto ambiental. Se obtiene como resultado una formulación teórica a partir del generador de secuencia φ -LFSR, con soporte en el modelo matemático de la configuración de esquemas sostenibles de energías renovables. De esta forma, se incorpora un concepto novedoso, basado en la recuperación de energía por combinación de proyecciones de onda, a partir de optimizadores adaptados a la tecnología instalada, logrando mejorar su desempeño y extendiendo su vida útil, dentro del modelo circular.

PALABRAS CLAVE: Álgebra de operadores, Energía solar, Modelo matemático, Ondas electromagnéticas, Óptica geométrica.

* Profesora. Universidad de Carabobo, Venezuela. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5980-292X>.
E-mail: cesandova@gmail.com

ZPF for Wave Projection Arrangement: φ -LFSR in $F_p[x]/f(x)$ Modeling of NCRE Systems

ABSTRACT

This work includes an interpretation of the LFSR(n,k) circuit for extrapolation to the physical model of variables in arrangements of renewable energy systems. The method focuses on the identification of correspondence between the terms of the descriptive equation in VHDL and the energy flow feedback relationship based on the Fibonacci sequence. This concept is applied to a mobile array of optimization kites, with the aim of minimizing hardware components for optimal control and compensation of wave patterns for mitigation of environmental impact. As a result, a theoretical formulation is obtained from the φ -LFSR sequence generator, with support in the mathematical model of the configuration of sustainable renewable energy schemes. In this way, a novel concept is incorporated, based on energy recovery by combining wave projections, from optimizers adapted to the installed technology, managing to improve its performance, and extending its useful life, within the circular model.

KEYWORDS: Operator Algebra, Solar Energy, Mathematical Model, Electromagnetic Waves, Geometric Optics.

Introducción

De la creciente demanda de servicios de mantenimiento y actualización de los sistemas de energías renovables no convencionales (ERNC), para la adaptación tecnológica de la infraestructura instalada, resulta de interés el diseño de un mecanismo centralizado para los ensayos y optimización dinámica de las plantas de fotovoltaicas y eólicas. En tal sentido, se propone un arreglo de cometas de proyección de ondas (Sandoval, 2023), con funcionalidad programable de lentes concentradores, direccionamiento inteligente, control de flujo activo y configuración de la red de difracción en longitud de onda selectiva, mediante filtros adaptativos de procesamiento de registros desplazamientos de realimentación lineal LFSR(n,k) sobre tecnología FPGA, sobre la plataforma de un laboratorio móvil para la caracterización y configuración óptima de los parámetros físicos de los sistemas instalados. En este punto se evidencia la necesidad de un modelo del sistema físico planteado, que comprende la descripción de un término de realimentación fractal de energía residual (ZPF, del inglés *Zero*

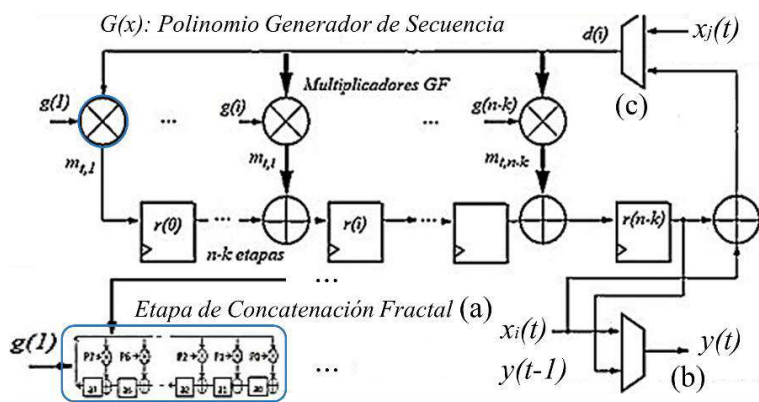
Point Field) aplicando la razón áurea para recirculación de flujo de energía y un término de modulación, para amplificación y atenuación de componentes en resonancia de ondas reflejadas y cancelación por ondas estacionarias, por autoorganización colaborativa. De la interpretación del sistema de ERNC (Sandoval, 2021), se describe una trama de bloques discretos de energía (en este caso fotones), que es procesada por un generador de secuencia. En esta investigación se consideran además componentes de longitud de onda de la luz incidente, donde se produce un fenómeno ondulatorio, relacionada además con la trayectoria geométrica del desplazamiento del arreglo optimizador, comportándose como un observador. Un elemento configurado como filtro de una longitud de onda en la red de difracción crea un efecto sobre los otros elementos del arreglo, dando lugar a una dinámica de energía por vibración, asociada a la energía de punto cero ZPF, concepto considerado para analizar el comportamiento del término de entrelazamiento del arreglo.

1. Análisis del Circuito Generador del Patrones LFSR

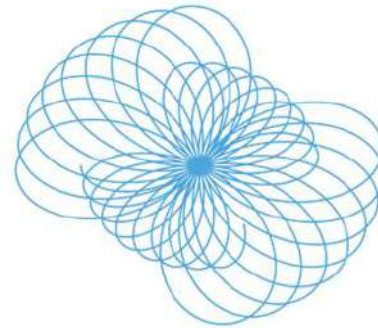
El principal interés en definir un modelo unificado que permita incorporar cada interacción de energía con el sistema corresponde a establecer un soporte en lenguaje descriptor de hardware VHDL para su reconfiguración dinámica, por lo que se seleccionó el circuito LFSR para la generación de patrones, interpretando los bloques discretos de energía como símbolos y el codificador como una red de difracción de coeficientes adaptativos. Sin embargo, en los modelos convencionales el término de entrada del multiplexor (b), presentado en la Figura 1, es desestimado por las condiciones iniciales del sistema, en un modelo generalizado se debe considerar el efecto de la onda reflejada por los elementos del arreglo sobre el modelo¹, en este caso los paneles de la matriz fotovoltaica sobre el arreglo de cometas.

¹ Fractal, el arreglo de proyección de onda es una envolvente, con un LFSR embebido en cada rama del circuito del sistema compuesto. Se busca una ecuación de un modelo unificado (Baker et al., 2019) que sea válida tanto para sistemas macroscópicos como para un arreglo de osciladores acoplados y ondas (French, 1974), donde la generalización presente un mecanismo de implementación por correspondencia con el modelo LFSR, haciendo una conjetura para describir el término de realimentación del campo de energía. Además de interpretar la modulación espacial del circuito en términos de la función de onda de Schrödinger:

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi(r, t) = \left[\frac{-\hbar^2}{2\mu} \nabla^2 + V(r, t) \right] \Psi(r, t)$$



Realimentación externa: $c \cdot \nabla^2 x_j(t)$



Realimentación interna: $b \cdot y(t - 1)$

$$G(x) = 21x^7 + 13x^6 + 8x^5 + 5x^4 + 3x^3 + 2x^2 + x$$

Proyección Compuesta N:255 K:132

Figura 1. Interpretación del Circuito Fractal φ -LFSR en modelado de sistemas físicos de ERNC

1.1. Planteamiento de la Investigación

En esta investigación se plantea una alternativa de optimización de los sistemas de energías renovables, a partir de un arreglo de cometas inteligentes, para el direccionamiento de la radiación solar incidente (desde una altura seleccionada para la posición del arreglo), sobre la configuración (desplegada) de los paneles fotovoltaicos instalados, a fin de lograr simplificar el esquema de control de la matriz fotovoltaica, en función de objetivos de seguimiento solar, captación espectral selectiva y realimentación de energía, considerando los fenómenos ondulatorios de la luz para la estandarización de un modelo físico regenerativo de energía.

