



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES**

**PROPUESTA PRÁCTICA DEL EXAMEN DE GRADO O DE FIN DE
CARRERA (DE CARÁCTER COMPLEXIVO)
INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL**

**TEMA: INCIDENCIA DE LAS REDES DE PETRI EN EL PROCESO
DE MODELADO DE LOS SISTEMAS DE RECAUDACIÓN DE
IMPUESTOS**

Autores: RONQUILLO ALVEAR LISSETTE GABRIELA
CAICEDO CEVALLOS BRYAN ENRIQUE

Acompañante: Ing. Jorge Luis Vinueza Martínez, MGTI

**Milagro, Mayo 2018
ECUADOR**

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.
Fabricio Guevara Viejó, PhD.
RECTOR
Universidad Estatal de Milagro
Presente.

Nosotros, **CAICEDO CEVALLOS BRYAN ENRIQUE** y **RONQUILLO ALVEAR LISSETTE GABRIELA** en calidad de autores y titular de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación – Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática **INCIDENCIA DE LAS REDES DE PETRI EN EL PROCESO DE MODELADO DE LOS SISTEMAS DE RECAUDACIÓN DE IMPUESTOS** del Grupo de Investigación de **Ingeniería de Software y Redes** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 28 días del mes de Mayo de 2018



Firma del Estudiante
BRYAN ENRIQUE CAICEDO CEVALLOS
CI: 0954375713

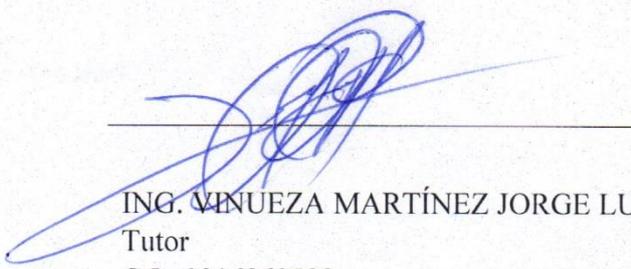


Firma del Estudiante
LISSETTE GABRIELA RONQUILLO ALVEAR
CI: 0927986596

APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Yo, **VINUEZA MARTÍNEZ JORGE LUIS** en mi calidad de tutor de la Investigación Documental como Propuesta práctica del Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo), elaborado por los estudiantes **BRYAN ENRIQUE CAICEDO CEVALLOS** y **LISSETTE GABRIELA RONQUILLO ALVEAR**, cuyo título es **INCIDENCIA DE LAS REDES DE PETRI EN EL PROCESO DE MODELADO DE LOS SISTEMAS DE RECAUDACIÓN DE IMPUESTOS**, que aporta a la Línea de Investigación **CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO DE SOFTWARE, METODOLOGÍAS Y PLATAFORMAS** previo a la obtención del Grado de **INGENIEROS EN SISTEMAS COMPUTACIONALES** considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo) de la Universidad Estatal de Milagro.

En la ciudad de Milagro, a los 28 días del mes de Mayo de 2018.



ING. VINUEZA MARTÍNEZ JORGE LUIS, MGTI
Tutor
C.I.: 0916860588

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

PRESIDENTE: JORGE LUIS VINUEZA MARTINEZ

DELEGADO: MIRELLA AZUCENA CORREA PERALTA

SECRETARIO: DENIS DARIO MENDOZA CABRERA

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta practica, previo a la obtención del título (o grado académico) de **INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES** presentado por el señor **CAICEDO CEVALLOS BRYAN ENRIQUE**.

Con el título: **INCIDENCIA DE LAS REDES DE PETRI EN EL PROCESO DE MODELADO DE LOS SISTEMAS DE RECAUDACIÓN DE IMPUESTOS.**

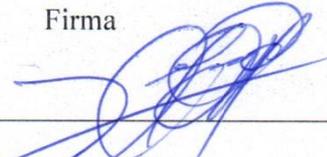
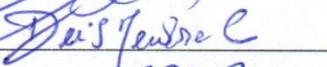
Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

Investigación documental	[80]
Defensa oral	[20]
Total	[100]

Emite el siguiente veredicto: APROBADO

Fecha: 28 de Mayo de 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	JORGE LUIS VINUEZA MARTINEZ	
Secretario	DENIS DARIO MENDOZA CABRERA	
Integrante	MIRELLA AZUCENA CORREA PERALTA	

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

PRESIDENTE: JORGE LUIS VINUEZA MARTINEZ

DELEGADO: MIRELLA AZUCENA CORREA PERALTA

SECRETARIO: DENIS DARIO MENDOZA CABRERA

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta practica, previo a la obtención del título (o grado académico) de **INGENIERA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES** presentado por la señorita **RONQUILLO ALVEAR LISSETTE GABRIELA**.

Con el título: **INCIDENCIA DE LAS REDES DE PETRI EN EL PROCESO DE MODELADO DE LOS SISTEMAS DE RECAUDACIÓN DE IMPUESTOS**.

Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

Investigación documental	[80]
Defensa oral	[20]
Total	[100]

Emite el siguiente veredicto: APROBADO

Fecha: 28 de Mayo de 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	JORGE LUIS VINUEZA MARTINEZ	
Secretario	DENIS DARIO MENDOZA CABRERA	
Integrante	MIRELLA AZUCENA CORREA PERALTA	

DEDICATORIA

Bryan Enrique Caicedo Cevallos

Dedico este proyecto a mi padre, pilar fundamental en mi vida, a pesar de no estar cerca de mí, me brindó la motivación necesaria para poder llegar hasta donde me encuentro.

A mi hijo Emiliano, para que se sienta orgulloso de su padre y vea que cada sacrificio siempre vale la pena, con esfuerzo y sabiduría, mi motor para seguir adelante.

Lisette Gabriela Ronquillo Alvear

A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y estar presente en cada momento de mi vida, por darme la inteligencia necesaria para llegar a este momento tan importante.

Mi familia, que siempre estuvieron apoyándome aún en los momentos más difíciles de mi estudio universitario, sin ellos no hubiera sido posible cumplir una de mis metas como es ser Ingeniera en Sistemas Computacionales.

De manera especial a mi abuelito sé que desde el cielo te sientes orgulloso de mí por este nuevo logro si estuvieras aquí ya me hubieras felicitado con esos abrazos que siempre lo hacías para celebrar nuestro logros.

AGRADECIMIENTO

Bryan Enrique Caicedo Cevallos

Me siento agradecido con Dios por haberme brindado la sabiduría, inteligencia y valores que necesité en el transcurso del camino para alcanzar mis objetivos y logros.

A mis padres y esposa, por brindarme su más cálido apoyo y comprensión cuando he tratado de derrumbarme y no me han dejado solo, por tal motivo mis fuerzas crecieron para seguir camino a mi meta.

A cada uno de mis docentes, tutores y amigos por haberme brindando su confianza y por su ayuda en mi formación profesional.

Lisette Gabriela Ronquillo Alvear

Agradezco a Dios por bendecirme en cada uno de los semestres cursados y nunca abandonarme en todo el trayecto de mi carrera universitaria.

A mi familia que sin duda alguna es la mejor de todas siempre están apoyándome en cada meta que me propongo.

A la prestigiosa Universidad Estatal de Milagro que siempre nos brindó los mejores docentes en el transcurso del ciclo universitario.

A mi acompañante en el proceso de Titulación de Examen Complexivo, Msc. Jorge Vinueza, quien nos ayudó con todos sus conocimientos para el desarrollo de la investigación documental.

A mis amigos, que siempre me apoyaron y compartimos gratos momentos en las aulas de clases de la UNEMI, los considero y aprecio mucho chicos Reynaldo, Raúl, Abel, Bryan, Ronald.

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	iii
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO 1	4
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.2 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
CAPÍTULO 2	7
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	7
2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS	7
2.1.1 Evolución de las redes de Petri y su impacto sobre el modelado.	7
2.1.2 ¿Qué son las Redes de Petri según autores?	9
2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	11
2.2.1 Definición de Redes de Petri	11
2.2.2 Características de las Redes de Petri.	11
2.2.3 Estructura de una Red de Petri	11
CAPÍTULO 3	17
METODOLOGÍA	17
CAPÍTULO 4	0
DESARROLLO DEL TEMA	0
CAPÍTULO 5	8
CONCLUSIONES	8
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. INCOVENIENTES DE UNA RED DE PETRI ENTRE PROCEDIMIENTOS DE UN SEMÁFORO	7
FIGURA 2. ELEMENTOS DE UNA RED DE PETRI.	11
FIGURA 3. ELEMENTOS RELEVANTES SOBRE LA TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS.	12
FIGURA 4. PROCESO DE UN SISTEMA DE RECAUDACIÓN DE IMPUESTOS	15
FIGURA 5. PROCESO DE DECLARACIÓN EN CERO DESARROLLADO EN BIZAGI	1
FIGURA 6. SISTEMA DE RECAUDACIÓN DE IMPUESTOS/DECLARACIÓN EN CERO (PIPE V 4.3.0)	1
FIGURA 7. SISTEMA DE DECLARACIÓN EN CERO REALIZADO EN PROMODEL	5
FIGURA 8. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DEL PROCESO DE DECLARACIÓN EN CERO DEL SRI ...	5
FIGURA 9. PORCENTAJE DE EFICIENCIA	6

