

ARTÍCULO

ÁREA TEMÁTICA: CIENCIA, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO PRODUCTIVO

Modelado de contratos inteligentes dirigido por patrones de eventos. Una revisión sistemática de literatura

Event-Driven Smart Contract Modelling: A Systematic Literature Review

Oscar Carlos Medina | Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba

Contacto: oscarcmedina@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-3300-633X>

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es llevar a cabo una revisión sistemática de literatura sobre el estado del arte en relación al uso de patrones de eventos en el modelado de Contratos Inteligentes. La propuesta de modelado de Contratos Inteligentes dirigido por patrones de eventos permite reutilizar el conocimiento de los casos de uso que se agrupan en problemas similares y recurrentes. Casos de uso son escenarios de negocio de Contratos Inteligentes que pueden ser asociados a patrones de eventos específicos. Por tal motivo, se realizó una revisión sistemática con el fin de encontrar publicaciones científicas con soporte empírico, que luego se clasificaron y analizaron de acuerdo con distintos criterios. Se encontraron 10 estudios primarios de interés, publicados entre enero de 2020 y diciembre de 2024. Se destacan el empleo de patrones de procesamiento de eventos y los casos de uso de ciberseguridad, identidad digital y "tokenización" de energía.

Recibido: 23/07/2025 | Aceptado: 31/10/2025 | Publicado: 27/12/2025

DOI: <https://doi.org/10.64876/radi.v26.6>

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.



ABSTRACT

The objective of this paper is to conduct a systematic literature review on the state of the art regarding the use of event patterns in Smart Contract modeling. The event-driven Smart Contract modeling approach allows for the reuse of knowledge from use cases that cluster around similar and recurring problems. Use cases are Smart Contract business scenarios that can be associated with specific event patterns. Therefore, a systematic review was conducted to identify scientific publications with empirical support, which were then classified and analyzed according to different criteria. Ten primary studies of interest were identified, published between January 2020 and December 2024. The use of event processing patterns and the use cases of cybersecurity, digital identity, and energy tokenization are highlighted.

Palabras clave: Blockchain, RSL, Modelado conceptual, Ingeniería de software.

Keywords: Blockchain, SLR, Conceptual Modeling, Software Engineering.



Resumen gráfico

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es una actividad necesaria de un proyecto de investigación que se propone elaborar un método de modelado de Contratos Inteligentes basado en patrones de eventos. El uso de patrones de eventos en el modelado de Contratos Inteligentes

es una tendencia emergente. La propuesta continúa y profundiza una serie de investigaciones anteriores que versan sobre la incorporación de patrones en el Modelado Conceptual de sistemas de información en general, y en particular sobre el modelado de Contratos Inteligentes (Marciszack et al., 2018 – Medina et al., 2021 – Medina et al., 2024).

Contratos Inteligentes son aplicaciones autónomas y autoejecutables, basadas en tecnologías Blockchain. Blockchain es una tecnología de bases de datos descentralizada y distribuida en la cual los registros allí almacenados no están sujetos a una autoridad central, y una vez que fueron grabados no se pueden modificar ni eliminar (Medina, 2024). De esta manera, el valor agregado que brindan Blockchain y los Contratos Inteligentes a las soluciones de negocio son la trazabilidad, inmutabilidad y seguridad de la información que gestionan.

La investigación en la que se enmarca el presente trabajo, se propone continuar los mencionados trabajos elaborando un método de aplicación de patrones de eventos en el modelado de sistemas basados en tecnología Blockchain. Para poder elaborar esta propuesta es necesario en primera instancia conocer qué patrones de eventos se pueden utilizar, o se utilizaron, en el modelado de Contratos Inteligentes. Con este fin los autores utilizan el método de investigación denominado RSL, acrónimo de Revisión Sistemática de la Literatura. Este método es parte de la disciplina ISBE, Ingeniería de Software Basada en Evidencias que busca evaluar e interpretar toda la evidencia empírica disponible en relación a preguntas de investigación particulares o un fenómeno de interés (Genero et al, 2014 - Kitchenham y Brereton, 2013).