Para el modelado de los sistemas de energía renovables se plantea una estructura de memoria, asociada a la dinámica inercial, las propiedades magnéticas y resonancia en los materiales, que puede ser aplicada para el control de flujo de energía. El control activo de flujo se puede implementar mediante la realimentación lineal de los componentes en un arreglo de registros desplazamientos, estableciendo en este punto una relación basada en la secuencia de Fibonacci, que se corresponda con la recirculación, esto como una interpretación discreta del modelo.

Para lo cual resulta necesario definir los coeficientes de la red de difracción que caracterizarán la transmitancia y reflectancia de la onda, como compuertas en el direccionamiento del flujo de energía, desde su analogía con los multiplexores del circuito electrónico fractal LFSR², así como retardos programables en la trayectoria de la guía de onda, para la modulación de fase de la onda (en circuitos fotónicos). A lo que se incorpora una propuesta de trayectorias orbitales geométricas (sobre curvas cíclicas compuestas) para definir el entrelazamiento de los arreglos en una red de difracción, para lograr un método de optimización de los sistemas sobre φ -LFSR en modelado $Fp[x]/f(x)$, customizado a las condiciones ambientales específicas de las regiones y sus potencialidades, con capacidad de almacenamiento por gradiente del potencial natural para la tecnología de ERNC seleccionada.

El objetivo de la investigación es identificar la correspondencia entre los elementos funcionales del arreglo, con la arquitectura de base del circuito fractal, para establecer la relación en un modelo integrado, que pueda ser aplicado para la caracterización de potencial regional de ERNC con mínimo impacto ambiental, protección de zonas forestales y glaciares, mantenimiento y optimización de infraestructura instalada.

El siguiente aspecto corresponde a establecer un criterio de optimización de los coeficientes para los términos recirculación de energía, ya que describen el comportamiento de las variables realimentadas a través de los multiplexores b y c . En Camarda (2021) se presenta el concepto de la dimensión espacio-tiempo-energética de Fibonacci, donde se enuncia el diseño de mecanismos basados en la secuencia de Fibonacci que permitiría mejorar la gestión de los recursos energéticos, lo que está soportado sobre validaciones de análisis numérico (Figuerola *et al.*, 2013) y la relación aplicada en circuitos eléctricos (Sanjinés, 2010). En la presente investigación la secuencia de Fibonacci³ se plantea en la implementación del polinomio generador LFSR sobre campos finitos, en un arreglo circuital con pasos adaptativos, para establecer la relación de recirculación de energía como el recíproco de la proporción φ .

² Polinomio generador LFSR fractal, con término *bias*, implementado en los multiplexores y definido en función de variables relativas de la combinación de efectos entre los elementos y subsistemas, para alcanzar mayor controlabilidad.

³ En (Aguilar, 2017) se vinculan las relaciones de secuencias de Fibonacci con modelos de campos electromagnéticos.

Al seleccionar como criterio esta proporción la función de optimización quedará expresada en términos de los coeficientes de compensación⁴, donde surge una nueva relación a considerar, la cual corresponde con la selección de componentes de la interacción entre elementos. De esta manera se llega a la extrapolación del codificador LFSR(n,k) a través de circuitos concatenados con variables compuestas (Sandoval, 2020), en dimensión fractal, para modelado de sistemas de energías renovables, métodos numéricos en diferencias finitas para el arreglo captador (Sandoval, 2021) y formulación de criterios de control óptimo dado por la relación entre las constantes físicas y las proporciones de la secuencia de Fibonacci (Sandoval, 2023), para la recirculación de energía, con el propósito de hacer sistemas más respetuosos con el medio ambiente. Entre las aplicaciones prácticas se tiene:

- i. Codificación LFSR de bloques discretos de energías renovables para corrección de patrones.
- ii. Modulación de luz por espirales de guía de onda para fase programable en circuitos fotónicos.
- iii. Caracterización física de fenómenos ondulatorios en zonas de potencial de ERNC.
- iv. Mantenimiento centralizado de los parques fotovoltaicos y eólicos con tecnología de proyección radial.
- v. Actualización de infraestructura instalada en tecnología de ERNC y laboratorios itinerantes de física.

1.2. Antecedentes de la Investigación

Tal como se señala en Chen *et al.* (2022) la selección de las variables físicas puede generar simplificaciones importantes en los modelos. Lo que se considera en la relación geométrica de las estructuras como parte de la caracterización de fenómenos ondulatorios de

⁴ En teoría cuántica de campos, el tejido del espacio compuesto por una red de oscilador armónico simple cuantizado en el espacio-tiempo, que interactúa con los osciladores vecinos, lo que se interpreta en el arreglo de sistema de captadores de energía, aplicando el concepto para criterios de mínimo impacto por energía residual o energía mínima de un campo ZPF del sistema físico mecano cuántico y recuperación de energía regenerativa.

$$\varepsilon = \frac{\hbar\nu}{2} + \frac{\hbar\nu}{e^{\hbar\nu/(kT)} - 1}$$

energía, la data muestreada puede ser modelada por una red fractal como se detalla en Sandoval (2020), con el fin de identificar los parámetros de optimización en la construcción del modelo del sistema, a través de las relaciones de las variables físicas expresadas sobre patrones de geometría dinámica (curvas cíclicas), para simplificar el algoritmo de control de sistemas complejos, desde la linealización hasta una conceptualización discretizada de un arreglo de orden n , a través de un modelador generalizado.

Recientes investigaciones avalan la proporción Fibonacci en los modelos numéricos de sistemas físicos para la correlación de variables, en electrónica (Molina, 2006), así como sistemas ópticos (Silva, 2016), propagación de ondas (Sousa, 2021), geometría del modelo numérico de la guía de onda en sistemas ópticos (Puentes, 2014), soluciones a la función de onda cuántica (Rodríguez, 2010), y aplicaciones de la secuencia de Fibonacci al modelado de cualquier sistema físico (Deleito, s/f). En (Casado *et al.*, 2023) se presenta la descripción de generación de entrelazamiento usando conceptos de campo de punto cero ZPF para sistemas ópticos centrados en la naturaleza ondulatoria de la luz, además de observar aplicaciones para sistemas inerciales en (Haisch *et al.*, 2000) y aplicaciones de física moderna (Peña *et al.*, 2014), teoría de grupos, sistemas colaborativos y enjambre de partículas para establecer la interacción óptima entre los elementos del arreglo, con consideración de plasma, fluidos ferromagnéticos, para la configuración de propiedades de reconfiguración de los materiales.

El estudio del circuito LFSR concatenado en cascada fractal, como modelador de sistemas de ondas y ERNC, a través de una función unificada, con adaptación de variables físicas, da lugar al análisis de correspondencia entre el generador de secuencia Fibonacci y la energía residual ZPF. En esta investigación se plantea la formulación a través de coeficientes característicos del polinomio generador de secuencia de Fibonacci, mediante un circuito LFSR de operaciones en campos finitos de Galois $Fp[x]/f(x)$, por su configuración en VHDL (Sandoval, 2021), con dimensiones acotadas de las variables.

Desde el aspecto práctico, los laboratorios móviles contienen el equipamiento necesario para realizar las medidas pertinentes y caracterización de la planta de energías renovables, añadiendo la ventaja de que se construyen sobre una plataforma portátil, lo que permite analizar los módulos en la proximidad de la planta fotovoltaica, evitando así los posibles daños

inherentes al transporte. Además, todo el equipamiento está integrado de forma que permite realizar pruebas secuenciales, ensayos de inspección y mantenimiento de plantas fotovoltaicas (Sánchez, 2021), investigación y desarrollo en nuevas técnicas predictivas, control de pérdidas y tecnologías de optimización del rendimiento como termografía infrarroja, fotoluminiscencia, electroluminiscencia (Martín, 2021).