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.COMONENTES DE UNA RED DE PETRI	8
TABLA 2.NOMENCLATURA DE LA FIGURA 3	15
TABLA 3.DOCUMENTOS ENCONTRADOS MEDIANTE BUSCADORES ACADÉMICOS.....	19
TABLA 4.CANTIDAD DE DOCUMENTOS CLASIFICADOS POR AÑO DE PUBLICACIÓN	19
TABLA 5.RESULTADOS CONSEGUIDOS DEL PROCESO DE DECLARACIÓN en cero elaborados en la HERRAMIENTA BIZAGI.....	0
TABLA 6.DESCRIPCIÓN DE LOS ESTADOS DE LA RED DE PETRI DEL SISTEMA DE RECAUDACIÓN DE IMPUESTOS.	2
TABLA 7.TRANSICIONES DE LA RED DE PETRI DEL SISTEMA DE RECAUDACIÓN DE IMPUESTOS.....	3

TEMA: INCIDENCIA DE LAS REDES DE PETRI EN EL PROCESO DE MODELADO DE LOS SISTEMAS DE RECAUDACIÓN DE IMPUESTOS

RESUMEN

El modelado de software es un factor clave para el proceso de desarrollo de aplicaciones informáticas, concebido como el plano arquitectónico de un sistema, lo cual sirve de aporte para su construcción y documentación. En la actualidad, debido al vértice tecnológico, nacen los sistemas de eventos discretos concurrentes, cuyo análisis y modelamiento debe ser realizado por medio de una herramienta con fundamentos matemáticos, una de estas herramientas de modelado es Redes de Petri (RdP) que tienen como funcionalidad el modelado de sistemas, es decir el análisis previo a la realización del mismo.

Para el desarrollo de la presente investigación se aplicó la metodología documental-descriptiva, la cual permitirá analizar la manera en que las Redes de Petri contribuyen al proceso de modelado de un sistema. De manera particular se analizará el caso de un sistema de recaudación de impuestos; estos sistemas son encargados del registro de cobros de impuestos del Estado a sus contribuyentes; la problemática surge debido que la mayoría de los sistemas son desarrollados sin un modelamiento previo lo cual conlleva a que sus procesos puedan ser redundantes e inclusive originar fallos o colapsos del sistema, en el caso del sistema de recaudación de impuestos es muy necesario el análisis previo de cada uno de sus pasos a seguir, porque el sistema de recaudación de impuestos tiene varias funcionalidades el enfoque de nuestro tema es la declaración en cero que depende del usuario si es mensual o semestral, nosotros analizaremos el ejemplo con semestral.

Llegando a la conclusión que el sistema de recaudación de impuestos es un sistema óptimo porque es utilizado por 1586 usuarios aproximadamente, con un tiempo de duración de 7 min por usuario, esto se debe que el sistema es totalmente eficaz en sus procesos y no presenta inconvenientes como otros sistemas que frecuentemente están colapsados.

PALABRAS CLAVE: Redes de Petri, sistema de recaudación de impuestos, ingeniería de software.

INCIDENCIA DE LAS REDES DE PETRI, EN EL PROCESO DE MODELADO DE LOS SISTEMAS DE RECAUDACIÓN DE IMPUESTOS

ABSTRACT

Software modeling is a key factor for the process of developing computer applications, conceived as the architectural plan of a system, which serves as input for its construction and documentation. Nowadays, due to the technological vertex, discrete concurrent event systems are born, whose analysis and modeling must be done through a tool with mathematical foundations, one of these modeling tools is Petri Nets (RdP) that have functionality the modeling of systems, that is, the analysis prior to the realization of it.

For the development of the present investigation, the descriptive-documentary methodology was applied, which will allow to analyze the way in which the Petri Nets contribute to the modeling process of a system. In particular, the case of a tax collection system will be analyzed; these systems are in charge of recording tax collections from the State to their taxpayers; The problem arises because most systems are developed without prior modeling which leads to their processes can be redundant and even cause failures or system crashes, in the case of tax collection system is very necessary prior analysis of each of its steps to follow, because the tax collection system has several functionalities the focus of our topic is the declaration in zero that depends on the user if it is monthly or semiannually, we will analyze the example with semester.

Concluding that the system of tax collection is an optimal system because it is used by approximately 1586 users, with a duration of 7 minutes per user, this is because the system is totally efficient in its processes and does not present problems. like other systems that are often collapsed

KEY WORDS: Petri nets, Tax Collection System, Software

INTRODUCCIÓN

A medida que la complejidad de los sistemas aumenta, implican inversión de altos costos en recursos que conlleva la construcción de un prototipo a escala, por lo que predecir o simular su funcionamiento cada vez es más indispensable, hacer uso de un instrumento para el modelado y simulación, posibilita determinar la composición del sistema y sus interacciones que nos permita el diseño de un modelo predictivo, en el cual se establezcan las distintas reacciones del sistema de cara a acontecimientos o eventos discretos que proceden del exterior, que delimite y especifique el funcionamiento del sistema.

Una herramienta que puede ser utilizada para el diseño y modelado de sistemas, es la conocida como Redes de Petri (RdP), herramienta de diseño vigorosa y de fácil comprensión, concebida y desarrollada por Karl Petri en el año de 1962, la cual posee una visión de aplicación de un rango amplio de aplicaciones en diversos ámbitos, desde procesos industriales, de construcción, de software o control de tráfico.

En la etapa de modelado, las redes de Petri, posibilitan al diseñador el anticipar la mayor cantidad de estados en los que el sistema pueda encontrar a lo largo de su evolución; estos estados en su conglomerado marcaran la conducta general del sistema y sus características. Con el objetivo de alcanzar un conocimiento integro sobre las propiedades operativas y estructurales del sistema, la herramienta de modelado debe permitir al diseñador verificar la confiabilidad y validez de su prototipo antes de llevarlo a su desarrollo.

Este estudio está encargado de dar a conocer la incidencia de las redes de Petri en el proceso de modelado de los sistemas de recaudación de impuestos con el objetivo de analizar el aporte de las Redes de Petri, en el proceso de modelado y simulación, recabando información necesaria en cuatro capítulos, los que permitió conocer cada uno de ellos, desde la problemática de estudio basado en la fundamentación teórica de investigación y posteriormente la aplicación de una metodología de carácter documental-descriptivo y por último se obtiene las conclusiones basado en un caso de investigación empírica.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para comprender la dinámica de algún proceso se necesita la fundamentación de modelamientos matemáticos, con el objetivo de conseguir un conjunto de funciones que den la posibilidad de representar de una forma aproximada el comportamiento de un sistema. Con base a este modelo matemático como punto de inicio al estudio de cualquier proceso, este puede realizarse de dos formas: por representación gráfica (diagrama de bloques) o representación matemática (función de transferencia) (Monjaraz, 2013)

Debido a la gran demanda de software y al avance tecnológico en las organizaciones surge la prioridad de crear sistemas de excelente calidad y sobre todo que no presente fallas al momento de interactuar con el usuario, el sistema dependiendo de su utilidad debe satisfacer las necesidades y no debe poseer múltiples limitaciones a la hora de actuar sobre sistemas complejos.

Actualmente, existen múltiples técnicas para el modelamiento de sistemas de eventos discretos concurrentes; sin embargo, se necesita comprender completamente la dinámica que rige al sistema, en este punto, es donde el control clásico no se puede aplicar a causa de la complejidad de los procesos, manifestándose la necesidad de modelar, diseñar, analizar y validar los algoritmos para cumplir con objetivos más complejos como la resolución de problemas de interacción y sincronización de actividades, con el fin de evitar fallos en el sistema.

Según Murillo (2008), afirma que: “Para lograr el análisis de sistemas, el profesional o estudiante de sistemas, necesita utilizar las diferentes herramientas que le permiten realizar la representación de los modelos de sistemas de eventos discretos, una de estas es Redes de Petri (RdP)” (p. 23). Con el conforme el tiempo avanza, la tecnología también lo hace y estos cambios son frecuentes en las empresas industriales ya que utilizan los sistemas concurrentes y para entender el funcionamiento de los mismo se expone la utilización de la herramienta de Redes de Petri.

Para efecto de nuestro estudio se tomó como referencia los procesos de recaudación de impuestos del Estado que por naturaleza es recaudador gubernamental del pueblo y la agencia de administración tributaria la encargada de cobrar dichos impuestos. La recaudación es el cobro tanto de los ingresos de los ciudadanos como de los patrimonios cobrados, que según las leyes establecidas “es obligación pagar tributo”. El sistema de recaudación de impuestos gubernamental consta de dos partes: la primera es el registro de formulario de pago y la segunda, el conjunto de variables o características de información que no está comprendido en el formulario de registro.