Una RSL es un enfoque metodológico utilizado en la investigación para identificar, evaluar y sintetizar la totalidad de la investigación disponible sobre un tema específico. Su objetivo es proporcionar una visión integral y objetiva de la evidencia empírica existente, lo que permite a los investigadores entender mejor el estado actual del arte sobre un tema determinado. La RSL se emplea para obtener evidencias de estudios primarios y secundarios de un tema de interés. La salida producida al aplicar el proceso de RSL sobre estudios primarios se denomina estudio secundario, en tanto que el documento resultante de aplicar dicho proceso sobre estudios secundarios se denomina estudio terciario. La RSL está integrada por tres componentes principales: un marco conceptual de dominio, especificaciones de perspectivas de proceso y especificaciones de fases de trabajo. La RSL busca garantizar transparencia y reproducibilidad de los hallazgos por lo que se documenta todo el proceso de la revisión de manera que otros investigadores puedan replicar el estudio.

El presente artículo detalla cada una de las etapas de un trabajo de RSL sobre patrones de eventos que se puedan aplicar en el modelado de Contratos Inteligentes. La RSL tiene tres fases: planificación, ejecución y reporte. En primer lugar, se planifica la revisión, fundamentando el tema, especificando la estrategia de búsqueda, diseñando el proceso de extracción de datos y el de síntesis. En el segundo apartado se ejecuta la RSL y se muestran los resultados. Finalmente se exponen las conclusiones y referencias del trabajo.

METODOLOGÍA

Planificación de la revisión

El propósito de este estudio es determinar el estado del arte en el uso de patrones de eventos para el modelado de Contratos Inteligentes, analizando la documentación existente, ayudando a resumir y esclarecer la evidencia, lo que facilita una mejor toma de decisiones y la formulación de nuevas hipótesis de investigación. A partir de esto, se plantea la siguiente pregunta que guía el estudio: ¿Cuál es el estado del arte del empleo de patrones de eventos dentro del modelado de Contratos Inteligentes?

A continuación, en este apartado se describen: los fundamentos, la estrategia de búsqueda, el proceso de extracción de datos y el proceso de síntesis de este protocolo; especificando las preguntas de investigación que motivan esta revisión.

Fundamentos

Los patrones permiten aprovechar la experiencia colectiva en software especializado, donde los ingenieros aplican conocimientos existentes y probados en el desarrollo de sistemas. Según Eriksson y Penker, cada patrón aborda un problema específico y recurrente en el diseño o implementación de un sistema de software (Eriksson y Penker, 2000). El concepto de patrones se extiende a diversos dominios. En este sentido, los patrones de eventos son enfoques arquitectónicos y de diseño que se basan en el uso de eventos como medio principal para comunicar y coordinar diferentes partes de un sistema. Esta investigación está guiada por preguntas que buscan proporcionar una visión específica de los aspectos relevantes sobre patrones en el modelado de Contratos Inteligentes. Las preguntas de investigación de esta revisión sistemática se detallan a continuación:

RQ1: ¿Qué caracteriza a los patrones de eventos para emplearse en el modelado de Contratos Inteligentes?

RQ2: ¿Qué patrones de eventos se emplearon en los trabajos existentes acerca del modelado de Contratos Inteligentes?

RQ3: ¿En qué casos reales se implementaron patrones de eventos en el modelado de Contratos Inteligentes?

El término "Tipos de patrones" presupone que ya existe una clasificación en el estado del arte de patrones desde el enfoque de la Ingeniería de Software. Se identificó que existe un consenso sobre los tipos de patrones que son desarrollados por distintos autores. Se destaca las agrupaciones que realiza Sommerville (Sommerville, 2011). Sommerville clasifica los patrones de acuerdo a fines específicos: patrones de diseño orientados a objetos (Gamma et al., 1994), patrones de usabilidad (Moreno et al., 2024), patrones de arquitectura (Buschmann et al., 1996), de seguridad (Madin et al., 2024), entre otros.