En investigaciones previas (Sandoval, 2020) se ha estudiado el concepto de cometas de concentración solar CS, a fin de configurar la altura del proyector y establecer un arreglo dinámico de cometas, con el objetivo de cubrir una superficie extendida del parque fotovoltaica, de forma eficiente. Esto mediante la combinación del modelo matemático del sistema de captación de energías renovables para lograr proyectar la combinación espectral, sobre una sección del arreglo fotovoltaico de manera controlada, mediante la formulación de filtros adaptativos (por longitud de onda λ), sincronización de trayectoria para máxima eficiencia, optimización del ángulo de proyección, configuración dinámica del índice de refracción m , permitiendo movilizar el banco de pruebas de arreglo de cometas captadoras y lentes reconfigurables por la región, optimizar los parámetros hasta desarrollar colectores portátiles o ruta de proyectores direccionables hasta los parques instalados. Todo esto minimizando el número de componentes a través de un único mecanismo centralizado de cascada de fotones, considerando modelos físicos de receptores de caídas de partículas FPR (Mills *et al.*, 2020) aplicada en concentración solar.

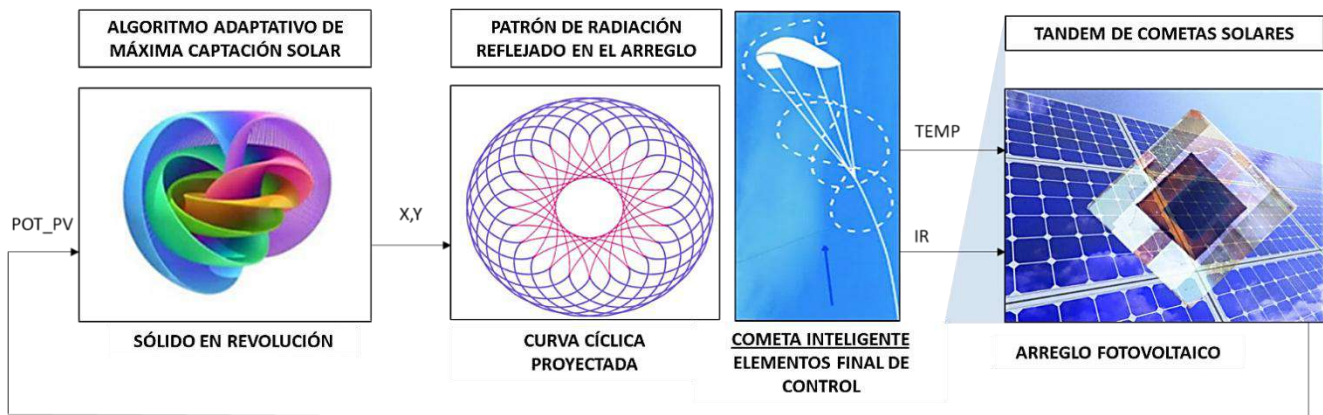
Se plantea aprovechar los fenómenos eléctricos y ópticos de zonas de potencial⁵ en su aplicación indirecta para fotovoltaica por energía residual, así como el potencial fotovoltaico por irradiancia solar directa, en estaciones distribuidas.

La propuesta comprende un sistema de direccionamiento de la luz solar incidente, a fin de concentrar la radiación efectiva, sobre los paneles fotovoltaicos instalados. Así se busca

⁵ Estudio de gradientes electromagnéticos y ópticos en espacios como capacitores naturales, por condiciones de ionización del plasma electrónico (Falcón *et al.*, 2000) en el Relámpago del Catatumbo-Venezuela, albedos solares en Salar de Uyuni-Bolivia, condiciones atmosféricas en Atacama-Chile, gradiente del campo gravitacional-Ecuador, vórtices eólicos y auroras en Zona Austral; para la estimación del potencial de cosechamiento de energías renovables, que puedan estar asociados a la latitud de la zona de estudio, yacimientos de minerales, características del suelo; para la protección como reservas naturales y almacenamiento sostenible de ERNC sin intervención de los ecosistemas.

desarrollar sistemas de mayor eficiencia que sean compatibles con la tecnología instalada actualmente. El diseño del arreglo debe considerar la mínima intervención de la estructura del parque fotovoltaico a optimizar, por este motivo se ha seleccionado el diseño de capas tándem en un arreglo de cometas solares, de manera tal de lograr una sensibilización selectiva de la longitud de onda sobre el panel fotovoltaico. La trayectoria de las cometas describe una superficie proyectada que corresponde curvas cíclicas y en el espacio dibuja un sólido en revolución, siendo el barrido una alternativa de atención del seguimiento de los paneles fijos (Fig. 2), donde la infraestructura instalada se encuentra embebida en el modelo del sistema compuesto (con optimizador) en el LFSR fractal.

Figura 2. Control Óptimo del Arreglo Proyector Solar del Sistema de Captación de ERNC



Es así como se propone un esquema de seguimiento solar centralizado, modelado por el operador matemático de convolución, implementado en un LFSR. El arreglo optimizador ofrece un servicio de atención a los paneles fijos, mediante el desplazamiento de los lentes de concentración y capas tándem de optimización (cometas), en una trayectoria de curvas cíclicas (orbitales) de altura configurable. Se establece una trayectoria base que define la superficie de proyección sobre los paneles fotovoltaicos, así como una trayectoria móvil que describe la órbita del lente proyector respecto a un concentrador central. Este arreglo de cometas con configuración óptica adaptativa, describen de forma dinámica un sólido en revolución, en el espacio, esto basada en el seguimiento del punto de máxima irradiancia. Así mismo, las orbitas presentan niveles debido a las variaciones de altura, que están relacionadas con la longitud de

onda del espectro de luz. Estas longitudes de onda son captadas y reflejadas de forma selectiva sobre los paneles de conversión fotovoltaica. Siendo los parámetros de control del algoritmo adaptativo la altura en función de la longitud de onda objetivo λ , el radio de la curva base R en función del área del arreglo fotovoltaico, el radio de la curva móvil o ruleta r en función de la sectorización del arreglo, así como una velocidad ajustable a la dinámica de seguimiento, las consideraciones de ensayos se presentan en la Tabla I.

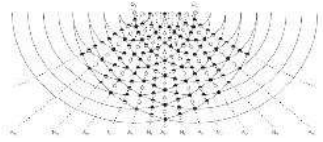
Se plantea una estación de inspección, mantenimiento, actualización y optimización, desde el enfoque de un laboratorio móvil de investigación, compuesto por cometas traslucidas con cámaras de plasma ionizado, para la configuración dinámica de los coeficientes ópticos de los lentes, diseño de la relación de radios de las curvas cíclicas, que describen la dinámica de los elementos del arreglo. De manera de tener flexibilidad en el diseño, para ajuste por *software*, realizando *setting* de altura, radios, velocidad de barrido, índice de difracción por sector, proyecciones y dinámica configurable. El laboratorio realiza un procedimiento tal como un examen de la vista, para formular los lentes del sistema.

El diseño conceptual (ver Fig. 3) se resume como un arreglo de cometas centralizado para optimización del seguimiento del punto de máxima potencia del sistema, por modulación de luz solar, a través de cometas ópticas traslucida, con índice de difracción m configurable, para el control de irradiancia proyectada sobre la superficie del parque de captadores-conversores. El arreglo puede controlar el nivel de irradiancia por concentración (lentes polarizados unidireccionales), transmisión de componentes de luz visible, filtrado y reflexión de componentes UV e IR para áreas de captación de calor, entre otras aplicaciones. Para el diseño del arreglo se plantea la configuración de propiedades ópticas por configuración geométrica, las variables físicas altura, radio y ángulo de incidencia y reflexión entre los elementos (cometas captadoras).