1.2 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿De qué manera las Redes Petri pueden aportar al proceso de modelado de los sistemas de recaudación de impuestos?
- ¿Cómo afecta el desconocimiento de las características de uso de las redes de Petri para el proceso de modelado de sistemas?
- ¿Cómo influye el uso de las Redes de Petri en el proceso de modelado de los sistemas de recaudación de impuestos?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el aporte de las Redes de Petri, en el proceso de modelado de los sistemas de recaudación de impuestos.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Describir las etapas del modelado de software y las características de las redes de Petri.
- ❖ Analizar la influencia del uso de las redes de Petri en el proceso de modelado de sistemas.
- ❖ Evaluar el uso de las Redes de Petri en el proceso de modelado aplicado en sistemas de recaudación de impuestos gubernamental.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Desde el punto de vista teórico, los sistemas de eventos discretos son definidos como sistemas dinámicos que constan de estados discretos, estos estados son considerados en momentos determinados por los niveles de concurrencia, los cuales se encuentran separados por intervalos de tiempo, razón por la cual se utiliza las Redes de Petri como la herramienta para modelar y analizar los sistemas de eventos discretos consideradas como un formalismo muy usado en este tipo de sistemas. El uso de esta herramienta se fundamenta en el conocimiento matemático sólido, una representación gráfica y la capacidad para el modelado de procesos distribuidos y paralelos. Las Redes de Petri son una generalización sobre la teoría de autómatas y utilizan métodos gráficos para la representación de sistemas como eventos y condiciones; los controles clásicos o los de algoritmos matemáticos, no son herramientas adecuadas para el modelamiento de los sistemas de eventos discretos concurrentes a causa del grado de complejidad que estos poseen.

Desde el punto de vista metodológico, el proceso de modelado de sistemas mediante la utilización de las redes de Petri es de origen investigativo documental-descriptivo basado en la búsqueda de información en bases de datos, tales como: ensayos, artículos, tesis, entre otros documentos que han sido alojado en diferentes bases de datos, cada autor enfoca las redes de Petri desde diferentes áreas, unos alineados a procesos industriales y otros a los procesos de robótica, sin embargo, todos llegan a la misma conclusión, simulación de eventos discretos.

Desde la relevancia social, son pocos los sistemas que en el proceso de modelado utilizaron herramientas que verifican la factibilidad del mismo, una de ellas son las redes de Petri, que según un análisis deductivo tanto las instituciones públicas como privadas no han implementado dicha herramienta por falta de conocimiento relacionado al tema. Por los factores antes mencionados no se utiliza la herramienta de modelado de sistemas (RdP), y según investigaciones documentales, esta herramienta es muy beneficiosa tanto para desarrolladores como para usuarios.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

2.1.1 Evolución de las redes de Petri y su impacto sobre el modelado.

Las redes de Petri aparecieron desde el año 1962, luego de 56 años se han realizado varias publicaciones en este campo, existen diferentes tipologías de redes de Petri en diversos ámbitos de aplicación y formas de implementación. A continuación, se realiza una breve descripción cronológica de los principales eventos en la trayectoria de las redes de Petri:

Una de las primeras investigaciones sobre las RdP fue en el año de 1977. Donde según Peterson (2008) explica que:

Las Redes de Petri, tienen posesiones obstruidas y dispuestas, donde las posesiones obstruidas se relacionan al estudio de la Red, mientras que las posesiones dispuestas describen la realización y avance de cada una de los estados de la Red. Se explica que las Redes de Petri son un modelo donde los componentes son los nodos y arcos con su respectivo peso. Cuando la red de Petri se ejecuta, lo realiza con un nodo principal y luego los estados secundarios; el conjunto de ambos es lo que se conoce como estado de la Red.

La figura 1 describe el inconveniente que existe entre dos procedimientos diferentes de un semáforo.

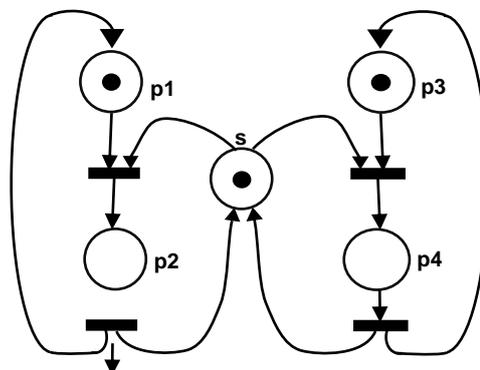


Figura 1. Inconvenientes de una Red de Petri entre procedimientos de un semáforo

Fuente: Peterson, 1977

En España, Martínez y Silva (1982) plantean que:

La implementación de las RdP, se realizan de tres formas: las metodologías estructurales, las metodologías programadas con ROM o PLA y las metodologías programadas en las cuales utilizan PLC. Las redes de Petri (RdP), conocidas como binarias son aquellas que solo poseen un token en cada lugar o estado.

Según el contexto anterior, los gráficos poseen marcados y aquellos gráficos son parte de las Redes de Petri, según Murata (1982) relata que: “Aprende la eficacia de la Red, su inspección óptima y el inconveniente de su perspectiva, con la realización de un ejemplo para un sistema de cómputo”.

Tabla 1. Componentes de una Red de Petri

Estados de acceso	Acciones	Estado de salida
Pre escenarios	Sucesos	Post-escenarios
Antecedentes de acceso	Movimiento de sistematización	Antecedentes de salida
Insuficiencia de recursos	Operaciones y labores	Recursos libres
Escenarios	Disposición lógica	Cierres

Fuente: Murata, 1982.

Hollaway, Krogh y Giua (1990) en su publicación explican sobre una red con nombre Red de Petri Controlable (CPN), que se manipula para componer un sistema eficiente. Luego que se obtiene el modelado con las CPN, se esquematiza una notación que certifica que la red no presentará ningún problema.

Para Holloway *et al.* El método de observación se logra apartar del modelamiento del sistema, implantando la noción de los estados de intervención. Así mismo, Schruben (1992) ejecutó una investigación de los modelamientos descriptivos efectivos para crear sistemas dispuestos, indicó que las metodologías transparentes con escasos ejemplos de cosas son más y más realizables de instruirse que aquellos con numerosas tipologías de cosas. Por otro sentido, modelamientos con varias tipologías de cosas no endosan que existan más eficaces que las metodologías con escasos cosas. Las metodologías estudiadas que existieron: las redes de Petri, los detalles de marcados, las redes de conocimientos y los artificios de fase. Según Pettersson y Lennarston (1995) plantearon un estándar heterogéneo habitual, al aislar

una red hacia un interventor heterogéneo; en el cual el sistema heterogéneo logra ser formado por una PN heterogénea.

Según otras investigaciones, diseñaron unas técnicas para plantear, representar y catalogar procedimientos de inspección establecidos en PLC utilizando Redes de Petri, llamada $PN \Leftrightarrow PLC$. Debido a la confusión progresiva de los procedimientos de fabricación, concretamente, de las habitaciones de fabricación dúctil (FMC), los ensayistas exponen cómo realizar la red en una expresión de categorización modelo determinada intrínsecamente del tipo de categorización IEC 1131-3, mediante la ejecución con esquemas escala (Taholakian y Hales, 1997).

2.1.2 ¿Qué son las Redes de Petri según autores?

Según Morales, Rojas, Hernandez y Jimenez (2015) en su artículo titulado “Modelo de un sistema de producción esbelto con redes de Petri para apoyar la toma de decisiones” relatan que “(...) debido a las permutaciones tantas monetarias, gubernamentales y nacionales presente en el momento de la ejecución del sistema, se ha comprobado que la realización de sistemas expertos ejercen un rol importante en el desarrollo de la empresa”.

En el estudio se diseñan un conjunto de estructuras que representan distintas fases en un proceso productivo de neumáticos, se demuestra que un modelo empleando la metodología de redes de Petri ayuda a la toma de decisiones efectivas en la eliminación de desperdicios, esto gracias a las propiedades para modelar eventos discretos y analizar el comportamiento dinámico del sistema, que metodológicamente abordó en su estudio de la siguiente manera:

Formulación del problema, Diseño del modelo conceptual, Recolección de datos, Construcción del modelo. Validación del modelo, fueron etapas que les permitió llegar a los siguientes resultados: según el entorno las RdP, ayuda a entender las funcionalidades propias de un sistema, es decir esto incluye el número de estados, transiciones, nivel de concurrencia, fundamentales para tomar disposiciones. Los diferentes tipos de sistemas poseen diferentes modelados. Las características de las RdP permiten al diseñador de software realizar una serie de comentarios, que son tomados en cuenta al momento de diseñar otro tipo de software, incluso algunos desarrolladores no tienen conocimiento de esta herramienta de modelado de software. (p, 121).

Por mencionar un ejemplo, Castellanos y Solaque (2010) en su artículo titulado “Modelado con Redes de Petri e implementación con GRAFCET de un sistema de manufactura flexible con procesos concurrentes y recursos compartidos” narran sobre un bosquejo de un Sistema concurrente, con la utilización de RdP. En el artículo recalcan que las RdP equilibra y permite descifrar el comportamiento del sistema. Ellos propusieron un modelamiento y para la ejecución del mismo utilizaron las RdP, permitiendo analizar cada uno de sus entradas y salidas.