Los patrones de eventos pertenecen al grupo de patrones de arquitectura. Buschmann (Buschmann et al., 1996) define a los patrones arquitectónicos como un conjunto predefinido de subsistemas con sus responsabilidades y una serie de recomendaciones para organizar los distintos componentes.

Los patrones de arquitectura tienen como finalidad representar los diferentes elementos que componen un producto de software y las relaciones entre ellos en el mode-

lado del sistema. A diferencia de los patrones de diseño de software que están basados en la programación orientada a objetos, los patrones de arquitectura se definen a un mayor nivel de abstracción. Forman parte de la arquitectura lógica de un sistema, lo que hace necesaria su definición en la fase de construcción, pero es factible y conveniente su inclusión en el Modelo Conceptual simultáneamente con otros patrones que cubren distintas facetas del modelado. La arquitectura de software define, de manera abstracta, los componentes que llevan a cabo alguna tarea de proceso de información, sus interfaces y la comunicación entre ellos.

Los patrones de eventos poseen un alto nivel de abstracción que permite trabajar con sistemas basados en eventos, sistemas distribuidos, aplicaciones con alta concurrencia y arquitecturas modernas como arquitectura dirigida por eventos cuyo acrónimo en inglés es EDA, "event-driven architecture". Estos patrones se pueden clasificar en tres categorías:

- Patrones de generación de eventos: abordan cómo se producen y emiten los eventos dentro del sistema, incluyendo la definición de fuentes de eventos y su formato.
- Patrones de procesamiento de eventos: se centran en cómo los eventos son capturados, filtrados, agregados o transformados para extraer información significativa.
- Patrones de reacción a eventos: se enfocan en cómo el sistema responde a los eventos procesados, desencadenando acciones, actualizaciones o comunicaciones con otros componentes.

Cabe destacar que cada pregunta que se ha definido para la RSL tiene un objetivo específico, que, en su conjunto colaboran con el objetivo general de esta investigación. A continuación, en la Tabla 1, se especifica la motivación de cada una de las preguntas definidas.

Tabla 1: Motivación de cada pregunta de investigación.

PREGUNTA	MOTIVACIÓN
RQ 1	Explorar las características que poseen los patrones de eventos para emplearse en el modelado de Contratos Inteligentes.
RQ 2	Indagar las categorías de patrones de eventos empleados en la fase de modelado de Contratos Inteligentes.
RQ 3	Conocer los casos reales en que se hayan aplicado patrones de eventos en el modelado de Contratos Inteligentes ya implementados.

Estrategia de búsqueda

Se realiza una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas, y otras fuentes relevantes, para recopilar todos los estudios que cumplen con los criterios establecidos, utilizando las siguientes bases de datos bibliográficas:

- IEEE (IEE Xplore)
- ScienceDirect
- RIA
- Google Académico

El motivo por el que se eligieron estas bases de datos para desarrollar la RSL, es por-

que se considera a estos buscadores de bibliografía científica, como los principales dentro de la temática en la que estamos trabajando. Se incluyó el repositorio institucional de la Universidad a la que pertenecen los autores de este trabajo, y a Dado que Google Académico, porque la búsqueda en él añade artículos relevantes que no se encuentran en las otras bases de datos. Las RSL se efectúan mediante una metodología adecuada para lograr una estrategia de búsqueda de manera eficiente. Se han realizado enfoques de análisis sobre cada base de datos para extraer de la forma más óptima los documentos de interés para validar el uso de patrones de eventos en la elaboración de modelos conceptuales de Contratos Inteligentes. Por esta razón, mediante el correcto conocimiento de las herramientas de búsqueda se pudieron obtener los documentos de interés para el posterior proceso de síntesis. La búsqueda fue realizada en los metadatos título, resumen y palabras claves.