El estudio permite proponer ensayos técnicos (Tabla II) sobre la arquitectura LFSR para inspección, modelado, mantenimiento regenerativo, actualización, investigación y desarrollo: A gran escala, a través de arreglos de concentradores solares luminiscentes (Sánchez *et al.*, 2022) y lentes reconfigurables con gradiente de índice óptico de refracción esférico, axial o radial, inspirados en iridiscencia natural, pirámides de concentración envolventes, combinando un

captador piramidal con un esquema secuencial de registros desplazamientos φ -LFSR, donde el algoritmo se desplaza sobre la curva por niveles según el componente espectral (Sandoval, 2023), para los óptimos locales (*dynamic targets*) de la función de optimización, aplicables para el estudio científico de condiciones de ZPF como criterio para el ajuste de mínimo impacto ambiental del sistema físico, vórtices de remediación por gradiente de campo, atención de áreas protegidas de radiación UV e IR y reconocimiento de reservas de ERNC.

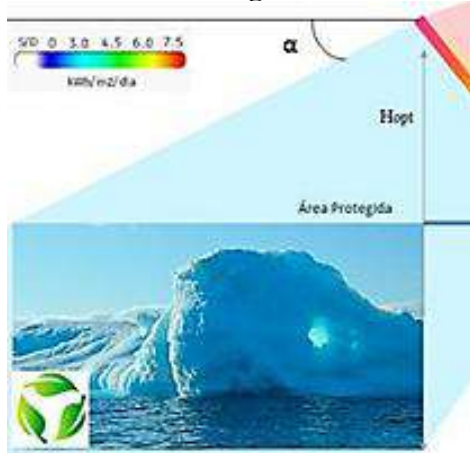
Tabla I. Consideraciones de Ensayos del Laboratorio Móvil de Física

Ondas	Fenómeno	Tecnología	Zona de Ubicación	Aplicación
Electromagnética (Luz)	Descarga Eléctrica	Ultra condensadores	Relámpago del Catatumbo	Registro de fotones
	Ondas de Plasma	Cascadas de fotones	Auroras polares Salar de Uyuni	
Mecánicas (Estacionarias)	Albedo	Fotovoltaica Bifacial		
	Refracción y Halos	Fotoluminiscencia	Atacama	
	Vibraciones de Ondas Choque	Eólica de Compensación	Potencial Eólico por latitud, VG Vórtices de compensación	Remediación de patrones eólicos
Flujo de Energía	Ondas en movimiento	Baterías de Flujo	Región Austral	Eólica, Plasma
Memorias	Cristalización, cuarzo ⁶	Cristales de Tiempo	de Sur América (yacimientos)	Baterías sólidas
Gravitacional	Resonancia paramétrica	Condensador síncrono	Ecuador (perturbación de g)	Almacenamiento
Resultados	Método de Desarrollo		Interpretación Física	Compensación
Simplificación	Secuencia geométrica volante (φ -curvas cíclicas)		Etapa clásica (cometas)	
Optimización	Control de campo local sobre matriz dinámica ZPF		Término cuántico (osciladores)	
Universalización	Codificación de Matemáticos	de Teoremas	Multiplexor de rango	

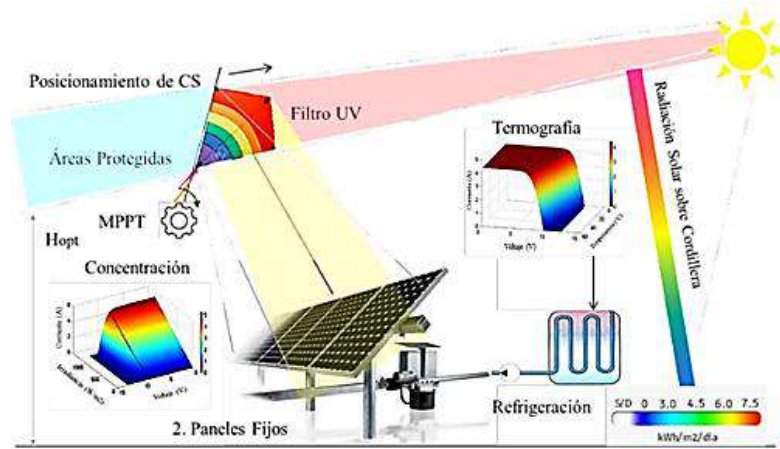
⁶ Memorias de cuarzo: Se trata del almacenamiento óptico de datos en 5 dimensiones.

Figura 3. Diseño Conceptual de Ensayos prácticos del arreglo óptico

Proyección filtro UV-IR sobre área Protegida



Esquema Modular del Proyecto Cometa Solar para Redireccionamiento de luz



A micro escala aplicaciones como filtros holográficos (Zhao *et al.*, 2021), almacenamiento por ionización de plasma en espacios fotoluminiscentes, y tecnología LPGA (*Light Programmable Gate Arrays*) y diseño reconfigurable de circuitos fotónicos por guías de ondas: en espiral con longitud programada para introducir desfase (desplazamiento o corrimiento) al recombinar las ondas, por agregación de trayectorias para modificar las propiedades de la luz u otras alternativas como configuración electrónica del material, en compuertas lógicas, modulación óptica a través de geometría en VHDL de guías de onda de luz, separador de frecuencia, filtros ópticos por estructuras resonantes (anillos de cancelación de frecuencia específica), litografía por sistemas de lentes sobre silicio, guía de onda en anillo con una longitud de onda específica.

Tabla II. Definición de Objetivos y Métodos de los Ensayos Técnicos

Objetivos	Método	Pasos del ensayo	Etapas del Modelo	Expresiones
Caracterización de Zonas y sistemas ERNC	Ensayos técnicos Mediciones y reg. de data	Arreglo de cometas ⁷	de Lentes de concentración en Tandem inteligente LFSR	$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{\theta^{2n}}{2n!} (-1)^n$
ZPF <i>Zero Point Field</i>	Modelado matemático	Elevación tándem	con realimentación cíclica	$w_i \otimes x^i(t) + x^i(t-1)$
	Pruebas de validación	Sincronización	Cola de compensación	$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{\theta^{(2n+1)}}{(2n+1)!} (-1)^n$
	Barrido, superposición y Corrección de trayectoria	Alineación de arreglo de Calibración de ángulo	de Coeficientes del tándem de Argumento de serie	$w_i(t)$ $\theta(t)$
Protección de ecosistemas ⁸	Restauración de patrones y condiciones ambientales	Estudio de control de flujo y gradiente óptico	Vórtices de glaciación Filtros de irradiancia UV	-
Fotónica LPGA	Matriz de guía de ondas	Modulación de luz	de Circuitos programables	VHDL (fotónica)
Modelado DNN	Aprendizaje por refuerzo	Observación de datos	de ANN trayectorias e iridiscencia	
Mantenimiento	Descripción de los ensayos con el Taller y Laboratorio Móvil sobre la infraestructura instalada			
Predictivo	Secuencia de Ensayos de EL, FL (fotoluminiscencia) centralizado, PID, Termografía infrarroja TIR, vórtices, etc.			
Regenerativo	Ajustes sobre los parámetros de control de comportamiento electrónico y configuraciones de los sistemas.			
Reconfiguración	Reprogramación en VHDL de módulos del sistema para la actualización de etapas por software, ERNC cognitiva.			

