

Diseño Arquitectónico Inteligente Aplicando Conceptos de **Urbótica y Sostenibilidad**



Dra. Sandoval Cecilia. Ingeniero Electricista en 2002, Magister en Ingeniería Eléctrica en 2007, y Doctora en Ingeniería en 2014, egresada de la Universidad de Carabobo. Profesora Titular en Postgrado de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, Investigadora Nivel C acreditada por el Programa de Estímulo a la Investigación e Innovación PEII 2015.

Diseño Arquitectónico Inteligente Aplicando Conceptos de Urbótica y Sostenibilidad.

RESUMEN

En este trabajo se presenta el diseño arquitectónico modular, para su inserción en proyectos urbanísticos aplicando principios de respeto ambiental, sostenibilidad, inteligencia artificial, paisajismo y sistemas híbridos de energías renovables. El método empleado consistió en el diseño de los componentes arquitectónicos y las definiciones de funcionalidad, seguidos del modelo de control electrónico y su descripción en lenguaje descriptor de hardware VHDL, incorporando así conceptos de inteligencia artificial como las redes neuronales, para el desarrollo de capacidad cognitiva por parte de las estructuras arquitectónicas que permita la adaptación de éstos a las condiciones ambientales, a fin de optimizar la eficiencia de estos espacios. Se realizó la estimación de impacto ambiental de los elementos diseñados y se obtuvo como resultado un modelo urbótico-arquitectónico inteligente, con amplias ventajas sobre el aprovechamiento de recursos y bajo impacto ambiental.

Palabras clave: arquitectura modular, urbótica, eficiencia energética, inteligencia artificial, sustentabilidad urbana.

Intelligent architectural design

Applying urbotics concepts and sustainability

ABSTRACT

In this paper the modular architectural design is presented for inclusion in urban projects applying principles of environmental respect, sustainability, artificial

intelligence, landscaping and hybrid systems of renewable energies. The method used consisted in the design of the architectural components and their functionalities, followed by the electronic control model and the description in VHDL language of its architecture, incorporating concepts of artificial intelligence such as neural networks for the development of cognitive capacity by part of the architectural structures that allow the adaptation of these to the environmental conditions, in order to optimize the efficiency of these spaces. The environmental impact estimation of the designed elements was carried out and an intelligent architectural-architectural model was obtained with great advantages over the use of resources and low environmental impact.

Keywords: modular architecture, urbanism, energy efficiency, artificial intelligence, urban sustainability.

Disegno architettonico intelligente

Applicando concetti di urbotica e sustentabilità

RIASSUNTO

In questo lavoro viene presentato il disegno architettonico modular per la sua inserzione nei progetti urbanistici, applicando i principi di rispetto ambientale, sustentabilità, intelligenza artificiale, paesaggismo e sistemi ibridi di energie rinnovabili. Il metodo impiegato è stato il disegno dei componenti architettonici e le definizioni di funzionalità, seguiti dal modello di controllo elettronico e la sua descrizione in linguaggio descrittore di hardware VHDL, incorporando così concetti di intelligenza artificiale come le reti neurali, per lo sviluppo delle capacità cognitive da parte delle strutture architettoniche, che permetta l'adattamento di queste alle condizioni ambientali, ai fini di ottimizz

re l'efficienza di questi spazi. Si è fatta la stimazione di impatto ambientale degli elementi disegnati, e si è ottenuto come risultato un modello urbotico-architettonico intelligente, con ampi vantaggi circa l'uso delle risorse e basso impatto ambientale.

Parole chiave: architettura modulare, urbotica, efficienza energetica, intelligenza artificiale, sustentabilità urbana.

Introducción

En los últimos años y con los avances de la tecnología, se han venido implementando a diversos objetos la automatización e inteligencia de los sistemas electrónicos, éste enfoque hace posible que objetos como edificaciones, e incluso ciudades puedan funcionar independientes del sistema que conforman y se interrelacionan entre sí (Sosa Compeán, 2012). Donde se puede observar un modelo fractal (C. E. Sandoval-Ruiz, 2017) en los subsistemas componentes, concatenados de forma modular.