Se definen los criterios que determinan qué estudios son incluidos en la revisión y cuáles se quedan fuera. Los criterios de inclusión son:

1. Estudios desde enero de 2014 hasta diciembre de 2024. Se toma como inicio de la búsqueda el año en que se creó la plataforma Ethereum que permite implementar el concepto de Contrato Inteligente.
2. Estudios en idioma inglés, y en español para el buscador RIA.
3. Estudios relacionados con la cadena de búsqueda definida.
4. Sólo se tendrán en cuenta los siguientes tipos de documentos:
 - Artículos de revistas
 - Workshops
 - Documentos de conferencias
 - Contribuciones de talleres industriales / profesionales
 - Contribuciones de conferencias industriales / profesionales.

Los criterios de exclusión son:

1. Documentos que no sean de las disciplinas Ingeniería de Software o Ciencias de la Computación.
2. Documentos que no se centren en patrones de eventos en el modelado de contratos inteligentes.
3. Documentos disponibles solo en forma de resúmenes, afiches o presentaciones.
4. Blogs personales o páginas web.
5. Documentos duplicados.

Documentos que carecen de una adecuada aplicabilidad sobre el uso de patrones de eventos y su fundamentación científica.

Los términos seleccionados para definir la cadena de búsqueda son: "blockchain" y "pattern", para el buscador RIA: "contrato inteligente" y "patrones de eventos". Los términos se combinaron en los filtros de búsqueda de la manera más conveniente para maximizar la cantidad de documentos encontrados por buscador.

Proceso de extracción de datos

Se diseñó una planilla para la extracción de datos, con el objetivo de facilitar la actividad de sintetizar los datos recogidos. Se evalúa la calidad y validez de los estudios incluidos en la revisión. Los datos que se recopilaron por cada publicación son los siguientes:

6. Id: identificador numérico interno de la publicación.
7. Título de la publicación.
8. Año de publicación: El año en que se publicó el documento. Este campo se encuentra relacionado con uno de los criterios de inclusión definidos. Aunque no está relacionado con ningún RQ, aporta resultados adicionales.
9. Fuente: Buscador científico donde fue encontrada la publicación.
10. Es de interés: Indica si el documento es de interés para la RSL si los patrones referenciados han sido usado en un caso real en la industria del software. Esto está relacionado a RQ1 y RQ3.
11. Categoría de patrón de eventos: La categoría de patrón de eventos a la que hace referencia el documento, de acuerdo con las clasificaciones desarrolladas en la sección anterior de Fundamentos. Esto está relacionado a RQ2.

Proceso de síntesis

Los datos de los estudios seleccionados se organizan y presentan de manera que se puedan extraer conclusiones significativas. Esto puede incluir meta-análisis, donde se combinan estadísticamente los resultados de estudios similares. Este proceso de síntesis se realizará teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Extracción de datos, revisando detallada y cuidadosamente los artículos, observando la existencia de patrones no incluidos en la postulación.
- Codificación sistemática de datos, identificando categorías y resultados en todo el conjunto de datos.
- Completar tablas y gráficos de análisis propuestos con los datos codificados.
- Encontrar otras temáticas no analizadas en las preguntas formuladas de la investigación.
- Verificar la fiabilidad de la síntesis y que las preguntas formuladas se encuentren contempladas en los resultados obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó una búsqueda sistemática en los cuatro buscadores de bibliotecas electrónicas seleccionados. Se empleó un rango de fecha para la búsqueda entre enero de 2014 y diciembre de 2024 inclusive. Para cada buscador se construyó una cadena nativa de búsqueda, las que se observan en Tabla 2:

Tabla 2: Cadenas de búsqueda según el buscador.

Buscador	Cadena de búsqueda
IEEE	("Document Title":blockchain) AND ("Document Title":pattern) Filters Applied: 2014 – 2024 Subscribed Content

ScienceDirect	Search in: Title, abstract Keywords: blockchain, pattern Filters Applied: 2014 – 2024
RIA	[Titulo, contiene: contrato inteligente] AND [Titulo, contiene: patrones de eventos] Filters Applied: 2014 – 2024
Google académico	Search allintitle: pattern blockchain Filters Applied: 2014 – 2024

Al ejecutar las cadenas de búsqueda en cada buscador, se encontró un total de setenta y dos (72) documentos. Se leyeron los documentos, para realizar un filtro de interés específico, respecto del tema de la investigación. Como resultado de la lectura, se realizó una selección minuciosa que redujo la cantidad a diez (10) documentos de interés para el tema de la investigación, con la distribución que se muestra en Tabla 3 y en la Figura 1.

