

03063



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas  
y Sistemas  
UACPyP**

**Unidad Académica de Ciclos Profesionales y de Posgrado  
de la U.N.A.M.**

**TRAMITA: Una Herramienta para Transformar  
Redes de Computadoras en Redes de Trabajo**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACION  
PRESENTA:  
MAT. JOSE DE JESUS AGUILAR RODRIGUEZ  
Director de Tesis : Dr. Felipe Bracho**

**TESIS CON FALTA DE ORIGEN** Mexico, D.F.,

Marzo 1993



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Prefacio**

La computadora es una herramienta que incrementa la capacidad intelectual y de comunicación de los seres humanos, auxilia al hombre en el manejo de información necesaria para producir conocimiento y diseñar formas de participación.

La computadora es indispensable para la actividad de las instituciones y los individuos, les permite manejar mas información con lo que obtienen mas poder o mayor especialización de sus funciones. Debido a esta especialización se incrementa el número de interacciones, estas nuevas formas de interacción se ven favorecidas por el uso adecuado de la computadora y de las redes de computadoras.

La oficina es la parte de las organizaciones donde se produce, maneja información y se ejecutan acciones para la provisión de servicios, dentro o fuera de las organizaciones. Es en éstas donde la computadora y la tecnología de comunicación han encontrado gran variedad de aplicaciones, las que están cambiando algunas características de las oficinas, pero que han dejado intacta la noción que sobre éstas tenemos.

Las aplicaciones tradicionales de las computadoras en las oficinas asisten al trabajo individual y al aspecto estático de éstas, por ejemplo: procesar textos (generación de documentos), manejo de archivos (almacenamiento de información), servicios de comunicación (correo electrónico, servicio electrónico de mensajes, teleconferencia) y sistemas de información. Las redes de computadoras al brindar un nuevo medio de comunicación deben irrumpir positivamente en el aspecto dinámico de las oficinas, formando parte de las interfases que propicien mejores formas de coordinación y cooperación entre agentes de oficinas.

Si bien el procesamiento y manejo de información es importante en una organización, lo determinante para su funcionamiento es la acción. Esta acción forma parte del aspecto dinámico de una organización que a su vez depende de la información, la comunicación, su estructura y la coordinación entre sus agentes. En el capítulo I exponemos acerca de como la computación y la tecnología de la información están ya proporcionando nuevas posibilidades de comunicación entre las organizaciones y de como éstas influyen en el funcionamiento de la sociedad.

En las ciencias de la computación se está investigando para desarrollar sistemas que asistan el trabajo cooperativo y el aspecto dinámico de las organizaciones. En el capítulo II proporcionamos un panorama en este tipo de Investigaciones. El propósito no es hacer una revisión exhaustiva sino establecer un marco adecuado para ubicar nuestra propuesta

En este trabajo presentamos el diseño del sistema TRAMITA, el ámbito de aplicación de TRAMITA son las oficinas y su objetivo es el de apoyar parte del aspecto dinámico de éstas, concretamente la parte que corresponde a los procesos recurrentes y estructurados que se realizan en las oficinas y que conocemos como trámites.

Nosotros entendemos al sistema TRAMITA como una herramienta para programar redes de computadoras, los programas que corran en TRAMITA serán aquellos que especifiquen la cooperación y flujo de actividad necesaria para el cumplimiento de los trámites. La ejecución de estos programas está supeditada al tiempo y a la acción humana coordinada a través de una red de computadoras.

Para diseñar y especificar los programas que corran en TRAMITA definimos una subclase de Redes de Petri a la que llamamos Redes de Trabajo, que tienen algunas propiedades que son adecuadas para especificar los procedimientos estructurados de las oficinas.

Al utilizar las Redes de Trabajo para especificar trámites de oficina se tiene una definición formal de éstos, la que puede ser entendida por una computadora como por un trabajador de oficina no especializado en cómputo. La definición de trámites con Redes de Trabajo además de describir el flujo de actividad también es la estructura con la cual se controla el avance del trámite.

La descripción formal de las Redes de Trabajo está contenida en el capítulo III, para mostrar su utilidad hemos especificado en el anexo A de este trabajo algunos procedimientos de oficina con redes de Trabajo.

La arquitectura del sistema TRAMITA, sus características para ayudar a coordinar la ejecución de trámites y la utilización en este sistema de las Redes de Trabajo se presenta en el capítulo IV.

En este trabajo incluimos una sección de introducción y otra de conclusiones en cada capítulo. También exponemos de manera explícita y conjunta las conclusiones generales de este trabajo, que están contenidas en el capítulo V.

# CONTENIDO

<i>Prefacio</i> .....	<i>i</i>
<i>Agradecimientos</i> .....	<i>iv</i>
<i>Contenido</i> .....	<i>v</i>
<b>I) Computadoras e Información</b> .....	<b>1</b>
1.- Introducción .....	1
2.- Computadoras y Coordinación de Actividades .....	2
3.- Automatización de Oficinas .....	5
<b>II) Estado del arte en automatización de oficinas</b> .....	<b>9</b>
1.- Introducción .....	9
2.- Oficinas y Automatización .....	10
3.- Sistemas Pioneros .....	12
3.1. Correo Electrónico .....	12
3.2. Officetalk .....	14
3.3. SCOOP .....	15
3.4. El Coordinador .....	17
4.- Sistemas Recientes .....	19
4.1. SDPSS .....	20
4.2. OFS .....	22
4.3. COSMOS .....	25
4.4. COOKBOOK .....	27
4.5. ProMinanD .....	30
4.6. Pages .....	32
4.7. Lens .....	33
4.8. UBIK .....	35

5.- Conclusiones .....	39
<b>III) Redes de trabajo</b> .....	<b>43</b>
1.- Introducción .....	43
2.- Definición de redes de Petri .....	46
3.- Redes de trabajo y procedimientos de oficina .....	51
4.- Definición de redes de trabajo .....	58
5.- Conclusiones .....	70
<b>IV) Sistema TRAMITA</b> .....	<b>72</b>
1.- El sistema TRAMITA .....	72
2.- Las Redes de Trabajo y el funcionamiento del Sistema TRAMITA .....	74
3.- Arquitectura del sistema TRAMITA .....	77
4.- Rutinas Programadas .....	82
5.- Conclusiones .....	89
<b>V) Conclusiones Generales</b> .....	<b>91</b>
<b>Bibliografía</b>	
<b>ANEXOS</b>	
Anexo A	
Anexo B	

## Capítulo I

### 1.- Computadoras e Información.

Este siglo se caracteriza por que en él han ocurrido y están ocurriendo grandes progresos en los dominios de la ciencia y la tecnología. Estos adelantos y sus aplicaciones alteran nuestros hábitos y nuestras relaciones con el medio ambiente. Afectan las estructuras económicas y sociales creando nuevas relaciones de poder que modifican y sustituyen a las actuales. Muchos de estos cambios se deben al desarrollo de la industria electrónica y a sus aplicaciones en computación y comunicación.

En los períodos anteriores de innovación y cambio tecnológico, como la revolución industrial se crearon herramientas que extendían las capacidades físicas del hombre, no obstante algunas invenciones del período actual tienen la característica de favorecer la capacidad intelectual y la capacidad de comunicación de los seres humanos, la computadora es una de estas invenciones.

La computadora auxilia al hombre en el manejo de información, la que es indispensable para producir conocimiento. Con él los individuos son capaces de explicar y predecir hechos de la realidad, de diseñar estrategias de comportamiento para lograr objetivos individuales y sociales. Para las organizaciones sociales las computadoras se han convertido en instrumentos indispensables para su funcionamiento, a tal grado que sin éstas las organizaciones y la sociedad actual no serían concebibles.



Las computadoras se han transformado en objetos familiares, ordinarios y de gran influencia, social e individualmente. Conforme su uso incrementa los millones de computadoras existentes liberaran, aun más, su poder transformador modificando el carácter de muchas de las tareas sociales en las que auxilian al hombre.

El uso e integración de las computadoras con los nuevos sistemas de comunicación transforman la sociedad haciéndola mas compleja, creando nuevas formas de interacción o facilitando las ya existentes entre agentes sociales, sean éstos individuos o instituciones, que realizan acciones tendientes al buen funcionamiento de la sociedad.

Los agentes sociales al manejar mas información aumentan su poder e incrementan sus funciones o la especialización necesaria para la realización de éstas. Por esta especialización se incrementa también el número de interacciones necesarias entre agentes sociales, por lo que las computadoras y la nueva tecnología en comunicación tienen un papel central, formando parte de las interfases que favorezcan la interacción y colaboración entre agentes.

Así como en las fábricas se procesan materias y energía para producir bienes, en las oficinas se procesa la información necesaria para el servicio y funcionamiento de la sociedad actual. Es en éstas donde se implementan y utilizan las nuevas formas de coordinación basadas en computadoras y en donde se modificaran mas los patrones de interacción y colaboración de sus agentes.

## **2.- Computadoras y Coordinación de Actividades.**

Una red de computadoras es un medio por el que personas físicamente alejadas pueden trabajar conjuntamente. Por el uso de redes de computadoras y las nuevas facilidades de comunicación trasladar el trabajo de la oficina será mas común, con lo cual cambiarán instituciones, oficinas y escuelas. La revolución en la era de la información puede cambiar la sociedad tanto como lo hizo la revolución industrial [TANE].

El núcleo de las nuevas tecnologías en información lo conforman las redes de computadoras, al añadir capacidad de proceso y análisis a los sistemas de comunicación. Usualmente el nombre "computadora" sugiere un dispositivo que recibe información, ejecuta cálculos y presenta resultados. Estos aspectos no captan muchos de los actuales usos de las computadoras, ni de como éstas se utilizarán en el futuro.

Con el aumento y adopción de nuevas formas de coordinación y comunicación basadas en computadoras y telefonía las organizaciones resultan beneficiadas. La acción y el acceso oportuno a la información permite a las organizaciones tomar posiciones ventajosas en su ámbito de acción y en la sociedad. Por ejemplo, los sistemas de reservación de boletos de líneas aéreas las habilitan para considerar más posibilidades de vuelo a sus clientes y para vender boletos simultáneamente en lugares alejados de forma coordinada. Las líneas aéreas que primero adoptaron tales sistemas resultaron ampliamente beneficiadas por el cargo directo de este servicio a sus clientes, por el acceso instantáneo a información sobre ventas de boletos y la operación de otras aerolíneas.

La posibilidad de crear nuevas estructuras de coordinación no tiene por que ligar sólo a personas de una misma organización. Muchas de estas nuevas estructuras involucran relaciones entre diferentes compañías. Por ejemplo en una industria textil de los Estados Unidos se implementaron conexiones electrónicas entre compañías como parte de un sistema de respuesta rápida. Estas conexiones ligan a varias compañías a lo largo de una cadena de producción textil, desde los distribuidores de fibras hasta los almacenes que venden las prendas terminadas a los clientes. Estos sistemas de coordinación unidos a los sistemas de control de producción, de venta y distribución de productos son capaces de manejar información para la toma de decisiones de las empresas, que de otra manera llevarían semanas o meses en recabar.

Cuando tales redes han sido completamente implementadas ayudan a responder a las demandas de los clientes. Por ejemplo cuando una prenda es vendida se generan órdenes para los distintos departamentos que participan en la producción. Estas formas de coordinación multi-organizacional en la industria textil reducen costos de inventario en las distintas etapas de una línea de producción. En un futuro las redes de computadoras no sólo ligarán clientes con proveedores sino también ligarán a posibles competidores.

Los ejemplos anteriores son sólo algunos de ellos que muestran como la tecnología de la información y comunicación está ya lista para facilitar el surgimiento de nuevas formas de coordinación e interacción.

Con las nuevas formas de coordinación basadas en la informática se espera que se modifiquen las estructuras de las instituciones, hacia unas estructuras

basadas en la comunicación, que les permitan a las instituciones autoorganizarse para hacer frente a los cambios del medio ambiente, reorganizando y coordinando la acción de sus agentes.

Debido a éstas posibilidades de coordinación el tiempo para las organizaciones se contrae, actualmente éstas compiten con nuevos parámetros de velocidad y eficiencia. Por ejemplo, la coordinación efectiva reduce el tiempo necesario para el desarrollo de nuevos productos: despachar órdenes, responder a las peticiones de los clientes o reaccionar en forma oportuna a los cambios en el medio ambiente. Con la globalización en comunicación tener o carecer de estas características de velocidad y coordinación puede ser determinante para la vida de cualquier organización.

Creemos que al proliferar el uso de la tecnología informática se abre la posibilidad de implantar sub-redes y sistemas lógicos capaces de reestructurarse según las necesidades de comunicación, coordinación y acción. Estas redes y subsistemas sofisticarán sus funciones haciéndose cada vez más útiles y por consecuencia indispensables en la medida en que su uso aumente.

La acción determina la supervivencia de las organizaciones, sin embargo la información permite tomar las decisiones que determinan la acción de las organizaciones. Es por eso que pensamos a las redes de computadoras y la tecnología de comunicación como parte del sistema nervioso de las organizaciones y de la sociedad. Las estaciones de trabajo son centros de proceso que requieren comunicarse y coordinarse con otros centros de proceso, esto es las neuronas organizacionales o sociales requieren de los canales de comunicación adecuados por los que circule la información procesada hacia otras neuronas.

Con el uso de la tecnología informática no sólo cambiarán las organizaciones sino también el paisaje urbano. El futuro de las construcciones estará ligado al desarrollo y uso de equipos y sistemas informáticos [GANN], actualmente se proyectan edificios pensando en el cableado de redes de computadoras o en sistemas de video.

Así como en las fábricas se procesan materiales y energía para producir bienes; las oficinas son procesadoras de información, la que es el nuevo bien social. En la última década se ha incrementado la fuerza laboral en las oficinas, y es en éstas en donde se implementan y utilizan las nuevas formas de coordinación y donde más se modificaran los patrones de interacción y colaboración de los agentes que ahí laboran.

### 3.- Automatización de oficinas.

El término que describe la aplicación de las ciencias de la computación en el ámbito de oficina es **Automatización de Oficina**. Esta área es relativamente nueva, por lo cual otros términos han sido propuestos para nombrarla, algunos de éstos son: sistemas de información de oficina [ELLI], la oficina del futuro [UHLI], oficina electrónica, oficina sin papel o sistemas integrados de oficina [HIRS]. Debido a que el trabajo de oficina es cooperativo el área de automatización de oficina está relacionada con otra área llamada "Computer Support Cooperative Work (CSCW)" [WLS]. El término automatización de oficina es el más común y su connotación es automatizar actividades más que asistir en labores de oficinas.

El término automatización de oficinas implica muchas cosas y tiene poco significado [TSIC]. La palabra oficina se refiere a unidades funcionales dentro de organizaciones, en las cuales se realizan distintas actividades, sin embargo, es difícil determinar que es exactamente una oficina y lo que ahí se hace. En este contexto ambiguo la Automatización significa cosas distintas. Por un lado automatización de oficinas no es más que proporcionar a los empleados mejores herramientas que teléfonos y máquinas de escribir, con las cuales éstos puedan realizar su tarea en forma más eficiente y efectiva. En el otro extremo la automatización de oficinas implica reemplazar a los agentes humanos por máquinas, para que éstas efectúen automáticamente los procesos.

La Automatización de Oficinas no sólo implica mejorar el tipo de herramientas informáticas que actualmente ahí se utilizan, ni tampoco supeditar la participación o el criterio humano a la actividad realizada por las computadoras. Como entendemos la automatización de oficinas es: la integración de personas, computadoras, tecnología de comunicación, teoría de sistemas y ciencias del comportamiento a las labores de oficina, es éste es el sentido que a nosotros nos interesa y al que pretendemos contribuir con este trabajo.

Para Zisman [ZISM] el objetivo de la automatización de oficinas es el de mejorar su productividad. Sin embargo, el impacto de ésta tecnología informática en el ámbito de trabajo es un tema polémico. En términos generales pensamos que la computadora en la oficina debe ayudar a realizar mejor y más fácilmente lo que ahí se hace, mejorando el servicio que éstas ofrecen y las interfases con el medio ambiente. Deben situar a las oficinas que las utilicen en una situación mas ventajosa y deberían liberar a los empleados de labores tediosas y repetitivas.

El procesamiento de textos, el correo electrónico y la telefonía son herramientas útiles para incrementar la productividad en las oficinas, sin embargo éstas no garantizan la coordinación de los agentes. La automatización de oficinas debe integrar estas herramientas con interfases uniformes y uniformes, las interfases con el usuario final son un factor determinante para el uso y apropiación de un sistema de automatización de oficina [TSIC].

Las oficinas trabajan con información y conocimiento, por lo cual las tareas como el procesamiento de texto se convierten en actividades secundarias [TSIC], el personal que labora en éstas necesita comunicarse y utilizar información para actuar. De ahí que para la automatización de oficinas sean necesarios mecanismos para almacenar y distribuir información, así como para registrar la actuación de su personal.

La automatización de oficinas implica también la posibilidad de desarrollar herramientas con las que se automaticen los procedimientos de oficina. Los que se componen de tareas relacionadas por condiciones temporales, realizadas por diferentes personas. Estos pueden ser estructurados y fáciles de formalizar, o poco estructurados en los cuales la secuencia de tareas a realizar depende de las particularidades de cada instancia de procedimiento y de la intuición y experiencia de los agentes involucrados.

Un ejemplo de un procedimiento estructurado es el despacho de un pedido a un cliente, el cual consiste de: recepción del pedido, verificación del estado contable del cliente, y almacenamiento de existencias, preparación de una factura, provisión del pedido, recepción de pago y entrega de la mercancía al cliente. El ejemplo anterior resulta muy familiar, sin embargo en las oficinas las acciones de un mismo procedimiento son asíncronas y algunas de ellas se realizan en paralelo. Además en las oficinas se manejan grandes cantidades de información y muchos procedimientos suceden en forma concurrente, aunado a esto los procedimientos tienen muchas excepciones y la identificación y clasificación de éstas complica su formalización y desarrollo de sistemas que automatizan procedimientos de oficinas.

Los grupos que desarrollan sistemas de automatización son interdisciplinarios. Dentro de las ciencias de la computación están muy relacionadas con automatización las siguientes áreas: bases de datos, sistemas operativos, lenguajes de programación, inteligencia artificial, redes de computadoras y sistemas distribuidos.

Como mencionamos anteriormente la automatización de oficinas no es sólo una tecnología que permite hacer más fáciles las cosas, sino que su utilización implicará cambios significativos. Gran parte de lo que se ha escrito sobre el impacto de introducir computadoras en el ámbito de oficinas son reflexiones parciales o generalizaciones sobre estudios de caso particulares. Como en cualquier otra tecnología existen posiciones encontradas sobre su uso y sus impactos.

Como hemos visto el contexto y la forma de trabajar y coordinarse en las oficinas está cambiando. Por lo cual las ideas sobre calidad y productividad en la oficina deben también modificarse. Estos conceptos deben tomar en cuenta el aspecto social de las oficinas. Al medir su productividad se debe tomar como un aspecto esencial a los usuarios del servicio. Por ejemplo, el número de usuarios que han sido atendidos y si están o no satisfechos.

Entender el uso de las computadoras en actividades de coordinación es importante para comprender que al adquirirlas no sólo obtenemos tecnología, sino que también podemos adoptar nuevas formas de trabajo, cooperación y comportamiento.

En esta tesis proponemos el sistema de Automatización de Oficinas **TRAMITA** que pretende ser una herramienta que ayude a la coordinación de agentes en el ámbito de oficinas.

El objetivo del sistema **TRAMITA** es el de ser una herramienta de comunicación y coordinación humana en las oficinas, a través de la cual se realicen de manera eficiente y efectiva los procedimientos estructurados y de rutina que se realizan en las oficinas.

Nosotros conceptualizamos al sistema **TRAMITA** como una herramienta con la cual programar redes de computadoras, los programas que corran con **TRAMITA** son aquellos que especifiquen el flujo de acción necesario para los procedimientos de oficina.

Para poner en contexto nuestro trabajo en el siguiente capítulo exponemos un panorama del estado actual de desarrollo en esta área de las Ciencias de la Computación. Esta reseña está basada en la lectura e interpretación de una parte de la literatura sobre el tema, esperamos que sea suficientemente amplia para ubicar nuestra propuesta, hacer notar su novedad, sus limitaciones y sus ventajas.

Para la especificación de procedimientos de oficina con sistema TRAMITA definimos una subclase de redes de Petri a la que llamamos Redes de Trabajo. En el capítulo tres exponemos detalladamente ambas clases de redes. Haremos explícitas las consideraciones que nos llevaron a la definición de las redes de trabajo, así como el tipo de procedimientos que con éstas es posible modelar y algunas de sus propiedades. En el apéndice (A) mostramos mediante unos ejemplos la utilidad de las Redes de Trabajo para representar, diseñar y analizar procedimientos de oficina.

En el capítulo cuatro presentamos el diseño del sistema TRAMITA y describimos su funcionamiento en redes de computadoras. Dicho funcionamiento se describe desde el punto de vista del usuario, así como desde la perspectiva del diseñador de las actividades de oficina. Para finalizar exponemos algunas de las rutinas que hemos programado como prototipo del sistema y que son parte fundamental del desarrollo del sistema.

Cada capítulo contiene una sección que explica su contenido así como una sección de conclusiones propias del mismo.

## Capítulo II

### Estado del Arte en Automatización de Oficinas.

#### 1.- Introducción

En este capítulo proporcionamos un panorama sobre el estado del arte en la investigación sobre Automatización de Oficinas. El propósito no es hacer una revisión exhaustiva sino establecer un marco adecuado para contextualizar nuestra propuesta.

La automatización de oficinas es el origen de importantes investigaciones en ciencias de la computación. Compañías transnacionales como IBM, Xerox, AT&T, Lotus (entre otras) invierten gran cantidad de recursos en investigar cómo automatizar los procesos de información que ocurren en las oficinas<sup>1</sup>. También en universidades y en centros de investigación tienen lugar proyectos en esta área de las ciencias de la computación; por ejemplo en la universidad de Toronto, en el Instituto Tecnológico de Massachusets (MIT), en la universidad de Pennsylvania, entre otras; en instituciones de investigación de la Comunidad Económica Europea como GMD (Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung) en Alemania y el Politécnico de Milán en Italia realizan proyectos en ésta área, algunas de las cuales están financiadas por el proyecto ESPRIT (European Strategic Programme for Research and Development in Information Technologies).

Algunas de las investigaciones actuales en esta área enfocan el problema de automatizar el trabajo de las oficinas desde la perspectiva de *actividades cooperativas*, más que desde la visión de desarrollar sistemas que administren o

---

<sup>1</sup>[ELLI] pp.28



procesan la información. El propósito actual es diseñar herramientas que ayuden a la coordinación de grupos de trabajo para facilitar la realización de actividades conjuntas. El interés de la investigación en esta área es en el desarrollo de sistemas que propicien que las cosas que deben suceder en la oficina, sucedan efectiva y eficientemente.

El área de sistemas en automatización de oficinas orientados a coordinar grupos de trabajo es un campo interdisciplinario. Para que éstos sistemas se integren a la actividad cotidiana es necesario integrar conceptos de diversas disciplinas. Algunas de éstas son sociología, administración, psicología, lingüística y por supuesto otras ramas de las ciencias de la computación.

## 2.- Oficinas y Automatización

Las oficinas son lugares donde se produce, maneja y transforma información a través de la acción humana. Las aplicaciones de la tecnología en cómputo y comunicación en el ámbito de oficinas han cambiado algunas de sus características, por ejemplo características espaciales y temporales; sin embargo, no han cambiado sus funciones sustantivas ni la concepción que sobre éstas tenemos.

Las oficinas tienen objetivos específicos que al cumplirlos proveen a la sociedad de ciertos servicios necesarios para su funcionamiento. Los procesos en las oficinas se inician a partir de solicitudes de servicio, las que pueden ser internas o externas y están relacionadas con un fin común o por condiciones determinadas por el tiempo. Para el buen funcionamiento de una oficina no es suficiente procesar información de manera adecuada, es también necesaria la participación humana y su coordinación.

En el área Automatización de Oficinas se utilizan distintas concepciones de lo que es una oficina como punto de partida para el desarrollo de sistemas de automatización. Algunas de estas concepciones perciben a las oficinas como:

- un conjunto de actividades relacionadas por condiciones temporales y sin orden estricto en su ejecución.
- un conjunto de personas que "ejecutan sus tareas".
- un conjunto de procesos en los que se utilizan diferentes instrumentos de comunicación (teléfono, documentos, formatos).

- Información que se consulta y manipula por distintos agentes de oficina.

Estas concepciones conservan características comunes al trabajo de oficina, por ejemplo la ejecución asíncrona y en paralelo de actividades, el manejo de un gran número de excepciones en un medio ambiente distribuido, en el que también ocurren cambios de personas, métodos de trabajo y estructuras organizativas.

En las oficinas existen básicamente dos formas de organizar el trabajo: trabajo estructurado y trabajo sin estructura. El primer tipo es en la mayoría de los casos trabajo de rutina, en el que para su realización existe una secuencia preestablecida de acciones. El otro es resuelto por iniciativa y experiencia de los diversos agentes que intervienen en el proceso. Sin embargo las dos formas de trabajo son cooperativas y están divididas en dominios de especialización, manejados por diferentes personas que tienen que coordinarse para el logro de fines comunes.

Al coordinar la ejecución de tareas cooperativas, al incrementar la información disponible para que los agentes participen en éstas y al mejorar la comunicación entre grupos de trabajo, los sistemas de automatización deben incrementar la calidad de los servicios que las oficinas ofrecen, así como mejorar el ámbito de trabajo y respetar la independencia de los agentes que ahí laboran, los cuales deben percibir a estos sistemas como herramientas que faciliten la realización de sus funciones.

Actualmente las herramientas informáticas más comunes en las oficinas son procesadores de texto, hojas de cálculo, manejadores de bases de datos, etc., con ellas sólo es posible realizar el trabajo individual, como editar documentos o generar reportes; sin embargo, el trabajo de oficina ocurre en un contexto de cooperación y participación, en el cual estas herramientas, por sí solas, no garantizan la intervención efectiva de los trabajadores en las actividades cooperativas.

Muchos de los sistemas que trabajan en redes de computadoras no explotan las posibilidades de comunicación que éstas ofrecen, por lo que dichos sistemas no propician el trabajo conjunto. Dichos sistemas fueron diseñados para intercambiar información y compartir recursos de cómputo.