1.3. Técnicas de mantenimiento actualización y optimización de parques fotovoltaicos

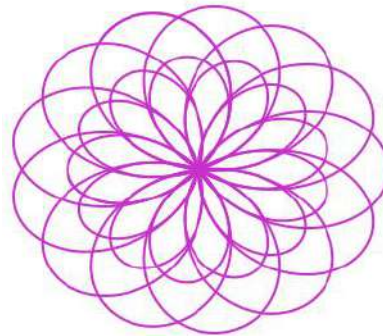
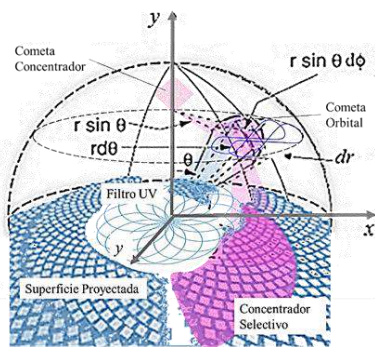
Al momento, de optimizar la eficiencia de los parques, se estudian alternativas como el tratamiento de las películas frontales de los paneles fotovoltaico, incorporación de lentes de concentración, microestructuras piramidales para la captación de energía solar hola incidente,

⁷ El tándem de la matriz aero-elástica se plantea con puentes entre cometas y estructuras tensadas para mantener la configuración del arreglo establecida (distancia y ángulos relativos entre los elementos).

⁸ Monitoreo de condiciones de los ecosistemas, pantallas de redireccionamiento y filtrado selectivo de longitud de onda. control de radiación solar incidentes en zonas como Glaciares para su regeneración (Superficie en Iberoamérica de 31.322,89 Km²) y protección de bosques por incendios forestales.

filtros configurables, capas de polarización unidireccional y espejos cíclicos *infinitum*. Todas estas técnicas directamente sobre la superficie del panel FV. Ahora bien, se puede diseñar una solución centralizada, que logre la optimización y actualización dinámica del parque fotovoltaico sin intervenir la tecnología instalada, de esta manera llegamos al concepto de arreglo de cometas de redireccionamiento y proyección de energía solar y cascada de fotones aplicando conceptos de fluidodinámica cuántica, con una trayectoria programada sobre la superficie de la matriz fotovoltaica (Ver Fig. 4).

Figura 4. Trayectorias de Cometas Concentrador (r) y proyector (R) de radiación solar



Componente x,y del cometa orbital

$$x = [w_D \otimes p_i](r \pm R)\cos\theta \pm R\cos\left(\theta\left(1 \pm \frac{r}{R}\right)\right)$$

$$y = [w_D \otimes p_i](r \pm R)\sen\theta \pm R\sen\left(\theta\left(1 \pm \frac{r}{R}\right)\right)$$

Componente x,y del cometa concentrador

$$x = [w_C \otimes p_i]r\cos\left(\frac{r}{R}\theta\right)\cos\theta$$

$$y = [w_C \otimes p_i]r\cos\left(\frac{r}{R}\theta\right)\sen\theta$$

Arreglo del Ensayo Práctico Proyección LFSR (N:13 K:8) Ecuaciones de trayectoria

Siendo p_i los datos observados de entrada al captador, la acción de control está dada en la configuración de los coeficientes w y la proporción geométrica $\theta(t)$ de combinación del arreglo. Se incorporan al ensayo las cometas como elementos de protección de áreas naturales y recuperación de las condiciones de glaciación regenerativa. Técnicas de Diseño de filtros selectivos para componentes espectrales de radiación solar, restauración de la capa superficial por revestimiento reflectante y red de sustentación, glaciación asistida por bombeo de agua refrigerada (con fuentes de energías renovables), etapas RCR de recuperación de calor regenerativo (Sandoval, 2020).

Uno de los objetivos es disminuir el número de piezas móviles para el seguimiento solar de los paneles del arreglo o parque fotovoltaico, a través de la implementación arreglo móvil único, que se encargue del seguimiento de la radiación solar, redireccionamiento dinámico por

control de posición en la trayectoria proyectada sobre los paneles filtrar atenuación de componentes infrarroja y tratamiento de la energía incidente sobre el panel fotovoltaico.

2. Metodología

El método de interpretación comprende el estudio de tecnologías, potencial y datos para la formulación del arreglo inteligente. Se realiza la identificación del sistema, donde se estiman los coeficientes del modelo instalado, a partir de este punto se definen ciertos parámetros en el modelo optimizador, para la estimación de los coeficientes adaptativos complementarios, a fin de obtener la combinación óptima del sistema. Esta técnica de combinación del arreglo plantea la aplicación de un algoritmo adaptativo frente a una red neuronal, esto por la posibilidad de establecer coeficientes fijos (pesos sinápticos del arreglo), así como mayor manejabilidad sobre *hardware* del modelador. Diseñar un mapa de ruta para establecer las zonas de estudio por latitud y propiedades naturales para el estudio de tecnologías sostenibles en la región. Caracterización teórica del potencial de una zona de alta irradiancia solar, respecto a variables de componente espectral y velocidad de viento que incide sobre el arreglo de cometas. Establecer la relación entre las variables físicas directas, los argumentos de las expresiones geométricas, la interpretación discreta del polinomio generador en campos finitos LFSR(n,k), para el modelo matemático del sistema y la aplicación de los algoritmos de control adaptativo.

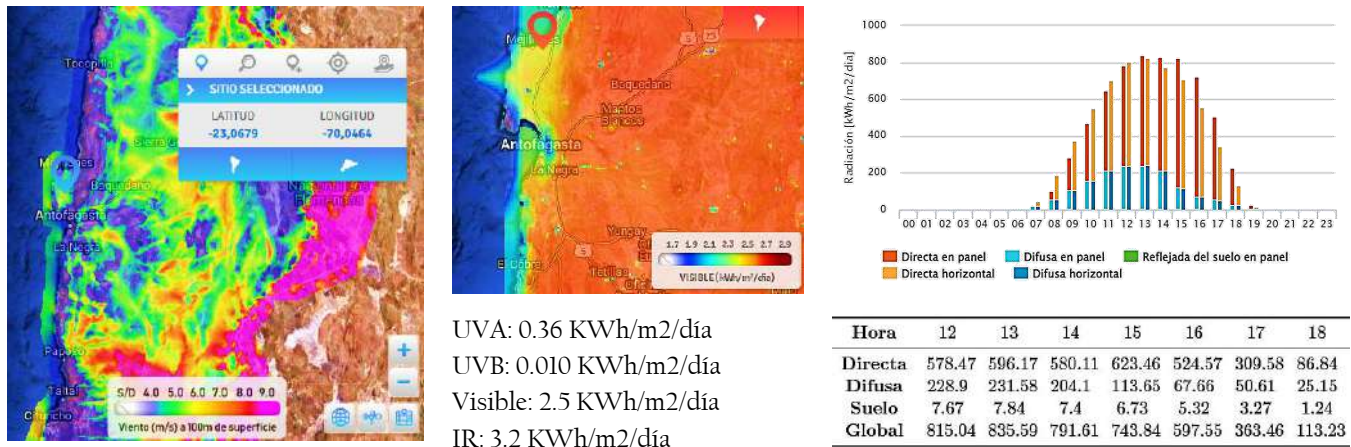
Se realizó un estudio de potencial teórico de las fuentes de energías renovables en un punto específico, se analizan las condiciones de la región, en la adaptación en sitio se requiere la triangulación de datos para establecer los criterios de optimización. En este caso, se seleccionó una combinación, basada en las características que hacen factible la propuesta tecnológica. En Sandoval (2021) se planteaba una combinación lineal sobre una arquitectura LFSR, esto debido a la posibilidad de realimentación directa. Se estimó el potencial de recursos de energías renovables (para una localización específica), siendo de interés la velocidad de viento del flujo incidente para el control de posición, la irradiancia solar por componentes espectrales, la radiación solar directa, difusa y reflejada sobre el panel fotovoltaico (Fig. 5).