Este conjunto de sistemas automatizados aporta a sus habitantes servicios de gestión energética, seguridad y bienestar, a través de nuevas tecnologías en busca de una ciudad inteligente, con distribución de espacios, telecomunicaciones digitales, automatización de forma eficaz y sostenible, para ahorro energético. De esta forma la ciudad pasa de ser una ciudad pasiva a una ciudad activa donde la tecnología se ha integrado en el diseño inteligente de la ciudad y ésta es capaz de responder a las necesidades de sus habitantes, enmarcado en el concepto de urbótica (Valero Martínez et al., 2010).

A partir de estos conceptos se plantea el diseño de

un modelo urbanístico alternativo, con elementos ornamentales y funcionales, en los cuales se pretende incluir inteligencia artificial para automatización y control, en el diseño arquitectónico urbano. Esto en equilibrio con las características de vegetación y fauna del entorno, respetando su óptimo desenvolvimiento. De esta manera, el criterio de diseño debe analizar el impacto ambiental y la posibilidad de ajustes de acuerdo con las condiciones climáticas, considerados en la etapa de diseño, implementación y funcionamiento del proyecto arquitectónico con capacidad adaptativa (Cecilia; Sandoval-Ruiz, 2015).

Por otra parte, se deben establecer criterios para la iluminación natural, distribución del espacio, los elementos que favorecen el desarrollo del diseño, así como las tecnologías que resultan menos invasivas sobre estos ambientes. En este sentido, se estudian diseños con techos corredizos a través de rieles horizontales, techos plegables, elementos arquitectónicos configurables, con orientación adaptativa hacia la fuente solar, balcones plegables que puedan ser dispuestos como ventanas expansibles, entre otros elementos que pueden ser diseñados con inteligencia artificial.

Todo esto busca la concientización en responsabilidad ambiental, enfocado en el proceso de formación de los profesionales del área, en busca de integrar el manejo eficiente de recursos, con aplicaciones integradas al ambiente, como huertas urbanas, servicios para animales que habitan en espacios comunes de las ciudades, armonizando los elementos arquitectónicos con la dinámica funcional del espacio. En este orden de ideas, se plantea la investigación en tecnologías sustentables, aplicaciones en eco-turismo didáctico, que integren esta filosofía en los diseños urbanos (Cecilia; Sandoval-Ruiz, 2015).

Una vez definidos los criterios de diseño, el estudio de

impacto ambiental corresponde a un instrumento preventivo y corrector de determinadas actuaciones que podrían provocar alteraciones negativas sobre los distintos componentes del entorno (Abreu, 2015). En (De Shiller & Martin, 2014) se presentan estrategias bioclimáticas de diseño para disminuir la demanda eléctrica convencional, a partir de modelos categorizados para viviendas sociales, aplicando sustentabilidad urbana, eficiencia energética e integración de energías renovables en el hábitat construido. Estos principios pueden ser adoptados para el diseño de elementos arquitectónicos adaptables en proyectos en desarrollo, como en la optimización energética de urbanismos establecidos.

En este trabajo se está planteando integrar el concepto de urbótica con redes eléctricas inteligentes, es decir el diseño de urbanismos inteligentes, con módulos autónomos interrelacionados y espacios comunes, rescatando la idea que las áreas comunes son de vital importancia para el desempeño y bienestar de los habitantes, entre estos: personas, mascotas, fauna urbana y vegetación, integrando el diseño de huertas urbanas colaborativas y modelos auto-sostenibles de desarrollo, aplicando control inteligente, a través de redes neuronales artificiales configuradas en VHDL (de las siglas en inglés VHSIC - Very High Speed Integrated Circuits Hardware Description Language).