Las redes de computadoras son el vehículo tecnológico que abren la posibilidad de coordinar la acción humana en actividades cooperativas, al distribuir información a los agentes y registrar el inicio y fin de actividades, las redes de computadoras deberían liberar a los agentes humanos de actividades de rutina y poco creativas.

Un aspecto que distingue a los sistemas de automatización de oficina de los sistemas tradicionales de procesamiento de información, es la autonomía y funcionalidad de sus componentes. En los sistemas de procesamiento de datos se implementan algoritmos cuya ejecución es controlada centralmente, y que trabajan sin necesidad de la interacción humana. Además en estos sistemas es imposible manejar excepciones o que tomen decisiones sobre "pequeñas" discrepancias que el sentido humano puede pasar por alto.

Un sistema de automatización de oficina debe ser una herramienta que integre a las computadoras y a la tecnología de comunicación a la participación humana, que permita la coordinación de acciones que se realicen en forma asíncrona y paralela, sin que los agentes encargados de realizarlas pierdan su autonomía.

En las siguientes secciones revisamos algunos sistemas de automatización en oficinas que por sus características han influenciado el desarrollo en esta área, porque representan alguna tendencia importante o porque en su desarrollo se incorporan ideas novedosas.

### 3.- Sistemas Pioneros

El desarrollo de la tecnología en redes de computadoras y su integración a las formas tradicionales de comunicación (teléfono, video, fax), constituye la base para el desarrollo de sistemas en automatización con la perspectiva de coordinar acciones y tareas, que consideren a la oficina, y a su entorno, como un sistema más que como colecciones aisladas de personas, equipos y procedimientos.

Los sistemas que hemos agrupado en esta sección les llamamos pioneros porque que han abierto caminos en el desarrollo en sistemas de automatización de oficinas, mas que por ser los primeros en aparecer o tener alguna importancia comercial.

**3.1. El Correo Electrónico.** Los correos electrónicos aparecieron en la década de los setenta, algunos de éstos eran muy sofisticados y ya operaban con miles de usuarios, como era el caso del correo electrónico de la red ARPANET. La que proporciona desde sus inicios servicios públicos transnacionales de correo electrónico con capacidad para enviar mensajes de un continente a otro.

Un correo electrónico es la tecnología del manejo de mensajes por medios electrónicos, básicamente computadoras. Difiere del teléfono en su naturaleza asíncrona: no requiere de un interlocutor en el momento en el que se desea transmitir

un mensaje. Difiere del telex en que los correos electrónicos tienen la facilidad de almacenamiento, edición y clasificación de mensajes. La ventaja sobre el fax es que los mensajes pueden ser trabajados y redistribuidos sin papel. De la comunicación postal difiere en que no requiere de papel ni de transporte para la transmisión de mensajes.

El desarrollo de las redes de computadoras ha incrementado el uso del correo electrónico, de tal manera que hoy en día cualquier compañía u oficina podría contar y utilizar esta nueva forma de comunicación. Compañías como IBM, DEC, Xerox iniciaron desarrollando su propia tecnología en redes de área local, el éxito de algunas de éstas a llevado a la aparición de estándares de "facto", y que por razones económicas ha habido la necesidad de diversos comités de estándares en redes de computadoras (ISO, ANSI, CCIT).

En los inicios de 1960 surgió la primera red de computadoras a gran escala, conocida como la red ARPANET del departamento de defensa de los Estados Unidos. La red conectaba universidades y otros centros de investigación a través de computadoras distantes, permitiendo el acceso a distintas máquinas.

El correo electrónico habilita a usuarios de una red de computadoras para comunicarse entre sí, el correo electrónico mas que ser un sistema en sí es una herramienta de las redes de computadoras que en sus inicios fue considerada adicional y de importancia menor. Sin embargo, el correo electrónico se ha convertido en una de las características mas populares de las redes de computadoras.

Desde entonces muchas organizaciones han instalado redes internas, que conectan algunos empleados hasta cientos de personas. Algunas de estas redes se conectan a la red Internet, la sucesora de ARPANET.

En la actualidad existen mas de 40 redes de área amplia de computadoras (Wide Area Network, WAN) la mayoría de éstas se encuentran en Canadá, Estados Unidos y Europa, con más de 50,000 máquinas anfitrionas (hosts). El uso de estas redes es desde cooperación académica hasta redes privadas para las operaciones de grandes compañías.

Algunas de las características de los correos electrónicos son ya utilizadas por los sistemas en automatización de oficinas que añaden la capacidad de proceso lógico a los medios tradicionales de comunicación.

**3.2. OfficeTalk-Zero.** OfficeTalk fue un sistema para automatizar oficinas, desarrollado por Xerox en 1976. Este sistema se origino con el estudio de lenguajes capaces de expresar procedimientos de oficina. El primer prototipo de OfficeTalk fue probado e implementado en un ámbito administrativo en 1977.

La primera versión del sistema OfficeTalk corría en redes de microcomputadoras, cada microcomputadora tenía una capacidad de 128K palabras de 16 bits, 2.5 Mb de memoria en disco y un monitor que permitía desplegar ventanas que se manipulaban con "mouse" (ratón) y teclado.

Para los diseñadores de OfficeTalk un sistema de automatización de oficinas debe estar fundamentado en la manipulación de objetos simples que sean los portadores de información, en OfficeTalk dichos objetos son formas y archivos de formas. En este sistema la comunicación entre los agentes de oficina es por la transferencia electrónica de formas entre las estaciones de trabajo. Para los usuarios OfficeTalk debe ser una herramienta electrónica que ayude a la realización de sus tareas.

OfficeTalk se diferenciaba de muchos de los sistemas de información anteriores a él, ya que intentaba sustituir el papel en las oficinas por la circulación de formas electrónicas. Con las facilidades para manipular formas en OfficeTalk los usuarios pueden crear y distribuir electrónicamente los documentos de trabajo.

Las herramientas que integraban OfficeTalk ya existían en programas separados, OfficeTalk las integra y las presenta con interfases uniformes a través de ventanas. Algunas de las herramientas que contenía el sistema OfficeTalk eran: editor de texto, paquete gráfico, correo electrónico y un módulo de manejo de documentos.

OfficeTalk se ejecutaba en una red en la que el servidor contenía a la unidad de control del sistema, esto es, contenía el directorio de usuarios, los conjuntos de formas y el correo pendiente. En este sistema se creaban formas que se almacenaban en el "stock de formas en blanco", para después ser usadas. Una vez llenas y almacenadas se enviaban y distribuían a los destinatarios correspondientes a través del servidor del sistema.

Para implantar una aplicación particular de OfficeTalk se diseñaba un conjunto de formas en un editor gráfico, las cuales se almacenaban en las bases de datos del sistema. En cada aplicación se utilizan los catálogos de: correo recibido,

correo enviado recientemente, correo por enviar, formas utilizadas por el usuario y formas en "stock" listas para ser utilizadas.

Para crear un documento el usuario seleccionaba y llenaba una forma en blanco del "stock", la que se desplegaba en una ventana para que se captara información. Una vez que la forma había sido trabajada ésta se integraba al catálogo de formas del usuario, una copia se depositaba en el correo pendiente, el cual era actualizado cada vez que el usuario transmitía correspondencia. El usuario podía trabajar un documento ya existente y manipular los catálogos del sistema a los que tenga acceso.

Con el sistema OfficeTalk no era posible especificar trabajo de rutina, ni comunicaciones estructuradas entre grupos de trabajo, tampoco era posible consultar bases de datos comunes a través de las formas utilizadas en alguna aplicación. Los diseñadores de OfficeTalk señalan que estos aspectos deberían ser resueltos por sistemas de automatización más generales. Para representar trabajo procedural algunos sistemas más recientes dividen el mensaje en dos partes, una contiene la información y la otra las reglas de envío de mensajes, lo que significa que cada participante debe ser capaz de interpretar la información relacionada con la dirección de los mensajes.

La aportación de OfficeTalk al desarrollo de sistemas de información y automatización de oficinas es haber mostrado la posibilidad y utilidad de integrar distintas herramientas en un solo sistema. Así mismo OfficeTalk estaba dirigido a usuarios no expertos en computación que lo manejaban a través de ventanas, que para 1977 eran un tipo sofisticado de interfaces.

OfficeTalk no sólo puede considerarse el precursor de muchos paquetes comerciales actuales, sino también uno de los primeros sistemas de automatización en tomar en cuenta aspectos de cooperación y coordinación del trabajo de oficina.

**3.3. SCOOP.** El sistema SCOOP (System for Computerization Of Office Processing) fue implementado por Zisman en la universidad de Pennsylvania a principios de la década de los 80. El sistema SCOOP fue diseñado para especificar, representar y automatizar procedimientos de oficina.

El desarrollo conceptual del sistema SCOOP está basado en redes de Petri (capítulo 3) y en representaciones de conocimiento. Zisman considera a las oficinas como sistemas con actividades asíncronas y concurrentes. Un aspecto novedoso del

---

sistema SCOOP es que utiliza la misma base conceptual para representar, especificar y automatizar los procesos de oficina.

Para especificar y automatizar los procedimientos de oficina en el sistema SCOOP se utilizan dos niveles de *representación*. En uno se utiliza una estructura que maneja la computadora, llamada *representación interna*, a través de la cual el sistema controla la ejecución de procedimientos; la otra es una *representación* con la cual los usuarios especifican los procedimientos de oficina, a ésta le llaman *representación externa*.

En SCOOP las representaciones internas son las entidades de control que contienen la lógica y la secuencia de actividades a ejecutar para cada procedimiento. En SCOOP las representaciones internas son redes de Petri en las que a cada transición de la red se le asocian funciones del procedimiento, a estas funciones se les llaman reglas de producción y constituyen la base de conocimiento del sistema SCOOP.

La ventaja de representar y controlar procedimientos con redes de Petri, permite al sistema monitorear instancias activas de procedimientos y ejecutar automáticamente actividades.

En este sistema se especifica una red de Petri para cada agente que participa en un procedimiento, dicho agente es frecuentemente, pero no siempre, una persona. Las reglas de producción asociadas a las transiciones de las redes están

contenidas en tablas que el sistema maneja. Cada regla de producción consiste de una serie de predicados seguida de una lista de acciones, las que se ejecutan sólo cuando los predicados son ciertos.

Las representaciones externas de procedimientos son trasladadas a redes de Petri, que constituyen las representaciones internas, las cuales son ejecutadas por un modulo del sistema llamado monitor, el cual lleva a cabo el control de las transiciones registrando la realización de las acciones asociadas a las transiciones, para después aplicar la regla del "token game" definida en las redes de Petri.

En el sistema se pueden definir algunos procesos que el modulo monitor inicia y ejecuta en forma automática, algunos otros son diseñados para que el monitor los ejecute interactivamente con los agentes humanos. Para que el modulo monitor del

---

sistema SCOOP pueda ejecutar varias tareas en paralelo, por ejemplo mandar y recibir mensajes, fue necesario desarrollar "hardware" específico.

Para la representación externa de procedimientos en SCOOP se utiliza un lenguaje de especificación que permite: definir documentos, instanciar y especificar actividades, y expresar toma de decisiones, concurrencia y paralelismo en la ejecución de acciones.

El modelo del sistema SCOOP se utiliza tanto para el lenguaje de especificación de procedimientos como para su representación interna. El sistema SCOOP es el primero en considerar a la oficina como un sistema más que como una colección aislada de personas, equipos y tareas. No obstante las limitaciones del sistema SCOOP sus nociones básicas y su diseño influyeron en el desarrollo posterior de sistemas de automatización de procedimientos de oficina.

3.4. EL COORDINADOR. El COORDINADOR es un producto desarrollado en "Action Technologies" en 1985 por F. Flores y J. Ludlow.

Los diseñadores del COORDINADOR consideran que la vida de una organización depende de la acción humana, individual y conjunta, más que del procesamiento de información que en éstas se realice. A las organizaciones les conciben como estructuras que coordinan la acción de sus agentes y en las que el trabajo individual pertenece a una red de acción determinada por el lenguaje.

La habilidad para modificar y anticipar el comportamiento de otros a través del lenguaje es un factor que determina la acción dentro de las organizaciones humanas. Lo anterior refleja la importancia de incorporar algunos aspectos lingüísticos en los sistemas de comunicación. F. Flores, T. Winograd y J. Ludlow diseñaron el COORDINADOR con la intención de integrar esta dimensión lingüística, y sus implicaciones, a sistemas de comunicación basados en computadoras.

El fundamento para la teoría de coordinación propuesta por F. Flores es la teoría lingüística de los actos de habla. En términos generales ésta última establece que hablar, o en forma más general comunicarse, es equivalente a actuar<sup>2</sup>.

La teoría de los actos de habla se inicia en 1962 con la aparición de libro

---

<sup>2</sup>En el apéndice C de este trabajo aparece una explicación más amplia de la teoría de los actos de habla.



"How to do things with words" del filósofo inglés J. Austin. Esta teoría no considera el valor de verdad de ciertos enunciados, sino la consecuencia de pronunciarlos, que bajo ciertas circunstancias su sola formulación modifica el estado del mundo, creando condiciones para acciones futuras. Por ejemplo, declaraciones de guerra o la declaración de un juez: "... los declaro marido y mujer ...".

La COORDINADOR considera a los actos de habla que ocurren en las conversaciones dentro de un ambiente organizacional, ya que éstos abren y determinan la posibilidad de acción futura, por lo cual su ocurrencia determina el funcionamiento de una organización.

En organizaciones (y en oficinas) la acción se genera a partir de ofertas y/o peticiones entre personas. Si un emisor formula una petición el receptor la puede rechazar o prometer su cumplimiento. Esta decisión determina la acción futura (inmediata o no) de ámbos, de tal manera que si el receptor acepta tiene que realizar las acciones necesarias para el cumplimiento de la petición y posteriormente informar el resultado de sus acciones, con lo que la conversación continua abriendo nuevas posibilidades de acción.

Como hemos dicho, el trabajo dentro de organizaciones está estructurado por conversaciones. El COORDINADOR está diseñado para manejarlas junto con las posibilidades de acción que éstas abren registrando la evolución de conversaciones a través de la realización de actividades (contestar, pedir, recordar, etc).

El COORDINADOR es similar a una agenda electrónica, sin embargo la forma de organizar los pendientes es distinta, la agenda los organiza en base al tiempo, el COORDINADOR además los organiza en base al objetivo y prioridad de las conversaciones. En este sistema se editan conversaciones, se envían por correo electrónico y se inspecciona la evolución de cada una de éstas. A cada turno en una conversación se le asigna un conjunto de receptores, un tiempo en espera para recibir una respuesta y una acción asociada.

Para participar o iniciar una conversación dentro del COORDINADOR se requiere de una estación de trabajo, una computadora personal, que esta asociada a una red de computadoras interconectadas con "modems" a través de líneas telefónicas. La comunicación entre estaciones de trabajo está coordinada por un nodo central o servidor de la red, el cual entrega mensajes a los receptores sólo cuando éstos se comunican con él.

El COORDINADOR es una herramienta para propiciar que las cosas que tienen que suceder sucedan. Una crítica a la teoría de coordinación de Flores y J.Ludlow es que en ésta no se provee a los agentes de los recursos necesarios para que éstos puedan llevar a cabo las acciones asociadas a una conversación.

Algunos otros sistemas han sido desarrollados en base a la teoría lingüística de los actos de habla. Uno de estos es el desarrollo del proyecto CHAOS de la universidad de Milán. Con éste sistema se describen patrones de conversación dentro de una organización. Estos patrones especifican las condiciones bajo las cuales las acciones deben realizarse, además registra las metas que han sido alcanzadas por la realización de acciones.

Según los autores del proyecto CHAOS su tecnología para la coordinación extiende a la de F. Flores, ya que relaciona recursos y roles a la realización de una actividad de oficina.

El COORDINADOR es una herramienta que puede ser utilizada para explorar posibilidades de acción y para ayudar a resolver ciertos procesos que no son de rutina a través de conversaciones y de sus acciones asociadas.

El impacto de la teoría de los actos de habla y de la teoría de la Coordinación de F.Flores y J.Ludlow en las ciencias de la computación ha producido una forma novedosa de comunicación vía computadoras y un nuevo tipo de sistemas (los sistemas coordinadores).

#### 4.- Sistemas Recientes.

En la década de los ochenta se incrementó el interés por automatizar los procesos de oficina. A nivel académico y de investigación aparecieron muchas publicaciones de las ciencias de la computación relacionadas con esta área. A nivel comercial aparecieron productos bajo el "slogan" de automatización de oficinas,

muchos de los cuales han desaparecido y algunos otros son "paquetes" que sólo integran agendas electrónicas a herramientas para editar y enviar documentos de oficina.

La gran mayoría de los sistemas actuales no son suficientemente amplios para que pueda operar con ellos cualquier oficina, por lo que existe la necesidad de desarrollar nuevas estrategias de análisis y representación de los procesos de oficina.

Por lo anterior son muchos los puntos de partida para desarrollar los nuevos sistemas en esta área. Existen diversas opiniones de lo que es una oficina, así como diversos conceptos y marcos teóricos utilizados en el desarrollo de propuestas y medios ambientes de implementación de éstas. De ahí que, sólo exponemos algunos trabajos, de los muchos aparecidos, que creemos son significativos porque han influenciado algunos otros o porque aportan aspectos importantes sobre la automatización de los procesos de las oficinas.

4.1. SDPSS. La propuesta del modelo SDPSS ("Supporting Distributed Office Problem Solving in Organizations. [WOOI]") de Carson C. Woo esta orientado hacia la especificación del trabajo cooperativo y no estructurado que se realiza en oficinas.

El concepto básico de dicho modelo es el de "objeto". Un objeto se especifica por una unidad sintáctica que encapsula datos, operaciones y el comportamiento del objeto en su medio ambiente. Un objeto de este modelo se conforma de lo siguiente:

- nombre
- clase
- lista de objetos conocidos
- declaración de variables
- reglas o métodos. (que indicarán el comportamiento del objeto con el medio ambiente)

En el modelo SDPSS las clases de los objetos primitivos son las siguientes:

(a) **Objetos dato:** los cuales almacenan información inactiva.

(b) **Objetos tarea:** los cuales modelan los procedimientos de oficina, ejecutando acciones por sí mismos y en forma coordinada con otros objetos, para lo cual poseen información.

(c) **Objetos agente:** los cuales llevan información a los objetos tarea.

(d) **Objeto monitor de tareas:** los que representan la lógica del funcionamiento de oficinas. Estos objetos coordinan la ejecución de objetos tarea y su relación con objetos tipo dato y tipo agente.

Uno de los propósitos de los objetos tipo monitor es el de resolver conflictos en la ejecución y coordinación de acciones entre los objetos tipo tarea asociados a un monitor. A diferencia de los objetos tarea que cooperan para alcanzar un fin los monitores no ejecutan acciones ni se comunican con otros objetos, sólo los coordinan.

Para realizar sus acciones los objetos tarea se comunican entre sí a través de distintos mecanismos, por medio de mensajes entre objetos asociados a un mismo monitor, en áreas comunes de trabajo y a través de los objetos agente.

Un objeto monitor de tareas puede representar un jefe o administrador de oficina; mientras que los objetos tarea pueden representar al personal que sabe como realizar acciones.

La finalidad de los objetos agente es la de obtener, combinar y distribuir la información necesaria para la realización de actividades. En un ambiente de control y actividad distribuida la información es almacenada en el lugar en el que se produce, por lo que los agentes "visitan" al personal que la genera, para después llevarla a donde sea necesaria.

Este modelo pretende respetar la estructura de una organización, así como la manera en que sus agentes ejecutan individualmente sus tareas y las formas de coordinación para lograr un fin común. Al respetar las formas individuales de realización del trabajo se producen inconsistencias que son resueltas por las reglas de los objetos tipo monitor y por la experiencia de usuarios externos.

En esta propuesta el conocimiento y el registro de la acción de las oficinas está contenido en bases de datos distribuidas. Este modelo propone una solución de coordinación de acciones en un ambiente distribuido, en el que éstas ocurren en forma concurrente y asíncrona.

Este modelo está relacionado conceptualmente con trabajos en automatización de oficina realizados en la universidad de Toronto. La integración y descripción de algunos de estos trabajos es descrita en forma de ficción en "Objetworld" [TSIC]. En inteligencia artificial existe el modelo de actores ["Actors", Hewitt 1977] propuesto por Hewitt, con el cual "Objectworld" tiene muchas similitudes.

"Objetworld" es una ficción de un medio ambiente animado por computadoras. La descripción del comportamiento de los habitantes de Objetworld, los Kno's (knowledge objects), es a través de analogías con mundos animales; los Kno's son objetos que pueden crearse, destruirse, reproducirse, cooperar con otros Kno's y ser controlados. Los Kno's son objetos que coleccionan y distribuyen información, éstos coordinan actividades y participan en los eventos de oficina.

El modelo de "Objetworld" es la abstracción de una serie de conceptos expuestos en la colección de artículos "Office Automation"<sup>3</sup>. Algunos de estos artículos tocan ciertos aspectos de integración de diversos sistemas y conceptos relacionados con el desarrollo de herramientas de automatización de oficinas. En algunos otros se exponen técnicas de bases de datos e inteligencia artificial que pueden ser útiles en nuevos desarrollos de sistemas en esta área. Algunos otros exponen métodos dinámicos de mantenimiento de catálogos, de asignación dinámica de recursos, de mecanismos de envío de mensajes y de etiquetación de estaciones de trabajo en ambientes distribuidos, útiles para la comunicación entre agentes. En estos artículos se representan a los Kno's como formas, objetos, procesos o roles, pero siempre en ambientes distribuidos.

En el siguiente sistema que revisamos se implementaron los Kno's como formas electrónicas, las cuales involucran datos y agentes que cooperan para lograr fines comunes. En este sistema se implementaron los Kno's para automatizar los procesos estructurados de oficina.

4.2. OFS. Con el sistema "Office Form System" ([HOGG]) se automatizan los procedimientos estructurados de oficina a través del manejo de formas.

En este sistema los usuarios especifican operaciones en formas electrónicas, en las que algunas acciones se ejecutan automáticamente cuando ciertos eventos ocurren, por ejemplo cuando las formas asociadas a un mismo procedimiento son recibidas en una misma estación de trabajo.

Las razones de por que representar y automatizar procedimientos de oficina a través de formas son los siguientes:

---

<sup>3</sup>"Office Automation". Topics in Information Systems Springer-Verlag. 1985. Editor D. Tschritzis.

- Las formas se pueden representar por estructuras de información que son fácilmente manejables por computadoras.
- Las formas son objetos con los que se trabaja en las oficinas, por lo cual el concepto de forma electrónica es fácilmente manejable por los agentes de oficina.

En el diseño de las formas para una aplicación además de especificar las operaciones sobre la información que éstas portan, también se describe el flujo que la información debe seguir en la oficina.

Con el manejo de formas en un ambiente distribuido se pretende alcanzar cierto grado de automatización, sin embargo, algunas características del trabajo de oficina dificultan el desarrollo de un sistema suficientemente general, algunas de estas características son: ejecución asíncrona de actividades, el alto volumen de información que se tiene que distribuir y organizar, la cantidad de excepciones que se presenten en la ejecución de actividades, la acción concurrente y la toma de decisiones.

La propuesta de Hogg consiste en integrar un manejador de bases de datos relacionales (MRS), un sistema administrador de formas (Office Forms System) OFS y un sistema manejador de acciones que haga posible la ejecución automática de procedimientos de oficina a través del procesamiento de formas.

El sistema OFS fue implantado en el lenguaje de programación "C" en un ambiente UNIX. Este sistema trabaja en redes de computadoras, en donde cada usuario manipula las formas que están temporalmente almacenadas en su estación de trabajo.

En el sistema OFS existen dos maneras de manejar formas, formas en blanco e instancias de formas. Las formas en blanco únicamente muestran la disposición de la información "contenida" en la forma, las instancias de formas representan procedimientos en ejecución, estas son almacenadas como registros en las bases de datos del sistema. Cada instancia es única, el sistema asigna un identificador para ésta al momento de su creación. El sistema OFS es pasivo, esto significa que el usuario inicia la ejecución de acciones y que su participación hace avanzar las instancias activas de procedimientos.

Las operaciones que el sistema tiene definidas sobre las formas son creación, selección y modificación. A cada instancia de forma se le asigna un

expediente que contiene formas que están relacionadas con esta de alguna manera, por ejemplo el expediente de formas de algún procedimiento particular.

Para la ejecución de un procedimiento a través de formas el usuario debe especificar los criterios de consulta de información y coordinación con otras formas así como las condiciones para la ejecución automática de acciones.

Para realizar consultas el usuario determina el tipo de forma, los argumentos de la consulta y su extensión. El usuario proporciona estos argumentos llenando parcialmente una forma en blanco. La extensión de las consultas es sólo en su estación de trabajo o en todas las estaciones de trabajo del sistema.

Este tipo de consulta involucra sólo formas de un mismo tipo. Las consultas que involucren formas de distintos tipos se realizan con comandos del manejador de bases de datos. Las consultas y las actualizaciones locales a formas producen dificultades para controlar la concurrencia en consultas distribuidas.

Para especificar secuencias de actividad en un procedimiento de oficina el sistema lo hace a través de "sketches" de formas. Estos especifican las formas involucradas en un procedimiento de oficina, las acciones locales así como las condiciones necesarias para su ejecución. Estas especificaciones se realizan con un lenguaje no procedural con una sintaxis sencilla<sup>4</sup>.

Con los "sketches" se automatiza la actividad a nivel de estación de trabajo, lo que reduce la complejidad para determinar las condiciones de ejecución automática de acciones y se distribuye la capacidad de decisión. Con éste mecanismo se trata de captar la manera en que los trabajadores laboran individualmente, recopilando, procesando, archivando o enviando información, agregando y modificando formas al conjunto de formas que el puede manipular. Las acciones ejecutadas de manera automática sobre formas pueden ser realizadas por programas de aplicación.

Un procedimiento automático es una colección de "sketches" que describen que hacer más que como hacerlo. La especificación de un procedimiento en términos de "sketches" contiene información referente a condiciones locales, condiciones globales, flujo de formas y ejecución automática de acciones.

---

<sup>4</sup>[TSCH] pp 145.