Otros estudios Lozada y Velasco (2010) en su artículo titulado “Modelado dinámico basado en redes de Petri para el modelo de integración empresarial “actor de empresa”, se refieren a que “según tendencias estadísticas las pequeñas y medianas empresas de Colombia han tenido problemas en sus procesos en relación a las demás empresas, esto sucede por la falta de técnicas y conocimiento de mejoras a nivel de empresas, piensan que todo es el personal capacitado pero tanto personal como implementación son necesarios para el progreso de la empresa”. Metodológicamente abordó su estudio de la siguiente manera:

Se realizó un análisis exhaustivo a los diferentes formalismos que existen para realizar modelado dinámico como lo son GRAFCET, Autómatas Finitos, IDEF2, UML; Redes de Petri. Eso le permitió llegar a los siguientes resultados, permite observar como las Redes de Petri son una herramienta muy útil en el modelado de procesos productivos, debido a que soportan una representación gráfica que facilita la comprensión del sistema modelado y simultáneamente posibilitan un análisis formal en el establecimiento, verificación y validación del modelo (p. 141).

Para Murillo (2008) en su artículo titulado “Modelado e implementación de algoritmos para autómatas programables” infiere que:

“El uso de las Redes de Petri, fue propuesto por Carl Petri específicamente para los sistemas concurrentes”. En la antigüedad las redes de Petri se utilizan se conocían como notaciones en el área de informática, debido a los diferentes sistemas de gran complejidad, en la actualidad es una alternativa para el modelado de sistemas. Por ende para entender el funcionamiento de las Redes de Petri es necesario revisar una lista de bibliografías para entender cómo se realiza el proceso de las Redes de Petri y como están involucradas las diferentes metodologías. Uno de las notaciones vinculadas a las RdP son los Interventores Racionales. (p. 102).

2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1 Definición de Redes de Petri

Las redes de Petri es aquella herramienta que tiene como utilidad el modelamiento de sistemas concurrentes, con sus elementos principales que son los lugares o estados y las transiciones o acciones.

2.2.2 Características de las Redes de Petri.

El modelado de redes de Petri posee dos características fundamentales. Primero brinda la posibilidad de visualizar su comportamiento como paralelismo, concurrencia, sincronización y recursos compartidos. Segundo, existen múltiples métodos para el análisis de las redes de Petri.

2.2.3 Estructura de una Red de Petri

Una red de Petri es representada gráficamente por un *grafo dirigido bipartito*. Los dos tipos de nodos, transiciones y lugares que representan las variables que definen el estado del sistema (lugares) que poseen una forma circular y a sus transformadores (transiciones) que poseen forma rectangular. El marcado se representa por una distribución en los lugares denominados tokens y representados por un círculo. Los lugares y transiciones se encuentran conectados por arcos dirigidos.

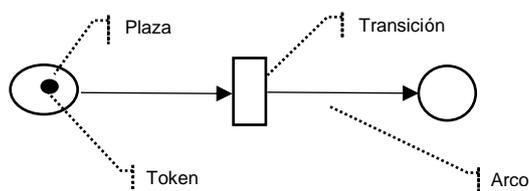


Figura 2.Elementos de una Red de Petri.

Fuente: Cervantes, (2013)

2.2.4 Definición de Sistema

Sistema es la agrupación de varias funciones que se fusionan entre si, todas con un objetivo en común. El sistema debe cumplir con parámetros que permiten deducir, asimilar y instruir las funcionalidades del mismo. (Tarifa, 1999)

2.2.5 Definición de ProModel

ProModel es un software que tiene como utilidad la simulación de prototipos de diseño de sistemas. Es gran utilidad porque los datos que proporciona son exactos y nos permiten realizar un buen análisis y por ende tomar excelentes decisiones. (IOSA, 2016)

2.3 Enfoque epistemológico

2.3.1 Teoría de Sistemas

Según Bertalanffy (1976) se puede hablar de una filosofía de sistemas, ya que toda teoría científica de gran alcance tiene aspectos metafísicos. El autor señala que "teoría" no debe entenderse en su sentido restringido, esto es, matemático, sino que la palabra teoría está más cercana, en su definición, a la idea de paradigma de Kuhn. El distingue en la filosofía de sistemas una ontología de sistemas, una epistemología de sistemas y una filosofía de valores de sistemas.

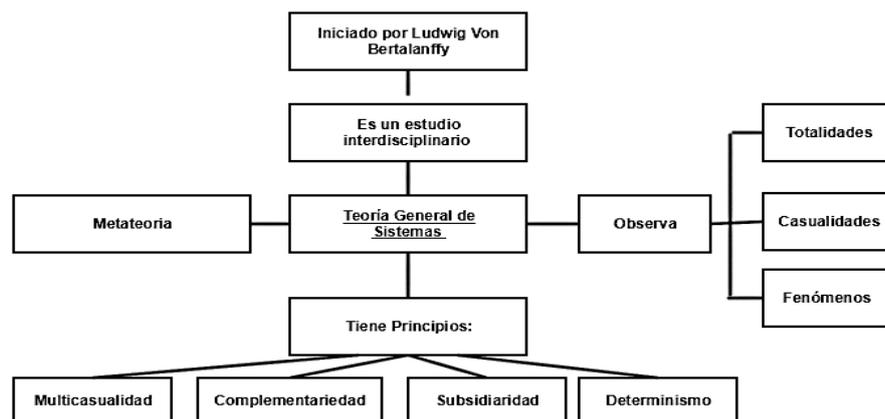


Figura 3.Elementos relevantes sobre la Teoría General de Sistemas.

Fuente: Bertalanffy (1976)

Para Bertalanffy, la ontología como la definición de un sistema y al entendimiento de cómo están plasmados los sistemas en los distintos niveles del mundo de la observación, es decir, la ontología se preocupa de problemas tales como el distinguir un *sistema real* de un *sistema*

conceptual. Los sistemas reales, por citar un ejemplo, son: galaxias, perros, células y átomos. Los sistemas conceptuales son: la lógica, las matemáticas, la música y, en general, toda construcción simbólica. Bertalanffy entiende la ciencia como un subsistema del sistema conceptual, definiéndola como un *sistema abstraído*, es decir, un sistema conceptual correspondiente a la realidad. El señala que la distinción entre sistema real y conceptual está sujeta a debate, por lo que no debe considerarse en forma rígida.

Finalmente, Bertalanffy (1976), reconoce que la teoría de sistemas comprende un conjunto de enfoques que difieren en estilo y propósito, entre las cuales se encuentra la teoría de conjuntos (Mesarovic), teoría de las redes (Rapoport), cibernética (Wiener), teoría de la información (Shannon y Weaver), teoría de los autómatas (Turing), teoría de los juegos (von Neumann), entre otras. Por eso, la práctica del análisis aplicado de sistemas tiene que aplicar diversos modelos, de acuerdo con la naturaleza del caso y con criterios operacionales, aun cuando algunos conceptos, modelos y principios de la TGS –como el orden jerárquico, la diferenciación progresiva, la retroalimentación, etc. – son aplicables a grandes rasgos a sistemas materiales, psicológicos y socioculturales.

2.4 Sistema de recaudación de Impuestos

El sistema de recaudación de impuestos es aquel intermediario para cobrar los ingresos públicos, que tiene como objetivo disminuir el índice de desigualdad económica es decir que los ciudadanos cuenten con mayor justicia social. En Ecuador, el sistema de recaudación de impuestos esta regularizado por los siguientes entes jurídicos: Constitución Política de la República, Código Orgánico Tributario, Ley Orgánica de Régimen Tributario Interno (LORTI), Reglamento para la Aplicación de la Ley Orgánica de Régimen Tributario Interno (RALORTI), entre otras resoluciones y circulares.

El sistema de recaudación de los impuestos tiene dos partes. La primera -la más importante- es el formulario de pago que las administraciones tributarias elaboran para el pago de impuestos. La segunda, reúne un conjunto de variables de diversa naturaleza que no está incluido en el formulario, pero que también participa en la conformación de los datos de recaudación. La presentación que sigue tiene, necesariamente, un carácter general, pues cada administración tributaria diseña los formularios de pago en función de las características específicas de los tributos que maneja y de las normas de liquidación e ingreso establecidas en las leyes de

procedimiento tributario y en las disposiciones que fija la propia administración. No obstante, esas diferencias, la revisión de los formularios de pago de muchos países revela que tienen en común los elementos que se consideran aquí, pudiendo ocurrir que algunos ellos estén ubicados en distintas posiciones del sistema de recaudación. (Tributarios, n.d.).

Como anteriormente se mencionó, el sistema de recaudación de impuestos tiene dos partes. El más importante es el formulario de pago que tiene como objetivo el pago de impuestos. El contenido de estos formularios es el siguiente: El Concepto a Ingresar (CI), se está refiriendo al ingreso que los contribuyentes deben realizar en un tiempo determinado, según las normas establecidas y la tasa de evasión es el monto del contribuyente. Luego que se conoce el valor del CI se efectúa el pago. En el proceso del cómputo contra el CI, aparecen los Créditos Computables (CC). Aquellos créditos son generados de las declaraciones periódicas, entre estos tenemos los anticipos, los pagos de cuenta, los saldos de los periodos anteriores.

Cabe recalcar que cuando el CI es mayor que los CC da como resultado un Saldo a Ingresar (SI) al fisco. Caso contrario, es decir cuando los CC son mayores que los CI se genera un Saldo a Favor del Contribuyente (SFC), aquel saldo se puede utilizar a obligaciones futuras.