Tabla 3: Documentos encontrados y documentos de interés por buscador.

Buscador	Cantidad de documentos encontrados	Cantidad de documentos de interés
IEEE	2	2
ScienceDirect	21	5
RIA	43	2
Google académico	6	1
Total	72	10

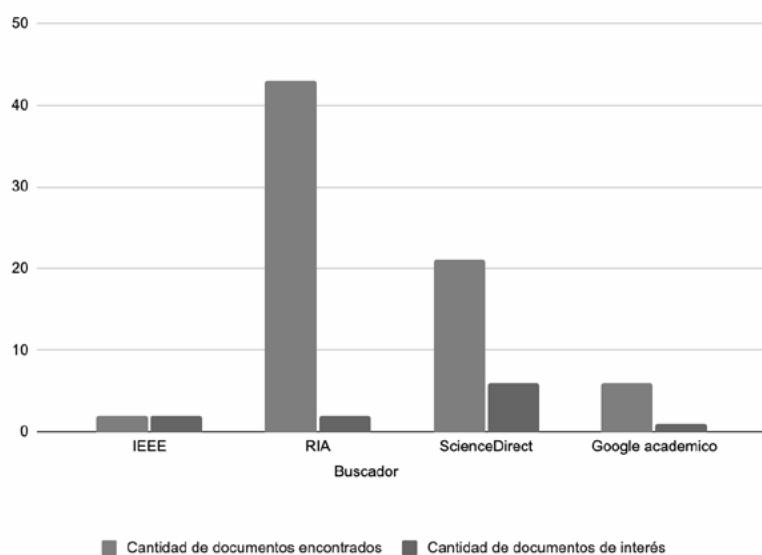


Figura 1: Gráfico comparativo entre documentos encontrados y documentos de interés por buscador.

Los documentos que resultaron de interés para el objetivo de este trabajo presentaron la distribución temporal que se observa en Figura 2.

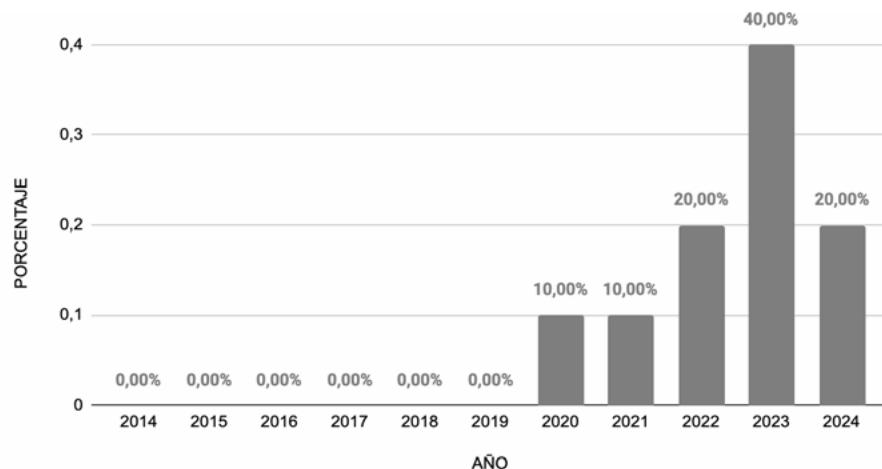


Figura 2: Distribución temporal de los documentos de interés.

En función de esta investigación y su temática, los buscadores rindieron en forma disímil en el resultado de documentos de interés encontrados, siendo su distribución la que se detalla en la Tabla 4. Es de destacar que, tomando todas las búsquedas como un conjunto unificado de documentos encontrados por todos los buscadores, el porcentaje de documentos de interés para el objetivo de investigación representa en un 13,89 %.

Tabla 4: Porcentaje de documentos de interés encontrados en cada buscador respecto del total de documentos del mismo buscador.