Algunas de las condiciones en los "sketches" de formas son peticiones, como por ejemplo: "... encontrar una forma como ésta...". Una acción en un "sketch" indica como modificar los campos de una forma llamando programas de aplicación cuyo resultado es asignando a campos específicos en un tipo de formas. Los flujos de formas a través del sistema se especifican en "sketches" especiales, éstos son acciones que no están relacionadas directamente con los valores de los campos. Los "sketches" también describen las restricciones a los valores de los campos.

Uno de los objetivos de éste sistema es facilitar la automatización de procedimientos de oficina a través del uso de formas, proporcionando interfases uniformes para todas las herramientas del sistema.

Como ya mencionamos el sistema es la integración de un manejador de formas (OFS), una base de datos relacional y un módulo en el que se especifican las acciones y condiciones de un procedimiento.

En este sistema no existe una unidad de control central que dirija el envío de formas, por lo que el mensaje de la forma está dividido en datos e información sobre la trayectoria de la forma. En este sistema el envío de formas es automático y cada nodo de la red realiza acciones y entiende la descripción del flujo de la forma. En ésta propuesta se implementan los Kno's de "Objetworld" como formas.

En algunos manejadores de bases de datos relacionales se crean y manipulan formas, sin embargo éstas son sólo mecanismos para realizar transacciones con las bases de datos asociadas a una aplicación. En estos manejadores las acciones asociadas a campos o formas son programas con los que difícilmente se podrían automatizar procedimientos de oficina, que puedan coordinar acciones o transacciones con las bases de datos.

Otros grupos de trabajo en el área de automatización de oficinas desarrollan aspectos distintos en un mismo proyecto de investigación. Este es el caso del proyecto COSMOS, a continuación describimos sus lineamientos generales.

**4.3. COSMOS.** El sistema COSMOS (*The Architecture of the Prototype COSMOS Messaging System*, [ARAU]) está diseñado para apoyar y manejar actividades de oficina desde el punto de vista organizacional e individual. El grupo que participa en el desarrollo del proyecto COSMOS es interdisciplinario e involucra a industriales y universidades europeas.



---

Desde el punto de vista individual el sistema provee a los usuarios la información necesaria para realizar sus acciones y hacer uso eficiente del sistema. Esto incluye actividades en las que el usuario está involucrado, nombres de usuarios relacionados con él asignados a distintos roles y el grado avance de cada actividad en la que el participa.

Desde el punto de vista organizacional el sistema proporciona indicadores sobre los flujos de trabajo e información sobre la interdependencia de actividades.

El funcionamiento del sistema está basado en el modelo cliente-servidor. El servidor provee cuatro clases de servicios: configuración, aplicaciones globales, comunicaciones y servicios públicos. Estos pueden ser almacenados en una sola máquina o distribuidos en los nodos de la red.

El proyecto COSMOS automatiza *comunicaciones estructuradas*, que están constituidas por un conjunto de reglas que determinan acciones a través de *actos comunicativos*. Los actos comunicativos son una abstracción de la interacción entre agentes que se dan cuando éstos intercambian objetos portadores de mensajes. Un ejemplo de estructura comunicativa es un *encuentro* que incluye:

- *Roles* (moderador, participantes, secretario).
- *Objetos* portadores de mensajes (agendas, tiempo, fechas, pendientes)
- *Reglas* (protocolos, procedimientos, turnos de participación).

Las estructuras comunicativas se definen con un lenguaje en el que se especifican acciones, roles, condiciones temporales sobre acciones, objetos portadores de mensajes, condiciones globales y reglas. En el proyecto COSMOS las actividades o procedimientos de oficina son instancias estructuras comunicativas, por ejemplo un encuentro se instancia con roles específicos (moderador, participantes), objetos portadores de mensajes y reglas específicas, lo que constituye una estructura comunicativa.

La base teórica del proyecto cosmos, del modelo de las estructuras comunicativas y de su lenguaje de definición son las teorías lingüísticas de los actos de habla y el análisis conversacional<sup>6</sup>. En el proyecto COSMOS se investiga como

---

<sup>6</sup>La tesis principal de esta teoría afirma que la conversación no es un caos sino que sigue ciertas reglas, por ejemplo asignación de turnos en la participación de una conversación.

incorporar conceptos de éstas teorías a sistemas de mensajes electrónicos basados en redes de computadoras, de tal manera que éstos reflejen la dinámica de la comunicación humana.

Con el lenguaje de especificación de las estructuras comunicativas se verifica la coherencia de éstas dentro de actividades, se proporcionan niveles de administración de actividades y se permite estructurar mensajes por tema y tipo. Con éste lenguaje el usuario diseña sus propias estructuras de comunicación.

COSMOS es un sistema de mensajería electrónica en un ambiente distribuido, basado en el protocolo X.400 (MHS). El aspecto distribuido es en las actividades de grupo, en las que sus miembros se encuentran distribuidos en distintos sitios, en los que tienen los datos y programas necesarios para la ejecución de actividades.

**4.4. COOKBOOK.** El sistema COOKBOOK (CoOperative Office work support Based On Office Knowledge, [ISHI]) fue desarrollado en "NTT Human Interface Laboratories" de Japón. COOKBOOK es un sistema de información en el que se automatizan procedimientos de oficina, que integra posibilidades de representación y diseño de actividades de oficina.

Este sistema está basado en técnicas de bases de conocimiento y su fundamento conceptual es el modelo llamado OM-1 (Office Modeling One) desarrollado por participantes del proyecto COOKBOOK. El sistema asiste al trabajo organizacional a través del diseño, planeación, ayuda y ejecución automática de actividades de oficina.

Para los diseñadores del sistema COOKBOOK existen dos tipos de tareas en oficina: las tareas primitivas como crear documentos, llenar formas, enviar mensajes, consultar información, entre otras; y tareas cooperativas en las que participan los trabajadores de la oficina o de otra sección.

Las tareas primitivas son actividades individuales que son seleccionadas para la ejecución de tareas cooperativas, la ejecución de éstas últimas cumplen los objetivos de la oficina y atienden un fin común.

El sistema COOKBOOK integra los siguientes elementos:

- *Modelo de oficina* (OM-1), el cual proporciona las herramientas para representar el conocimiento de las oficinas.

- *Técnicas de sistemas que automatizan procedimientos de oficina.* Estas técnicas posibilitan al sistema COOKBOOK monitorear tareas específicas de la base de conocimiento.

- *Técnicas de bases de conocimiento.* Estas ayudan al usuario a manejar los casos excepcionales que ocurren durante la ejecución de un procedimiento.

El prototipo del sistema está compuesto de un medio ambiente en el que se diseñan, monitorean y ejecutan los procedimientos de las oficinas, los que se almacenan en bases de conocimiento compartidas por los trabajadores. Las tareas de planeación y asignación de funciones y procedimientos se integran a las bases de conocimiento del sistema.

Como ya mencionamos el marco conceptual del sistema es el modelo OM-1, con él que se especifican los objetos básicos del sistema los cuales son:

- *Procedimientos de oficina.* Que están compuestos por actividades y estructuras de control representadas por cierto tipo de gráficas dirigidas, llamadas *redes semánticas*. Estas gráficas muestran la sincronización de actividades a través de conexiones que indican concurrencia y selección de actividades. Un procedimiento puede llamar a otros procedimientos como subrutinas.

- *Documentos.* Los documentos son medios temporales para almacenar información, éstos pueden ser texto, formas o gráficas, entre otros. En el caso de tareas estructuradas una forma (subclase de documento) porta información y determina el flujo de actividades.

- *Agentes y roles.* Los que representan a los trabajadores o a las unidades organizacionales como secciones o departamentos. Los agentes se caracterizan por ejecutar actividades por lo que un agente puede estar asignado a más de un rol, éstos proporcionan servicios. Los roles responsabilizan a agentes para el cumplimiento de actividades.

En éste sistema se representan relaciones entre los objetos de oficina - procedimientos, documentos, agentes- mediante las estructuras de las *redes semánticas*. Las actividades están relacionadas a través de agentes y documentos, los agentes son los responsables de su ejecución y los documentos contienen la

información necesaria en los procedimientos. Las relaciones entre los objetos de oficina que se representan con redes semánticas son del tipo "responsable de..." (relación agente/actividad), "leer de..." y "escribir a..." (relaciones actividad/documento), "pertenece a..." (relación agente/agente). Para los diseñadores del sistema el modelo de representación OM-1 y las redes semánticas captan la estructura de las oficinas.

Las redes semánticas están compuestas por arcos y nodos, los nodos representan objetos de oficina y los arcos relaciones entre éstos. Una red semántica es un objeto de oficina por lo que puede utilizarse como un nodo de otra red semántica de distinto nivel de descripción, éste es un mecanismo para especificar a distintos niveles de abstracción una oficina.

Para especificar los procedimientos estructurados es necesario definir procedimientos de nivel más bajo, por lo que el sistema provee al usuario de un conjunto básico de procedimientos primitivos, como por ejemplo: "llenar una forma", "crear documentos", etc. Las tareas sin estructura son descritas como un conjunto de actividades sin un orden estricto en sus relaciones y sin secuencias de ejecución.

Para especificar los procedimientos en este sistema se utiliza el editor BOOK (Browser Of Office Knowledge Base). A través de una interface visual el editor permite al usuario:

- 1.- Crear nuevos nodos y seleccionar nodos creados de un menú
- 2.- Relacionar nodos (conectarlos con arcos).
- 3.- Editar las estructuras de las redes semánticas.
- 4.- Leer y especificar la información de los nodos.
- 5.- Consultar a los nodos mandándoles secuencias de mensajes.

La base de conocimiento del sistema reconoce tres categorías de descripción de un procedimiento de oficina:

- a) Clases de procedimientos de oficina. Las que contienen a la estructura del tipo procedimiento.
- b) Instancias activas. Esta reconoce trabajos en ejecución.
- c) Instancias terminadas. Este indica trabajos instanciados y terminados.

El monitoreo de las instancias activas es inmediato si el flujo de tareas es completamente controlado por el sistema. Sin embargo la actualización en el avance de tareas poco estructuradas se realiza con la información que proporcionan

los agentes responsables de su ejecución.

La implantación del sistema se realizó en máquinas simbólicas LISP y con en un ambiente de programación orientada a objetos llamado FLAVOR. Los diseñadores de COOKBOOK señalan limitaciones conceptuales del paradigma de la programación orientada a objetos para modelar sistemas con actividades humanas como las oficinas, estas son:

- Al definir conceptos como rol o actividad es difícil determinar las fronteras entre clases e instancias de clase.
- Para reflejar los cambios y el comportamiento dinámico existente en ámbitos como el de las oficinas las clases de objetos y sus instancias tiene limitaciones para automodificar su comportamiento.
- Es difícil modelar procesos distribuidos en el que agentes autónomos aprendan a comunicarse y a trabajar de manera coordinada con otros agentes.

En [ISHI] se menciona la necesidad de un paradigma que permita mayor flexibilidad para modelar objetos portadores de conocimiento en forma dinámica, para que actúen concurrente y cooperativamente. Según los diseñadores de el modelo de Actores ("Actors" C. Hewitt 1977) en programación orientada a objetos concurrente, es una dirección correcta para modelar actividades de oficina.

**4.5. ProMInanD.** El sistema ProMInanD (*Extended Office Process Migration with Interactive Panel Displays*, [KARB], [KARB2]) fue desarrollado en Alemania y financiado por el proyecto ESPRIT.

Este sistema considera al trabajo de oficina como una actividad cooperativa, consistente de una serie de pasos que son ejecutados por diferentes personas con distintos roles. El sistema ProMInanD auxilia en las labores cooperativas de oficina a través de la circulación de folders electrónicos, asociados a los asuntos de oficina.

El contenido de un folder electrónico lo constituyen los documentos que determinan la participación de ciertos trabajadores en una tarea conjunta, el número de documentos en un folder es arbitrario.

El recorrido de un folder por las estaciones de trabajo indica las acciones que ya se han ejecutado, éstas reflejan un camino de ejecución y participación de

todos los muchos posibles. En muchos casos se conoce de antemano los pasos necesarios y a las personas indicadas para ejecutar una tarea. Por la presencia de excepciones en procedimientos de oficina existe la necesidad de desviar el flujo de participación predefinido, proporcionando a los usuarios rutas alternas para el manejo de excepciones, esto ha sido un requerimiento de diseño del sistema ProMInanD.

Con la circulación de folders el sistema ProMInanD pretende automatizar la cooperación en el trabajo de rutina y en el trabajo no estructurado. Los diseñadores del sistema sitúan a las excepciones "entre" ambos tipos de trabajo.

Con la circulación de folders electrónicos se pretende inducir la cooperación de los agentes en las labores de oficina, proporcionándoles la información necesaria para que realicen la actividad que tienen que realizar.

La flexibilidad de la circulación electrónica de folders permite manejar excepciones, automatizar el trabajo rutinario y el trabajo poco estructurado de las oficinas.

En este sistema un folder consta de dos partes, la primera es llamada *migración* en la que se especifican las trayectorias por las que un folder electrónico viaja a través de la oficina, las acciones que deben realizarse en cada etapa de la migración, los documentos que deben manejarse así como los programas de aplicación que los modifican. La segunda sección de un folder es el estatus, ésta contiene el registro de las acciones que ya han sido ejecutadas, así como un relación de los agentes que han trabajado con el folder. El contenido de un folder es el trabajo realizado con documentos y formas necesarios en la ejecución de una actividad.

En este sistema los folders se encuentran en las estaciones de trabajo de los agentes, que eligen a un folder de una pila de trabajos pendientes. Si un folder se encuentra abierto es que un agente está trabajando con él, modificando su contenido a través de algún programa de aplicación. Para modificar las rutas de trabajo especificadas en la migración de un folder electrónico, existen operaciones como "regresar", "delegar", "cancelar", que son útiles para ejecutar el trabajo no estructurado y manejar las excepciones que aparecen al momento de realizar el trabajo de rutina.

El modulo de migración del sistema consta de servidores locales ("Local Migration Server") y de un servidor global, cada servidor local atiende a una estación de trabajo encargándose del envío y recepción local de folders, mientras que el servidor global coordina la comunicación entre las estaciones de trabajo.

Las especificaciones de migraciones son objetos complejos por medio de los cuales se controla el viaje de los folders electrónicos, las que son interpretadas y modificadas dinámicamente, especialmente por desviaciones en su de migración previamente diseñada. El manejo de folders electrónicos es a través de objetos persistentes que son compartidos por diferentes procesos, éstas facilidades son manejadas por el lenguaje de implementación, el cual es una extensión del lenguaje "C" para manejar objetos llamada "Objective-C".

La versión actual del sistema ProMlanD trabaja en estaciones de trabajo SUN, el sistema operativo UNIX con el protocolo de comunicación TCP/IP y el manejador de ventanas SunView. El sistema ProMlanD emplea el sistema de bases de datos relacional TransBase. La interface con el usuario es independiente de los otros módulos del sistema.

**4.6.PAGES.** Como hemos visto existen sistemas de automatización de oficinas basados en el manejo de formas, que utilizan formas computarizadas en vez de sus contrapartes manuales en los procedimientos de oficina. Uno de estos sistemas automatización de oficina es el proyecto PAGES [HAMM2].

En este sistema se conciben a las oficinas como unidades que ofrecen servicios, como objetos abstractos con interfases bien definidas. En este sistema los agentes son los que demandan y atienden los servicios intercambiando y compartiendo formas. Entre los agentes existe una estructura que distingue el rol de cada uno de estos dentro de la oficina. La interfase de un agente es una lista de formas, la que indica lo que un agente ofrece y puede atender. Al intercambiar formas surgen problemas de seguridad y consistencia por la transferencia explícita de información.

En este sistema los agentes trabajan en un ambiente de red transfiriendo formas, en el que la unidad de colaboración y coordinación es llamada proyecto, la que relaciona a los agentes con conjuntos de formas y con la siguiente información para su manejo:

- Cuando y de que tipo son las formas que un agente debe esperar de los otros.
- A que agentes se les deben de distribuir formas
- Las formas que están relacionadas en un proyecto.

La información de un proyecto consta de: iniciador, fecha de inicio, información inicial de cada forma relacionada con el proyecto y agentes participantes.

El estado de un proyecto es: pendiente, en espera o terminado. Un proyecto pendiente requiere de la atención de un usuario. Cada participante de un proyecto tiene una visión local del avance del proyecto.

El inicio de un proyecto se realiza explícitamente, la participación de los demás agentes involucrados en un proyecto se da a través de la recepción y distribución automática de formas.

Para la realización de trabajo en conjunto es necesario compartir información, convencionalmente esto se realiza consultando bases de datos centralizadas. En un ambiente distribuido en el que se manejen formas un mecanismo para compartir información es accedendo a los archivos de cada agente, a través de servidores de formas, de manera tal que los usuarios puedan navegar en el conjunto de formas de cada agente en un ambiente distribuido. Para compartir las formas el sistema utiliza el medio ambiente de ventanas "X Windows", de tal manera que los agentes preservan su autonomía y satisfacen requerimientos de seguridad.

El sistema PAGES ha sido implementado en el sistema operativo UNIX en estaciones de trabajo SUN-3, SUN-386 y máquinas HP/9000-3000 usando el protocolo TCP/IP. Cada agente del sistema interactúa con un X servidor (una interface del sistema X Windows) y el manejador de base de datos INGRES. Esta tipo de arquitecturas aprovecha a los recursos compartidos ya que cada proceso puede correr en diferente computadora dentro de la red. PAGES fue implementado en "C++" usando librerías del sistema "X-Windows" e InterViews para la interface con el usuario, un manejador de formas llamado NIH y las herramientas YACC/LEX para la generación de un "parser" para el lenguaje generador de reglas. En [HAMM2] reportan que la integración NIH, InterViews y C++ presento por el manejo de las clases base de dichos sistemas.

4.7. LENS. El sistema LENS (*Objet Lens: A "Speedshett" for Cooperative Work*, [KUMY]) hace accesibles a los usuarios no expertos en cómputo un conjunto de herramientas computacionales y de comunicación, lo suficientemente flexibles y útiles para auxiliarlos en las actividades de trabajo cooperativo.

Los usuarios definen los patrones información y los objetos de oficina como personas, tareas, productos y mensajes de manera tal que esta definición pueda ser procesada por trabajadores humanos y computadoras.

LENS es un sistema para compartir y coordinar el manejo de información. Para que los usuarios y el sistema puedan manejar información se utilizan ideas de



inteligencia artificial y en sus interfases se integro hipertexto, bases de datos orientadas o objetos, mensajes electrónicos y acciones basadas en reglas. El sistema no incluye todas las posibilidades de los distintos sistemas, pero integra limpiamente gran parte de éstas [LAI].

El sistema es un medio ambiente de base de conocimiento para desarrollar aplicaciones de trabajo cooperativo. Con éste sistema se especifican aplicaciones para compartir información, administración de proyectos, programas de encuentros y conferencia por computadora. Por otro lado el sistema tiene conocimiento sobre otros tipo de objetos como personas, tareas en encuentros, productos y compañías.

El sistema LENS tiene la facilidad de intercambiar la descripción formal de un proceso manejado por computadora, a los procesos informales realizados por personas, debe ser útil para apoyar acciones cooperativas, en donde los patrones de comportamiento y otro conocimiento útil para la cooperación están bien entendidos pero son difíciles de especificar.

Para lograr la característica del sistema mencionada en el párrafo anterior los siguientes conceptos ayudan a representar el conocimiento de los usuarios:

- *Objetos semiestructurados*. Estos representan información pasiva. El sistema provee de una interface a una base de datos orientada a objetos, cada objeto incluye campos, cada tipo de objeto tiene un conjunto de acciones que se pueden realizarse a través de él. Los objetos son ordenados en jerarquías de especialización, heredando campos y acciones de sus objetos padre. Esto provee de facilidades para compartir y almacenar objetos. Los objetos son semiestructurados en el sentido de que éstos pueden contener información específica en sus campos.

El usuario puede modificar los objetos y sus relaciones con otros objetos, éstos se relacionan a través de ligas. Por ejemplo los campos *petición* y *acción* de un objeto *Tarea* contienen ligas con objetos tipo persona que representa el agente que demanda que la tarea realizada y la persona que la realizó. Entonces cuando se inspecciona el objeto tarea es fácil obtener información relacionada con ésta (nombres, número telefónico).

- *Folders*. Un folder es un objeto que contiene otros objetos. Por ejemplo un folders de personas (directorios de la oficina), tareas (tareas terminadas, tareas pendientes, tareas realizadas por otras personas), mensajes (acuerdos de

grupo). Los usuarios pueden adaptar las interfases para resumir el contenido de los folders, por ejemplo seleccionando sólo ciertos campos o seleccionando campos de ligas entre objetos.

- *Agentes semiautónomos.* Los usuarios crean agentes para que procesen información automáticamente a nombre ellos. Los agentes pueden ejecutar acciones por la ocurrencia de eventos tales como: arribo de un mensaje, la aparición de un objeto en un folder específico, cumplimiento de algún plazo o por petición explícita de un usuario.

Cuando un agente ejecuta acciones en forma automática aplica algunas reglas a colecciones específicas de objetos. Si el objeto satisface los criterios de las reglas el agente ejecuta acciones sobre el objeto. Estas pueden ser clasificar, enviar, agregar eventos a un calendario o borrar objetos.

Los agentes, una vez creados, ejecutan acciones sin intervención humana. Sin embargo las reglas para su actuación pueden ser cambiadas ya que éstos a veces requieren de acción humana para que se disparen automáticamente.

En el sistema existen objetos para acciones y encuentros, es posible ordenarlos para que busquen automáticamente en folders a las personas involucradas en tareas específicas. Después mostrar el contenido del folder de tal manera que sólo aparezcan nombres de los participantes y fecha de cumplimiento de acciones.

El sistema LENS fue apoyado y desarrollado en el MIT, implementado en Interlisp-D en estaciones de trabajo Xerox conectadas en red con tarjetas Ethernet. El sistema LENS integra hipertexto y agentes electrónicos basados en reglas. Además de integrar esas herramientas los elementos de LENS como objetos semiestructurados, folders y agentes semiautónomos hacen flexible su uso para especificar trabajo cooperativo.

4.8. UBIK. UBIK ([JONG], 1990) es un sistema para construir y mantener aplicaciones distribuidas dentro de organizaciones. En el sistema UBIK las organizaciones están compuestas por objetos ubicados en distintos sitios, la comunicación entre éstos es necesaria para su acción, que a su vez determina la estructura de la organización. En la representación de UBIK las organizaciones son sistemas que están en cambio continuo.

Una organización es una colección distribuida de subpartes. En UBIK esta distribución se representa por redes semánticas sobre múltiples computadoras. Las

redes semánticas son relaciones entre objetos. El tipo de relaciones entre objetos representan diferentes aspectos de las estructuras organizacionales.

UBIK es un sistema orientado a objetos en el cual el objeto básico es llamado *configurador*. Un configurador realiza acciones al momento de recibir mensajes, que está compuesto de las siguientes secciones: *identificador*, *entrada*, *salida*, *acción*, *vinculo*, *destino* y *control*. La relación de varios objetos configurador forman un objeto compuesto del sistema que representa la estructura de alguna subparte de una organización.

Para transmitir y recibir mensajes del medio ambiente los *configuradores* usan sus secciones de *identificador*, *entrada*, *salida* y *destino*. En la sección de entrada se especifica el conjunto de configuraciones de los cuales se pueden recibir mensajes. La salida especifica los mensajes que el configurador puede mandar o responder.

La creación de objetos compuestos es a través de la sección *vinculo* de los objetos configurador. Existen cuatro tipos de vínculos: *parte*, *prototipo*, *valor* y *etiqueta*. Los vinculo ligan a varios configuradores. El vinculo *prototipo* indica cuando un configurador pertenece a una subclase de algún otro. El configurador subclase hereda la estructura de la superclase. Por ejemplo, en una oficina pueden crearse nuevas clases de empleo y reclasificar algunas de las clases existentes a la nueva clase.

Un configurador distribuido se localiza en una red de computadoras. Los configuradores distribuidos residen en diferentes dispositivos de una red los cuales actúan en paralelo. La especificación de los configuradores distribuidos es en la sección de *control*. Este tipo de configuradores se conectan por vínculos tipo *parte*.

En este modelo la acción se inicia con la recepción de mensajes. Cuando un configurador recibe un mensaje éste lo acepta o lo rechaza, realizando o delegando acción. La acción en las organizaciones ocurre dentro y sobre su estructura. La acción ocurre dentro de estructuras cuando ésta se utiliza para describir la acción. La acción ocurre sobre la estructura cuando se determina la trayectoria de su realización al momento de su ejecución. Por ejemplo, encontrar empleados abajo del nivel ejecutivo. O cuando un mensaje se propaga a través de la organización, por ejemplo encontrar la localidad y estatus de algún trámite particular.

En el sistema UBIK para coordinar la acción de los configuradores en las organizaciones existen unos configuradores especiales llamados *detective*, *padrino*,

engrane<sup>6</sup>. Un configurador detective inspecciona la acción de otros configuradores a través de sus componentes que lo vinculan a otros objetos complejos. Un detective se activa y retransmite a sí mismo.

Un configurador padrino verifica las acciones realizadas por otros configuradores, el padrino decide continuar, retardar o cancelar la acción de estos en las organizaciones. Este tipo de configuradores constituye el mecanismo del sistema UBIK para coordinar acciones paralelas, por ejemplo cancela o retarda acciones en caso de que existan los recursos disponibles para realizarlas, en general los padrinos negocian y distribuyen los recursos para los configuradores activos.

Los configuradores engranes monitorean o censan la acción de otros configuradores. Los engranes están en la estructura de la organización y ejecutan las funciones organizacionales de monitorear acciones (peticiones), cancelan o reemplazan actividades que de continuar inducirían un error y busca información o inicia una actividad a través de la estructura distribuida de la organización.

El diseño del sistema UBIK se basa en la relación acción/estructura de una organización en la que "La acción de una organización tiende a seguir a su estructura y ésta, a su vez, cambia para adecuarse a la acción" ([JONG]). Con este sistema se pretende representar a la dinámica organizacional especificando trayectorias de mensajes y configuradores para construir, mantener y monitorear la acción de las organizaciones.

Del sistema se ha construido un prototipo en él que sólo se han implementado las secciones de entrada, salida, acción y vínculo.parte de los objetos configuradores. El prototipo fue implantado en el sistema Actor.