Cuando nos referimos a los SFC es aquel que exige el pago por alguna obligación tributario sin conocer el monto del mismo. Aquellos contribuyentes que tiene Saldo a favor (SFC) terminan el proceso con la presentación al fisco. Aquellos que tienen un saldo a cancelar tienen varias opciones. En primer lugar, pueden hacer uso de los medios de pago, entre ellos están los saldos a favor y los bono de crédito fiscal de varios orígenes. Cuando los pagos se efectúan con instrumentos se les denomina recaudación no bancaria (RNB). En cambio, cuando se utiliza los medios de pago que no tiene transferencias al fisco, el contribuyente realiza desembolso efectivo conocido como recaudación bancaria (RB).

El contribuyente que no cancele la totalidad del pago, incidirá en mora (MO) que equivale a la resta entre el Saldo a Ingresar y la suma de recaudación tanto bancario como no bancarias.

Los formularios no cuentan con el subtítulo de mora, se lo obtiene de la diferencia entre el saldo a favor del fisco y los pagos realizados. Cuando hay ausencia de elementos debe coincidir la recaudación efectiva (RE).

La segunda parte se refiere al conjunto de variables que es conocido como Otros Factores (OF). La recaudación bancaria (RB) sumada con los Otros Factores (OF) da como resultado la recaudación efectiva de un Concepto a Ingresar (RE).

En conclusión, el sistema de recaudación parte del monto de cancelación tributaria por parte del contribuyente. Continúa con los procesos a cancelar y concluye con las variables que no son consideradas en los formularios de pago que son muy necesarios en el proceso de recaudación de impuestos. Ver Figura 4

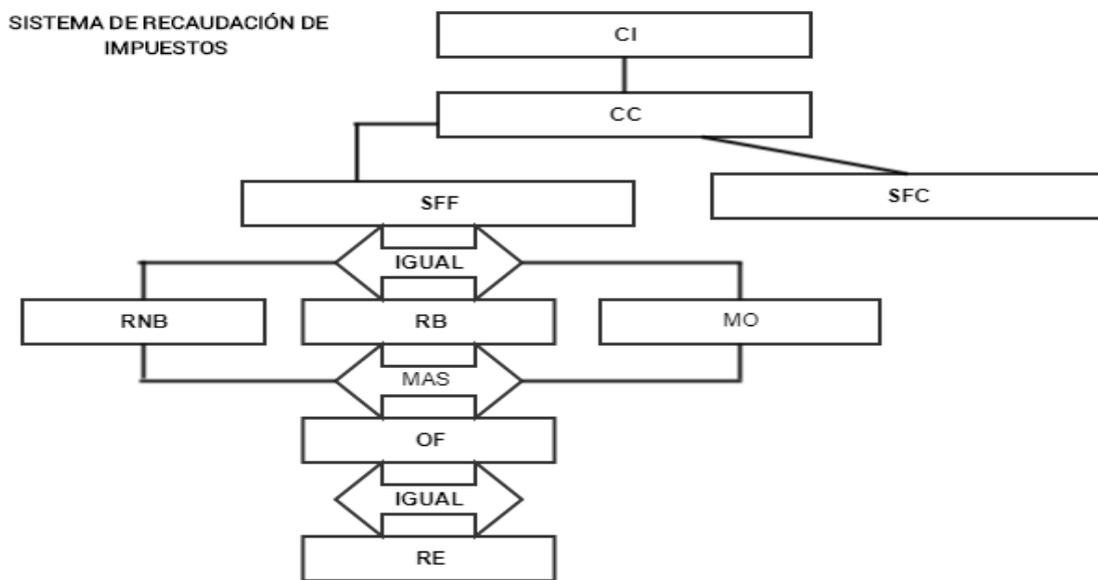


Figura 4.Proceso de un Sistema de Recaudación de Impuestos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.Nomenclatura de la figura 3

Nomenclatura	
CI	Concepto a ingresar
CC	Créditos computables
SFF	Saldo a Favor Fisco
RNB	Recaudación no bancario
MO	Mora
RB	Recaudación bancaria
OF	Otros factores
RE	Recaudación efectiva

Fuente: Elaboración propia

2.5 Etapas del Modelado de Software

El modelado de software es una representación reducida de un sistema, utilizados para tratar un sistema complejo. El uso de estos modelos ayuda a visualizar el sistema que se desea construir, además de que se pueden utilizar para la comunicación de ideas con el cliente y/o servir como una guía para los desarrolladores.

Para Chamorro (2012) en cada etapa del modelado se pueden fijar una serie de actividades y objetivos que lo caracterizan. Existen diferentes etapas para el modelado de software y la elección de un determinado modelo y su orden es un punto muy importante.

- ✓ **Expresión de las necesidades:** El objetivo de esta etapa es el armado de un documento en el cual se reflejen los requerimientos y las funcionalidades que se implementaran n el sistema.
- ✓ **Análisis:** Se determinan los elementos que intervendrán en el sistema a desarrollar, estructura, evolución temporal, relaciones y funcionalidades, se debe tener una descripción clara del producto que se va a construir y el comportamiento que tendrá.
- ✓ **Diseño y arquitectura:** Determinar cómo funcionará el sistema de manera general, sin entrar en detalles, incorporando consideraciones de la implementación. Consiste en el diseño de los componentes del sistema que responden a las funcionalidades descritas.
- ✓ **Prueba:** Consiste en comprobar que el modelo realice/responda de la manera esperada las tareas indicadas en la especificación. Esta etapa consiste en identificar los errores que el modelo pueda presentar para su posterior corrección.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

De acuerdo a los objetivos planteados y las referencias bibliográficas relacionadas con el tema: “Incidencia de las redes de Petri en el proceso de modelado de los sistemas de recaudación de impuestos” y los lineamientos producidos con la presente investigación, cuyo enfoque está dentro de la modalidad de tipo de investigación Documental-Descriptiva.

El tipo de investigación es documental porque se ajusta a la definición de Sampieri *et al*, en donde se expone que:

Detectar, obtener y consultar la bibliografía y otros materiales que parten de otros conocimientos y/o informaciones recogidas moderadamente de cualquier realidad, de manera selectiva, de modo que puedan ser útiles para los propósitos del estudio (Hernandez Sampieri, Fernandez y Baptista, 2000).

La investigación documental se enfoca exclusivamente en el tema de estudio, sin perderse en temas ajenos al mismo. En términos semióticos, la investigación documental representa un abanico de definiciones, ya que la información obtenida es evaluada de manera diferente, dependiendo de las características del investigador. Por ejemplo, un investigador social y uno crítico obtienen la misma información, pero la interpretación será diferente, ya que el contexto en el que se desenvuelven es distinto. (Hernandez Sampieri, Fernandez y Baptista, 2000).

Ahora bien, en base a la clasificación de la investigación científica y considerando el criterio de los objetivos que se persiguen, esta investigación es **descriptiva**; según lo expuesto por Sampieri (1998), indica que:

Los estudios descriptivos permiten detallar situaciones y eventos, es decir como es y cómo se manifiesta determinado fenómeno, busca especificar propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. En complemento a la investigación documental se aplica metodología descriptiva en el momento que se analiza información sustentada bajo diferentes teorías con la información actual y en base a todo análisis crítico, se logra llegar a una conclusión del tema esencial.

La presente investigación es de carácter bibliográfico porque se examinan fuentes secundarias; es decir, aquellas que son tomadas de distintas bases de datos científicas (artículos y libros) que proveen de información relacionada al tema que es objeto de estudio:

analizar la incidencia de las redes de Petri en el proceso de modelado de los sistemas de recaudación de impuestos.

En esta investigación, para alcanzar los objetivos específicos se realizarán las siguientes actividades:

- ✓ Determinar y delimitar el tema de investigación a buscar, así como el tipo de fuente de información a usarse en la investigación (revistas, libros, actas de congresos, etc.)
- ✓ Realizar búsquedas refinadas en bases de datos científicas sobre la temática en cuestión y cuyo año de publicación no sea mayor a 5. El refinamiento consiste en realizar búsquedas filtradas por título, autor, año.
- ✓ Identificar y discriminar las publicaciones relevantes de las no relevantes que han sido encontradas en las diferentes búsquedas realizadas.
- ✓ Realizar un análisis sistemático de la información encontrada y orientarla al interés de esta investigación.

El presente estudio se ha desglosado en las siguientes fases:

Fase 1:

Una vez identificadas las palabras claves (redes de Petri, modelado de sistemas, Sri). A continuación se analiza las publicaciones en los diferentes buscadores académicos; y estos los buscadores son: Redalyc, Dialnet, Scielo y Google académico.

Durante la búsqueda de información se encontró 15 artículos 2 libros y 2 sitios web que tenían relación con la temática del modelado de Redes de Petri en el sistema de recaudación de impuestos obtenidos se analizará las variables a continuación: el número de documentos por cada buscador académico que se utilizó, año y la cantidad de participación que tuvieron los autores.

Dentro de los buscadores académicos hubo algunos que poseían artículos importantes, entre estos tenemos: Dialnet el cual arrojó un gran número de artículos relevantes con nuestro caso de estudio específicamente 6 seguido por Redalyc que tenía la cantidad de 4.