Buscador	Porcentaje de documentos de interés	De interés / encontrados
IEEE	100 %	2 / 2
ScienceDirect	28,57 %	6 / 21
RIA	4,65 %	2 / 43
Google académico	16,67 %	1 / 6
Sobre el total	13,89%	10 / 72

La relevancia de cada buscador respecto de los demás indica que en un buscador se obtuvo la mayor cantidad de documentos de interés del extracto que resultó de la búsqueda: ScienceDirect 54,5 %. La mencionada distribución se puede ver a continuación en la Figura 3:

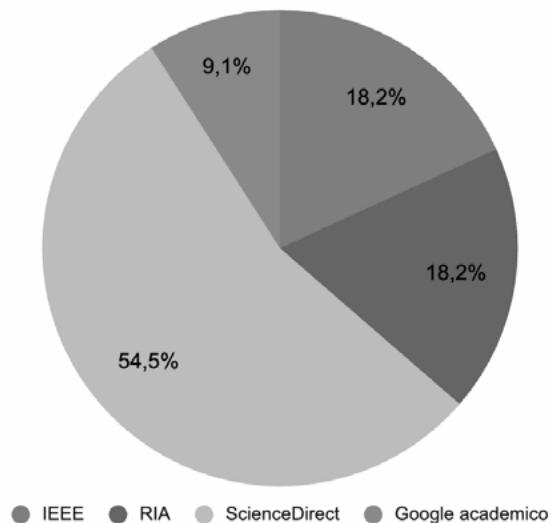


Figura 3: Porcentaje de documentos de interés por buscador.

Finalmente, el análisis de los documentos encontrados y clasificados de interés permitió identificar las categorías de patrones de eventos que tratan en su narrativa, describiendo distintas propuestas de uso en el modelado de Contratos Inteligentes. Las categorías de patrones de eventos que se identificaron en los documentos de interés son los que se detallan en la Tabla 5:

Tabla 5: Cantidad de documentos de interés según la categoría de patrón de eventos.

Categoría de patrón de eventos	Cantidad de documentos
Generación de eventos	3
Procesamiento de eventos	6
Reacción a eventos	1
Total de documentos de interés	10

Esta RSL realiza una aproximación inicial al estado del arte que fundamenta la propuesta de un método de aplicación de patrones de eventos en el modelado de Contratos Inteligentes. Como apéndice de este trabajo, se publica en el sitio web del Centro de Investigación donde se radica el presente proyecto, el listado de documentos de interés seleccionados y los documentos de trabajo de la RSL (CIDS, 2025).

CONCLUSIONES

Como resultado de la RSL, se encontraron diez (10) estudios primarios de interés, publicados entre enero de 2020 y diciembre de 2024. En esta revisión sistemática hay coincidencias en las categorías de patrones de eventos que estaban identificados en la clasificación previa a la ejecución de la RSL. Se pudo observar en los documentos de interés

que se destaca el empleo de patrones de procesamiento de eventos en el modelado de contratos inteligentes y los casos de uso de ciberseguridad, identidad digital y "tokenización" de energía.

Se observa una popularidad del tema con una distribución aproximada a la normal desde el año 2020, alcanzando su punto más alto en el año 2023 y conservando relevancia durante el 2024. De acuerdo a esta distribución, se proyecta que continuaría el interés por los patrones de eventos en los próximos años. Esto señala un interés variable en la problemática planteada y una oportunidad para profundizar el estudio de patrones de eventos empleados en otras fases de la construcción de Contratos Inteligentes. En cuanto a los buscadores, se debe resaltar que el 54,5 % de los documentos de interés encontrados se hallan indexados en las bases de datos ScienceDirect, lo que se explica por la especialización en temas de informática y tecnologías emergentes.

Respecto de los repositorios de búsqueda seleccionados para realizar el trabajo, se puede decir que algunos sin dudas se destacan, por la versatilidad con la que se puede realizar la exploración, y repetir el intento con total naturalidad, sin encontrar mayores dificultades. Pero otros requerirán de una tarea menos sistémica, con mayor elaboración manual y de búsqueda uno a uno dentro de resultados, como desventaja para realizar búsquedas fuertemente acotadas, como por ejemplo ocurre con RIA y Google Académico.