4.9. Una Algebra para Documentos Estructurados de Oficina. En el área de bases de datos existen diversas extensiones al modelo relacional artículo para manejar objetos y actividades de oficina, una de éstas se expone en el artículo de H.R. Guting "*An algebra for Structured Office Document*" ([GUTI]) en el que se propone una álgebra que proporciona un modelo formal y un lenguaje a través del cual se construyen, almacenan y consultan los documentos de una oficina.

---

<sup>6</sup>Del inglés detective = Quester, padrino = Sponsor, engrane = Tapeworm.

En las oficinas la información se manipula a través de distintos tipos de documentos, como por ejemplo: reportes, cartas, descripciones de productos y servicios, facturas, manuales, etc. La estructura de algunas clases de documentos son más flexibles que la de otros. Por ejemplo, en una organización se pueden manipular varios tipos de facturas, sin ninguna confusión ni inconsistencia en la interpretación de su información.

Los sistemas comerciales manejadores relacionales de bases de datos utilizan la estructura rígida de las formas para crear, extraer y manipular su información eficientemente. Sin embargo, las formas no son los únicos documentos importantes en las oficinas, existen también otros con estructuras más flexibles, por ejemplo cartas o reportes.

En la actualidad las únicas funciones en los documentos de oficina que han sido automatizadas son las de edición y formato. En el futuro aparecerán sistemas que automatizan el manejo de una gama amplia de documentos, desde formas hasta documentos con estructuras más flexibles.

En la álgebra propuesta se manejan, crean, llenan y archivan documentos que además de contener texto puedan incluir gráficas, imagen y voz, a éstos últimos se les llama documentos de oficina estructurados. Así mismo esta álgebra provee una descripción formal para el manejo de copias de los documentos.

En esta álgebra un documento es descrito por *esquemas, instancias y presentación*. Un esquema describe la estructura de cierta clase de documentos, y el dominio de los valores contenidos en cualquier documento de la clase. Cada esquema tiene asociada más de una representación, la cual es desplegada en una instancia de documento en una impresora o en un monitor. El álgebra para manejar documentos sólo describe documentos en términos de instancias y estructuras. En este modelo los documentos son estructuras de jerárquicas, el cual está basado en secuencias anidadas más que en relaciones anidadas.

Como ya mencionamos el álgebra y lenguaje de consulta extiende al del modelo relacional de bases de datos y tiene las siguientes características:

- a) Los objetos compuestos son tratados de la misma manera que los de tipo atómico como los números, cadenas y valores "booleanos". Las condiciones para los operadores de "join" y selección son más poderosas, ya que cualquier expresión es permitida por el álgebra, no importa que complicada puede ser mientras de por resultado un valor "booleano". Dichas expresiones pueden

contener operadores aritméticos o funciones que mapen objetos compuestos en valores atómicos. Por ejemplo, para objetos complejos existe el operador proyección  $\pi$ , que mapea cada tuplo a algún subconjunto de sus componentes.

b) El orden entre los componentes de un documento es una característica importante, para lo cual el álgebra utiliza secuencias de vectores en lugar de conjuntos anidados, es decir importa el orden en los componentes.

c) Trata duplicados de documentos por medio de operadores explícitos.

c) Introduce un operador llamado *lambda*, que permite reestructurar subobjetos, combinarlos con otros objetos (join), derivar valores atómicos y aplicar expresiones a cualquier componente de un objeto.

d) La principal característica de ésta álgebra es mejorar las bases formales de lenguajes de consulta y hacer modelos formales más prácticos [GUTI].

El álgebra propuesta para manejar documentos estructurados de oficina es la base formal para la implementación de un sistema manejador de documentos desarrollado en IBM ([GUTTI]).

## 5.- CONCLUSIONES

El área de automatización de oficinas es un campo interdisciplinario de las ciencias de la computación, por lo que no existe una única dirección en el desarrollo e implantación de sistemas en ésta área, más aún no existe ninguna propuesta suficientemente general que resuelva todos los problemas relacionados con la automatización.

El crecimiento en el área de automatización de oficinas ha sido muy acelerado, sin embargo aún se encuentra en una etapa de formación. Por las características y variedad de las oficinas, creemos en la necesidad de desarrollar herramientas teóricas que ayuden al análisis y al diseño de sistemas y procesos en esta área.

Los conceptos en el área de sistemas en automatización de oficinas han evolucionado desde los conceptos primitivos que sólo integraban en un sistema distintas herramientas de cómputo (hojas de cálculo, procesadores de texto, correo electrónico, etc.); hasta los sistemas que intentan integrar aspectos sociales y organizacionales de la comunicación y acción humana con los avances tecnológicos en cómputo y comunicaciones.

Con el avance en la automatización de oficinas se ha conformado nuevos términos propios para designar aspectos de la automatización en las oficinas, haciendo a un lado los términos propios de la automatización en el área industrial. Por ejemplo sustituir términos como línea de ensamble por uno más propio de la acción humana "coordinación de agentes".

En la literatura en automatización de oficinas se percibe la relación existente entre procesos de información (almacenamiento y distribución) y estructuras organizacionales, sin embargo existen pocas herramientas en que ambas cosas se puedan representar, por ejemplo el sistema UBIK. Es necesario diseñar estructuras de especificación y control de procedimientos de oficina, capaces de distribuir información, mantener la coherencia entre información relacionada y manejar excepciones dentro de procedimientos.

Algunos sistemas representan a la oficina como un conjunto de procedimientos ejecutados por máquinas e individuos (LEN, ProMInanD), un aspecto importante para éstos son los lugares de trabajo y sus necesidades, los cuales se consideran como parte de una red que las liga por comunicación y datos.

La oficina también es percibida como secuencias de trabajo y su coordinación, independientemente si éstas están ligadas a estaciones de trabajo (SCOOP, COOKBOK, CORDINADOR, COSMOS, SACT [WOO2]).

Consideramos que los sistemas de automatización deben proporcionar herramientas computacionales a todos los niveles de una organización, con interfaces uniformes y dando la funcionalidad requerida en cada nivel. Por ejemplo, si un sistema en una organización da facilidades a nivel administrativo, también debe ofrecer herramientas a niveles de mayor jerarquía organizativa, como por ejemplo: ofrecer la posibilidad de cambiar la estructura de los servicios, tener la capacidad de controlar y monitorear la utilización de recursos comunes o tener capacidad de modificar la estructura de toda la organización.

Los sistemas de automatización de oficinas deben ser herramientas poderosas que contribuyan a mejorar la productividad, la comunicación y la coordinación entre sus agentes (persona/persona, persona/institución, institución/institución), a liberar a los trabajadores de las tareas tediosas y hacer más agradables sus actividades, conservando su libertad e independencia.

En los sistemas de automatización se han utilizado los conceptos de forma y objeto que han "demostrado" su utilidad. Sin embargo éstos no parecen ser

suficientemente poderosos para cubrir la variedad de requerimientos y concepciones de manera uniforme. Una oficina involucra gente y sus relaciones formales e informales, los aspectos de una organización como decisión y control son influenciadas por la eficiencia y efectividad de los sistemas que las auxilien [CONR].

En los sistemas de automatización existen dos tendencias de implantación y desarrollo, por un lado existen sistemas que coordinan la acción a través de una entidad central, la que envía mensajes, mantiene el control global del sistema y coordina la acción en la oficina; en el otro lado las propuestas están basadas en ambientes distribuidos en los al momento de especificar el mensaje se especifica también la secuencia de agentes que el mensaje debe visitar. Algunas sistemas como UBIK y ProMinaD dan a los usuarios la capacidad de modificar esas trayectorias en forma dinámica.

En muchos de los sistemas que están orientados a la automatización de procedimientos de oficina, se especifican las reglas de comportamiento de los participantes con el medio ambiente, las condiciones de acción y los resultados de las participaciones.

Los sistemas de automatización de oficinas son la integración de conceptos y herramientas computacionales que proveen más y mejores medios de comunicación en ambientes de trabajo, sin embargo éstos por si mismos no garantizan la participación y acción necesaria de los agentes, por lo que existe el reto de desarrollarlos e insertarlos correctamente en nuestras oficinas.

Para que algunas propuestas pudieran surgir hubo que desarrollar las ciencias de la computación especialmente las áreas de redes de computadoras, sistemas operativos, bases de datos y lenguajes de programación, que permitieron la elaboración de los conceptos mas adecuados para el planteamiento de propuestas.

Como mencionamos al inicio el propósito de este capítulo es hacer una breve revisión sobre el estado actual en la investigación en automatización de oficinas con el fin de ubicar nuestra propuesta, a la que hemos llamado TRAMITA.

TRAMITA es una herramienta para programar redes de computadoras, para especificar y analizar los procedimientos de oficina a través de una subclase de redes de Petri a la que hemos llamado Redes de Trabajo.

Al igual que otros sistemas en la literatura en el nuestro también existe una entidad que coordina la participación de los agentes de oficina. Las propiedades



de las Redes de Trabajo son adecuadas para especificar los procedimientos de oficina estructurados y recurrentes, estas constituyen el centro de nuestra propuesta, en el apéndice A mostramos con ejemplos su utilidad.

Las redes de computadoras actuales ofrecen nuevas posibilidades de comunicación entre los diversos participantes de una tarea. Estas deben ser utilizadas por sistemas en automatización de oficinas para coordinar la acción entre personas. Una tendencia actual es la de añadir capacidad de decisión y proceso a los sistemas de comunicación, como los de telefonía y televisión digital, conformando sistemas mas poderosos para manejar la información necesaria para el funcionamiento y evolución de la sociedad.

## Capítulo III

# Redes de Trabajo

### Introducción

En este capítulo exponemos el tipo de redes que proponemos para representar el trabajo estructurado de las oficinas. A éstas redes les llamamos Redes de Trabajo. Las Redes de Trabajo son una subclase de redes de Petri. En la primera sección del capítulo exponemos los conceptos básicos de redes de Petri, en la segunda damos su definición. En la tercera sección comentamos las razones de porqué las Redes de Trabajo pueden representar el trabajo estructurado, cooperativo y de rutina de las oficinas. En la sección cuatro las definimos formalmente y exponemos sus características así como las ventajas de representar procedimientos de oficina con Redes de Trabajo. En el anexo A mostramos algunos ejemplos de procedimientos de oficina representados con Redes de Trabajo.

### 1.- Conceptos básicos de redes de Petri.

En 1962 C.A. Petri formula en su tesis doctoral, "Kommunikation mit Automaten", la base de su teoría para la comunicación asíncrona entre componentes de un sistema de cómputo. Un aspecto de particular interés en esta teoría es la descripción de las relaciones causales entre eventos de un sistema. El trabajo de Petri fue un desarrollo teórico de los conceptos básicos de los sistemas con componentes asíncronos, a partir de los cuales surgió lo que actualmente se conoce como las redes de Petri.

Desde entonces las redes de Petri han mantenido el interés de la comunidad de las ciencias de la computación y de sistemas. Las redes de Petri han sido aplicadas en el diseño de "hardware" y "software", como herramienta matemática en la descripción de sistemas de cómputo y como instrumento para un fundamento teórico de la computación distribuida. En automatización de oficinas

existen varias aplicaciones de redes de Petri, de las más notables son la de Zisman ([ZISM] 1980) y la de Krefeilts ([KREI] 1984).

Para el estudio de sistemas con componentes asíncronos las redes de Petri manejan los conceptos de *condiciones*, *eventos* y *regla de transición*. Las condiciones y eventos establecen las relaciones de causa/efecto entre las componentes de un sistema representado con redes de Petri, mientras que su comportamiento dinámico está especificado con la regla de transición, que es capaz de determinar los estados futuros del sistema.

En redes de Petri las relaciones entre condiciones y eventos pueden ser representadas gráficamente. Mediante gráficas se especifican la coordinación y ejecución independiente de actividades o eventos en forma entendible a no especialistas en el área. Esta representación gráfica permite tratar analítica y numéricamente problemas de coordinación y seguridad entre actividades.

Las condiciones válidas de una red de Petri determinan un estado en el que se pueden realizar sólo ciertas actividades. Los eventos denotan actividades que al realizarse cambian el estado de una red y del sistema que ésta representa. Por ejemplo una actividad transforma la condición "acción por ejecutar ..." de verdadera a falsa y la condición "acción ejecutada" de falsa a verdadera. Por lo cual, al ocurrir un evento algunas condiciones dejan de ser válidas, cumpliéndose otras que permiten que otros eventos puedan ocurrir.

Con redes de Petri es posible representar sistemas después de que se han identificado los eventos y las relaciones de causa/efecto necesarias para su realización. Un ejemplo de una situación que se puede representar a través de redes de Petri es el pago de cuotas en una caseta de cobro. Los eventos del sistema son:

1. Llegada de un vehículo
2. Cobro de cuota
3. Recibo de cuota
4. Paso de un vehículo por el carril

Las condiciones del sistema son:

- a. El cajero está en espera
- b. Un vehículo está en espera
- c. El cajero está atendiendo a un vehículo
- d. Un vehículo está autorizado a pasar.

La tabla 1 es la descripción de este sistema en términos de sus condiciones, de sus eventos y de sus relaciones; la figura 1 contiene su representación gráfica, la cual es más que un diagrama de flujo, ya que especifica la coordinación necesaria para la ocurrencia de eventos. Por ejemplo, el evento 2 ocurre sólo si las condiciones a. y b. son válidas, es decir: a. que la caja esté libre y b. que un vehículo esté en espera.

TABLA 1

...	EVENTOS	PRECONDICIONES	POSTCONDICIONES
	1	*	b
	2	a,b	c
	3	c	d,a
	4	d	*

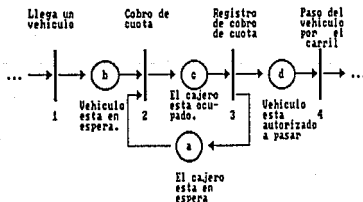


Figura 1

La gráfica de la figura 1 es una representación de la red de Petri asociada al sistema de la tabla 1. Los nodos de ésta son círculos que representan las condiciones y barras que representan los eventos, cada nodo está etiquetado con la descripción del evento o condición.

Si se descompone un sistema en términos de sus condiciones y eventos es factible representarlo mediante redes de Petri. Las condiciones válidas de un sistema son representadas por marcas en los círculos de la red correspondientes a las condiciones, a éstas marcas les llamaremos fichas. A las condiciones necesarias para que un evento pueda ocurrir les llamamos precondiciones y a las que se cumplen inmediatamente después postcondiciones. Cuando un evento ocurre las fichas se mueven de las precondiciones del evento ejecutado creándose nuevas fichas en las postcondiciones del evento.

Las redes de Petri representan relaciones de causa/ efecto entre las componentes de un sistema. Estas relaciones determinan su comportamiento. Algunas características de los sistemas que se pueden representar con redes de Petri son:

- Ejecución de actividades que pueden realizarse de manera concurrente y asíncrona.
- Relaciones de causa efecto entre los componentes de un sistema.
- Control central del sistema y con posibilidad de tomar decisiones donde éstas sean necesarias.
- Posibilidad de describir un sistema en distintos niveles de abstracción.

Con las redes de Petri se especifica el flujo de actividades dentro de los sistemas. La ejecución de éstas es controlada por sus relaciones de causa-efecto y por la validez temporal de condiciones.

## 2.- Definición de Redes de Petri

Una red de Petri tiene tres tipos de componentes, éstos se representan gráficamente como en la figura 2.

A los círculos se les denominan condiciones ( $c_1, c_2$ ), a las barras, transiciones o eventos ( $e_1$ ); y las flechas ( $f_1, f_2$ ) que conectan condiciones con eventos, nunca eventos con eventos o condiciones con condiciones. En la figura 2 decimos que la condición  $c_1$  es la precondición del evento  $e_1$  y que la condición  $c_2$  es su postcondición.

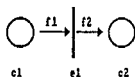


Figura 2

La expresión formal de las redes de Petri está contenida en la siguiente definición:

**Definición 1.** Una red de Petri está determinada por  $\langle P, C, pre, post \rangle$  con:

- Con  $P, C$  conjuntos disjuntos y no vacíos.
- $pre$  y  $post$  funciones de  $P$  a  $\mathcal{C}$ . Al conjunto  $pre(p)$  lo denotamos como  $p^*$  y al conjunto  $post(p)$  como  $p^*$ .

El conjunto  $C^1$  representa el conjunto de condiciones de la red y  $P$  es el conjunto de acciones, eventos o procesos. A los conjuntos  $p^*$  y  $p^*$  los llamaremos las precondiciones y las postcondiciones, respectivamente de la transición  $p$ .

Las redes de Petri las representamos con gráficas bipartitas y dirigidas. El siguiente ejemplo muestra una red de Petri junto con su representación gráfica.

$$\begin{aligned}
 C &= \{c_1, c_2, c_3\} \text{ y } P = \{p_1, p_2, p_3, p_4\} \\
 p_1^* &= \{c_1\}, p_1^* = \{c_2\}, p_2^* = \{c_1\}, p_2^* = \{c_3\} \\
 p_3^* &= \{c_1, c_3\}, p_3^* = \{c_2\}, p_4^* = \{c_1, c_3\}, p_4^* = \{c_1\}
 \end{aligned}$$

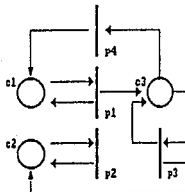


Figura 3

$Sub(C)$  es el conjunto de subconjuntos del conjunto  $C$ .

Es natural identificar a una red de Petri con su representación gráfica, por eso cuando hablamos de redes de Petri nos referimos indistintamente a su gráfica o a su descripción. Para representar un sistema con redes de Petri es necesario asignarle un significado a sus nodos, de tal manera que las condiciones y eventos de la red representen las condiciones y eventos del sistema.

En cada red de Petri existe un conjunto de flechas determinado por las funciones pre y post. Estas muestran gráficamente las relaciones entre las condiciones y los eventos de una red de Petri.

**Definición 2.** Para cada red de Petri  $\langle P, C, pre, post \rangle$  el conjunto

$$F = \{ (c, p) \mid c \in C, p \in H \} \cup \{ (p, c) \mid c \in C, p \in P \}$$

es el conjunto de flechas determinado por la red.

**Definición 3.** Una secuencia de nodos  $(x_0, \dots, x_n)$  en una red de Petri  $\langle P, C, pre, post \rangle$  es un camino si  $(x_i, x_{i+1})$  está en el conjunto  $F$  de flechas de la red. Un camino  $(x_0, \dots, x_n)$  en una red de Petri es un ciclo si  $x_0 = x_n$ .

A una distribución de fichas sobre las condiciones de una red de Petri le llamamos marca. Una marca  $m$  en una red de Petri es un subconjunto del conjunto de condiciones, un ficha está en una condición  $c$  si y sólo si  $c$  pertenece a  $m$  y en tal caso decimos que la condición se cumple o es cierta. Una red de Petri con fichas en algunos de sus estados es una red marcada, una de éstas se muestra en la figura 4.

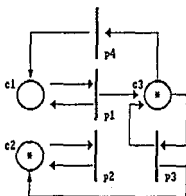


Figura 4

Un sistema cambia de estado cuando se realizan algunas de sus actividades. Las redes de Petri representan cambios de los sistemas que modelan por un mecanismo llamado "token game" o regla de transición, que cambia la marca al ejecutarse un evento de la red. En redes de Petri y en los sistemas que éstas representan sólo se ejecuta un evento cuando sus precondiciones son ciertas.

Cuando un evento se ejecuta el "token game" borra las fichas de las precondiciones del evento y crea otras depositándolas en sus postcondiciones, generando una nueva marca  $m$ . En Redes de Petri las transiciones son instantáneas y en cada instante sólo se puede ejecutar un evento. La figura 5 muestra instantes distintos de la ejecución de una red de Petri.

El cambio de estado o de marca en una red de Petri está definido por una regla de transición  $D$  que es una función parcial que transforma una marca  $m$  en una marca  $m'$  por la ejecución de una transición  $p$ , la función  $D$  es llamada la regla de transición.

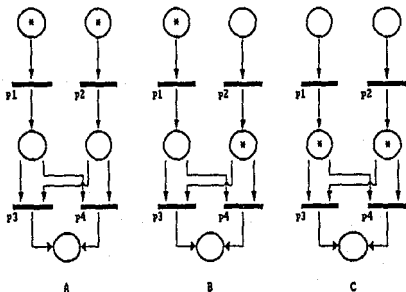


Figura 5



*Definición 4. Dada una red de Petri  $T = \langle P, C, pre, post \rangle$  la regla de transición es una función parcial:*

$$D: P \times Sub(C) \dashrightarrow Sub(C)$$

*que está definida para  $m$  y  $p$  si  $\ast p$  está contenido en  $m$ , en cuyo caso:*

$$D(p, m) = (m - \ast p) \cup p\ast.$$

En una red de Petri en la que una transición esté habilitada y sus postcondiciones sean válidas le llamamos situación de contacto, figura 6. Una situación de contacto puede o no tener consecuencias indeseables, esto depende de la interpretación de la red o del sistema que queremos modelar con la red.

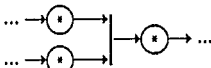


Figura 6

Si una marca  $m$  las habilita a dos transiciones que no tienen precondiciones comunes, decimos que estas son independientes, en la figura 5.A. las transiciones  $p_1$ ,  $p_2$  pueden actuar independientemente una de otra. Por otro lado con redes de Petri se pueden sincronizar eventos si así lo requiere el sistema a modelar. Por su capacidad de modelar sincronización y ejecución independiente de acciones las redes de Petri son una herramienta poderosa para representar sistemas con control distribuido en los cuales varios procesadores ejecutan tareas concurrentemente.

Como ya hemos mencionado la ejecución de eventos en redes de Petri es instantánea y estos no pueden ocurrir en forma simultánea. El tiempo en redes de Petri es sólo para definir un orden en la ocurrencia de eventos. La estructura de una red de Petri contiene la información necesaria para definir las posibles secuencias de eventos y estados.

La ejecución de una red de Petri (y el comportamiento del sistema que modela) es visto como una secuencia de eventos discretos. El orden de ocurrencia de los eventos es uno dentro de los muchos posibles determinados por su estructura, esto permite un no determinismo en la secuencia de ejecución; si en algún momento mas de una transición está habilitada entonces cualquiera de éstas puede ser la

siguiente a ejecutar, la elección de cuál transición ejecutar es aleatoria.

En redes de Petri existen distintas maneras de expresar no determinismo y simultaneidad. En la situación de la figura 5 A. las transiciones  $p_1$  y  $p_2$  se pueden ejecutar independientemente y cualquiera de ellas puede ocurrir. Una situación como ésta es llamada de *conurrencia*.

Otra situación de no determinismo que es más difícil de manejar se muestra en la figura 5.C., en la que sólo una transición puede ser ejecutada,  $p_2$  o  $p_4$ , no ambas, dado que al ejecutarse una remueve la ficha de la condición común, deshabilitando a la otra transición. A esta configuración le llamamos una situación de *conflicto*.

Como ya mencionamos las redes de Petri no sólo son una herramienta para representar sistemas concurrentes sino también una herramienta para diseñarlos y analizarlos. En redes de Petri es importante, por ejemplo, analizar o detectar situaciones de conflicto o de "deadlock", así como poder determinar si una marca  $m$  puede generar o alcanzar a otra marca  $m'$  en la que un proceso  $p$  sea habilitado. En realidad las situaciones anteriores se determinan por conjuntos de MARCAS alcanzables a partir de una distribución determinada de fichas sobre condiciones de la red.

*Definición 5.* En una red de Petri  $T = \langle P, C, pre, post \rangle$  una marca  $m'$  es alcanzable a partir de una marca  $m$  si existe una sucesión  $(m_1, p_1, m_2, \dots, m_n, p_n, m')$  tal que:

- i)  $m_1 = m$ ,
- ii)  $D(m_i, p_i) = m_{i+1}$ , para  $1 \leq i < n$ ,
- iii)  $D(m_n, p_n) = m'$ .

A la sucesión  $(m_1, p_1, m_2, \dots, m_n, p_n, m')$  le llamamos la *traza* de  $m$  a  $m'$ .

### 3.- Redes de Trabajo y Procedimientos de Oficina

Los procedimientos estructurados y de rutina de las oficinas son descritos en términos de sus actividades. La ejecución de actividades de este tipo de procedimientos se lleva a cabo de manera concurrente, asíncrona y distribuida en dominios especializados, manejados por diferentes trabajadores que necesariamente tienen que coordinarse para el logro de objetivos comunes. Por las características del

trabajo estructurado y de rutina de oficina, anteriormente mencionadas, pensamos que una subclase de redes de Petri es la herramienta matemática adecuada para representarlos.

Para los procesos recurrentes existen condiciones específicas de inicio, determinadas por el medio ambiente, así como acciones terminales que al ejecutarse indican el término de todo el procedimiento. Al representar procedimientos con una subclase de redes de Petri la posición de las fichas proporcionará información sobre el trabajo ya realizado, así como información sobre el trabajo necesario para concluir el procedimiento.

Dentro de los procedimientos recurrentes de oficina llamaremos trámite sólo a aquellos a los que podemos atribuirles un estado de avance, determinado por la posición de las fichas en la red que lo representa. No todos los procedimientos rutinarios (recurrentes) tienen esta propiedad al analizarlos con un alto grado de abstracción. Sin embargo pensamos que en la mayoría de los casos éstos pueden subdividirse y anidarse a niveles de descripción para los cuales sí es posible establecer grados de avance. Es esta posibilidad la que permite analizar el estado de la oficina y describirla en distintos niveles de detalle. Por ejemplo, la red de la figura 1 no proporciona información sobre el estado financiero del sistema de cobro de cuotas, sin embargo, sí proporciona información sobre el estado de la actividad de un cajero particular.

Con redes de Petri es posible representar el trabajo recurrente y cooperativo, sin embargo, en éstas se pueden presentar configuraciones que no tienen significado en términos de procedimientos de oficina. Estas configuraciones causan confusiones en la secuencia de actividades, provocan pérdida de control en la ejecución de un procedimiento o la repetición innecesaria de trabajo.

En los párrafos siguientes explicamos porqué queremos evitar la aparición de ciertas configuraciones en las redes con las que representaremos procedimientos de oficina.

En redes que representen procedimientos puede aparecer más de una ficha en una misma trayectoria, ésta configuración produce información contradictoria y abre la posibilidad de que se repita trabajo innecesariamente. Por ejemplo, en la figura 7 la ficha en la condición b indica que la transición E ya ha sido ejecutada, mientras que la ficha en la condición a indica que la transición E debe ejecutarse. A una configuración como la que muestra la figura 7 le llamaremos una situación de posible contacto.