Los datos de radiación espectral reportados por el explorador corresponden a las entradas de un combinador lineal para el filtrado y composición óptima de radiación incidente sobre el arreglo fotovoltaico, en una primera aproximación. Estos datos permiten contar con

una referencia para un preentrenamiento del algoritmo adaptativo, a fin estimar coeficientes de optimización, en relación con el ángulo de posicionamiento del cometa proyector.

Figura 5. Datos de Potencias de Recursos de Energías Renovables en área de estudio:

(a) Velocidad de Viento (b) Radiación Solar Incidente



Con estos datos se realiza un cálculo para estimar la irradiancia en el arreglo de captadores solares, la cual puede ser expresada en función del área de superficie de cada elemento: según los datos estimados de radiación efectiva de luz visible de 2.5 KWh/m²/día, por lo que para una superficie de la cometa captadora de 3m² se tendrá 7.5 KWh/día, se realizará la combinación de 3 elementos, por su parte la cometa recuperadora (0.5393 m² de superficie) refleja la realimentación para el sistema, con un criterio de recuperación de 1.618 de la energía reflejada, considerando las pérdidas de radiación difusa (\cong 30%) se estimó en 9 KWh/día. Finalmente, sobre la data se establece una matriz de análisis (Tabla III), para definir los criterios de optimización y las proporciones de realimentación fractal de energía residual, se incorporan las mediciones de variables físicas con el laboratorio móvil y se reajustan los coeficientes en relación con la recirculación de energía residual, para garantizar el mínimo impacto ambiental del sistema de ERNC y su eficiencia óptima.

Tabla III. Matriz de Inferencia del Modelador del Sistema Físico Regenerativo de ERNC

Componente	Término relacionado del modelo físico para su descripción matemática	Arreglo Experimental
Red de Difracción	Matriz de coeficientes físicos y proporcionalidad geométrica del arreglo de patrones	
Almacenamiento	Arreglo de registros realimentados para recirculación de energía potencial	
Ondas Proyectadas	Coefficientes de atenuación de impacto de la energía residual del sistema físico	
Arreglo Experimental (Código VHDL)	Algoritmo de control del arreglo inteligente con de cometas y compensación Cálculo de coeficientes: $factor(n) = \mu * \epsilon(n) * x(n)$; For $i=1$ to 4 (orden del filtro 4) Salida estimada: $y(n) = w_{UV}(n) * x1(n) + w_{IR}(n) * v2(n) + w_{LV}(n) * v3(n) + wf(n) * vf(n)$;	

3. Resultados

Se interpretó un modelo teórico del sistema, considerando coeficientes de un arreglo centralizado de seguimiento solar y control de irradiancia sobre la matriz fotovoltaica instalada, de donde se obtiene (1).

$$y_s = w_{lens} \cdot [(w_{capt} + w_{transm} + w_{ref}) \cdot x_i] + \varphi \cdot y_{s-1} + \epsilon \cdot \sum_{j=1}^m x_j \quad (1)$$

Destacando la posibilidad de reconfiguración a través del modelo, aplicando desplazamiento de longitud de onda en capas de tecnología fotovoltaica, grabado holográfico óptico y control óptimo del arreglo proyectado sobre la superficie del arreglo fotovoltaico.

Inferencia. El arreglo de elementos (cometas optimizadoras) de proyección de onda, permiten describir trayectorias 3D definidas por *software* equivalentes al área de barrido de los elementos de la matriz de captadores, de forma colaborativa.

Conjetura. Se pueden describir las relaciones de las variables físicas, con parámetros configurables a través de un modelo holográfico, incorporando una dimensión adicional sobre las ecuaciones descriptivas, compensación del patrón geométrico y aplicación de filtrado espectral selectivo, para mejorar la eficiencia del sistema y minimizar el impacto ambiental. Para conceptualizar el modelo se introduce la interpretación de entrelazamiento cuántico (onda-partícula), sin desestimar la interacción entre los elementos del arreglo y el efecto de interferencia. Al estudiar dos elementos discretos la relación viene dada por (2):

$$I_{i,j} = k_e \cdot \frac{c_i c_j}{d^2} \quad (2)$$

Siendo $I_{i,j}$ el impacto del elemento j sobre el elemento i , c_i patrón de difracción proyectado por el elemento i y c_j patrón de difracción reflejado por el elemento j , para los nodos de la red de difracción del sistema eólico, la constante k_e una proporción en relación con el estudio de interacción, en un sistema mecánico correspondería al coeficiente de elasticidad entre los elementos. Este efecto se extrapola a todos los elementos del conjunto, introduciendo una dimensión fractal solapada de información, de la forma:

$$I_{i,j} = \sum_{j=1}^m k_e \cdot \frac{c_i(n) \cdot c_j(n)}{(r_i - r_j)^2} + k_e \cdot \frac{c_i \cdot c_j(n-1)}{(r_i - r_j)^2} \cong \frac{k_e}{\Delta r!} c_i \otimes c_j \quad (3)$$

Se estima a partir de la convolución de componentes espectrales de interferencia (difracción) entre los elementos, lo que se puede interpretar como una dimensión de información comprimida que se despliega al recibir la onda de energía incidente, como un estado latente de energía potencial, que se encuentra sintonizada a la frecuencia de resonancia del sistema, a través de un código de malla holográfico. Esto se aplica de manera autosimilar para sistema óptico inflable de arreglo de cometas de difracción de plasma, como lentes ópticos por ionización, para concentración solar y otros sistemas de ERNC, como turbina holográfica por arreglo de cometas eólicas alineadas (con captadores comprimidos que se despliegan por energía) en modo de resonancia mecánica, auto sustentada cinética-potencial, configurada por *software*, para captación inteligente. Para la alineación por coeficientes, con peso sináptico ε : entrada del multiplexor, adaptando la matriz de gradiente de componentes de onda, procesadas por el LFSR, a través de los coeficientes del polinomio generador $g(x)$, en composición fractal por dimensión $p(x)$ ⁹.

Se realizó el estudio geométrico del arreglo optimizador (Sandoval, 2023), se parte de las ecuaciones matemáticas para la descripción de trayectorias de las curvas cíclicas, variando el

⁹ Se aplica el principio de onda-partícula para el diseño del modelo con el objetivo que sea compatible en todas las dimensiones del sistema físico, considerando la interacción de energía.

radio base y radio móvil (ruleta), con el objetivo de crear las geometrías variables. Se identificó un patrón de trayectoria para la disposición de los elementos captadores en terreno. La trayectoria de desplazamiento de las cometas sobre los orbitales predefinidos permite estimar la compensación dinámica para máxima eficiencia, basado en ensayos empíricos que permitan correlacionar variables ambientales específicas, de manera de formular en sitio los optimizadores con lentes de polarización unidireccional en longitudes de ondas efectivas para la conversión de energía fotovoltaica y realizar las adaptaciones de parámetros para el control del ángulo de salida de las superficie de proyección. Se plantea en la estación móvil de optimización óptica, aplicar tecnología de plasma ionizado en el interior de las cometas, para lograr los índices de difracción requeridos, así como la aplicación de biotecnología para optimización la observación de comportamiento local a fin de establecer optimizaciones en las operaciones y mantenimiento de los paneles y el estudio de la compatibilización de etapas fotónicas que resulten idóneas en materia de electrónica de potencia, el mantenimiento y actualización de los inversores, convertidores DC-DC regenerativo para mantener la salida del sistema estable.