Conceptos de Urbótica y Diseño Sostenible

El concepto de urbótica está relacionada a la automatización e interacción entre los usuarios y funciones de los desarrollos urbanísticos (Valero Martínez et al., 2010), las plataformas de transporte urbano (Cecilia Sandoval-Ruiz, 2016) y los elementos arquitectónicos.

En esta propuesta se pretende ir un poco más que automatización de los urbanismos en la optimización inteligente de estos para mejorar la gestión energética y seguridad.

En elementos arquitectónicos se pueden incorporar funciones, a partir de conceptos como la Domótica, integrando en una vivienda sistemas que proporcionan bienestar, a través de los servicios de comunicación, confort, ahorro energético y seguridad, la Inmótica que se enfoca igualmente en el manejo de información, pero en edificios de uso comercial o industrial, y la Urbótica se refiere a las instalaciones comunes en una ciudad con el mismo fin (Sosa Compeán, 2012). Otros aspectos de la urbótica están asociados a la ciudad inteligentes con conversión de energía solar y eólica a pequeña escala (Tarrida, 2010), así como redes inteligentes de energía eléctrica (Real, 2016).

En función de estos aspectos se puede considerar alternativas de solución, diseñando elementos de paisajismo que se integren con los espacios interiores de la obra arquitectónica, considerando así el efecto sobre las dimensiones de vegetación actual, luego de realizar la intervención arquitectónica del espacio,:

(1) a través de techos verdes, estos pueden mantener las especies de vegetación presentes de manera natural.

(2) jardines verticales, estos pueden ser adaptados a las condiciones climáticas del terreno.

3) modelos híbridos de espacios horizontales y verticales de vegetación, que pueda aumentar las dimensiones actuales, y cómo sería su desempeño, la utilización de vegetación para revestimiento de elementos arquitectónicos, estos modelos son presentados en la Tabla 1.

Estructura Arquitectónica	Antecedentes de Prototipos
<p>Techos Verdes Convencionales, recubrimiento de vegetación sobre la superficie del techo de los proyectos arquitectónicos, en los que la superficie empleada para la edificación es recuperada con vegetación sobre las obras diseñadas, permite un manejo óptimo del agua de lluvia.</p>	
<p>Techos Verdes Ampliados, mayor superficie recubierta de vegetación con inclinación o escalonada, en los proyectos arquitectónicos.</p>	
<p>Jardines Verticales, revestimiento vegetal de la superficie vertical (paredes exteriores o paredes de jardines interiores), en los que la superficie empleada para la edificación es recuperada de forma indirecta.</p>	
<p>Rampa de Ascenso, la aplicación de vegetación sobre la superficie de rampas de ascenso que comunica los niveles del proyecto arquitectónico, este tipo de estructura puede ser combinada con escaleras externas, optimizando la superficie recuperada.</p>	
<p>Portales Verticales, este elemento consiste en un acceso de luz, a través de la superficie del techo, el cual puede ser tratado como claraboyas abiertas o cerradas, ventanas y/o puertas desplegadas con rieles horizontales para posicionar la compuerta, con el fin de controlar la ventilación e iluminación natural, siendo un elemento de comunicación entre diversos ambientes interiores.</p>	

Tabla 1. Diseños Arquitectónicos con utilización de vegetación natural

Fuente: (Vispo, 2009)

Estos modelos de construcción representan un importante antecedente, donde la vegetación ocupa un lugar dentro del diseño. Se propone así mantener como criterio la inclusión de la vegetación local en los elementos arquitectónicos, la integración al proyecto arquitectónico, de los árboles que se encuentran en el terreno, esto puede ser a través de elementos de comunicación vertical: claraboyas funcionales o columnas de ventilación, considerando la comunicación visual entre espacios de la planta baja con la planta superior. De esta manera, en la planta inferior se puede contar con una entrada de luz y ambientes exteriores alternativos dentro de la estructura diseñada.