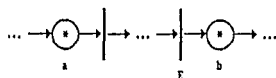


Figura 7

Como ya mencionamos, la inconveniencia de las situaciones de contacto (figura 6) en una red de Petri dependen del sistema que con éstas queremos modelar. En nuestra interpretación éstas situaciones son indeseables ya que lleven a repetir acciones que no deben repetirse.

Nuestro propósito es representar actividades estructuradas y recurrentes con una subclase de redes de Petri que hemos llamado Redes de Trabajo. Las Redes de Trabajo son la representación gráfica de procedimientos de oficina, éstas contendrán la descripción de acciones necesarias para el cumplimiento de procedimientos, permiten actividades de decisión así como ciclos y paralelismo de tareas pero éstas representaciones no permiten la repetición innecesaria de eventos.

El significado de los ciclos en Redes de Trabajo es la repetición de una secuencia de actividades, hasta que ciertas condiciones se cumplan (o dejen de cumplirse). En Redes de Trabajo, a diferencia de redes de Petri, sólo se repetirán actividades que estén contenidas en ciclos determinados por el cumplimiento de una condición. Pensamos que cuando en un trámite particular existe un ciclo debe existir una condición cuya validez, o no, provoca la repetición.

Un ejemplo de un procedimiento en el cual existe un ciclo es el siguiente: el proceso de corrección de una publicación en una empresa editorial, figura 8, en el cual la decisión del editor de mandar a imprimir la publicación influye sobre la actividad de los correctores.

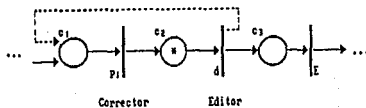


Figura 8

Con la regla de transición definida en las redes de Petri la transición  $d$ , en la figura 8, habilita las condiciones  $c_1$  y  $c_2$ , con lo cual no sólo se ejecutará la actividad contenida en el ciclo corrector/editor  $\{(c_1, p_1, c_2, d)\}$  sino que también se repetirán innecesariamente las acciones "posteriores" a  $c_2$ . Es decir un ciclo como el de la figura 8 abre la posibilidad de que se repitan acciones que no deben repetirse.

En las Redes de Trabajo para evitar la repetición innecesaria de acciones por la aparición de ciclos, modificamos la semántica de algunas de sus transiciones. En el ejemplo de la figura 8 la transición  $d$  será una decisión, en la que se elige continuar con la corrección o mandar a editar la publicación, pero no ambas. Con lo cual su ejecución habilitará sólo una de sus postcondiciones,  $c_3$  o  $c_1$ , de tal manera que se continúe con el proceso de edición (con el evento  $E$ ) o se continúe la interacción corrector-editor  $\{(c_1, p_1, c_2, d)\}$ .

Por la aparición de eventos tipo decisión en Redes de Trabajo modificamos la regla de transición, de acuerdo a la semántica de los nodos. En las Redes de Trabajo las decisiones sobre el flujo de actividad a seguir se hace explícitamente por un agente o un proceso que decide con base en cierto criterio.

Para evitar repetir innecesariamente acciones por la aparición de ciclos no es suficiente modificar el significado de ciertos nodos, es necesario además restringir la aparición de ciclos, ya que algunas otras configuraciones que representen procedimientos pueden inducir posibles situaciones de contacto, como los mostramos en los siguientes ejemplos.

Supongamos que en la interacción corrector-editor alguien ajeno a ésta habilita la acción del editor, depositando una ficha en la condición  $c_2$ , figura 9. Esta configuración abre la posibilidad de contacto ya que las condiciones  $c_1$  y  $c_2$  pueden estar marcadas simultáneamente, con lo cual la acción del editor o corrector puede repetirse en forma innecesaria. En este ejemplo es posible pensar en una situación en la que se trabajan dos versiones de una misma publicación a editar.

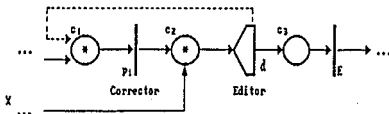


Figura 9

En el mismo ejemplo puede darse otra situación de posible contacto, la que es inducida si el corrector habilita una acción "posterior" a la decisión del editor, figura 10, lo que posibilita que dicha acción se ejecute más de una vez.

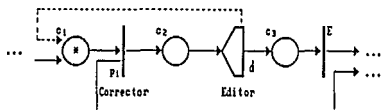


Figura 10

De manera más general decimos que se presenta una situación indeseable cuando un evento del ciclo distinto del nodo de decisión, tiene postcondiciones fuera de éste.

En las Redes de Trabajo permitimos la presencia de ciclos mientras éstos no provoquen situaciones indeseables. En nuestra interpretación los ciclos son "bloques" de actividad, de tal manera que para realizar la actividad de un ciclo existirá sólo una trayectoria posible para realizarlas y otra única para dejar de ejecutarlas. En la siguiente sección damos la definición de Redes de Trabajo y demostramos que en éstas no es posible repetir trabajo innecesariamente.

Al modelar el trabajo de oficina con las redes de Petri se pueden presentar otro tipo de configuraciones que abren la posibilidad de que se repitan acciones que no deben repetirse. Por ejemplo cuando trayectorias paralelas depositan fichas en condiciones comunes, figura 11. Una interpretación de esta configuración es cuando en un procedimiento existen distintas formas de alcanzar un resultado. Esta representación es necesaria cuando es esencial invertir en esfuerzo paralelo para alcanzar un mismo fin. Por ejemplo, en una emergencia médica buscar una cama para un paciente grave en un hospital cercano, o un grupo de vendedores tratando de vender un carro. En cualquier caso, una vez que la condición común es satisfecha, debemos cancelar los esfuerzos paralelos por alcanzarla, no reservar dos camas a un paciente en una situación de emergencia o no vender dos veces un mismo coche.

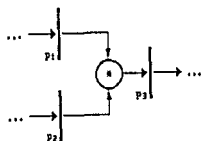


Figura 11

Por razones de eficiencia en la ejecución de un trámite las Redes de Trabajo preservan éste tipo de configuraciones y además evitan que se ejecuten mas de una vez las acciones que no deben repetirse. La definición de la regla de transición en las Redes de Trabajo cancelará la condición común ( $c_i$  en la figura 11) hasta que un ciclo que la contenga se vuelva a iniciar, removiendo las fichas que habilitan el trabajo rezagado de las trayectorias paralelas.

En configuraciones como la de la figura 11 existen acciones en paralelo, sin embargo éstas no cooperan para lograr un fin común sino que disputan el logro de éste. En las Redes de Trabajo distinguimos entre el paralelismo de acciones de tipo cooperación y de tipo disputa.

Una situación de cooperación se muestra en la figura 12, en ésta las acciones  $p_1$  y  $p_2$  cooperan para la ejecución de la acción  $p_3$ . Mientras que en la figura 11  $p_1$  y  $p_2$  están en disputa por la acción  $p_3$ . Como ya hemos mencionado, evitamos que la acción en disputa por trayectorias paralelas se ejecute más de una vez.

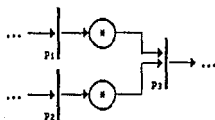


Figura 12

En redes de Petri existen tipos de no determinismo que no son deseables en las Redes de Trabajo. Algunas de estas son inducidas por configuraciones como la de la figura 13. Este recurso de las redes de Petri es útil para modelar sistemas no determinísticos.

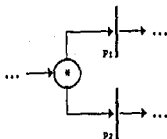


Figura 13

En la figura 13 sólo una transición,  $p_1$  o  $p_2$ , puede ser ejecutada y de antemano no se tiene información de cuál de ellas ejecutar. Creemos que en los procedimientos recurrentes y estructurados está determinado en cada paso cuales son las acciones que deben ser realizadas y cuales son las consecuencias de ejecutar ciertas tareas, no importando, en algunos casos, quien las lleve al cabo. Por lo que en las Redes de Trabajo no se permiten este tipo de configuraciones de no determinismo.

En configuraciones como la de la figura 13 existe en forma implícita una decisión sobre que actividad realizar, por lo que al especificar procedimientos con Redes de Trabajo esta decisión deberá representarse explícitamente a través de los nodos del tipo decisión. En la figura 14 la decisión  $d$  resuelve el conflicto acerca de que acción ejecutar si  $p_1$  o  $p_2$ .

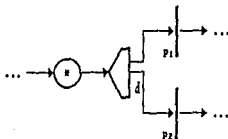


Figura 14

Para representar una situación en donde no importe quien realice una actividad, por ejemplo llenar una forma por cualquier secretaria de la oficina. El grupo de secretarias es tomado como un agente de oficina al especificar el procedimiento con Redes de Trabajo, sin embargo en la ejecución de una instancia una secretaria particular ejecutará la tarea cuando el agente sea llamado a participar.



Al definir procedimientos con Redes de Trabajo los agentes de oficina serán: computadoras, individuos, tipos de individuos ("pool" de secretarías, por ejemplo) otras oficinas u otros departamentos dentro o fuera de la organización, que también pueden ejecutar procesos en sus propias redes de computadoras.

Esto proporciona un mecanismo de abstracción en el que un procedimiento puede ser visto como una tarea simple y transformarse en una compleja al ser analizada con mayor detalle, susceptible a ser descrito por una Red de Trabajo. Este mecanismo permite especificar las labores de oficina con Redes de Trabajo en forma gradual, de tal manera que la especificación puede ser desde la actividad de un escritorio hasta la especificación de una organización compleja.

Las especificaciones de labores a distintos niveles permiten analizar el sistema al nivel adecuado para su comprensión y a la vez proporcionan información sobre actividades específicas.

En esta sección expusimos las razones del porqué restringir las redes de Petri a una de sus subclases, para utilizarlas como el modelo de coordinación para procedimientos estructurados y de rutina en oficinas. En la siguiente sección damos la definición formal de las Redes de Trabajo.

#### 4.- Definición de Redes de Trabajo

Las Redes de Trabajo conservan de las redes de Petri la capacidad para representar relaciones de causa-efecto, ejecución de actividades asíncronas y en paralelo, éstos aspectos son característicos de los procedimientos de oficina. El cambio de estado de un procedimiento de oficina está determinado por la realización de acciones.

Las Redes de Trabajo son el resultado de adecuar las redes de Petri a nuestra noción de procedimientos recurrentes y cooperativos de oficina, que se componen de diferentes actividades que involucran distintos agentes para su realización.

El interés de describir los procedimientos recurrentes mediante Redes de Trabajo es para utilizarlas en el sistema TRAMITA con el que se programaran redes de computadoras. Los programas que corran en TRAMITA automatizaran la interacción de los agentes en la ejecución de procedimientos recurrentes, siguiendo los patrones de cooperación y coordinación entre agentes especificados en las Redes de Trabajo.

De las Redes de Trabajo hemos excluido las situaciones detectadas como inconvenientes, expuestas en la sección anterior. La definición de Redes de Trabajo es inductiva. La base de la inducción son las Redes de Trámite.

**Definición 6.** Una red de trámite  $T$  está determinada por  $\langle c_i, p_f, D, A, C, pre, post \rangle$  en donde:

- i)  $A \cap B = \phi, c_i \in C, p_f \in A \cup D$ . El conjunto  $A$  son las acciones el conjunto  $D$  las decisiones y el conjunto  $C$  las condiciones de la red.
- ii)  $\langle D \cup A, C, pre, post \rangle$  es una red de Petri sin ciclos.
- iii)  $c_i$  es la única condición que, no es postcondición de ningún proceso. A  $c_i$  le llamamos la condición inicial de la red.
- iv)  $p_f$  es el único proceso tal que  $p_f \bullet = \phi$ . A  $p_f$  le llamamos el proceso terminal de la red.
- v)  $\forall u \in (A \cup D) \cup C$  existe una trayectoria de  $c_i$  a  $p_f$  que pasa por  $u$ .
- vi)  $\forall p, p' \in A \cup D$  distintos tenemos que  $p \bullet p' = \phi$ .

**Definición 7.** En una red de trámite  $T = \langle c_i, p_f, D, A, C, pre, post \rangle$  al conjunto de flechas  $F$  de  $\langle D \cup A, C, pre, post \rangle$  le llamamos el conjunto de flechas de avance de la red de trámite  $T$ .

Los elementos gráficos de Redes de Trámite son: barras que representan acciones, triángulos que representan decisiones, círculos que representan a las condiciones y flechas de avance que conectan condiciones con procesos y viceversa. Las Redes de Trámite las representamos con gráficas dirigidas sin ciclos, en las cuales cualquier nodo está en un camino que une a la condición inicial con el proceso final.

La "mínima" Red de Trámite permitida por la definición anterior se muestra en la figura 15.

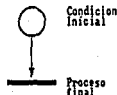


Figura 15

Las estructura de las Redes de Trámite induce un orden parcial al conjunto de nodos en la gráfica de una red. La expresión formal de este hecho está contenido en la siguiente proposición:

*Proposición 1. En los nodos de una red de trámite T existe una relación de orden parcial ( $\leq$ ) dada por:*

*$x \leq y$  si y sólo si existe un camino de  $x$  a  $y$ .*

En las Redes de Trámite se permiten configuraciones de disputa, como la de la figura 11. Para evitar la repetición innecesaria de trabajo hemos agregado condiciones especiales a ciertas transiciones de la red; a éstas condiciones les hemos llamado candados y su aparición está determinada por la estructura de Redes de Trámite. A una Red de Trámite con sus candados le hemos llamado una Red de Trámite asegurada.

*Definición 8. A un proceso p en una red de trámite T le falta un candado si tiene una precondición que es postcondición de mas de un proceso. Es decir a p le hace falta un candado si  $\exists c \in p$  t.q.  $c \in p_1 \cap p_2, p_1 \neq p_2$ .*

La figura (16.a) muestra un proceso p al que le hace falta su candado. la figura (16.b) muestra al proceso p junto con su candado.

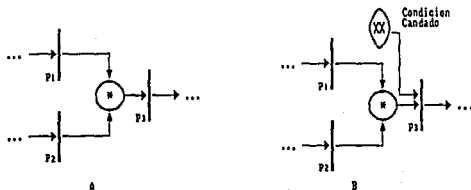


Figura 16

**Definición 9.** Decimos que  $T_A = \langle C_1, p_1, D, A, C, C', pre, post \rangle$  es una red de Trámite Asegurada si:

- i)  $C \cap C' = \phi$ .
- ii)  $T = \langle C_1, p_1, D, A, C, pre, post \rangle$  es una red de trámite, en donde  $pre(p) = pre(p) \cap C$ .
- iii) Existe una biyección entre  $C'$  y el conjunto de los procesos de  $T$  a los que les hace un falta candado. Esta biyección está dada por:  
 $p \dashrightarrow c_p$  donde  $c_p = pre(p) - pre(p)$ , si  $p$  necesita un candado.

En Redes de Trámite aseguradas los candados son sólo precondiciones de procesos, el conjunto de éstos está determinado por la estructura de una Red de Trámite y puede ser vacío. A las condiciones de una Red de Trámite aseguradas que no son candados les llamamos condiciones internas. En el resto de esta sección nos referiremos a Redes de Trámite aseguradas sólo como trámites siempre que esto no nos lleve a alguna confusión.

En las Redes de Trámite aseguradas las marcas contienen condiciones internas y candados, sin embargo no se depositarán fichas en éstos por la ejecución de procesos, ya que los candados sólo son precondiciones. Es por eso que la ejecución de un trámite se realizará sólo a partir de su marca inicial.

**Definición 10.** En una red de trámite asegurada  $T_A = \langle C_1, p_1, D, A, C, C', pre, post \rangle$  a la marca  $m_0 = C \cap \{c_1\}$  le llamamos marca inicial del trámite  $T$  y la denotamos como  $m_0(T)$ .

**Definición 11.** Dada  $T_A$  una red de trámite asegurada y una marca  $m$  un proceso  $p$  puede ejecutarse si y sólo si  $p \in m$  y  $p \cap m = \phi$ . La marca  $m'$  generada por  $p$  y  $m$  está definida como:

- a) Si  $p$  es una acción  $m' = (m - p) \cap p$ .
- b) Si  $p$  es una decisión:  
 $m' = (m - p) \cap (c)$  donde  $c \in p$ .

Para un proceso de tipo acción la regla de transición habilita todas sus postcondiciones, que son elementos de la nueva marca  $m'$ , esto abre la posibilidad de ejecutar procesos en paralelo. La ejecución de un proceso tipo decisión sólo habilita una de sus postcondiciones, la decisión de cual de ellas habilitar la realiza en forma explícita un proceso o agente externo, que decide el flujo de actividad a seguir. La figura 17 muestra la ejecución de transiciones tipo acción y decisión.

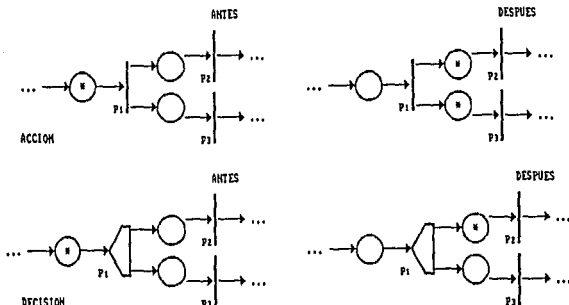


Figura 17

La ejecución de Redes de Trámite se iniciará sólo a partir de su marca inicial, por lo que las transiciones que necesiten candado sólo se ejecutarán con marcas alcanzables desde la marca inicial del trámite, ya que las condiciones candado pertenecen a ésta. Por la estructura de las Redes de Trámite ninguna acción se ejecuta más de una vez. Esto se demuestra en la siguiente proposición.

**Proposición 2.** En una red de trámite asegurada  $T_A$  ningún proceso se ejecuta más de una vez a partir de la marca inicial  $m_0(T)$ .

**Dem.** Supongamos que en  $T_A$  se ejecutan procesos más de una vez a partir de la marca  $m_0$ , entonces  $\exists \tau = (m_0, p_0, \dots, p_n, m)$  una traza  $t.q. p_n$  sea el primer proceso en repetirse. Sea  $p_i$  con  $i < n$ , la aparición anterior de  $p_n$  en  $\tau$ . Es decir tenemos que:

- (1) Si  $p_j = p_k$ , con  $j < k$  entonces  $j = i$  y  $k = n$ .

Como el proceso  $p = p_n$  está más de una vez en la traza  $\tau$  tenemos que:

- (a)  $\bullet p \in m_{j-1} \cap m_{n-1}$  y  $\bullet p \cap m_i = \emptyset$ , por definición de la regla de transición para redes de trámite.  
 (b) Si  $c \in \bullet p$  entonces  $\exists j$  con  $i < j < n$  y  $c \in p_j$ , por lo que  $c$  no es la condición inicial de  $T_A$  ni es uno de sus candados.

Sea  $c_0 \in \bullet p$ , por (a) existen  $j, k$  con  $j < i < k < n$   $t.q. c_0 \in p_j \cap p_k$ , como  $p$  no necesita candado ni  $c_0$  es la condición inicial (b) entonces  $c_0$  es postcondición de un sólo proceso, por lo que:

- (2)  $p_j = p_k \wedge j = i \wedge k = n$ ,

lo que contradice a (1)  $\therefore$  en las redes de trámite aseguradas no se repite ningún proceso.  $\square$

Por definición los trámites no contienen ciclos. Sin embargo en procedimientos de oficina existe la necesidad de ejecutar una secuencia de actividades hasta que ciertas condiciones se cumplan. Con las Redes de Trabajo podemos representar ciclos de actividades y garantizar que el trabajo no se repite innecesariamente. También podemos asegurar que las marcas de la red no proporcionen información contradictoria acerca del grado de avance de trámites.

Para representar ciclos de actividad en Redes de Trabajo añadimos a las Redes de Trámite aseguradas un nuevo tipo de flechas, que llamamos flechas de retorno.

**Definición 12.** Dada una red de trámite asegurada  $T_A = \langle C_i, p_i, D, C, C', pre, post \rangle$ , una flecha de retorno  $deT_A$  es una pareja  $(d, c)$  con:

- i)  $d \in D$ ,  $c \in C$ .
- ii)  $c < d$ .
- iii)  $c$  es postcondición de un sólo proceso.

A una flecha de retorno la denotamos como:

$$d \rightarrow_r c$$

La figura 18 muestra una Red de Trámite con flechas de retorno. Las flechas de retorno las representamos con líneas punteadas.

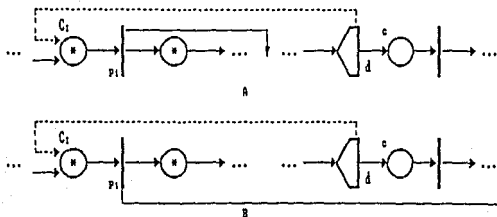


Figura 18

Las flechas de retorno en la gráfica de una Red de Trámite inducen ciclos, que pueden crear situaciones indeseables que provoquen que eventos del trámite que no deben repetirse se repitan. Para evitar esto añadimos flechas de retorno a una Red de Trámite sólo cuando éstas la "dividan en bloques ajenos", en los que un evento se puede repetir sólo si se satisfacen ciertas condiciones "iniciales", en los siguientes párrafos y definiciones precisamos esto último.

**Definición 13.** En  $T_A = \langle C, P, D, A, C', pre, post \rangle$  una red de trámite asegurada y  $x, y \in (A \cup D) \cup C$  definimos el intervalo determinado por  $x, y$  como:

$$[x, y] = \{z \mid z \in (A \cup D) \cup C \wedge xzzy\}$$

y el intervalo con candados determinado por  $x, y$  como:

$$[x, y]^c = [x, y] \cup \{c \in C \mid c \in p, \text{ para } p \in [x, y]\}.$$

El intervalo  $[x, y]$  es el conjunto de todos los vertices de la red que están en al menos una trayectoria de  $x$  a  $y$ .

**Definición 14.** Si  $R$  es un conjunto de flechas de retorno de una red de trámite asegurada  $T_A$ , definimos los siguientes conjuntos:

$$p_R^* = p \cup \{c \in C \mid (p, c) \in R\} \text{ y } {}^*p = {}^*c \cup \{c \in C \mid (p, c) \in R\}$$

**Definición 15.** En una red de trámite asegurada  $T_A$  con un conjunto de flechas de retorno  $R$ . El intervalo determinado por la flecha  $d \rightarrow c$  es un bloque cerrado con respecto a  $R$  si:

- i)  $(d, c) \in R$ .
- ii)  ${}^*p \cap p_R^* \subseteq [c, d]^c \quad \forall p \in (D \cap \lambda) \cup [c, d]$ .
- iii)  ${}^*p \cap c^* \subseteq [c, d] \quad \forall c \in C \cup [c, d]$ .

Al bloque cerrado determinado por  $(d, c)$  lo denotaremos como  $B_{[c, d]}$ .

Como ya hemos visto una flecha de retorno genera un ciclo y un intervalo, sin embargo lo que nos interesa es que ésta genere un bloque cerrado, es decir que los únicos puntos de "contacto" del bloque cerrado con el resto de la red sean los vértices de origen y fin de la flecha de retorno.

El criterio para agregar una flecha de retorno a una Red de Trámite asegurada  $T_A = \langle c, p, D, A, C, C', pre, post \rangle$  y conjunto de flechas de retorno  $R$  está dado en la siguiente definición.

**Definición 16.** Dada  $T_A$  una red de trámite asegurada y  $R$  un conjunto de flechas de retorno, la flecha  $d \rightarrow c$  es congruente con  $T_A$  y  $R$  si:

$[c, d]$  es cerrado con respecto a  $R \cup \{d \rightarrow c\}$ .

**Definición 17.** Dada  $T_A$  una red de trámite asegurada y  $R$  un conjunto de flechas de retorno, podemos añadir  $d \rightarrow c$  a  $T$  si  $d \rightarrow c$  es congruente con  $T_A$  y con  $R$ .

La figura 18.A muestra una Red de Trámite con una flecha de retorno congruente con la Red de Trámite, mientras que la figura 18.B es una flecha de retorno que no es congruente con la red.

En la figura 9 del ejemplo del escritor/editor el bloque  $[c_1, d]$  no es cerrado con respecto al conjunto de flechas de la gráfica ya que  $c_2$  está en  $[c_1, d]$  pero  $x$  que es el nodo origen de la flecha  $F$  no está en el bloque  $[c_1, d]$ .

Al añadir una flecha de retorno congruente ésta determina una bloque cerrado el que en sí mismo es una Red de Trámite, lo que demuestra la siguiente proposición.

**Proposición 3.** Si añadimos una flecha de retorno  $d \rightarrow c$  a la red de trámite  $T_A = \langle C, P, D, A, C', pre, post \rangle$  y al conjunto de flechas de Retorno  $R$ , entonces el bloque cerrado determinado por la flecha es una red de trámite es decir:

$$B_{[c, d]} = \langle c, d, \bar{D}, \bar{A}, \bar{C}, \overline{pre}, post \rangle$$

es una red de trámite, en donde:

$$\bar{A} = A \cap [c, d], \bar{D} = D \cap [c, d], \bar{C} = C \cap [c, d] \text{ y } \overline{pre}(p) = pre(p) \forall p \in \bar{A} \cup \bar{D} \text{ y}$$

- i)  $\bar{A} \cap \bar{D} = \emptyset, c \in \bar{C}, d \in \bar{D}, (\bar{A} \cup \bar{D}) \cap \bar{C} = \emptyset$ .
- ii)  $\langle \bar{D} \cup \bar{A}, \bar{C}, \overline{pre}, post \rangle$  es una red de Petri sin ciclos.
- iii)  $c$  es la condición inicial de  $B_{[c, d]}$ , ya que  $c$  es postcondición de un sólo proceso en  $T_A$ , por lo que  $c$  es la única condición que no es postcondición de ningún proceso en  $B_{[c, d]}$ .
- iv)  $d$  es el proceso final de  $B_{[c, d]}$  ya que  $d \in \bar{C} = \emptyset$ .
- v)  $\forall u \in B_{[c, d]} \exists$  una trayectoria de  $c$  a  $d$  que pasa por  $u$ , ya que  $c \rightarrow d$ .
- vi)  $\forall p, p' \in \bar{A} \cup \bar{D}$  con  $p \rightarrow p', p' \rightarrow p = \emptyset$ . |

Al bloque  $B_{[c, d]}$  lo llamaremos el trámite determinado por la flecha de retorno  $(d, c)$ . En el que  $c$  es la condición inicial y  $d$  el proceso terminal. La siguiente definición describe la estructura de las Redes de Trabajo.