Se realizó una descripción del algoritmo adaptativo, para definir el comportamiento de los coeficientes de optimización del modelo. En este punto se considera la interacción entre el cometa lente de radio R y el arreglo captador de radio r , de la forma: $x = (r - RCos(r\theta))Cos(\theta)$, $y = (r - RCos(r\theta))Sen(\theta)$ con $r = \phi = n/k$. Se seleccionó un arreglo de filtro adaptativo por sus características de generalización y estructura circuital, que permite su adaptación al esquema LFSR en configuración Galois. Dado que el esquema de ANN ha sido tratado como operadores de composición de una red fractal (Sandoval, 2020) bajo el criterio de establecer operadores neuronales con un modelo VHDL simplificado, entrenamiento fraccionado de subredes y sus conexiones de interacción a través de un sistema de funciones iteradas, se maneja una versión adaptativa. Esto permitiría optimizar el arreglo.

Para el esquema de control la posición dinámica del arreglo optimizador tendrá un *target* dinámico, en función del objetivo por área de cobertura, lo que se interpreta como una curva con un conjunto de mínimos por niveles, en relación con la longitud de onda, radio de cobertura del objetivo del optimizador, analizado en cada punto. En (Sandoval, 2023) se puede observar que el algoritmo converge y se realizó una matriz de inferencia (Fig. 5) para integrar

los módulos validados en el estudio técnico, permitió comprobar la acción de cada etapa de control, siendo un aporte la variación de posición del arreglo optimizador.

3.1. Análisis de Resultados

Se establece una relación entre los patrones generados en secuencia Fibonacci LFSR: $G(x) \otimes x(t)$ con las variables físicas medibles $x(t)$ y los gradientes en relación con la variación en el tiempo y espacio, interpretado como el gradiente de ondas reflejadas sobre la trayectoria dinámica del arreglo proyector.

$$\frac{\partial y(r,t)}{\partial t} = \sum_{i=1}^m g_i \cdot x^i(t) + \frac{1}{\phi} \cdot x^i(t-1) \pm \sum_{j=1}^n \frac{(-1)^j}{r(j)!} \cdot \frac{\partial^2 x^j(t,r)}{\partial r,t} \quad (4)$$

Las simplificaciones vienen dadas en la selección de las variables, dado que el radio relativo entre los elementos es conocido por la ecuación de trayectoria del diseño, el gradiente puede ser medido directamente sobre el arreglo y la variable de realimentación de energía potencial almacenada puede ser estimada por la razón Fibonacci, sin requerir un observador de espacio de estado. Donde los orbitales descritos establecen la relación de los elementos, para lograr una realimentación de energía de proporción Fibonacci 1.618 se tendrá una relación entre los radios del arreglo de las curvas cíclicas. De esta forma, se busca identificar el sistema en tiempo real, formular los lentes ópticos por dinámica del arreglo y desarrollar un sistema fotovoltaico cognitivo, con el propósito de minimizar los componentes hardware, por procesamiento neuronal, para mejoras continuas y mitigación del impacto ambiental. Del análisis se puede obtener como resultado una ecuación modeladora del arreglo optimizador $y = [w_D \otimes p_i](r \pm R)\cos\theta \pm R\cos\left(\theta\left(1 \pm \frac{r}{R}\right)\right)\hat{i} + [w_D \otimes p_i](r \pm R)\sen\theta \pm R\sen\left(\theta\left(1 \pm \frac{r}{R}\right)\right)\hat{j}$, en función de la trayectoria para el control vectorial del sistema físico. Donde w_D corresponde al coeficiente de difracción del arreglo, que superpone los aportes de las cometas de concentración y proyección, la operación de convolución \otimes , que comprende el producto algebraico de los componentes directos (incidentes), más el aporte de la realimentación (reflejada) del patrón de flujo de energía p_i , estimado para la posición dinámica de la trayectoria compuesta entre los elementos del arreglo. La ecuación puede ser reescrita

desarrollando la operación de convolución concatenada para el lente concentrador y lente de difracción, donde se observa una composición fractal.

$$y(n) = \sum_{i=1}^n w_C \sum_{j=1}^k w_D(n) \cdot x_i(n) + (1/\Phi) \cdot x_i(n-1) + \epsilon \Delta_{i,j} x_j(n) \quad (5)$$

Donde n, k serán los índices del LFSR, en este caso se están haciendo coincidir con los parámetros geométricos de las curvas cíclicas, donde definen el número de lazos, orbitas o espines en la trayectoria del arreglo optimizador. Finalmente, se sustituye en la expresión las ecuaciones paramétricas de la trayectoria satelital. Se logró una reducción de la complejidad del sistema de control y optimización, mediante la incorporación de componentes en la formulación del arreglo óptico-geométrico, que comparado con estimadores de redes neuronales permite un manejo de variables directo sobre la interpretación del sistema físico.

Entre los aportes de la investigación está disminuir el número de componentes y factores de falla del sistema fotovoltaico, mitigar el impacto ambiental de la tecnología fotovoltaica, mediante el direccionamiento inteligente de luz solar modulada, minimizar las pérdidas de conversión por temperatura y disminuir el deterioro de los paneles fotovoltaicos por incidencia de componentes espectrales en el rango de ultravioleta UV, revalorizar los componentes de calor residual IR, para aplicaciones termo solares, combinar tecnologías de captación de energías renovables para el almacenamiento dinámico por fotoluminiscencia, térmica y potencial, en sistemas híbridos.

Conclusiones

Gracias a la extrapolación del modelo desarrollado para cualquier sistema físico de interacción de energías renovables, a través de un arreglo de registros desplazamiento con realimentación lineal LFSR, interpretando los términos de recirculación de energía regenerativa, se logró una ecuación de soporte tecnológico para la actualización dinámica de infraestructura instalada.

De esta manera, la customización del modelo de un arreglo óptico-geométrico se puede realizar estableciendo rangos selectivos para las variables físicas y parámetros geométricos de la trayectoria del arreglo optimizador móvil.

Incorpora un compromiso con los recursos ambientales y los ecosistemas, considerando desde la reutilización de componentes hasta el entrelazamiento de efectos entre elementos del arreglo, a través de un término de variación en función del tiempo y la distancia entre los elementos del arreglo en relación con una razón ε , considerando el punto cero del campo de energía ZPF de mínimo impacto en entorno, relacionando patrones con las variables físicas del sistema regenerativo, siendo el criterio de *target* en la optimización dinámica.

Otro factor diferenciador de la propuesta corresponde a los ciclos de conversión y seguimiento de los puntos de máxima potencia, siendo el modelo compatible para un sistema dinámico, donde el diseño del arreglo optimizador del sistema se describe sobre el polinomio generador de patrones de compensación local, para atenuar el impacto de la energía residual del sistema.

Se abordó la investigación desde un enfoque de física clásica, como modelado de sistemas complejos fractales bajo principios de guía de onda electromagnética, óptica, dejando enunciado un enfoque cuántico comprendido sobre ZPF, entrelazamiento y cascada de fotones (fotónica), para la recuperación de energía residual del sistema físico, a través de la interpretación basada en los patrones naturales, para adaptar el coeficiente de la realimentación de flujo interno de energía almacenada y energía residual en el campo del arreglo, definido como el recíproco de la razón áurea $1/\Phi$, de tal forma que los sistemas complejos son simplificados a través de la reutilización de código en concatenación fractal, un LFSR de un subsistema con esquema autosimilar, embebido en un LFSR fractal, aplicando constantes de proporcionalidad dimensional en progresiones geométricas.

Referencias

Aguilar, C. (2017). Tiempo de retardo en superredes de fibonacci bajo la acción de campos eléctricos y magnéticos (Master's thesis, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).