Tabla 3. Documentos encontrados mediante buscadores académicos

Tipos de Buscadores Académicos	Número de Artículos
Redalyc	4
Dialnet	6
Scielo	3
Google Académico	3
Total	16

Fuente: Elaboración propia

En la investigación realizada obtuvimos datos relevantes para este caso de estudio gracias a los 16 artículos que se encontraron de los cuales 9 se publicaron hace 7 años atrás y los restantes fueron inferiores al año 2010.

Tabla 4. Cantidad de documentos clasificados por año de publicación

Año de Publicación	Número de Documentos
2014	2
2013	3
2012	2
2010	2
Inferior a 2010	7
Total	16

Fuente: Elaboración propia

Fase 2:

Luego de encontrar los artículos relacionados a la temática se analizará tanto los artículos y los documentos que fueron obtenidos de los buscadores académicos para que así garantice la veracidad del estudio, en cual destacamos un glosario de términos relacionados a las redes de Petri en el modelado de un sistema de Recaudación de Impuestos, lo primordial es analizar la importancia de las 2 variables Redes de Petri y Sistema de Recaudación de Impuestos.

Fase 3:

Se desarrollará un caso de estudio basado en un sistema de información de recaudación de impuestos el cual nos permite demostrar mediante la práctica los beneficios de modelar sistemas mediante Redes de Petri, a continuación, se dará una descripción detallada de los pasos:

1. En primera instancia se procederá a identificar las actividades que se realizan en un sistema de recaudación de Impuestos, y realizara un diagrama de proceso y se utilizó la herramienta de modelamiento de procesos *Bizagi*.

2. Luego mediante la base del diagrama de proceso proceder a realizar el diagrama de Redes de Petri.

3. Por último utilizando el diagrama se realiza la simulación del mismo, con el software ProModel.

Fase 4

Según los datos arrojados de la simulación permitirán al desarrollar, conocer los puntos críticos del sistema, las posibles fallas, entre otros datos relevantes. Por ende aquellos datos ayudaran a mejorar el sistema de recaudación de impuestos.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DEL TEMA

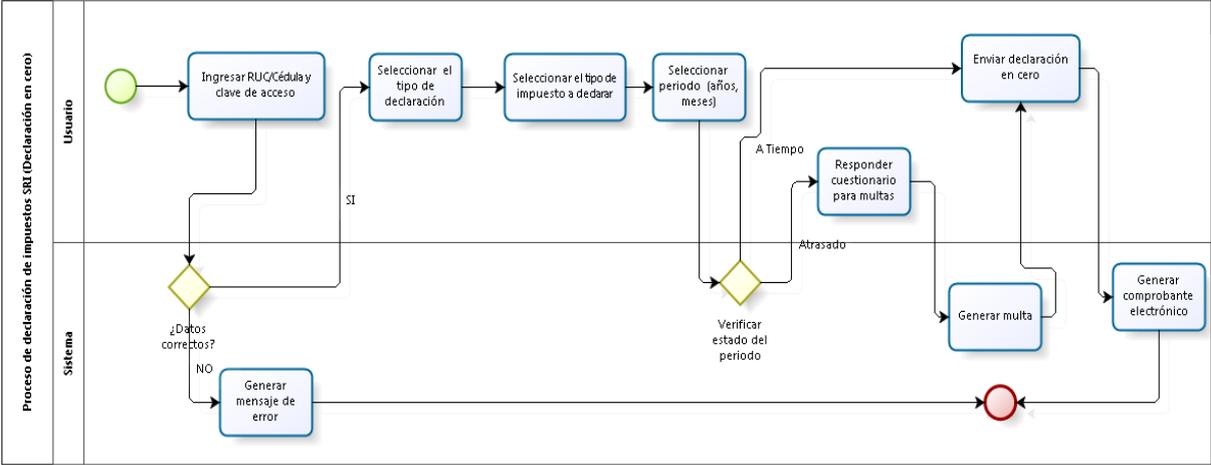
Para el presente trabajo se toma como ejemplo la declaración en cero que se realiza en el Servicio de Rentas Internas (SRI) el cual será detallado a continuación y posteriormente graficado en la herramienta *bizagi* y simulado en una herramienta de software libre: ProModel para demostrar la efectividad del sistema.

Los pasos para realizar una declaración en cero son los siguientes:

- 1) El usuario deberá haber obtenido previamente la clave de Uso de Medios Electrónicos, y haber confirmado su cuenta de correo electrónico
- 2) El usuario debe ingresar a la página web institucional “www.sri.gob.ec”
- 3) Ingresar a su cuenta mediante el usuario y clave previamente obtenidos.
- 4) Seleccionar la opción General/Declaración/Declaración en cero
- 5) Seleccionar el tipo de impuesto a declarar: IVA, RENTA, etc.
- 6) Seleccionar periodo a declarar en meses y año.
- 7) En caso de que el usuario intente realizar una declaración atrasada generar un cuestionario de multas.
- 8) Generar multa en caso de atraso.
- 9) Generar el comprobante electrónico de pago.

Con la información obtenida anteriormente se realizó un diagrama que contenga los procesos dados en la herramienta *Bizagi Modeler* con la cual nos quedó la siguiente gráfica

Figura 5.Proceso de declaración en cero desarrollado en Bizagi



Fuente: Herramienta Bizagi.

La gráfica de la figura 5 representa al modelado de declaración en cero elaborado en la herramienta *Bizagi Modeler* el cual fue simulado para determinar el tiempo aproximado que un cliente se toma en realizar su declaración, obteniendo los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 5.Resultados conseguidos del proceso de declaración en cero elaborados en la herramienta *Bizagi*

Nombre	Tipo	Instancias completadas	Instancias iniciadas	Tiempo mínimo	Tiempo máximo	Tiempo promedio	Tiempo total
Proceso de declaración de impuestos SRI (Declaración en cero)	Proceso	1596	1601	50	270s	144,64s	231185s
Inicio	Evento de inicio	1601					
Ingresar RUC/Cédula y clave de acceso	Tarea	1599	1601	40s	40s	40s	63960s
¿Datos correctos?	Compuerta	1599	1599				
Seleccionar el tipo de declaración	Tarea	1311	1311	15s	15s	15s	19665s
Generar mensaje de error	Tarea	288	288	10s	10s	10s	2880s
Seleccionar el tipo de impuesto a declarar	Tarea	1310	1311	30s	30s	30s	39300s
Seleccionar periodo (años. meses)	Tarea	1309	1310	30s	30s	30s	39270s
Verificar estado del periodo	Compuerta	1309	1309				
Enviar declaración en cero	Tarea	1308	1308	15s	15s	15s	19620s
Responder cuestionario para multas	Tarea	257	258	120s	120s	120s	30840s
Generar multa	Tarea	257	257	10s	10s	10s	2570s
Generar comprobante electrónico	Tarea	1308	1308	10s	10s	10s	13080s
Fin	Evento de Fin	1596					

Fuente: Herramienta Bizagi.

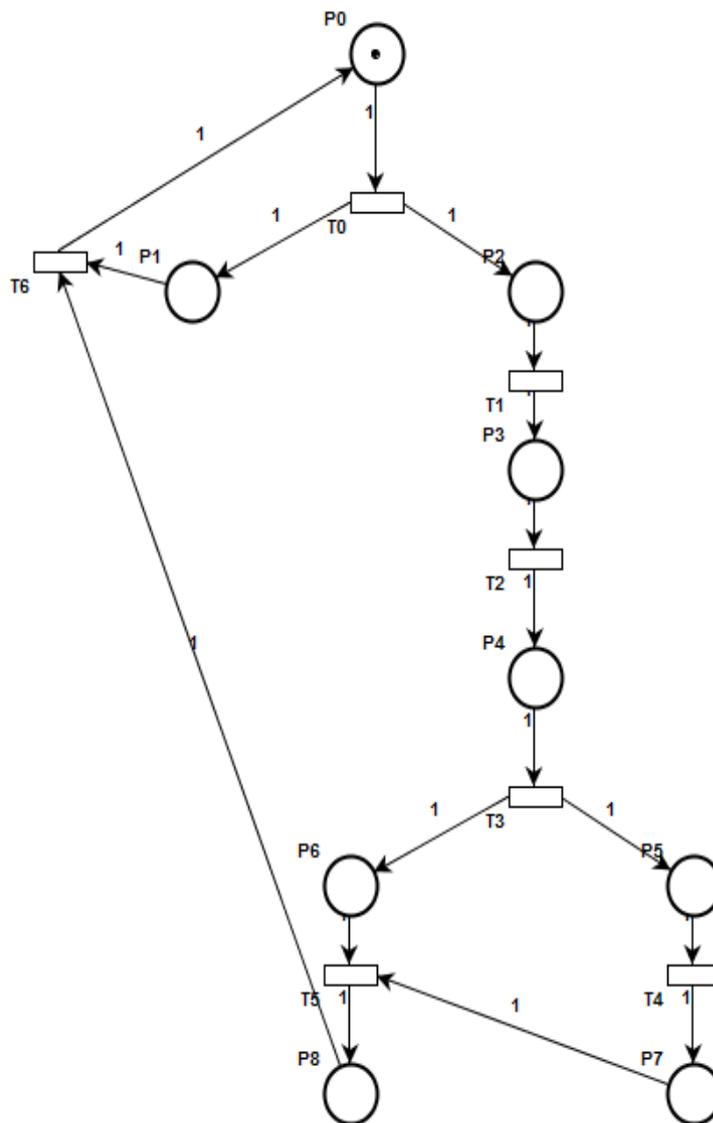
Análisis de los resultados alcanzados.