**Definición 18.** Decimos que  $T = \langle T', R \rangle$  es una Red de Trabajo si:  $T'$  es una red de trámite asegurada y  $R$  un conjunto de flechas de retorno que:

- Si  $R = \emptyset$  entonces  $T = \langle T', R \rangle$  es una Red de Trabajo.
- Si  $R = R' \cup \{(c, d)\}$  entonces  $T_A = \langle T', R \rangle$  es una Red de Trabajo si:
  - i)  $\langle T', R' \rangle$  es una Red de Trabajo y
  - ii) La flecha de retorno  $d \rightarrow c$  es congruente con  $T'$  y  $R'$ .

Una Red de Trabajo la construimos añadiendo flechas de retorno a una Red de Trámite asegurada, que la dividen en bloques cerrados que son trámites en sí mismos.

**Definición 19.**  $\tau$  es un trámite de una red de trabajo  $T$  si y sólo si  $\tau = T_0 \tau = \tau$ , en donde  $\tau$  es un bloque determinado por una flecha de retorno.

Es decir las únicas subgraficas que nos interesan de una Red de Trabajo son las que determinan trámites inducidos sólo con flechas de retorno.

Por su construcción de Redes de Trabajo están bien estructuradas a partir de bloques que son ajenos o están anidados.

**Proposición 4.** Sean  $t_1, t_2$  dos trámites de una red de trabajo  $T$ . Si  $t_1 \cap t_2 = \emptyset$  entonces  $t_1 \subseteq t_2$  o  $t_2 \subseteq t_1$ .

**Dem.** Supongamos que  $t_1 \subseteq t_2$ . Sea  $p_0 \in t_1 \cap t_2$  con las siguientes características: si  $q \in t_1 \cap t_2$  y  $q$  es comparable con  $p_0$  entonces  $p_0 \leq q$ . Como elegimos  $p_0$  tenemos que:

$$* p_0 \in t_1 \cap t_2 \wedge p_0 \in t_1 \text{ y } t_1 \text{ no es cerrado,}$$

lo que contradice la definición de trámite, de manera análoga para  $t_2$  por lo cual:

$$t_1 \subseteq t_2 \text{ o } t_2 \subseteq t_1. \quad |$$

El método de construcción de las Redes de Trabajo no permite configuraciones como la de la figura 19. Si en la red de la figura 20 agregamos primero la flecha retorno  $(a1, b1)$  entonces la flecha  $(a2, b2)$  no es congruente con la red y la flecha  $(a1, b1)$ , ya que  $b1$  que está en el intervalo  $[a2, b2]$  incide una flecha cuyo origen no pertenece a dicho intervalo.

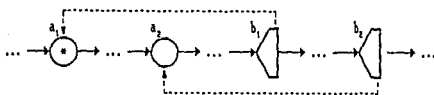


Figura 19

En una Red de Trabajo un proceso puede pertenecer a varios bloques, entre todos esos el que nos interesa el más "chico".

**Definición 20.** Para todo proceso  $p$  en en una red de trabajo  $T$  definimos a  $\tau_p$  como el bloque de  $p$  como:

$$\tau_p = T \circ \tau_p \cap \tau_i \text{ si } p \in \tau_i, \text{ cont} \tau_i.$$

En Redes de Trabajo la posibilidad de que se repitan procesos innecesariamente es nula debido a su estructura y a la definición de su función de transición.

**Definición 21.** En una red de trabajo  $T = \langle T', R \rangle$  con una marca  $m$  y  $T' = \langle C, P, D, A, C', \text{pre}, \text{post} \rangle$  un proceso  $p$  se puede ejecutar si  $\ast p m$  y  $p \ast m = \phi$ . En cuyo caso la marca  $m'$  generada por la ejecución de  $p$  está definida como:

- i) Si  $p \in A$  entonces  $m' = (m - \ast p) \cup p \ast$ .
- ii) Si  $p \in D$   $m'$  depende de  $c$  la elección de  $p$ , con  $c \in p \ast$  de  $p$ :
  - a) Si  $(p, c) \in R$  entonces  $m' = (m - \ast p) \cup (c)$ .
  - b) Si  $(p, c) \in R$  entonces  $m' = m - (m \cap c) \cup (c, d) \cup (m_0(\tau_p))$ .

El inciso (i) especifica la ejecución de acciones las cuales siguen el flujo de acción a través de las flechas de avance de la red. El inciso (ii) especifica el flujo de las decisiones, en el caso (a) se determina la nueva marca producida al elegir flechas de avance.

El inciso (iib) especifica el movimiento de fichas en la red para los procesos tipo decisión que eligen continuar la acción a través de flechas de retorno. La ejecución de decisiones en las que se elige su flecha de retorno tiene los efectos siguientes:

(a) Se restablecen las condiciones para que el trámite al que pertenece la decisión se pueda iniciar nuevamente;

(b) Se detiene la ejecución de trabajo rezagado, desmarcando las condiciones de trayectorias de acción paralela que no alcanzaron la actividad en disputa, con lo que se evita la repetición innecesaria de trabajo.

En la definición de la regla de transición de las Redes de Trabajo aparentemente se "rompe" la filosofía de la transición de redes de Petri, ya que en un instante la ejecución de una transición mueve fichas en varias condiciones que no son precondiciones ni postcondiciones de la transición, sin embargo las redes de Trabajo se pueden transformar a redes de Petri con una relación de prioridades. A su vez existe un método [BEST] para transformar redes de Petri con prioridades a redes de Petri convencionales que conservan la concurrencia y la semántica de la red con una relación de prioridades.

En una Red de Trabajo si sólo ejecutamos procesos siguiendo el sentido de las flechas de avance nunca repetimos eventos, por lo que se visitan las condiciones de la red sólo una vez, esto se demuestra en la proposición 2. La proposición 5 establece que en una Red de Trabajo se repiten procesos sólo si se utilizan flechas de retorno.

*Proposición 5. Si en una Red de Trabajo T un proceso se ejecuta mas de una vez, entonces se elige una flecha de retorno. Es decir, si en una traza  $\tau \in \langle m_0, p_0, \dots, p_n, m \rangle$  tenemos que  $p_i = p_j$ , entonces  $\exists k$  con  $i < k < j$  tal que  $p_k$  es un proceso de tipo decisión que elige una flecha de retorno.*

Las marcas en los trámites de una Red de Trabajo sólo cambian cuando se ejecutan procesos. El inicio de un trámite en una Red de Trabajo está determinado por la validez de su condición inicial.

*Definición 22. Decimos que una marca  $m$  es inicial para un trámite  $t$  en una Red de Trabajo si:*

$$m_0(t) \leq m.$$

Como ya mencionamos hemos definido las Redes de Trabajo para representar el trabajo estructurado, cooperativo y de rutina que se realiza en las oficinas. En estas se permiten ciclos de actividad y acciones en paralelo y a la vez garantizan que no se repiten actividades de manera innecesaria. Esto lo demostramos en las siguientes proposiciones.

**Proposición 6.** Sea  $T$  una red de trabajo y  $\tau = \langle m_1, p_1, \dots, p_n, m \rangle$  de  $m_1$  a  $m$ ,  $\forall p_i \in \tau \exists k s i$  tal que  $m_k$  contiene la condición inicial del trámite de  $p_i$ .

*Dem.* Sea  $p_k$  el primer proceso del bloque al que pertenece  $p_i$  y que esté en la traza  $\tau$ , con lo que  $k s i$ .

Como  $p_k \in \tau$  tenemos que  $p_k \in m_k \cap t_{p_i}$  y como  $p_k$  es el primer proceso del bloque de  $t_{p_i}$  en la traza  $\tau \exists c_0 \in p_k$  tal que

$$c_0 \in p_j \text{ con } j s k \text{ y } p_j \in t_{p_i}$$

pero en un trámite la condición inicial es la única que es postcondición de procesos fuera de éste.  $c_0$  es la condición inicial del trámite  $t_{p_i}$ , por lo que la condición inicial del trámite que contiene a  $p_i$  está contenida en  $m_k$ .  $\square$

**Proposición 7.** Sea  $t$  un trámite en una Red de Trabajo  $T$ . La condición inicial de  $t$  está en una marca  $m s i$  y solo si  $m$  es una marca inicial para  $t$ .

*Dem.* Sea  $\tau = \langle m_0, p_0, \dots, p_n, m \rangle$  una traza de  $m_0$  a  $m$ .

(a) Si ningún proceso del bloque  $t$  está en  $\tau$  los candados de  $t$  y su condición  $c_i$  inicial están en  $m_1$  por lo que:

$$m_0 \in m \cap t^c$$

Si  $c_i \in m \cap t^c$  y como ningún proceso de  $t$  está en  $\tau$  entonces  $c_i \in c_1$  o  $c_i$  es un candado de  $t$ , por lo que:

$$m_0 = m \cap t^c$$

(b) Si un proceso de  $t$  está en  $\tau$ . Tomamos  $p_i$  el proceso de  $t$  con mayor índice en  $\tau$ . Por la proposición 6 existe  $k s i$  tal que  $m_k$  contiene la condición inicial  $c_i$  del trámite  $t$  i.e. tomamos  $k$  tal que

$$c_i \in m_j, \text{ para } k s j s i.$$

Como  $c_i \in m_j \cap t$  entonces se utilizó una flecha de retorno que contiene al trámite  $t$ , por lo que:

$$m_0 = m \cap t^c$$

Por lo que  $m$  es una marca inicial para el trámite  $t$ .  $\square$

**Corolario 7.** Sea  $T$  una red de Trabajo y  $\tau = \langle m_1, p_1, \dots, p_n, m \rangle$  una traza de  $m_1$  a  $m$ . Si  $p_1 = p_k$  entonces  $\exists j, j s k s i$  tal que  $m_k$  es una marca inicial para el trámite  $t_{p_i}$  al que pertenece  $p_i$ .

El último corolario garantiza que un proceso se vuelve a ejecutar sólo si vuelven a suceder las condiciones iniciales de ejecución del bloque al que pertenece.

## 5.- CONCLUSIONES

Hemos definido las Redes de Trabajo para representar los procedimientos estructurados de oficinas, éstas constituyen una herramienta matemática para representar una clase de trabajo cooperativo.

Una Red de Trabajo es en realidad un plan para realizar un proceso estructurado, éste plan representa la clase de todas las secuencias posibles (o permitidas) de acciones para alcanzar el objetivo de una actividad conjunta.

Las Redes de Trabajo son una abstracción de los procedimientos de rutina de las oficinas, éstas describen su estructura. Estas son útiles para diseñar y reestructurar en forma gradual una oficina.

Con las Redes de Trabajo se permite representar tipos distintos de coordinación para el logro de objetivos comunes. Un tipo de coordinación es cuando distintos procesos o agentes trabajan conjuntamente en actividades complementarias para alcanzar un fin común, es decir cuando agentes colaboran. Otro tipo de coordinación es cuando distintos procesos trabajan independientemente por el logro de un fin común, cuando están en disputa.

Además con las Redes de Trabajo también es posible representar decisión sobre el flujo de actividad y ciclos de trabajo. Todas estas representaciones conservan las características de concurrencia y asincronía de actividades distribuidas de procedimientos estructurados y recurrentes de oficina.

En la descripción de un procedimiento de oficina pueden aparecer situaciones "contradictorias". Sin embargo la presencia de éstas indica un equívoco en la especificación o en la lógica del trámite.

Para que la acción  $p$  de la figura 20 se ejecute es necesaria la colaboración entre agentes, para que se satisfagan las condiciones  $c_1$  y  $c_2$ . Sin embargo, la decisión  $d$  sólo genera parte del trabajo necesario cumpliendo sólo  $c_1$  o  $c_2$ , por lo que la acción  $p$  permaneciera en espera. La presencia de estas configuraciones en Redes de Trabajo son detectadas por algoritmos de búsqueda a profundidad aplicados a Redes de Trabajo.

Nuestro modelo de coordinación impide que se realice el trabajo rezagado en las situaciones de disputa cuando la ejecución ha perdido interés.

Existe la posibilidad extender el modelo de Redes de Trabajo para que permitan cancelar de procedimientos, una vez que acciones de éstos han empezado a ejecutarse. En procesos de oficinas es difícil recuperar el estado de las cosas una vez que parte de sus acciones han sido realizadas. Esta dificultad se refleja en modelos de coordinación como las Redes de Trabajo.

Las Redes de Trabajo las aplicamos para nuestra propuesta de diseño del sistema de automatización de oficina TRAMITA, éstas son el mecanismo con el cual el sistema pretende automatizar la interacción de agentes en tareas de oficina. Los detalles de como se integran a TRAMITA están descritos en el siguiente capítulo.

## Capítulo IV

### TRAMITA: Una herramienta para transformar redes de computadoras en redes de trabajo

#### 1.- El Sistema Tramita

En este capítulo presentamos la descripción de un sistema al que llamamos TRAMITA que usa la herramienta desarrollada en el capítulo anterior. TRAMITA es un sistema de automatización de oficinas, su objetivo es propiciar y coordinar la ocurrencia de los eventos necesarios en los procesos cooperativos, estructurados y de rutina que en éstas se realizan.

TRAMITA es un sistema para programar redes de computadoras para que ayuden a efectuar los procesos y las decisiones necesarias en los trámites de las oficinas.

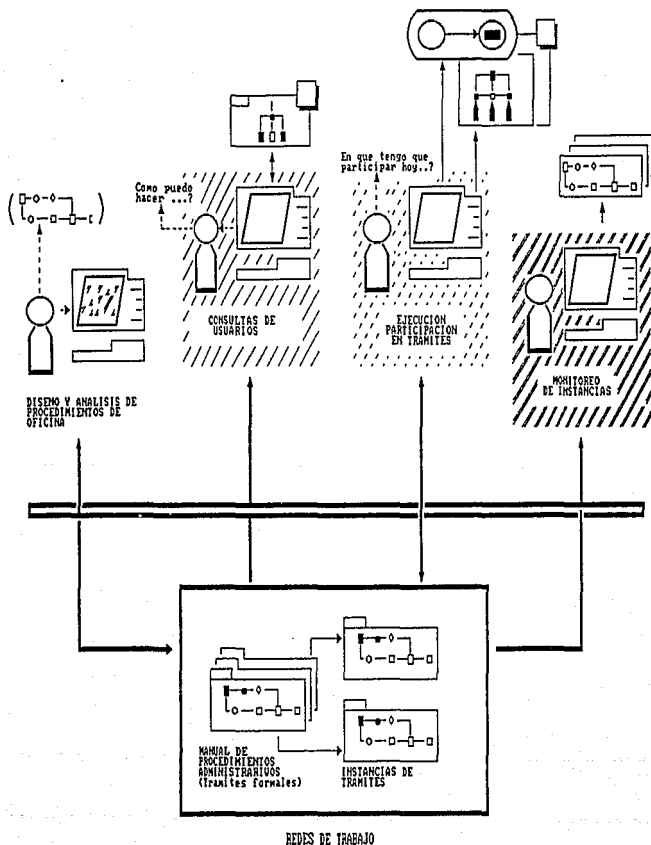
Las Redes de Trabajo fueron desarrolladas para que sean el núcleo del sistema TRAMITA, por lo que son utilizadas en el diseño, especificación y automatización de los procedimientos estructurados y cooperativos de las oficinas.

El sistema TRAMITA integra las Redes de Trabajo, las redes de computadoras y la acción humana para ayudar a ejecutar las labores estructuradas y cooperativas. En esta integración las Redes de Trabajo son la estructura de coordinación de acciones, las redes de cómputo son el canal a través del cual se distribuye la información necesaria para dicha coordinación.

En las ciencias de la computación se están desarrollando sistemas para coordinar la participan de los agentes en actividades cooperativas, TRAMITA es uno de estos sistemas. El ámbito de aplicación del sistema TRAMITA son las oficinas en

# TRAMITA

## SERVICIOS DEL SISTEMA TRAMITA





donde el trabajo sucede en un contexto organizacional y de cooperación, en el que ocurren en un mismo instante varias actividades que se complementan para lograr un fin común.

Las características de los procesos cooperativos de trabajo difieren entre organizaciones. Por un lado están los procesos de comunicación y cooperación informales, para los cuales basta un correo electrónico o algún sistema coordinador como herramienta de automatización. Por otro lado se tienen los procesos de cooperación estructurados y formalizados, en los que existen reglas de como proceder en cada instante, que indican a los agentes que deben participar en las actividades pendientes en el avance de los procedimientos. Por el momento no existen sistemas de cómputo suficientemente generales que se ajusten a la estructura y actividad de las oficinas.

Con TRAMITA al programar y registrar las interacciones necesarias para efectuar los procesos se actúa en la ejecución de actividades cooperativas. Los programas en los que se especifican las secuencia de interacciones entre los agentes de oficina son las Redes de Trabajo. Estas al ser interpretadas por un programa en una red de computadoras motivan la ocurrencia de las acciones humanas necesarias en la oficina, la figura 1 muestra los servicios del sistema TRAMITA.

Creemos que con las Redes de Trabajo es fácil especificar los procedimientos estructurados de cualquier tipo de organización, desde los que se hacen en oficinas pequeñas hasta los que se realizan en instituciones complejas. El diseño del sistema TRAMITA posee las siguientes características con las que es posible manejar las especificaciones de procedimientos:

- Es apropiado para trazar el orden en el que deben efectuarse las actividades de un procedimiento, sus relaciones causales y la posibilidad de ejecución concurrente y asíncrona de las actividades en un procedimiento.
- Es extenso ya que permite crear y modificar clases amplias de procedimientos estructurados y no sólo conjuntos fijos de éstos. Con lo que se puede especificar el trabajo a distintos niveles de abstracción y detalle.
- TRAMITA puede ser usado desde un principio en el proceso de automatización de una oficina, su uso crecerá conforme en la oficina se vayan especificando los procedimientos con éste o algún sistema similar. Con TRAMITA es posible tener una "biblioteca de procedimientos" que puede usarse en nuevas especificaciones.

- Con TRAMITA el esfuerzo de modificar o crear un procedimiento es mínimo.
- El sistema está diseñado para complementarse con las herramientas de cómputo que actualmente se utilizan en las labores de oficina. TRAMITA pretende ser un sistema que se adapte fácilmente en el ámbito del trabajo individual y colectivo.
- TRAMITA es un sistema de control de actividades en un ambiente distribuido, que permite seguir la ejecución de los procedimientos de manera inmediata, indicando el grado de avance manteniendo el control de las actividades que deben llevarse a cabo.
- TRAMITA es una herramienta de análisis y diseño de las actividades estructuradas de oficina, que permite detectar conflictos en el momento de diseñar y ejecutar los procedimientos.

## 2.- Las Redes de Trabajo y el Funcionamiento del Sistema TRAMITA

Como ya mencionamos anteriormente las Redes de Trabajo son el núcleo del sistema TRAMITA, con éstas se especifican los procedimientos estructurados y son el instrumento con el cual el sistema controla la ejecución de éstos. Con las Redes de Trabajo el sistema ayuda a distribuir y coordinar las tareas necesarias para la realización de los procedimientos de oficina.

En cada oficina existe un manual de procedimientos administrativos que contiene la descripción de cada tarea que ahí se realiza. Una descripción incluye, entre otras cosas, las relaciones de los eventos necesarios en un procedimiento, así como la asignación de los agentes encargados de realizarlos.

Cada procedimiento en ejecución sigue la descripción y la lógica especificada en el manual, en cada ejecución sólo varían los datos que lo diferencian de las otras ejecuciones de procedimientos del mismo tipo, algunos de estos datos son: nombre del solicitante, fecha de inicio o nombre de los empleados que atienden el asunto.

En TRAMITA se emplean las Redes de Trabajo para manejar las descripciones del manual de procedimientos y las ejecuciones o instancias de éstos.

Las que conforman el manual de procedimientos de oficina les llamamos representaciones formales y a las que controlan la ejecución de instancias les llamamos instancias de trámite.

Las representaciones formales son la interfase de la oficina con sus usuarios y constituyen también el manual de procedimientos administrativos; las instancias de trámite reflejan la dinámica de la oficina y llevan cuenta de las instancias activas así como de los pendientes que tienen que resolverse en forma inmediata.

Para iniciar un procedimiento con TRAMITA es necesario diseñar su representación formal, la cual constituye un plan de como llevar a cabo una tarea conjunta en la cual intervienen en forma asíncrona diferentes agentes de las oficinas.

Al iniciarse la ejecución de un procedimiento TRAMITA crea la representación de la instancia, que es una Red de Trabajo, para lo cual se llevan a cabo las siguientes acciones:

- Se crea una copia de la descripción y estructura del procedimiento del manual de procedimientos administrativos. En esta copia se lleva el registro de las actividades realizadas en esta instancia, así como el control de las tareas por realizar.

En el inicio de un procedimiento la copia de la Red de Trabajo que representa su descripción está marcada con una marca inicial, es decir, una marca con fichas en la condición inicial y las condiciones candado de una red de trabajo.

- Además de crear la instancia del trámite se abre un archivo al que llamamos folder, en el cual se almacena la información que se genera y se usa durante la ejecución del procedimiento.

- El sistema actualiza las agendas de los agentes encargados de realizar las tareas iniciales del trámite.

Las tareas de iniciación de trámites se muestran en la figura 2.

En el sistema TRAMITA las instancias de trámite son procedimientos activos que no han concluido, en las que la marca en su Red de Trabajo asociada habilita algunas de sus actividades, a las que llamamos actividades pendientes.

---

El ciclo de interacción de los participantes en procedimientos activos con el sistema TRAMITA es el siguiente:

- i) El sistema actualiza las agendas de los agentes que deben resolver actividades pendientes en instancias activas.
- ii) TRAMITA espera mensajes de los agentes que le indiquen los pendientes que ya han sido resueltos.
- iii) Con la recepción de un mensaje se modifica la marca en la Red de Trabajo de la instancia a la que pertenece el pendiente realizado. Con la nueva marca surgen nuevos pendientes que hay que realizar, por lo que el sistema envía mensajes actualizando las agendas y reiniciando el ciclo de operación. Este ciclo se muestra gráficamente en la figura 2.

El ciclo de interacción que describimos para una instancia activa termina cuando en la Red de Trabajo se ha ejecutado el proceso final.

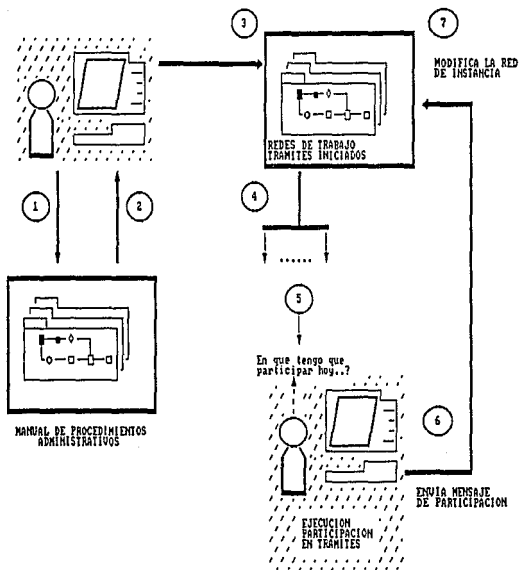
Como hemos visto las redes de instancia son las entidades que coordinan la participación de los agentes, éstas están almacenadas en los servidores de la red de computadoras en la que TRAMITA trabaja. El proceso que atiende los mensajes de los participantes, que modifica las marcas en las Redes de Trabajo en las instancias activas y distribuye la actividad entre los agentes humanos también se ejecuta en los servidores de la red de computadoras.

Para coordinar la acción humana los programas que TRAMITA ejecuta en redes de computadoras los sincroniza con la actividad de la oficina y con la acción humana.

En las oficinas es también conveniente realizar labores de monitoreo, las que consisten en indagar sobre el estado global de la actividad en la oficina así como indagar sobre el avance de trámites particulares. Al manejar las instancias de procedimientos con Redes de Trabajo el indagar sobre el estado de algún asunto es inmediato, ya que en TRAMITA la red además de ser un plan de como realizar el procedimiento permite saber que es lo que ya se ha ejecutado y que es lo que debe realizarse.

El sistema debe ser percibido por los usuarios como una herramienta que facilite, haga más agradable su trabajo y que ayude a que ocurran los eventos que deben de ocurrir en los procedimientos de rutina.

## CICLO DE OPERACION DEL SISTEMA TRAMITA



- | USUARIO  | TRAMITA   | USUARIO                             | TRAMITA                         |
|--|---|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1.- Consulta Menu de Procedimientos Administrativos. | 3.- Crea una Instancia Tramite, Abre el folder de la Instancia. | 5.- Revisa Agenda de Pendientes.    | 7.- Modifica Redes de Instancia |
| 2.- Inicia una Instancia de procedimiento.           | 4.- Envía Mensajes a los Participantes en Tramites.             | 6.- Envía Mensaje de Participación. |                                 |

FIGURA 2

Las interfaces entre los usuarios y el sistema es a través de ventanas, menús y agendas. En los menús se elige alguna actividad a realizar en un procedimiento de oficina, para obtener información sobre la oficina o sobre el estado de una instancia particular. Las agendas alertan a los participantes sobre las tareas que deben realizar para completar un procedimiento.

### 3.- Arquitectura del Sistema TRAMITA

El sistema TRAMITA está constituido por los siguientes módulos: TALLER, INSTANCIADOR, GESTOR y OBSERVADOR. Las relaciones entre éstos y la arquitectura del sistema se muestra en la figura 3.

A través de ésta arquitectura los usuarios diseñan los elementos de la oficina (TALLER), inician trámites previamente programados (INSTANCIADOR), colaboran en los trámites activos (GESTOR) y observan el estado de avance de trámites particulares de la oficina (OBSERVADOR). A continuación describimos cada módulo así como las actividades que los usuarios realizan en ellos a través de sus interfaces.

**3.1.- TALLER.** Este módulo proporciona las herramientas para diseñar, crear y modificar los procedimientos estructurados de oficina, así como los objetos involucrados en la ejecución de éstos, como agentes o documentos. Como ya mencionamos la descripción de procedimientos es con Redes de Trabajo las que se almacenan en la base de las descripciones formales de trámites.

En este sistema los procedimientos se especifican a diferentes niveles de abstracción y detalle, utilizando para trámites nuevos descripciones ya existentes.