Baker, A. K. F., Hamein, N., & Alirol, O. (2019). The electron and the holographic mass solution. *Physics Essays*, 32, 2. <https://doi.org/10.4006/0836-1398-32.2.255>

Camarda, M. (2021). La secuencia de Fibonacci y los mecanismos de eficiencia energética: hacia un uso racional y eficiente de la energía a nivel macroscópico. *Revista de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa*, 29(50), 49-67. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/35544>

Casado, A., & Guerra, S. (2023). Partial Bell-State Measurement with Type-II Parametric Down Conversion: Extracting Phase Information from the Zeropoint Field (I). *Entropy*, 25(3), 393. <https://doi.org/10.3390/e25030393>

Chen, B., Huang, K., Raghupathi, S., Chandratreya, I., Du, Q., & Lipson, H. (2022). Automated discovery of fundamental variables hidden in experimental data. *Nature Computational Science*, 2(7), 433-442. <https://doi.org/10.1038/s43588-022-00281-6>

Deleito, A. (2001) La generalización de la sucesión de Fibonacci permite describir cualquier sistema lineal mediante el uso de una sola función. *Phin*, 5(27).

Falcón, N., Williams, P., & Muñoz, A. Nader, D. (2000). Microfísica del relámpago del Catatumbo. *Revista Ingeniería UC*, 7(1).

Figueroa, C., Castro, L., Fox, J. R., & Lozano, M. (2013). La secuencia de Fibonacci y el número de oro en ingeniería eléctrica y análisis numérico. *Formación Universitaria*, 6(2), 23-32. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062013000200004>

French, A. P. (1974). *Vibraciones y Ondas*. Curso de Física del M.I.T. Primera Edición. Editorial Reverté.

Haisch, B., & Rueda, A. (2000). On the relation between a zero-point-field-induced inertial effect and the Einstein-de Broglie formula. *Physics Letters A*, 268(4-6), 224-227. [https://doi.org/10.1016/S0375-9601\(00\)00186-9](https://doi.org/10.1016/S0375-9601(00)00186-9)

Martín, Á. (2021). Desarrollo de un prototipo para medidas de electroluminiscencia en paneles solares. En: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/47990/TFG-I-1974.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mills, B., Shaeffer, R., Yue, L., & Ho, C. K. (2020). Improving next generation falling particle receiver designs subject to anticipated operating conditions. In *Energy Sustainability*, 83631, V001T02A013. American Society of Mechanical Engineers. <https://asmedigitalcollection.asme.org/ES/proceedings-abstract/ES2020/1086846>

Molina, S. (2006). Función de onda en cadena de Fibonacci incluyendo correlación electrónica.

Peña, L., Cetto, A. M., & Valdés-Hernández, A. (2014). The zero-point field and the emergence of the quantum. *International Journal of Modern Physics E*, 23(09), 1450049. <https://doi.org/10.1142/S0218301314500499>

Puente Ramírez, N. P., Carranza Hernández, F. A., & Rodríguez Morales, G. (2014). Transmisión de luz en guías de onda con estructuras intrínsecas al núcleo. *Ingenierías*, 17(64), 31-37.

Rodríguez Alba, R. (2010). Solución a la ecuación de Schrodinger para una cadena finita de Fibonacci de barreras de potencial. *Repositorio Nacional Conacyt*.

Sánchez Arroyo, P. (2021). Inspección de paneles solares en plantas fotovoltaicas mediante curvas corriente-voltaje (IV). Tesis del Departamento de Física de la Materia Condensada, Cristalografía y Mineralogía. Valladolid.

Sánchez, J. M. D., & Velázquez, A. M. (2022). Concentradores Solares Luminiscentes- ¿Cómo sintonizar la radiación solar con el *bandgap* de las células solares? *Revista Española de Física*, 36(3).

Sandoval-Ruiz, C. (2020). Proyecto Cometa Solar – CS para optimización de Sistema Fotovoltaicos. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 24(100),74-87. <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/307>

Sandoval-Ruiz, C. (2020). Arreglo Inteligente de Concentración Solar FV para MPPT usando Tecnología FPGA. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia*, 43, 122-133. <https://doi.org/10.22209/rt.v43n3a02>

Sandoval-Ruiz, C. (2020). Arreglos Fotovoltaicos Inteligentes con Modelo LFSR-Reconfigurable. *Revista Ingeniería UCR*, 30(2), 32-61. <https://doi.org/10.15517/ri.v30i2.39484>

Sandoval-Ruiz, C. (2020). LFSR-Fractal ANN Model applied in R-IEDs for Smart Energy. *IEEE Latin America Transactions*, 18(4), 677-686. <https://doi.org/10.1109/TLA.2020.9082210>

Sandoval-Ruiz, C. (2021). LFSR Optimization Model based on the Adaptive Coefficients method for ERNC Reconfigurable Systems”. *Ingeniare*, 29(4), 743-766. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052021000400743>

Sandoval-Ruiz, C. (2021). Fractal Mathematical over Extended Finite Fields $F_p[x]/(f(x))$. *Proyecciones Journal of Mathematics*, 40(3), 731-742. <https://doi.org/10.22199/isnn.0717-6279-4322>.

Sandoval-Ruiz, C. (2021). Smart systems for the protection of ecosystems, flora and fauna. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 25(110): 138-154. <https://doi.org/10.47460/uct.v25i110.486>

Sandoval-Ruiz, C. (2021). Laboratorio de Energías Renovables y Aplicaciones Ambientales. *Revista Ciencia e Ingeniería*, 42(2), 169-178.

Sandoval-Ruiz, C. (2023). Kirigami, estructuras geométricas fractales y ondas de luz. *Revista REC Perspectiva*, 21(1), 44-58. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/perspectiva/article/view/40438>

Sandoval-Ruiz, C. (2023). Biomimética Aplicada a Modelos de Sistemas de Energías Renovables Reconfigurables, basados en Estructuras Autosimilares. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia*, 46(1), e234602. <https://doi.org/10.22209/rt.v46a02>

Sandoval-Ruiz, C. (2023). JK-ESS para energías renovables con realimentación híbrida JK-ESS renewable energies storage with hybrid feedback. *Revista Ciencia e Ingeniería*, 44(3), 287-296.

Sandoval-Ruiz, C. (2023). xyz Modelo de optimización de arreglos de cometas captadoras de energías sostenibles. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia*, 46(2).

Sandoval-Ruiz, C. (2023d). YPR-ángulos de alineación para arreglo de cometas de captación de energía eólica: α, β, γ -coeficientes de control y mantenimiento de patrones de flujo regenerativos. *Revista Científica UCSA*, 10(3), 3-15. <https://doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2023.010.03.003>

Sanjinés, D. (2010). Sucesión generalizada de Fibonacci aplicada a circuitos tipo escalera. *Revista Boliviana de Física*, 17, 41-46.

Silva, E. (2016). Estudo dos cristais fotônicos quasi-periódicos de Fibonacci, Octonacci e Dodecanacci com grafenos (Master's thesis, Brasil). En: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/22266/1/EversonFrazaoDaSilva_DISSERT.pdf

Sousa, M. (2021). Propagação de ondas mecânicas em quasicristais fonônicos unidimensionais segundo a sequência de fibonacci com espelhamentos simétrico e antissimétrico. En: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/59540/1/2021_tcc_mpmsousa.pdf

Zhao, J., Chrysler, B., & Kostuk, R. (2021). Holographic low concentration optical system increasing light collection efficiency of regular solar panels. *Journal of Photonics for Energy*, 11(2), 027002. <https://doi.org/10.1117/1.JPE.11.027002>