En cuanto a los trabajos futuros del proyecto de investigación vigente, con la información analizada de la RSL, se describirán los patrones de eventos y su funcionamiento. También, se identificarán categorías de patrones de eventos, y sus catálogos, que apliquen al modelado de Contratos Inteligentes. Con ellos, se formalizarán una heurística de asociación a cada problemática de Contratos Inteligentes, denominadas casos de uso.

Luego, se realizará el diseño, planificación y ejecución de estudios de caso de modelado de contratos inteligentes basado en patrones de eventos. Se procederá a investigar la viabilidad de aplicación de los patrones de eventos y a verificar si la gestión de patrones contempla y resuelve los déficits de reusabilidad identificados en el Modelado Conceptual de sistemas de información que no estuvieron basados en patrones.

Finalmente, se definirá y evaluará empíricamente, un método de modelado de Contratos Inteligentes basado en patrones de eventos, analizando y divulgando sus resultados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a U.T.N., por medio del Centro CIDS y a CYTED, por medio de la Red RIBCi, por el apoyo financiero que hizo posible la realización de este proyecto de investigación y la vinculación internacional de su equipo de investigadores respectivamente.

REFERENCIAS

Buschmann, F., Meunier, R., Rohnert, H. Sommerlad, P., Stal, P. (1996). *Pattern-oriented software architecture: A system of patterns*.



- CIDS Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información.
<http://www.cids.frc.utn.edu.ar>
- Eriksson, H.E. y Penker, M. (2000). *Business Modeling with UML: Business Patterns at Work*. OMG Press.
- Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., Vlissides, J. (1994). *Design Patterns – Elements of Reusable Object-Oriented Software*.
- Genero, M., Cruz-Lemus J.A., Piattini, M.G. (2014). *Métodos de Investigación en Ingeniería del software*. Ed. Ra-ma.
- Kitchenham B. y Brereton P. (2013). A systematic review of systematic review process research in software engineering, *Information and Software Technology*, 55:(12), pp. 2049-2075.
- Maidin, S., Yahya, N., Fauzi, M., Bakar, N. (2024). Current and Future Trends for Sustainable Software Development: Software Security in Agile and Hybrid Agile through Bibliometric Analysis, *Journal of Applied Data Sciences*, 6(1), 311-324.
- Marciszack, M.M., Moreno, J.C., Sánchez, C.E., Medina, O.C., Delgado, A.F., Castro, C.S. (2018). Patrones en la construcción del Modelo Conceptual para sistemas de información. Editorial edUTecNe, U.T.N.
- Medina, O.C. (2024). El rol de blockchain y la ciberseguridad en la economía del conocimiento, *Revista Realidad Empresarial* N° 19, Especial 2024, 4-5, Ed. Universidad UCA, El Salvador.
- Medina, O.C., Marciszack, M.A., Romero, R.A., Meloni, B.E, Strub, A.M., Romero, M.S., Morrando, D., Nájera Gibert, J.I. (2024). Una aproximación al uso de patrones de eventos para el modelado de contratos inteligentes, *Revista Realidad Empresarial* N° 19, Especial 2024, 7-18, Ed. Universidad UCA, El Salvador.
- Medina, O.C., Pérez Cota, M., Meloni, B. Marciszack, M.M. (2021). Business Patterns Catalogue and selection proposal for the Conceptual Model of a software product. *International Journal of Universal Computer Science* (J.UCS) 27(2), págs. 135-151, Editorial J.UCS Consortium.
- Moreno, J.C., Marciszack, M.A., Groppo, M.A. (2024). Una Ontología de Usabilidad Basada en Buenas Prácticas para el Modelado Conceptual de los Sistemas, *Revista AJEA* N° 37 (2024): VII Jornada de Intercambio y Difusión de los Resultados de Investigaciones de Estudiantes de Doctorado UTN.
- Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de Software*. 9a Edición en español, Ed. Pearson.