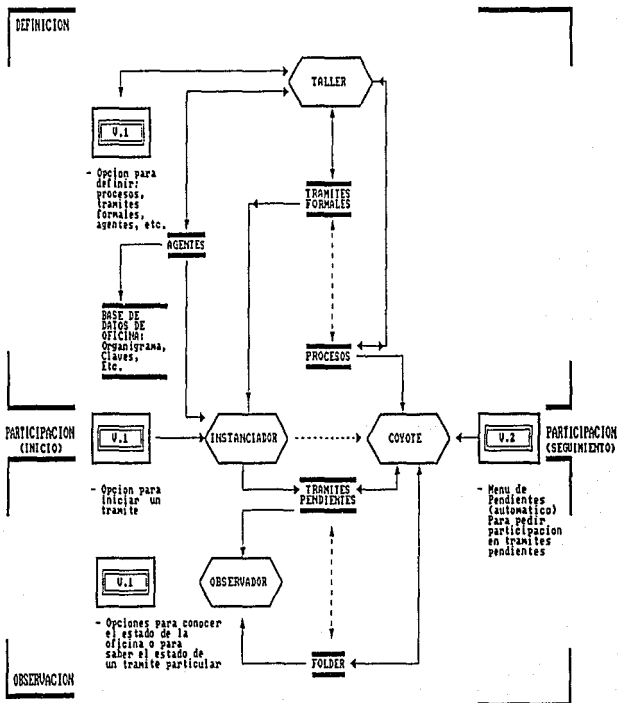
En el módulo de TALLER se definen las Redes de Trabajo que especifican el plan de las posibles secuencias de ejecución de las actividades que conforman los procedimientos, así como los agentes que intervienen en su realización.

En la ejecución de los procedimientos de oficina además de su estructura existen documentos en los que se lleva y almacena información complementaria asociada al estado de avance. Esta es recopilada en el "folder" que el sistema asigna a cada instancia de procedimiento durante su ejecución.

El manual de los procedimientos administrativos es la interfase de la oficina con su medio ambiente, con oficinas externas, con sus clientes o sus proveedores. En el módulo de taller es en donde se construye, complementa y

# TRAMITA

## ARQUITECTURA DEL SISTEMA TRAMITA



modifica este manual de procedimientos.

Las funciones de diseño sólo son permitidas a ciertos usuarios. La ventana de más alto nivel para las funciones de este módulo contiene las siguientes opciones.

SISTEMA TRAMITA TALLER <i>DISEÑO DE TRAMITES</i>
1.- Definición de Trámites 2.- Modificación de Trámites 3.- Definición de Agentes 4.- Modificación de Autorizaciones 5.- Manual de Procedimientos Administrativos

Las definiciones de procedimientos se realizan a través de un lenguaje gráfico que permite la construcción de las Redes de Trabajo. Para sistemas como TRAMITA, dirigido a personas que no son expertas en cómputo ni programación es deseable, que sus interfases sean gráficas y de fácil manejo.

Nosotros para la especificación de procedimientos hemos definido una gramática y un lenguaje para construir redes, así como otra rutina que verifica que una especificación de red sea una Red de Trabajo, en la sección siguiente de este capítulo detallamos este lenguaje y la rutina mencionada.

En TRAMITA sólo algunos usuarios pueden definir procedimientos que involucren a toda la oficina, a un sólo departamento o una sección. Sin embargo, es posible modificar los permisos para habilitar a usuarios para que también puedan definir procedimientos, También se pueden modificar permisos para habilitar a usuarios para que observen clases más amplias de procedimientos y no sólo los que ellos inician.

La opción de Manual de Procedimientos Administrativos contiene la lista de los trámites ya definidos en el sistema como Redes de Trabajo, esta lista esta disponible para cualquier usuario y es la interfase de ésta con sus usuarios.



**3.2 INSTANCIADOR.** Para cada procedimiento existe un conjunto de agentes que pueden iniciar las instancias de trámites. Las rutinas de este módulo crean una instancia de un trámite ya definido al ser llamadas por dichos agentes.

Las rutinas del instanciador copian del Manual de Procedimientos Administrativos sólo la estructura formal de un trámite, la cual se inserta en la base de datos que contiene las instancias activas de procedimientos, figura 2. El instanciador trabaja de manera similar a una llamada de procedimiento sustituyendo los parámetros formales con parámetros actuales como: fecha de inicio, nombre del agente que inicia el trámite.

El inicio de un procedimiento de oficina puede ser automático al momento de cumplirse una condición, en tal caso el agente encargado de iniciarla es una máquina. De manera similar el inicio de un trámite puede estar a cargo de agentes externos como los proveedores o los clientes de las oficinas.

La interfase de este módulo con el usuario es un menú que contiene la lista de trámites previamente programados que él puede iniciar, ésta lista se actualiza cuando se diseñan nuevos procedimientos. En alguna oficina la interfase de este módulo podría utilizarse como una ventanilla electrónica, en la que las personas que demandan un trámite puedan iniciarlo ellas mismas.

**3.3. GESTOR (COYOTE).** En este módulo las Redes de Instancias activas de procedimientos son revisadas para demandar la participación de los agentes en actividades pendientes. El sistema envía mensajes a las agendas de los participantes para indicarles la necesidad de su intervención.

Cuando los agentes participan el sistema modifica las marcas en las Redes de Instancia, con lo cual registra los avances en los trámites activos. Con estas modificaciones en las redes de instancia se crean nuevos pendientes con lo que el sistema reinicia el ciclo de operación enviando nuevos mensajes y demandando nuevas participaciones.

El ciclo de operación del GESTOR es: a) revisión de las Redes de Instancia, b) envío de mensajes a los agentes y registro de participación, con el cual TRAMITA contribuye a la coordinación de las actividades asíncronas y concurrentes de las oficinas.

Para un trabajador el sistema sólo le indica, a través de su agenda de pendientes, el momento en el que debe participar en los procesos activos de la oficina.

Estas agendas alertan al usuario en distintos instantes:

- al entrar al sistema de cómputo,
- al surgir un pendiente nuevo en el que debe participar, o
- al consultar su agenda de pendientes.

Una agenda con los pendientes de un agente se muestra en la siguiente ventana:

SISTEMA TRAMITA INSTANCIADOR <i>AGENDA DE TRAMITES PENDIENTES</i>
. .. ...
<u>Ponga el cursor sobre un trámite de la lista.</u>
1.- Consulta sobre el tipo de trabajo a realizar 2.- Realizar un pendiente.
<ESC> SALIR

La opción 1 proporciona información sobre la actividad específica que debe realizarse, así como información general acerca del procedimiento, la interfase correspondiente se muestra a continuación. Esto permite tener un manual electrónico sobre como actuar en instantes específicos en los procedimientos de la oficina.

SISTEMA TRAMITA INSTANCIADOR CONSULTA SOBRE EL ESTADO DE TRAMITES		
Consulta sobre el trámite: * * * * *		
Proposito:		
Agente que inicio el trámite:		
Fecha de inicio:		
Pendientes	Necesita	Produce
*	*	*
**	**	**
...	...	...

**3.4 Observador.** Las funciones en este módulo son para observar las labores de oficina que estén activas y que ya estén especificadas mediante Redes de Trabajo. En particular un agente observador puede averiguar sobre el estado en el que se encuentre algún trámite en especial o inspeccionar la ejecución de cierto grupo de procedimientos de interés o analizar el desempeño global de la oficina.

El grado de libertad que tendrá un usuario para ejecutar las funciones de este módulo dependerá de su posición en la jerarquía dentro de la oficina, la cual debe estar especificada en TRAMITA. Por ejemplo, un agente externo sólo podrá investigar, quizá, el estado del asunto que él inicio; mientras que el jefe de oficina podrá inspeccionar en cualquier instante cualquier trámite activo.

La ventana que permite indagar el estado de los asuntos activos es la siguiente:

<b>SISTEMA TRAMITA OBSERVADOR INDAGAR EN TRAMITES QUE YO INICIE</b>
. .. ...
<u>Ponga el cursor sobre un trámite en la lista.</u>
Más información sobre un trámite particular <ESC> SALIR

Si se desea más información sobre un trámite particular se desplegaran los pendientes que deben ejecutarse para que el procedimiento avance, así como los nombres de los agentes responsables y la última fecha de participación o avance del procedimiento.

La interfase para las funciones de observación se componen de pantallas en las que los observadores podrán obtener respuestas a preguntas como: ¿cuantos trámites del tipo X están activos?, ¿cuantos trámites que inicio el agente X están activos? o ¿que trámites están pendientes en la acción Y?. Como ya hemos mencionado estas funciones sólo las podrán realizar ciertos usuarios. De igual manera se podrán extender las posibilidades de este módulo para obtener estadísticas sobre el desempeño de la oficina.

#### 4.- Rutinas Programadas

Hemos implantado algunas rutinas para mostrar el funcionamiento de los módulos del sistema TRAMITA así como la posibilidad de su diseño para la coordinación de los procedimientos estructurados de oficina. Estas rutinas están agrupadas en las siguientes familias de funciones:

- 1) Funciones de Especificación e Interpretación. Con esta familia de funciones se especifican procedimientos de oficina con Redes de Trabajo. El resultado de ejecutar funciones de esta familia son estructuras de datos que representan a

las Redes de Trabajo.

2) **Funciones de Comunicación y Seguimiento.** Estas funciones del sistema son para establecer la comunicación necesaria entre los participantes en los procedimientos de oficina.

Las estructura de datos que manipulan estas funciones son las Redes de Trabajo, las que son la entidad que coordina la ejecución de procedimientos, en TRAMITA éstas se almacenan en los servidores de la red de cómputo en la que TRAMITA se ejecuta.

Las funciones de seguimiento también manipulan las Redes de Trabajo que representan instancias activas de procedimiento, modifican sus marcas y llevan un registro de avance de los trámites pendientes.

A continuación describimos las tareas más importantes de cada familia de funciones, y sus métodos de interacción con las demás.

#### 4.1. Funciones de Especificación e Interpretación.

Para especificar un procedimiento se utiliza un lenguaje de definición de redes. Las especificaciones las utiliza una rutina que las analiza y establece si corresponden a una Red de Trabajo, que de ser así construye una estructura de datos que corresponde a dicha especificación.

Una definición de una red en el lenguaje que proponemos se inicia con un encabezado que contiene el nombre de la red. Un encabezado de una Red de Trabajo se muestra a continuación:

##### **TRABAJO ID\_PROCEDIMIENTO**

Las palabras resaltadas en *itálicas* son reservadas, en este caso la palabra **TRABAJO** y los identificadores son secuencias de letras de longitud arbitraria.

Después de la especificación del encabezado de una red sigue una lista no vacía de eventos, por lo que las redes especificadas con este lenguaje contienen al menos una actividad.

En el capítulo 3 establecimos que las actividades de una Red de Trabajo son eventos o decisiones, por lo que las actividades está formada por su tipo (acción

o decisión), por listas de precondiciones y postcondiciones y por la asignación de un agente responsable de realizar la actividad, por lo que en esta gramática las distinguiremos sintácticamente de la siguiente manera:

<i>EVENTO: IDENTIFICADOR</i>	<i>DECISION: IDENTIFICADOR</i>
<i>PRE: LISTA DE CONDICIONES</i>	<i>PRE: LISTA DE CONDICIONES</i>
<i>POST: LISTA DE CONDICIONES</i>	<i>POST: LISTA DE CONDICIONES</i>
<i>AGENTE: IDENTIFICADOR</i>	<i>AGENTE: IDENTIFICADOR</i>

Una característica de diseño del sistema TRAMITA es la posibilidad de describir a las oficinas a distintos niveles de abstracción y detalle, para lo cual existen en estas descripciones eventos tipo *MACRO* que en sí mismos son redes. La declaración de uno de éstos eventos se inicia con la palabra reservada *MACRO*.

Los eventos del tipo *MACRO* pueden o no estar especificados como Redes de Trabajo al momento de formar parte de la definición de una red. Es esta la característica que ayuda a utilizar a TRAMITA desde el inicio en el proceso de automatización de las oficinas mediante este u otro sistema en el que se coordinen y programen las actividades estructuradas y cooperativas de las oficinas.

A continuación presentamos la gramática de un lenguaje auxiliar en la descripción de los procedimientos de oficina. Se busca que una persona sin saber computación pueda rápidamente programar procedimientos de oficina con Redes de Trabajo.

#### GRAMATICA

##### Símbolos no terminales:

trabajo, cuerpo, acción, acciones, trámites,  
l\_trámites, l\_cond.

##### Símbolos terminales:

ID, TRABAJO, ACCION, PRE, POST, TRAMITE,  
AGENTE, DECISION, MACRO.

##### Reglas de producción:

trabajo ---> TRABAJO ID cuerpo

## GRAMATICA

```

cuerpo ---> acciones l_tramites
acciones ---> acción
acciones ---> acciones acción

acción ---> tipo ID
                PRE l_cond
                POST l_cond
                AGENTE ID

l_cond ---> l_cond ID
l_cond ---> ID

tipo ---> ACCION
tipo ---> DECISION
tipo ---> MACRO

l_tramites ---> l_tramites trámite
l_tramites ---> /* vacío */

trámite ---> TRAMITE inicio acciones
                FIN

```

Las cadenas de símbolos terminales generadas por la gramática anterior representan redes, algunas de las cuales describen las posibles secuencias de acciones, decisiones y trámites necesarios para el cumplimiento de un procedimiento de oficina.

Para que las descripciones representen procedimientos de oficina deben satisfacer la definición de las Redes de Trabajo. Por ejemplo, ninguna condición puede ser precondition de más de un proceso.

Hemos programado una rutina que verifica si una descripción con este lenguaje es sintacticamente correcta y que corresponda a una Red de Trabajo, de ser así crea la estructura de datos que representa un procedimiento de oficina. Como vimos en el capítulo 3 una Red de Trabajo es representada por una gráfica bipartita, la estructura que elegimos para representar las gráficas son listas de adyacencias para cada uno de sus nodos.

Con las listas de adyacencias de cada nodo de la gráfica se representan a los conjuntos  $*v, v*$ . Con estas listas se comprueba:

- (a) Que eventos distintos no tengan pre-condiciones comunes. Es necesario

verificar que en la lista c\* correspondiente a los post-procesos de cada condición tenga sólo un elemento.

(b) Que cada nodo de la gráfica esté en una trayectoria de la condición inicial al proceso terminal. El algoritmo aplicado es una modificación al algoritmo que construye el árbol generador de una gráfica a partir de una raíz, en nuestro caso la raíz es la condición inicial.

(c) Que en la Red de Trabajo los trámites sean ajenos o estén anidados, para verificar esto aplicamos el mismo algoritmo que en el inciso anterior, dicho algoritmo está parametrizado con la raíz del árbol generador y el nodo a alcanzar (proceso terminal).

Al analizar una red para verificar si es una Red de Trabajo se convendrá que la condición inicial es la precondición del evento que sintacticamente aparece primero; mientras que el evento final será el último evento que aparezca en la descripción de la red.

Si la especificación de un procedimiento es correcta se añade al Manual de Procedimientos Administrativos de la oficina, que sólo contiene las descripciones formales de los procedimientos.

La ejecución de un programa que especifica un procedimiento de oficina se inicia con su llamada. En la ejecución de los eventos tipo MACRO se sustituyen los parámetros formales por los actuales como condición inicial y proceso final.

Al ejecutar una instancia con un evento del tipo MACRO se poda el nodo que le corresponde en la Red de Trabajo de instancia, sustituyéndolo por su definición cuando éste ya halla sido definido como un trámite, siguiente figura.

Lo anterior es posible ya que una Red de Trabajo está constituida por subgráficas que representan trámites, que están anidadas o son ajenas (prop 5. cap. 3). Por lo cual un trámite en una Red de Trabajo es una unidad sintáctica, con un cuerpo y un encabezado. En el encabezado además del nombre del trámite se especifican su condición inicial y su proceso terminal, que son los nodos de la flecha de retorno que contiene al trámite.

Para facilitar el diseño de los procedimientos de oficinas a los usuarios del sistema es necesario desarrollar una interfase gráfica, que utilice las rutinas de construcción de Redes de Trabajo que hemos programado.

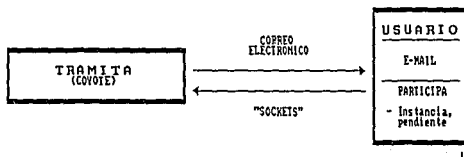


#### 4.2. Funciones de Comunicación y Seguimiento.

La comunicación del sistema TRAMITA con los participantes en las instancias activas de las oficinas es a través de mensajes, con los que el sistema coordina y registra las actividades realizadas.

La función que se activa cuando un agente inicia un trámite o termina una acción la hemos llamado COYOTE y pertenece al módulo GESTOR de trámites. El COYOTE envía mensajes y crea los nuevos pendientes, resultado de las acciones terminadas por otros agentes. Los mensajes del COYOTE son enviados al correo electrónico de los agentes.

Para programar esta rutina se utilizó el correo electrónico y la comunicación entre procesos ("sockets") del sistema operativo UNIX.



El COYOTE es el proceso servidor y distribuidor de actividades del sistema TRAMITA, por otro lado los procesos clientes son activados por los agentes al enviarle al sistema sus mensajes de participación en pendientes de oficina.

En COYOTE es el "motor" del sistema TRAMITA que hace que los trámites avancen, para lo cual el COYOTE trabaja en sincronía con la acción humana. La interacción entre el COYOTE y los procesos de los usuarios que esperan ser atendidos se muestra en la siguiente figura, a estos últimos les hemos llamado procesos clientes.

Para participar y enviar mensajes los agentes deben saber en que trámites deben intervenir. Para lo cual consultan su correo electrónico para ver sus pendientes, por lo que sus mensajes al COYOTE deben tener la información correspondiente a: *usuario, procedimiento, instancia y tarea*, al recibir un mensaje el COYOTE realiza lo siguiente:

Las rutinas que manipulan las Redes de Trabajo asociadas a instancias de procedimientos activos son: *posible*, *dispara* y *pendientes*. La función *posible* es un predicado que es válido si el agente puede participar en una instancia activa. La función *dispara* modifica la marca en una Red de Trabajo de acuerdo a la definición de la regla de transición dada en el capítulo 3. La función *pendientes* da la lista de los nuevos pendientes una vez que una acción se ha ejecutado.

a) A través del predicado *posible* se verifica que la instancia del procedimiento esté activa y que la tarea sea una actividad pendiente que puede ser resuelta por el usuario.

*posible(instancia, actividad, usuario);*

b) Si *posible* es verdadero el COYOTE modifica la marca en la Red de Instancia con la función *dispara*;

*dispara(instancia, actividad);*

c) Una vez modificada la marca en la Red de Instancia se indaga sobre la existencia de nuevos pendientes en la instancia activa de procedimiento con la función *pendientes*:

*pendientes(instancia);*

d) Con la lista de actividades pendientes en una red de instancia obtenida por la función *pendientes* se envían los mensajes de participación a los encargados de resolverlos, mediante la función *participa*:

*participa(usuario, pendiente, instancia);*

Además del correo de los asuntos pendientes el COYOTE envía al agente que originó la comunicación un "acuse de recibo" y un mensaje que contiene el

resultado de su participación. Al terminar este ciclo el COYOTE atiende a otro proceso cliente, si existe, o entra al estado de espera de otro mensaje.

Las rutinas implantadas envían los mensajes a los agentes para que participen en trámites. La integración de TRAMITA con un sistema que maneje documentos de oficina permite, a través del movimiento de fichas en Redes de

Trabajo, distribuir y manejar las formas, documentos e información adicional que los agentes necesiten para resolver los pendientes de oficina.

La descripción de los documentos o formas que se utilizan en los procedimientos son parte de su definición, sin embargo, esta descripción es independiente de la automatización del flujo de actividad en un procedimiento de oficina. A esto último es a lo que nos hemos abocado en este trabajo.

## 5.- Conclusiones

Las Redes de Trabajo son una abstracción de la actividad estructurada de las oficinas. En nuestra propuesta al integrarlas a un sistema de redes de computadoras se convierten en las estructuras que controlan la ejecución de los procedimientos que describen. La ejecución de los procedimientos se realiza a través de la acción humana en ámbito de *redes de trabajo* humano en el que convergen dispositivos de cómputo y comunicación.

Para que se realicen las acciones dentro de las oficinas son necesarias estructuras de actividad y distribución de información y éstas varían de oficina a oficina. Por el momento TRAMITA sólo automatiza la dinámica y el flujo de acción con base en la estructura de procedimientos expresada con una Red de Trabajo.

Hemos construido las Redes de Trabajo para que sean la base conceptual y el modelo de coordinación de actividades dentro del sistema TRAMITA.

Las Redes de Trabajo satisfacen propiedades deseables para representar las actividades estructuradas y cooperativas de las oficinas, por ejemplo: ejecutar acciones en forma asíncrona, concurrente y en paralelo, tomar decisiones sobre el flujo de actividad y en particular sobre ciclos de actividad evitando que se repita trabajo que no debe repetirse.

En TRAMITA la definición de un procedimiento es a la vez la estructura que controla la ejecución de sus instancias. En muchas oficinas es difícil conocer de manera inmediata el estado de un trámite particular o los trámites que no han avanzado desde algún tiempo atrás; aún cuando en la oficinas se utilicen herramientas informáticas. El diseño de TRAMITA puede utilizarse para remediar situaciones de este tipo.

Al especificar los procedimientos con Redes de Trabajo, al registrar las actividades realizadas y al inducir acciones, se garantiza el término de los procedimientos controlados por el sistema TRAMITA.

Aquí cabe mencionar que nuestra intención fue la de diseñar un sistema de automatización de oficinas que sea útil en oficinas pequeñas y en organizaciones complejas. La automatización que teníamos en mente cuando diseñamos TRAMITA fue la de coordinar la acción humana para llevar a cabo acciones conjuntas, el diseño de TRAMITA aporta algo en ese sentido.

Las rutinas programadas que manejan las Redes de Trabajo fueron implementadas en el lenguaje 'C' y se aprovecharon las facilidades del sistema operativo UNIX para comunicar procesos a través de una red de computadoras. Creemos que el lenguaje de programación 'C' y las nuevas herramientas de construcción de interfaces a través de ventanas e iconos (X Windows y GUI) son las indicadas para implantar una interfase gráfica suficientemente "amigable" dirigida a personas no expertas en cómputo y programación.

Algunos otros ambientes de redes de computadoras tienen capacidades semejantes para comunicar estaciones de trabajo e implantar en dichos ambientes el sistema TRAMITA. Algunos otros sistemas similares a TRAMITA requieren recursos de hardware y software más sofisticados para su desarrollo y empleo.

En el ámbito de oficina donde socialmente es necesario que las actividades coordinadas se realicen efectiva y eficientemente, es en donde los sistemas como TRAMITA se integran a los hábitos de los agentes y a la infraestructura de cómputo y comunicación.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES GENERALES

En esta tesis presentamos el diseño del sistema de automatización de oficinas TRAMITA que tiene como objetivo asistir en el trabajo cooperativo y de rutina que ocurre en las oficinas.

El núcleo de TRAMITA lo conforman las Redes de Trabajo las cuales son el fundamento matemático y formal de un modelo de coordinación que especifica el flujo de actividad y cooperación necesaria en los trámites de oficinas.

Una Red de Trabajo es un plan para realizar un proceso estructurado, éste plan representa la clase de todas las secuencias posibles (o permitidas) de acciones para llegar al fin de un trámite. Una acción de un trámite especificado con una Red de Trabajo tiene la posibilidad (al menos teórica) de ser ejecutada con sólo iniciar el trámite.

Con las Redes de Trabajo se permite representar formas distintas de interacción entre agentes para lograr objetivos comunes. Uno de éstas es cuando procesos o agentes distintos trabajan en actividades complementarias, es decir cuando éstos colaboran. Otro tipo de interacción es cuando distintos procesos trabajan independientemente por el logro de un fin común, es decir cuando están en disputa. Nuestro modelo de coordinación impide se realice el trabajo rezagado en las situaciones de disputa cuando su ejecución ha perdido interés por que alguno de ellos ha alcanzado el fin común.

Con las Redes de Trabajo también es posible representar decisión sobre el flujo de actividad y ciclos de trabajo, estas representaciones conservan las características de concurrencia y asincronía de actividades distribuidas de procedimientos estructurados y recurrentes de oficina.

Debido a las posibilidades de representación de las Redes de Trabajo estas se son un modelo formal de representación, diseño y análisis de los trámites de oficina. Es formal porque damos la definición precisa de las Redes de trabajo. Es útil para el diseño de trámites ya que éstos tienen secuencias determinadas de acción, colaboración, disputa, decisión y ciclos de trabajo en ambientes distribuidos y asíncronos. Las Redes de Trabajo son una herramienta de análisis para los trámites ya que al especificarlos con éstas los trámites deben estar libres de *no determinismos* y libres de "deadlocks".

La definición de trámites con Redes de Trabajo puede ser entendida por una computadora por lo que ésta puede llevar el control sobre el avance del trámite. Esto no sucede con las representaciones convencionales de trámites, ya que estos muchas veces son solo diagramas de flujo que se agrupan en un manual de procedimientos.

Las restricciones que imponemos a las Redes de Trabajo tienen como objetivo facilitar la especificación de trámites a los agentes de oficina con redes de Petri que tienen propiedades que impiden la presencia de situaciones indeseables en la oficina, por ejemplo evitar que se repita trabajo que no debe repetirse (para mayor detalle ver capítulo 3).

Las Redes de Trabajo se pueden simular con redes de Petri convencionales junto con una relación de prioridad entre sus acciones, que a su vez pueden ser simuladas con redes de Petri convencionales, esto último es no trivial como se muestra en [BEST]. Por lo anterior podemos ver a las Redes de Trabajo como una herramienta de "más alto nivel" para especificar trámites correctamente sólo con Redes de Petri.

Respecto del modelo de coordinación que proponemos existe la pregunta acerca de su completitud, es difícil sino es que imposible mostrar que los procedimientos recurrentes y estructurados de cualquier oficina puedan ser representados con Redes de Trabajo, sin embargo tenemos evidencias de que una clase suficientemente amplia y prácticamente útil de este tipo de tareas son factibles de ser expresadas a través de Redes de Trabajo.