La simulación del diagrama de declaración en cero realizada en *Bizagi*, tuvo una duración de 7s por usuarios, donde se completaron 1586 instancias; esto quiere decir que la página del Sri receipta un promedio de 1586 usuarios.

Como notamos en la Figura 5 se encuentran las actividades correspondientes al sistema recaudación de impuestos desde el inicio cuando el usuario ingresa a la página web del mismo y hasta que sale del mismo luego de haber realizado la declaración; en base a los

resultados obtenidos en la herramienta Bizagi se optó por utilizar otra basada en RdP la cual fue Pipe versión 4.3.0 obteniendo la siguiente gráfica.

Figura 6. Sistema de recaudación de Impuestos/declaración en cero (Pipe v 4.3.0)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Descripción de los estados de la red de Petri del sistema de recaudación de Impuestos.

	Estados de la red del Sistema de Recaudación	Descripción de los estados
P0	Ingresar a la Página web del Sri.	Acceso al Sistema del SRI(nombre,RUC,clave).
P1	Ingreso de datos incorrectos	Se ingresan los datos, estos incorrectos.
P2	Ingreso de datos correctos.	Se ingresan los datos correctos,accede al sistema.
P3	Listado de Impuestos	Aparecen los diferentes tipos de impuestos.
P4	Listado de los periodos en meses y años.	Los periodos son expresados meses y años.
P5	La declaración está atrasada.	El sistema según fechas verifica si la declaración esta atrasada.
P6	La declaración esta a tiempo.	El sistema según fechas verifica si la declaración esta a tiempo.
P7	Multa generada	El sistema genera la multa por el atraso.
P8	Comprobante electrónico	Se genera el comprobante por la realización de la declaración.

Fuente:Elaboración propia

Los estados o también conocidos como lugares, forman parte de las Redes de Petri y son manipulados para realizar el modelamiento del sistema de Recaudación de Impuestos. En la figura 6 están representados con la letra P.

Tabla 7.Transiciones de la Red de Petri del sistema de Recaudación de impuestos

	Transiciones	Descripción
T0	Ingresar Ruc, cédula y clave de acceso.	Permite acceder al sistema de Recaudación de Impuestos.
T1	Seleccionar la opción General/Declaración/Declaración en cero.	Especifica lo acción a realizar del usuario.
T2	Seleccionar el tipo de impuestos a declarar IVA,Renta,etc	El usuario tiene la facilidad de elegir el tipo de impuesto que va a declarar.
T3	Seleccionar el periodo en meses y años.	El usuario selecciona el periodo tanto en meses como en años.
T4	Responder cuestionario de multa.	Cuando la declaración está atrasada el usuario tiene que contestar un cuestionario.
T5	Enviar formulario de declaración en cero.	Como comprobación que se ha realizado la declaración se envía el formulario.

Fuente:Elaboración propia.

Las transiciones son las acciones del sistema,son los encargados de realizar la conexión de un estado con otro en el modelado del sistema de Recaudación de Impuestos.Luego que se analizo cada uno de los estados y transiciones se observa el flujo de la red. (Ver figura 6).

Como podemos notar en la Figura 6, la red del sistema de recaudación de impuestos brinda este tipo de formalismo conocido como RdP, la red inicia con PO que representa el lugar de llegada de los usuarios a la página web del SRI en un tiempo determinado, a continuación un arco que se dirige hacia la transición T0 que representa Ingresar Ruc,cedula, clave de acceso y de la cual salen 2 arcos que poseen 1 como peso, uno con dirección al lugar P1 y el otro al lugar P2. La primera salida de la transición TO es P1 que representa los datos incorrectos

que los usuarios ingresan, lo que quiere decir que si los datos ingresados son incorrectos el sistema permite que vuelva a ingresar los datos. La segunda salida que es P2 significa que si los datos ingresados son correctos el usuario entra al sistema de recaudación de impuestos; a continuación tenemos T1 que es la transición en la cual el usuario selecciona la opción General/Declaración/Declaración en cero, posteriormente continua P3 que constituye una lista desplegable de los diferentes tipos de impuestos; siguiendo el secuencia sigue T2 que es la transición en la cual el usuario selecciona el tipo de impuestos, inmediatamente P4 que son los periodos(meses y años).En seguida continua T3 que es la transición donde se selecciona el periodo, la continuidad del sistema presenta 2 opciones, la primera opción es si la declaración esta atrasada que es P5 y la segunda opción que es P6 si la declaración esta a tiempo.Continuando por el lado de P5 tenemos una transición que es T4 que consiste en contestar un cuestionario para la generación de multa, en seguida P7 que es donde se genera la multa, regresa a T5 que es donde se envia el formulario de la declaración, sigue a P8 donde se solicita el comprobante electrónico y culmina en T6 que es aquella transición donde finaliza el proceso.Por el lado de P6 que es donde se pregunta si la declaración está a tiempo, luego sigue T5 que es donde se envia el formulario de la declaración continua a P8 es decir genera el comprobante y culmina en T6 que finaliza el proceso.

Una vez obtenido el modelo de Red de Petri del proceso de declaraciones en cero del Servicio de Rentas Internas, es posible realizar una simulación para escenarios y con base a los resultados obtenidos contrastar, inferir y propender acciones de mejora continua. Para efectos de este estudio en el proceso de simulación se utilizó el software PROMODEL que grafica el modelo del sistema de declaración en cero. (Ver Figura 7)

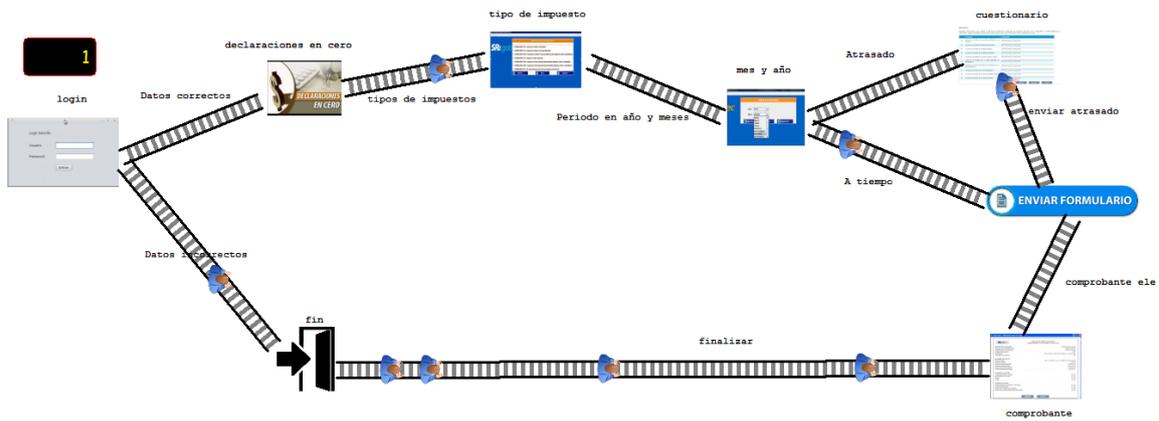


Figura 7. Sistema de declaración en cero realizado en ProModel

Fuente: Elaboración Propia

Basado en la representación del proceso de declaración en cero que se lleva a cabo en el Servicio de Rentas Internas, simulado en ProModel, una vez parametrizadas las entradas, arrojó los siguientes resultados:

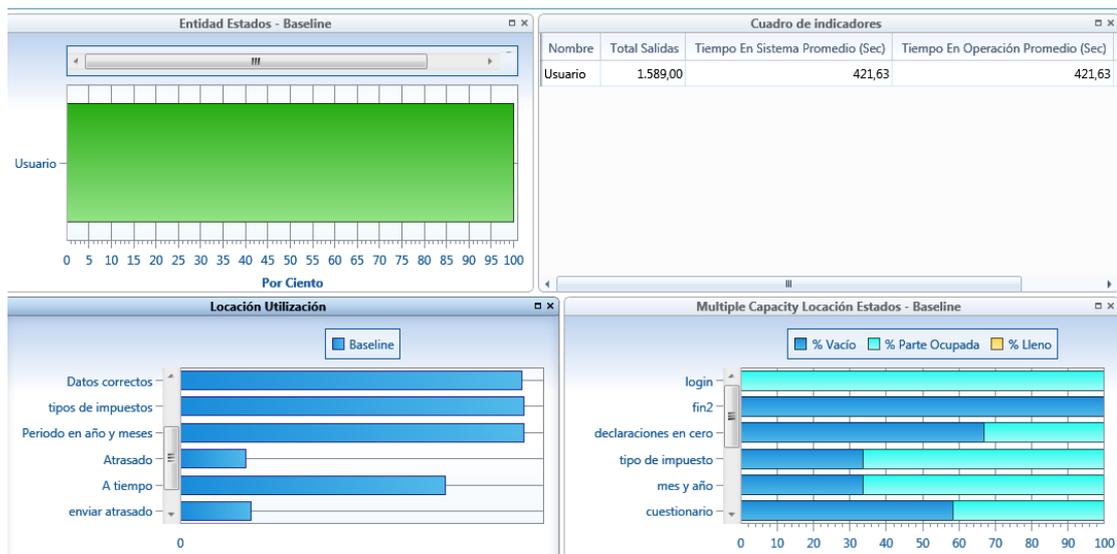


Figura 8. Resultados de la simulación del proceso de declaración en cero del SRI

Fuente: Elaboración propia

A partir de los resultados obtenidos en la simulación del sistema de declaración en cero mediante la herramienta ProModel, una vez culminada la simulación se detalla a continuación el análisis obtenido, teniendo en cuenta que la simulación fue realizada estimando un tiempo de 16 horas base:

1. El cuadro de indicadores refleja que en el lapso de 16 horas, el sistema fue utilizado por 1589 usuarios.
2. El tiempo promedio que un usuario hace uso del sistema es de 421, 63 segundos, es decir, aproximadamente 7 minutos, tiempo aceptable, debido a que el tiempo mínimo es de 7 min con un porcentaje de eficiencia de 100% y el tiempo máximo es de 10 min con un porcentaje de eficiencia de 58% , estos calculos se los realiza con una regla de tres simple. *Ver Figura 9*

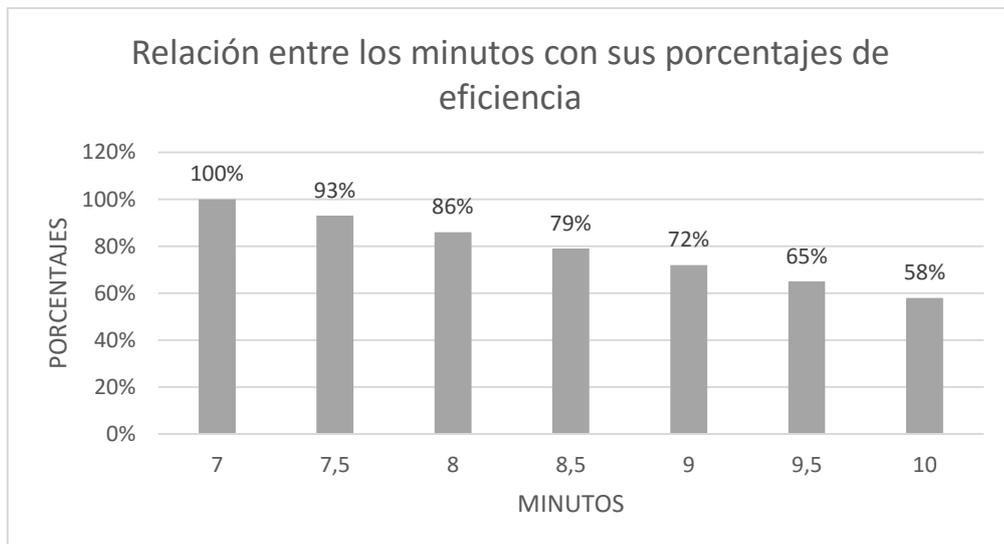


Figura 9. Porcentaje de eficiencia

Fuente: Elaboración propia

3. El usuario pasa el 100% de su tiempo en el sistema en operación, es decir no sufre ningún contratiempo o bloqueo en algún proceso lo cual demuestra la eficacia del sistema.

Conforme a este análisis se concluye que el sistema de declaraciones en cero que actualmente maneje el Servicio de Rentas Internas actualmente es óptimo, reduciendo considerablemente el tiempo que un usuario tardaría en acercarse a una oficina a realizar este proceso, además el sistema no presenta contratiempos de carácter estructural ni actividades innecesarias o que no representen ningún valor al proceso.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

Según la bibliografía analizada, se ha llegado a la conclusión que las redes de Petri cumplen un papel muy importante y necesario en el modelado de sistemas, son muchas las ventajas para el sistema una de ellas es que permite analizar el sistema antes de implementarlo. Muchos autores han realizado su respectiva documentación fundamentando la importancia con proyectos que en el mercado competitivo ha tenido grandes progresos económicos.

Según el análisis cuantitativo demostrado en los resultados de la simulación del modelado del sistema de recaudación de impuestos con el software ProModel, se estima que el sistema es utilizado por 1586 usuarios en 16 horas, y cada persona tiene un tiempo estimado de 7 min, debido a que el tiempo mínimo es de 7 min con un porcentaje de eficiencia de 100% y el tiempo máximo es de 10 min con un porcentaje de eficiencia de 58%, conforme a este análisis se concluye que el sistema de declaraciones en cero que actualmente maneja el Servicio de Rentas Internas actualmente es óptimo, reduciendo considerablemente el tiempo que un usuario tardaría en acercarse a una oficina a realizar este proceso, además el sistema no presenta contratiempos de carácter estructural ni actividades innecesarias o que no representen ningún valor al proceso.

Entonces, el modelamiento utilizando redes de Petri es recomendable para el desarrollo de software, sin embargo, hay muchos desarrolladores que no conocen de herramientas de modelado de software y tantos sistemas que presentan bastantes fallas en el transcurso de prueba del mismo. Pero según lo analizado el sistema de recaudación de impuestos vía online no presenta problema alguno incluso se puede recomendar el uso del mismo.

Mediante un análisis de observación se llega a la conclusión que realizar un esquema de representación de funcionalidades de un sistema permite entender las funcionalidades del mismo, mediante la utilización de herramientas de modelado una de ellas es Redes de Petri.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ❖ Bertalanffy. (1976). Epistemología de Sistemas. En Bertalanffy, *Teoría General de Sistemas*.
- ❖ Chamorro. (2012). Ciclo de vida software. En Chamorro.
- ❖ Finol, & Nava. (1996). *Metodología de la Investigación*.
- ❖ Hernandez Sampieri, Fernandez, R., & Baptista. (2000). Metodología Documental. En H. Sampieri, *Metodología de la investigación* (pág. 50).
- ❖ Hollaway, Krogh, & Giua. (1990). Evolución de las pn y su. En L. D. Murillo, *Redes de Petri: Modelado e*.
- ❖ Holloway. (1990). Evolución de las pn y su. En L. D. Murillo, *Redes de Petri: Modelado e*.
- ❖ IOSA. (2016). ProModel. En IOSA, *Software ProModel*.
- ❖ Lindlof. (1995). Metodología Documental. En H. Sampier, *Metodologías de la Investigación*.
- ❖ Lindlof. (1995). *Metodología Documental*.
- ❖ Lindlof. (1995). Metodología Documental. En H. Sampier, *Metodología de la Investigación*.
- ❖ Lozada, & Velasco. (2010). *Modelado dinámico basado en redes de Petri para el modelo de integración empresarial*.
- ❖ Martinez, & Silva. (1982). Evolución de las pn y su. En L. D. Murillo, *Redes de Petri: Modelado e*.
- ❖ Monjaraz, C. J. (2013). *Modelos Matemáticos y su Representación*. Obtenido de <ftp://www.ece.buap.mx/pub/JCid/Apuntes%20de%20Control%20I/6-Capitulo%202%20Control%20I.pdf>
- ❖ Morales, V., Rojas, Hernandez, G., & Jimenez, R. (2015). *Modelo de un sistema de producción esbelto con redes de Petri para apoyar a la toma de decisiones*.
- ❖ Murata. (1982). Evolución de las pn y su. En L. D. Murillo, *Redes de Petri: Modelado e*.
- ❖ Murillo. (2008). *Modelado e implementación de algoritmos para autómatas programables*.
- ❖ Peterson. (2008). Evolución de las pn y su impacto sobre el modelado. En L. D. Murillo, *Redes de Petri: Modelado e* (pág. 24).
- ❖ Petterson, L. (1995). Evolución de las pn y su. En L. D. Murillo, *Redes de Petri: Modelado e*.
- ❖ Petterson, & Lennarston. (1995). Evolución de las pn y su. En L. D. Murillo, *Redes de Petri: Modelado e*.
- ❖ Sabino. (1992). *Metodología de la Investigación*.

- ❖ Sampieri. (1998). *Metodología de la Investigación*.
- ❖ Schruben. (1992). Evolución de las pn y su. En L. D. Murillo, *Redes de Petri: Modelado e*.
- ❖ Silva, M. y. (1982). Evolución de las pn y su impacto sobre su modelado. En L. D. Murillo, *Redes de Petri: Modelado e implementación de algoritmos para automatas programables*.
- ❖ Stella Castellanos, A., & Solaque Guzman, E. (2010). *Modelado con Redes de Petri e implementación con grafcet de un sistema de manufactura flexible con procesos concurrentes*.
- ❖ Taholakian, & Hales. (1997). Evolución de las pn y su. En L. D. Murillo, *Redes de Petri: Modelado e*.
- ❖ Tamayo, & Tamayo. (2003). *Diseño de la Investiagcion*.
- ❖ Tarifa. (1999). Sistemas . En Tarifa, *Origen de los Sistemas*.