Para el diseño de estos elementos se han considerado trabajos previos (Camacho & Otros, 2013), donde se propone el desarrollo de proyectos arquitectónicos “desde una concepción sostenible, maximizando el aprovechamiento de los recursos y las posibilidades adaptativas de una misma instalación” (p. 144). En este modelo se considera la capacidad de configuración adaptativa del elemento, con el propósito de optimizar la eficiencia energética del espacio, a partir del posicionamiento inteligente de estos componentes arquitectónicos.

Métodos de integración de aplicaciones urbóticas

En primer lugar, se definen las estructuras arquitectónicas comunes en las áreas urbanas y sus funciones dentro del marco del concepto de urbótica, manejados a través de diseños de escaleras, rampas de conexión entre plantas de una edificación, balcones plegables, elementos móviles de posicionamiento adaptativo, espacios multifuncionales e iluminación de espacios interiores y otras funciones con tecnología solar (Sandoval

Ruiz, 2014), tanto de viviendas unifamiliares, redes en edificios multifamiliares o comerciales e industriales y áreas comunes como parques, museos y universidades. Se han considerado modelos arquitectónicos que integren el concepto de bajo impacto ambiental desde la aplicación de las alternativas de integración vegetal en los proyectos, con funciones para optimización de la calidad ambiental de los espacios, que pueden ser implementadas en la etapa de diseño o de forma modular, con la finalidad de garantizar una solución a diseños previos, sin repercutir en los costos.

Una de las ideas que se promueve es el diseño de elementos que integren vegetación, bien pueden ser plantas ornamentales (a fin de mejorar la calidad del aire en los espacios), así como huertas tecnificadas. Destacando la importancia de crear espacios en el diseño arquitectónico para el desarrollo de estos sistemas emergentes de desarrollo sostenible, como lo es la agricultura urbana, con las ventajas que esto representa en cuanto a la disponibilidad de alimentos frescos, que pueden ser implementadas en viviendas, áreas de uso común y universidades, estas últimas siendo de vital importancia para la investigación y desarrollo de la ciencia en esta área. El método seleccionado consistió en el diseño modular de los componentes de una red neuronal en lenguaje descriptor de hardware VHDL, donde la automatización viene dada por medio de aplicación de redes configurables. Se plantea una red modular que integre estos elementos de forma armónica con la arquitectura de la ciudad y los espacios urbanos como modelo arquitectónico.

Resultados

En primer lugar se obtienen los elementos híbridos del modelo desarrollado, un conjunto de diseños que incorporan las funcionalidades seleccionadas para la

red urbótica. En ellos se implementan una estructura arquitectónica funcional, con énfasis en ahorro energético y servicio para los habitantes, con espacios para los módulos inteligentes responsables de la gestión eficiente de conversión de energía y aplicaciones de sostenibilidad. Los elementos exteriores disponen de

sistemas inteligentes para asistencia a fauna urbana y revestimientos vegetales, de acuerdo a los criterios de mantener el equilibrio ecológico de los ambientes urbanos. Algunos de estos modelos arquitectónicos modulares, son presentados en la Tabla 2.




Características del Módulo Híbrido	Elementos Híbridos
<p>Comunica espacios exteriores e interiores</p> <p>Ofrece iluminación natural para optimizar el ahorro energético, con aplicación de energía solar pasiva y activa</p> <p>Implementa jardines o huertas urbanas, captación de agua de lluvia para uso doméstico o industrial, compostaje de residuos, entre otros.</p> <p>Presenta Flexibilidad en su configuración</p>	 <p>Panel Solar Convertidor Eólico Columna de Captación de Agua de Lluvia Jardinería de Compostaje Hojillas de Regulación de Iluminación Natural</p>
<p>Permite configurarse como una ventana o balcón (desplegándose), puede orientarse para optimizar el aprovechamiento de las fuentes de energía con giros sobre su eje, a favor de la climatización natural del espacio y adaptando la posición óptima para ahorro energético, en la cual solo debe ajustarse la posición de este elemento.</p> <p>Se pueden interconectar en red varios elementos para su escalada.</p> <p>Presenta Modularidad y Flexibilidad en su configuración</p>	
<p>Optimización de los espacios, la parte inferior de la escalera ha sido empleada para el diseño de un jardín escalado, puede igualmente utilizarse para huertas e integrar la vegetación con los espacios internos.</p> <p>Los paneles solares y los materiales del elemento permiten aprovechar al máximo la luz solar.</p> <p>Los convertidores eólicos pueden ser integrados en espacios externos con corrientes de aire, para edificios compuestos por módulos independientes. Es un diseño Integral que puede ser escalado con diversos elementos.</p> <p>Presenta Flexibilidad en su configuración</p>	