Lo que implantamos de TRAMITA es sólo la parte que corresponde a la distribución de mensajes entre el sistema y sus usuarios, así como algunas rutinas de definición de trámites y seguimiento de instancias activas. Un primer paso encaminado a una implementación completa del sistema es la integración de los servicios de mensajería ya programados con un manejador de bases de datos y una interfase gráfica a través de ventanas e iconos (X Windows y GUI) las cuales son las indicadas para implantar una interfase gráfica suficientemente "amigable" dirigida a personas no expertas en cómputo y programación.

Existe un horizonte muy vasto de áreas y trabajos de las ciencias de la computación relacionadas con el desarrollo de sistemas que ayuden a coordinar la realización de acciones en el ámbito de trabajo. TRAMITA comparte con un buen número de trabajos que revisamos en la literatura la característica de poseer una unidad central que controla o posee el "conocimiento" sobre como deben actuar los agentes, lo que varía es la forma o estructura del mensaje, algunos son muy sofisticados como formas, "scripts", "schedulers", objetos portadores de mensajes o configuradores<sup>1</sup>.

Algunos otros trabajos que revisamos hacen uso de la capacidad de cómputo distribuido, por ejemplo bases de datos distribuidas, sin embargo éstos tienen propósitos mas generales que TRAMITA. Algunos otros trabajos están desarrollados en ambientes de cómputo especiales, por ejemplo utilizan maquinas simbólicas tipo LISP, mientras que TRAMITA está diseñado para correr en cualquier red de computadoras.

Las contribuciones de este trabajo son la definición de las Redes de Trabajo y el diseño del sistema TRAMITA. Las Redes de Trabajo son una herramienta para diseñar procedimientos de oficina de una manera formal e inteligible para una computadora. El diseño de TRAMITA tiene la novedad de haber sido pensado para insertarse en las instituciones donde nosotros hacemos trámites y la ambición de ser un sistema de coordinación entre personas mas general.

---

<sup>1</sup> Para mayor detalle ver el capítulo II.

**BIBLIOGRAFIA**

- [ARAU] .- Araujo R.B., Coulouris G.F., Onions J.P., Smith H.T.  
*The Architecture of the Prototype COSMOS Messaging System.*  
Reserach into Networks and Distributed Applications. R. Speth (Editor)  
Elsevier Science Publishers B.V. (North Holland)  
1988. pp. 157-169
- [ARBI] .- Arbib M.A. *Computers and the Cybernetic Society*  
Academic Press Inc. 1984
- [BEST] .- Best Eike, Koutny Maclej., *Petri net semantics of priority.*  
Theoretical Computer Science 96  
1992. pp. 175-215.
- [CONR].- Conrath D.W., De Antonellis V., Simone C.  
*A Comprehensive Approach to Modeling Office  
Organization and Support Technology.*  
Office Informations Systems : The Design Process.  
North Holland. IFIP 1989  
pp. 73-92



- [CIND] .- Cindio F.D., de Michells G., and Simone C.  
*Computer Based Tools in the Language/Action Perspective*  
Reserach into Networks and Distributed Applications. R. Speth (Editor)  
Elsevier Science Publishers B.V. (North Holland)  
1988. pp. 243-258
- [ELLI] .- Ellis C. A., "Information control Nets. A mathematical  
*Model of Office Information Flow*".  
ACM Proceeddings Conference Simulation, Modeling and  
Measurement of Computer Systems. Agosto 1979  
pp. 225-240
- [EIII2].- Ellis C. A., Nutt G.J. *Office Information Systems and  
Computer Science*.  
Computer Surveys.  
ACM Vol.12 #1 Marzo 1980.
- [EIII3].- Ellis C. A.. *Office Information Systems Overview*  
Languajes for Automation.  
Plenum Publishing Corporation 1985.  
pp. 1-26.
- [FUGI] .- Fugini G.M., Pozzi S. *An Approach to Distributed  
Conceptual Design of Office Systemes*.  
Office Informations Systems : The Design Process  
B.Pernici and A.A. Verjin-Stuart (Editors)  
North Holland. IFIP 1989  
pp. 55-72
- [GANN] .- Gann D.M. *Buildings for the Japanese Information  
Economy. Neighbourhood and Resort Offices*.  
Futures Jun. 1991.  
pp. 469-481
- [GENR] .- Genrich H., Lautenbach K., Thiagarajan.  
*An Overview of Net Theory*.  
Lecture Notes in Computer Science #84.  
Springer Verlag. 1980
- [GIUL] .- Giuliano V.E. *The Mechanization of Office Work*  
Scientific American. Sept. 1982

- [GUTI] .- Güting H.R., Zicari R., Choy D.M.  
*An Algebra for Structured Office Document.*  
ACM Transactions on Office Information Systems.  
Vol.7, No.4, Abril 1989.
- [HAMM] .- Hammainen H., Alasuvanto J., Arppe H.  
*Service Interface Approach in Distributed Loosely  
Coupled Information Systems.*  
Office Informations Systems: The Design Process  
B.Pernici and A.A. Verjin-Stuart (Editors)  
North Holland. IFIP 1989  
pp. 183-198
- [HAMM2].- Hammainen H., Alasuvanto J., Arppe H.  
*Distributed form Managment*  
Transactions on Informations Systems  
ACM Vol.8 #1. 1990  
pp. 50-75
- [HEWW] .- Hewwit C. *Offices are Open Systems.*  
Transactions on Office Informations System  
ACM Vol.4 #3.  
Julio 1986.
- [HIRS].- Hirschheim R. A. *Understanding the Office: A Social Analytic Perspective.*  
Transactions on Office Informations System.  
ACM Vol.4 #4, octubre 1986
- [HIRS2].- Hirschheim R. A. *Office Automation: A social and organizational perspective.*
- [HOGG] .- Hogg J., *Intelligent Mail Systems*  
Topics in Information Systems.  
Spinger Verlag. 1985  
pp.113-134
- [ISHI] .- Ishii H. , Kubota K.. *Office Procedure Knowlwdge  
Base for Organizational Office Work Support.*  
Office Informations Systems : The Design Process  
North Holland. IFIP 1989  
pp. 55-72

- [JONG] .- de Jong P. *Structure and Action in Distributed Organizations.*  
ACM. SIGOIS Bulletin Vol. 11. (Eds. F. Lochovsky) 1990.  
pp. 1-10
- [JOSE] .- Joseph C.A., Muralidhar K.H., *Integrated Environment in an Enterprise Environment.*  
IEEE Network Magazine. Jul. 1990, pp.7-13.
- [KARB] .- Karbe B., Ramsperger N., Weiss P.  
*Support of Cooperative Work by Electronic Circulation Folders.*  
ACM SIGOIS Bulletin Vol. 11, issues 2,3. 1990  
pp 109-117
- [KARB2].- Karbe B., Ramsperger N.  
*Influence of Exception Handling on the Support of Cooperative Office Work*  
Multi-User Interfaces and Applications  
S. Gibbs and A.A. Verrijn-Stuart (Editors)  
IFIP. 1990
- [KREI].- Kreifelts T., Seuffert P.  
*Addressing in an Office Procedure System*  
Message Handling Systems/R.Speth (Editor)  
Elsevier Science Publishers B.V. (North Holland)  
IFIP 1988, pp. 117-127
- [LAI] .- Lai K.Y., Malone T.W., Yu K.C. *Objective Lens: A Spreadsheet for Cooperative Work.*  
Transactions on Office Information Systems  
ACM Vol.6 #4. Oct. 1988, pp.332-353.
- [LANC] .- Lancers A.G., Saras J. *Group Communications Support in the MHS environment.*  
Research Into Networks And Distributed Applications.  
EUTECCO'88  
North Holland 1988, pp. 311-323
- [LICK] .- Licklider J.C.R., Veza A.  
*Applications of Information Networks*  
CSCW. A Book of Readings.  
Morgan Kaufman Publishers 1988, pp. 143-183

- [LJUN] .- Ljungblom F. *Un Sistema de Administración de Servicios para Redes Inteligentes*.  
ERICSSON Review Vol. 67 #1 1990  
pp. 32-41
- [KUMY] .- Kum-yew La, Malone T., Ken-Chiang Yu  
*Objet Lens: A "Speadshett" for Coperative Work*.  
Transactions on Office Information Systems.  
ACM Vol.6 #4 octubre 1988, pp. 332-353
- [MACK] .- Wendy E. Mackey. *Diversity in the Use of Electronic Mail: A preliminary Inquiry*.  
Transactions on Office Information Systems.  
ACM Vol.6 #4 octubre 1988, 380-397
- [MAHL] .- D.E. Mahling, W. Bruce Croft. *An Interface for the Specification of Office Activities*.  
Office Informations Systems: The Design Process  
North Holland. IFIP 1989, pp. 257-272
- [MASU] .- Masuda Yonei. *Computopia*.  
The Information Technology Information.  
Editado Tom Forester.  
The MIT Press 1985, pp. 620 - 634
- [MONN] .- Montanari U. (Editor). *CEDISYS. Compositional Distributed Systems. State of the Art, Research, References*  
Advances in Petri Nets. Lectures Notes in  
Computer Science #424.  
Springer-Verlag 1989, pp. 508-524.
- [MOSS] .- T.Mosser, P.DiFelice, Fred Lochovsky.  
*Specifying Office Tasks by Example*.  
Office Informations Systems : The Design Process North Holland.  
IFIP 1989, pp. 293-310
- [NIER] .- O.M. Nierstras, D.C. Tschritzis.  
*Integrated Office Systems*

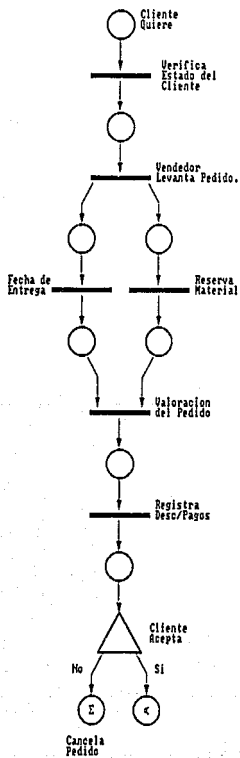
- [NIER2].- O.M. Nierstras  
*Message Flow Analysis*  
Office Automation. Springer-Verlag 1985  
pp.283-314.
- [NIER3].- O.M. Nierstras  
*Object Oriented Systems*  
Office Automation. Springer-Verlag 1985  
pp.167-190.
- [PERN] .- Pernici B., Barbic F.  
*C-TODOS; An automatic Tool for Office Informations  
Systems conceptual Design.*  
Transactions on Office Information Systems.  
ACM Vol.7 #4 octubre 1989.
- [PETE] .- J.L. Peterson. *Petri Net Theory and The Modeling of Sístems.*  
Prentice Hall. 1981
- [PETR] .- Petri C. A. *Introdiction of General Net Theory.*  
Lecture Notes in Computer Science #84.  
Springer Verlag. 1980
- [PRIN] .- W. Prinz, R.Speth. *Group Communication and related  
Aspects in Office Automation.*  
Message Handling Systems/R.Speth (Editor)  
Elsevier Science Publishers B.V. (North Holland)  
IFIP 1988, pp. 207-223
- [TSIC] .- D. Tsichritzis. *Objectworld.* Office Aotomation  
Office Automation/D.Tsichritzis (Editor)  
Spinger Verlag. 1985, pp. 379-398
- [TSIC2].- D.Tsichritzis, S.F.Gibbs. *Etiquete Specfication in  
Message Systems.*  
Office Automation/D.Tsichritzis (Editor)  
Spinger Verlag. 1985, pp. 93-112
- [WILS] .- Wilson Paul. *Key Research in Computer Supported  
Cooperative Work (CSCW).* Research Into Networks and  
Distributed Applications. EUTECCO'88  
North Holland 1988, pp. 211-227

- 
- [WINO] .- Winograd T., Flores F.. *Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design.*  
Ablex, Norwood, NJ. 1986
- [WINO2].- Winograd T. *A Language/Action Perspective on the Design of Cooperative Work.* Human Computer Interaction. Vol.3 #1. Marzo 1988, pp.3-30
- [WINO3].- Winograd T. *Where the Action Is*  
Byte. Diciembre 1988  
pp. 256 - 259
- [WOO] .- Woo Carson C., Lochovsky H. Frederick. *Supporting Distributed Office Problem Solving in Organizations.*  
Transactions on Office Informations System ACM Vol.4 #3.  
Julio 1986.
- [WOO2] .- Woo Carson. *SACT: A Tool for Automating Semi-Structured Organizational Communication.*  
ACM SIGOIS/IEEE TC-OA.  
Conference bulletin 1990. pag. 89-98
- [ZISM] .- Zisman, M. *Representation, specification and automation of office procedures.* Unpublished. Ph.D. dissertation,  
• Wharton School, Univ. of Pennsylvania, 1977.

## ANEXO A

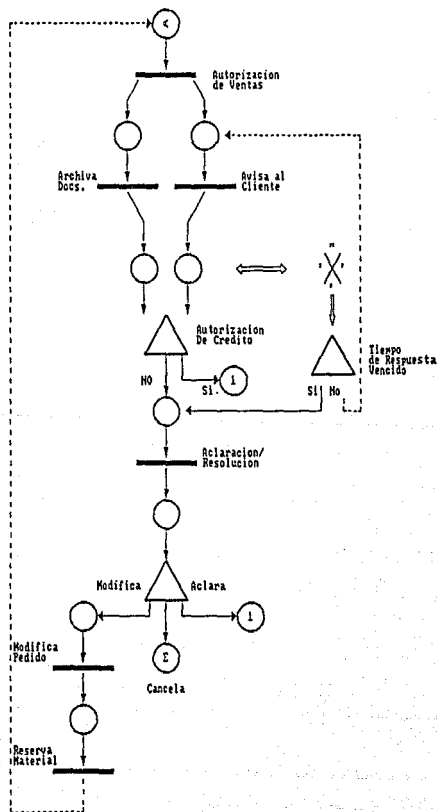
**Ejemplo de un trámite de venta representado con Redes de Trabajo.**

## SERVICIO: VENTA DE STOCK Y STOCK MAQUILA

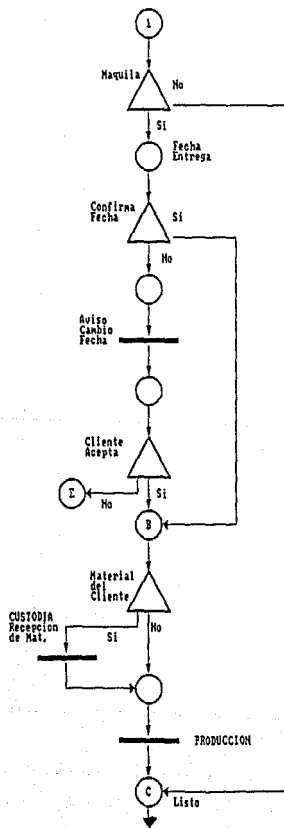




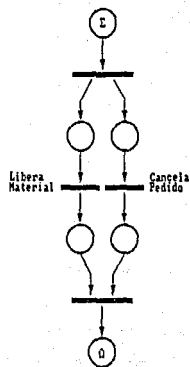
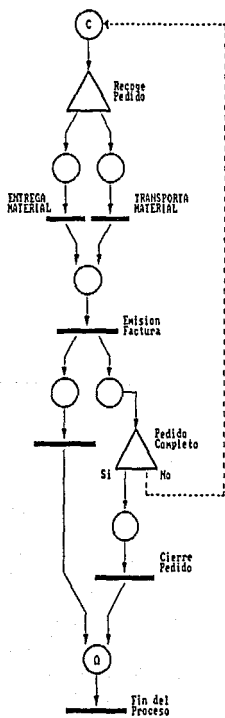
## SERVICIO: VENTA DE STOCK Y STOCK MAQUILA



## SERVICIO: VENTA DE STOCK Y STOCK MAQUILA



## SERVICIO: VENTA DE STOCK Y STOCK MAQUILA



**ANEXO B**

## ANEXO B

### Redes de Trámite

En el capítulo III definimos las Redes de Trabajo haciendo énfasis en las restricciones impuestas a las redes de Petri para que estas representaran procedimientos estructurados de oficina. El ánimo de este anexo es ver más directa y claramente lo que si son las Redes de Trabajo y hacer notar que estas restricciones tienen la cualidad de garantizar las propiedades que queremos que tengan las Redes de Trabajo.

La definición de las Redes de Trabajo es inductiva, la base la constituyen las redes de Trámite.

*Definición 1. Una red de trámite T está determinada por  $\langle c_1, p_r, D, \lambda, C, pre, post \rangle$  en donde:*

- i)  $A \cap B = \emptyset$ ,  $c_1 \in C$ ,  $p_r \in A \cup D$ . El conjunto A son las acciones el conjunto D las decisiones y el conjunto C las condiciones de la red.*
- ii)  $\langle A \cup A, C, pre, post \rangle$  es una red de Petri sin ciclos.*
- iii)  $c_1$  es la única condición que, no es postcondición de ningún proceso. A  $c_1$  le llamamos la condición inicial de la red.*
- iv)  $p_r$  es el único proceso tal que  $p_r^* = \emptyset$ . A  $p_r$  le llamamos el proceso terminal de la red.*
- v)  $\forall u \in (A \cup D) \cup C$  existe una trayectoria de  $c_1$  a  $p_r$  que pasa por u.*
- vi)  $\forall p, p' \in A \cup D$  distintos tenemos que  $p \cap p' = \emptyset$ .*

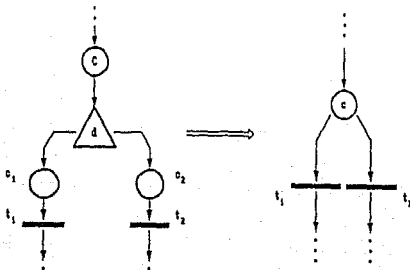
Las gráficas de las redes de Trámite no contienen ciclos y para cualquier nodo en una gráfica de red de Trámite existe un camino que va de la condición inicial al proceso final que contiene al nodo. Al añadir los candados a una red de Trámite obtenemos una red de Trámite asegurada, no tienen ciclos ni vértices aislados. Las redes de Trámite aseguradas son bloques que representamos con dibujos como el que aparece en la siguiente figura.



En las redes de trámite añadimos nodos a los que llamamos decisión, para los que fue necesario modificar la regla de transición de las redes de Petri convencionales, sin embargo las redes de trámite aseguradas se pueden simular con redes de Petri convencionales. Lo que se demuestra en la siguiente proposición.

**Proposición 1.** Las redes de Trámite y su regla de transición pueden simularse con redes de Petri convencionales.

La idea es "podar" un nodo decisión junto con sus postcondiciones lo que "divide" a la red en lo que está "antes" de la decisión y lo que después de sus postcondiciones. Una vez podada la decisión y sus postcondiciones unimos con arcos las precondiciones de la decisión con los postprocesos de cada una de las postcondiciones, esto se muestra en la figura 2.



## Redes de Trabajo

Las Redes de Trabajo se forman a partir de redes de trámite añadiendo a estas últimas flechas de retorno las que forman ciclos, sólo es posible añadir flechas si esta determina una estructura de trámite, es decir, que el bloque comprendido entre los extremos de la flecha de retorno sea un trámite en sí mismo.

Al añadir flechas de retorno a una red de trámite con el criterio que ya mencionamos se tiene las siguientes propiedades:

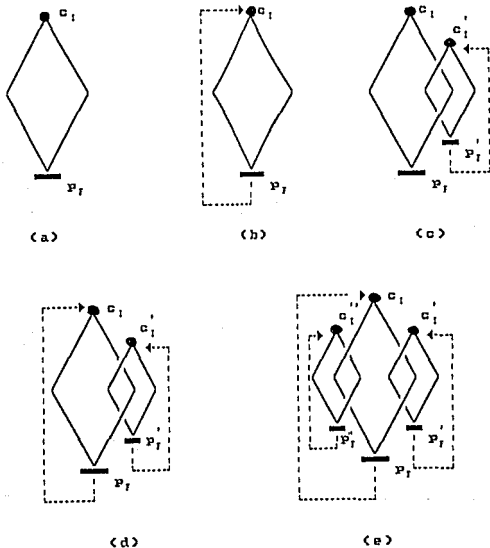
- i) Dados dos trámites en una red de trabajo estos son ajenos o uno contiene al otro (proposición 4, capítulo III)
- iii) Para todo proceso en una red de trabajo existe un trámite mínimo que lo contiene (proposición 4, definición 20, capítulo 3).
- iv) Un proceso se ejecuta sólo si se activaron las condiciones iniciales del trámite que lo contiene.

Por la manera en como añadimos flechas de retorno a las redes de trámite para obtener Redes de Trabajo tenemos las configuraciones posibles de Redes de Trabajo se muestran en la siguiente figura.

La regla de transición para redes de Petri es local, es decir, en un instante se ejecuta una sola transición que hace que se mueven en ese instante las fichas de sus precondiciones a sus postcondiciones. En una Red de Trabajo al ejecutar una decisión que elija una flecha de retorno se mueven fichas y depositan fichas en condiciones que no son ni precondiciones ni postcondiciones de la decisión (definición 21, capítulo 3).

Las razones para definir de esa manera la regla de transición en decisiones que eligen flechas de retorno son las siguientes:

- a) Restablecer las condiciones iniciales del trámite al que pertenece la decisión;
- (b) Se detiene la ejecución de trabajo rezagado, desmarcando las condiciones de trayectorias de acción paralela que no alcanzaron la actividad en disputa, con lo que se evita la repetición innecesaria de trabajo.



### REDES DE TRABAJO

La definición de la regla de transición en Redes de Trabajo "rompe" aparentemente con la filosofía de las redes de Petri, ya que en un instante con la ejecución de una transición se mueven fichas en varias condiciones que no son precondiciones ni postcondiciones de la transición, sin embargo, las redes de Trabajo se pueden transformar a redes de Petri con una relación de prioridad.

En una red de Petri con una relación de prioridades un proceso se puede ejecutar si esta activo y no existen transiciones activas con mayor prioridad.



**Definición 2.** Una red de Petri con prioridades  $\Sigma$ , es una pareja  $(\Sigma, \rho)$  donde:

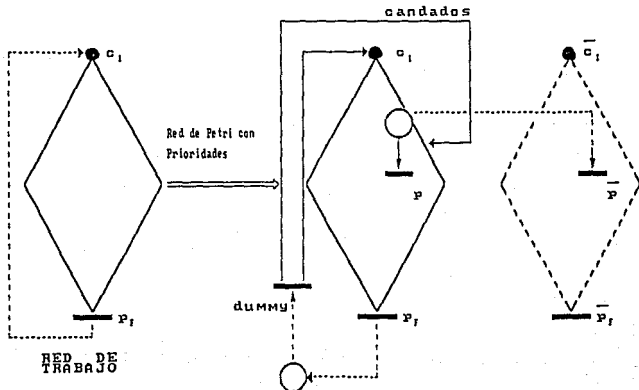
- i)  $\Sigma = (P, C, pre, post)$  es una red de Petri.
- ii)  $\rho$  es una relación de elementos de  $P$ ,  $\rho \subseteq P \times P$ , decimos que  $p < p'$  si  $(p, p') \in \rho$

Para construir la red de Petri con una relación de prioridades para una Red de Trabajo es necesario agregarle a esta última algunas transiciones y una relación de prioridad. Las transiciones que se agreguen tendrán que hacer lo siguiente:

(a') Mover las fichas de las condiciones que estén rezagadas una vez que se ha elegido ejecutar una flecha de retorno.

(b') Depositen fichas en las condiciones iniciales del trámite que contiene a la decisión que eligió la flecha de retorno.

Además de agregar transiciones es necesario asignar una relación de orden entre las transiciones de la nueva red de Petri. La siguiente figura una red de trabajo con su red de Petri junto con una relación de prioridad.



RELACION DE PRIORIDADES

$dummy < p < p_1$

En la figura A la red de trabajo  $T$  se le asocia la red Petri  $T$  junto con una relación de prioridad  $\tau$ , construida de la siguiente manera:

Si  $T = \langle C, P, D, A, C', pre, post \rangle$  es una redde trabajo Construimos su red de Petri con una relación de prioridades de la siguiente manera:

- 1) Para todo proceso  $p$  en  $T$  añadimos  $\bar{p}$ .
- 2) Si  $p$  en  $T$  necesita un candado añadimos una flechadel candado de  $p$  a  $\bar{p}$ .
- 3) Añadimos una condición que llamamos el cesto talque:  $\{cesto\} = \bar{p}$ , para todo  $\bar{p}$ .
- 4) Añadimos una transición  $dummy_{\tau}$  y una condición  $c$  tal que:  $c = p_i + dummy_{\tau}$ .
- 5) Añadimos las flechas necesarias para que:  $dummy_{\tau} \rightarrow m_i(T)$ .
- 6) La relación de prioridades  $\tau$  dada de la siguiente manera:  $dummy_{\tau} < \bar{p} < p_i < p$ .

El sistema de prioridades solo relaciona a los procesos de un trámite con sus procesos  $p$ -barra asociados y con la transición *dummy*, asociada al trámite en una Red de Trabajo.

Así construida una red de Petri con un sistema de prioridades decimos que simula a una red de trabajo en el siguiente sentido: si un proceso se ejecuta mas de una vez entonces se ejecuto una flecha de retorno que habilita las condiciones Iniciales del trámite (proposición 5, capítulo III). En la red de Petri con un sistema de prioridades quiere decir que si se repite un proceso  $p$  mas de una vez fue porque se ejecuto la transición *dummy* asociada al trámite que contiene a  $p$ .

Una vez construida una red de Petri con prioridades existen varios métodos para construir una red de Petri convencional que respete el sistema de prioridades y la concurrencia existente en la red original, uno de estos métodos se muestra en [BEST]. La construcción de esta última red no es una tarea trivial.

Dado que las redes de Trabajo se pueden simular con redes de Petri convencionales ¿cuál es la ventaja de haberlas definido?. Una posible respuesta es la siguiente: construir una red de Petri convencional que tenga las propiedades que tienen las redes de Trabajo es una tarea que sale del ámbito de interés de una persona ocupada en diseñar procedimientos de oficina.

Las redes de Petri son estructuras entendibles para computadoras que podrían ser un lenguaje ensamblador para especificar tareas estructuradas de oficina, mientras que las redes de trabajo las podemos pensar como un lenguaje de "alto nivel" capaz también de especificar tareas estructuradas de oficina, pero con la ventaja de "facilitarle la vida" al diseñador de éstos.