Tabla 2. Módulos Inteligentes en Elementos Arquitectónicos

Fuente: Elaboración propia del autor, 2017

Así mismo, se desarrollaron los esquemas de control inteligente aplicables en domótica (Jima & Zambrano, 2015) y urbótica, basados en redes neuronales para el reconocimiento de características para las funciones de los módulos diseñados y optimización energética de los espacios diseñados.

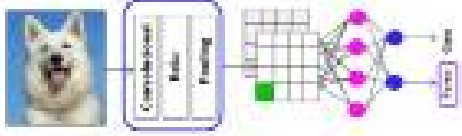

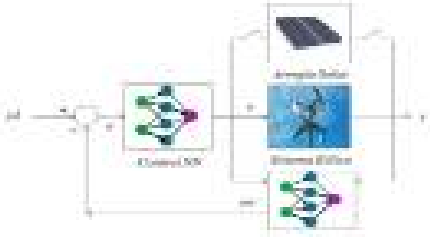

Control Urbótico Inteligente	Modelos Funcionales
<p>Módulo Inteligente de asistencia a la fauna urbana que integra funciones de Dispensador de Alimentos, Monitoreo y Protección de la fauna, con reconocimiento de imagen y registro veterinario.</p>	
<p>Módulo de Reciclaje de Materiales y Residuos urbanos, con clasificación neuronal de los materiales (disminuyendo los costos de sensores especializados), para el aprovechamiento y reutilización de los recursos.</p>	
<p>Módulo de Conversión de Energía Configurable, con control neuronal para fuentes de energía solar y eólica, que se integran a los módulos arquitectónicos. Control Neuronal con Arreglo Solar – Sistema Eólico.</p>	
<p>Módulo Inteligente para Huerta Urbana, con reconocimiento de las características del cultivo, automatización del sistema de riego, adaptabilidad a las condiciones climáticas, donde se logren cultivar alimentos libres de agroquímicos, eliminando así la cadena de distribución, a fin de promover la economía local y seguridad alimentaria.</p>	

Tabla 3. Modelos Funcionales de Control Inteligente

Fuente: Elaboración propia del autor, 2017

Para el diseño del control de los módulos se han considerado reconocimiento neuronal, para clasificación, a través de redes convolucionales y configuraciones de redes multicapa MPL, para el control lógico de funciones definidas: (1) reconocimiento de mascotas para reubicarlas en caso de extravío, monitoreo y registro veterinario, dosificación de alimento según su clasifi-

cación, a fin de ofrecer mejor calidad de vida a la fauna urbana, (2) clasificación de materiales para ubicación selectiva en procesos de reciclado, (3) acoplado en el modelo híbrido de energía y (4) el sistema de riego inteligente de las huertas urbanas propuestas. Finalmente, la configuración en hardware, de la red neuronal está descrita en la Tabla 4.

```

Entity rna is -- type Feedforward
Port ( A,B,C,D: in std_logic_vector(7 downto 0); -- entrada de las neuronas
      salida:out std_logic_vector(7 downto 0) ); -- salida de las neuronas
end rna;
architecture Behavioral of rna is
signal w11,..., wk: std_logic_vector(7 downto 0); --Weights
signal E,F,G,H: std_logic_vector (7 downto 0);
component neurona is
port ( A,B,C,D,w: in std_logic_vector (7 downto 0);
      E:out std_logic_vector (7 downto 0) );
end component;
Begin
C11: neurona port map (a,b,c,d,w11,...E);
...
C1k: neurona port map (a,b,c,d,w11,...H);

-- Entity neurona is
-- architecture Behavioral of neurona is
-- signal wk1:std_logic_vector(7 downto 0);
-- begin
-- act <= A*w11 + B*w21 + C*w31 + D*w41;
-- process (act)
-- begin
-- If act > umbral then
-- salida<='1'
-- else
-- salida<='0'
-- end if;
-- end process;
-- end Behavioral;

CS: neurona port map E,F,G,H,...,wnk,salida); -- Neuronas de la capa de salida
End Behavioral;
    
```

Tabla 4. Configuración de la RNA en Hardware
 Fuente: Elaboración propia del autor, 2017

Recursos Naturales	Características del Diseño	Impacto (+)
Agua	Reutilización de Agua de Lluvia y Sistema Eficiente	0.5
Fauna	Sistema Inteligente de Asistencia a la Fauna Urbana	0.7
Vegetación	Incorporación en los elementos Arquitectónicos	Espacio*0.9
Suelo	Bio-Remediación a través de compostaje	Espacio*0.1
Aire	Cobertura Vegetal y Arboles en el espacio	Espacio*0.9
-	Reutilización de Componentes Electrónicos	0.85

Tabla 5. Estimación del Impacto Ambiental del Modelo Desarrollado

Fuente: Elaboración propia del autor, 2017

Una vez finalizado el diseño de los elementos urbóticos, desde los aspectos arquitectónicos y los aspectos de automatización con las nuevas tecnologías, incluyendo redes neuronales para el diseño de estos modelos, se puede observar que se aplica el principio de reutilización en la etapa de diseño, en los componentes electrónicos con tecnología reconfigurable, para el sistema de control en los módulos alternativos, con el propósito de ajustar los parámetros y aplicarlos a los requerimientos de cada caso particular, con lo que se supera la obsolescencia programada de los componentes y se logran diseños más sostenibles.

Así como en la etapa operativa del sistema, como es el caso del agua de lluvia. En este orden de ideas, se realizó la estimación del impacto ambiental del modelo (ver Tabla 5).

En este punto se han considerado el efecto de aplicación del modelo no solo sobre un espacio natural, en el cual cualquier diseño afecta el ecosistema, sino el impacto positivo en función de la remediación de espacios previamente urbanizados, con construcciones y actividad humana. Lo que da sentido al tema de saneamiento ambiental de los recursos naturales y la comunicación de estos con los habitantes, en pro de

una mejor condición eco-ambiental. La configuración en lenguaje descriptor de hardware VHDL de los sistemas neuronales están desarrollados en (Cecilia; Sandoval-Ruiz, 2017), donde se obtienen modelos optimizados para el manejo de los esquema de control de elementos sostenibles, en esta oportunidad los conceptos de domótica y urbótica, vienen a crear el marco de aplicación, sin dejar de lado el sistema productivo, con tecnología de hardware libre, que genera un espacio de investigación para la producción intelectual y formación en el área con nuevas tecnologías.

Conclusiones

Finalmente, se obtiene un modelo sostenible de desarrollo urbano en que se consideran aspectos artísticos en los elementos arquitectónicos y tecnológicos desde la descripción de hardware reconfigurable con tecnología FPGA, en el desarrollo de los modelos inteligentes que se integran en los espacios, orientados a eficiencia energética y responsabilidad medio ambiental. A la vez de representar una plataforma en tecnologías sostenibles (Sandoval Ruiz, 2016) de servicios a la comunidad de forma óptima, soporte para el estudio y generación

de conocimiento, con investigación a través del modelo. Promoviendo la reutilización de componentes, materiales y recursos, la tecnología sostenible y energías renovables, con control inteligente.

Este diseño eco-ambiental permite extrapolar conceptos de diseño arquitectónico con diseño reconfigurable, en esta oportunidad sobre elementos arquitectónicos específicos que pueden adaptar una posición a favor de aprovechar las condiciones ambientales para ahorro energético.

Así como la creación de sistemas fractales interconectados que promueven el desarrollo sostenible, a través de redes inteligentes para garantizar la calidad de vida de los seres que habitan el urbanismo. Otro aspecto logrado es la innovación en el manejo de agricultura urbana con tecnología de redes neuronales para aumentar la productividad, dentro del concepto de urbótica, que estimulan el desarrollo socio-productivo de las áreas diseñadas con nuevas tecnologías.

Referencias

Abreu, V. (2015). Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Socio-Cultural del Proyecto zona industrial Ciudad Bicentenario del sector paraparal, municipio los guayos. Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

Camacho, M., & Otros. (2013). Construcción Sostenible de facilidades turísticas móviles para ecoturismo. *Revista Electrónica Perspectiva*. Universidad de Zulia, Venezuela, 2(4), 124–146.

De Shiller, S., & Martin, J. (2014). Diseño Bioclimático, Eficiencia Energética y Energía Solar en proyectos de

vivienda social de Argentina. *Revista Electrónica Científica Perspectiva*, 3(5), 42–59.

Jima, M., & Zambrano, J. (2015). Diseño e implementación de un prototipo de sistema domótico para permitir el control centralizado de dispositivos dentro del hogar controlado por fpga utilizando el protocolo x10. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.

Real, R. (2016). Integración de dispositivos electrónicos inteligentes en smart grid. Tesis Doctoral. Universidad de Cordova.

Sandoval-Ruiz, C. (2015). Sistema Eco-Adaptativo integrado en elementos arquitectónicos con tecnología sostenible. *Revista Electrónica Científica Perspectiva*, 8(4), 96–109. Retrieved from <https://issuu.com/re-cperspectiva/docs/rec8/96>.

Sandoval-Ruiz, C. (2016). Plataforma Reconfigurable de Investigación aplicada a Movilidad Sostenible. *Revista Universidad, Ciencia Y Tecnología*, 20(78), 35–41. Retrieved from <http://www.uct.unexpo.edu.ve/index.php/uct/article/view/748/601>.

Sandoval-Ruiz, C. (2017). Modelo Neuro-Adaptativo en VHDL, basado en circuitos NLFSSR, para Control de un Sistema Inteligente de Tecnología Sostenible. *Revista Universidad, Ciencia Y Tecnología*, 21(85).

Sandoval-Ruiz, C. E. (2017). Análisis de Circuitos Fractales y Modelado a través de Sistema de Funciones Iteradas para VHDL. *Revista Ciencia E Ingeniería*, 38(1), 3–16.

Sandoval Ruiz, C. (2014). Adaptive Control in VHDL Applied to a Solar Oven. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 1(23), 142–147.

Sandoval Ruiz, C. (2016). Plataforma de Gestión, Investigación y Formación en Tecnologías Sostenibles, para soporte de un Laboratorio Remoto. Revista Eduweb, Universidad de Carabobo, 10(1), 79–92.

Sosa Compeán, L. B. (2012). Diseño basado en los Sistemas Complejos Adaptativos : El diseño de objetos autorreferentes. Universidad Autónoma de Nueva León.

Tarrida, M. (2010). Cubiertas Verdes Urbanas.

Valero Martínez, M., Zamora Álvarez, T., Natividad Vivó, P., Cerdá Casanoves, M., Porrolés Ibáñez, J., & Algora Sebastián, E. (2010). Desarrollo urbótico del semáforo inteligente . Primeras experiencias en un living-lab urbano. Revista de Biomecánica, 53, 29–30.

Vispo, N. S. (2009). Techos verdes y Jardines Verticales. Excelencias, 7–10.