



Universidad de Valladolid

Escuela de Ingeniería informática

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Informática

Mención Tecnologías de la Información

Autor:

D. Álvaro Blanca Sánchez



Universidad de Valladolid

Escuela de Ingeniería informática

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

Mención Tecnologías de la Información

Estudio de la Tecnología RPA y su uso en la configuración de redes en Packet Tracer

Autor:

D. Álvaro Blanca Sánchez

Tutor:

Dr. D. Jesús M. Vegas Hernández

Agradecimientos

Agradecimiento especial a la empresa ATOS IT, por la oportunidad que me ha brindado a través de su formación para la adquisición de conocimientos y aprendizajes utilizados en este TFG sobre la tecnología RPA y la herramienta UiPath, las cuales están experimentando un importante auge en el mundo empresarial

Resumen

Este trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo el estudio de la tecnología RPA (Robotic Process Automation) la cual permite la creación de robots software capaces de interactuar con aplicaciones mediante su interfaz gráfica, también se realizará un ejemplo de implementación mediante la creación de un robot UiPath cuyo objetivo es la creación de una red con el programa Cisco Packet Tracer. A lo largo de este trabajo se podrá comprobar como esta tecnología constituye una herramienta muy potente ya que permite automatizar tareas repetitivas reduciendo significativamente su tiempo de ejecución y aumentando su eficiencia.

Palabras Clave:

RPA, robots software, automatización, UiPath

Abstract

This final degree project aims to study RPA (Robotic Process Automatio) technology which allows the creation of software robots capable of interacting with applications through its graphical interface, an example of implementation will also be carried out by creating a UiPath robot whose objective is to create a network with the Cisco Packet Tracer program. along this work we are going to see how this technology constitutes a very powerful tool because it allows us to automate repetitive tasks, significantly reducing their execution time and increasing their efficiency.

Key Words:

RPA, robots software, automation, UiPath

Índice

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS.....	7
2. ESTADO DEL ARTE	7
2.1. Que es el RPA.....	7
2.2. Historia del RPA	8
2.3. Beneficios de RPA.....	9
Reducción de errores.....	9
Tecnología no invasiva.....	9
Ahorro de costes.....	9
Mejora de la seguridad.....	10
Mejora en la escalabilidad.....	10
2.4. RPA frente a IA.....	11
2.5. Herramientas RPA	12
UiPath	14
Herramientas Open Source	18
3. DESARROLLO	20
3.1. Objetivo	20
3.2. Planificación de tareas.....	20
Presupuesto.....	20
Seguimiento del proyecto	21
3.3. Análisis.....	23
Requisitos funcionales.....	23
Requisitos No funcionales	25
Casos de Uso.....	26
Descripción de casos de uso	27
3.4. Diseño	33
Diagramas de flujo módulos principales	33
Creación de archivo Excel de configuración	38
Estructuras de datos.....	41
Diagrama de flujo	47
1.1. Implementación.....	47
Despliegue	47
Ejemplos de código.....	48

1.2. Pruebas	52
Tipos de pruebas	52
Pruebas realizadas	53
2. Conclusiones y trabajo futuro	58
2.1. Conclusiones	58
2.2. Trabajo futuro	58
3. Bibliografía	60

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

En los últimos años se ha producido un gran avance en cuanto al uso de nuevas tecnologías, tanto en el ámbito personal como en el profesional, los ciudadanos y entidades pueden realizar muchos trámites con las administraciones públicas a través de la administración digital y en muchos casos, de forma obligatoria, lo cual genera grandes flujos de datos residentes en distintas plataformas, pero que tienen que funcionar de forma interoperable.

Un estudio realizado por Seagate titulado Date Age 2025 [1], pronostica que para el año 2025 la generación de datos ascenderá a un total de 163 Zettabytes, o lo que es lo mismo $1,63 * 10^{11}$ Terabytes. Además, mientras que hasta hace tres años los consumidores eran los principales creadores de datos a nivel mundial, este estudio también predice que la tendencia cambiará y que las empresas pasarán a crear el 60% de la información a nivel mundial para 2025.

En este nuevo contexto, las empresas se encontrarán ante la posibilidad de acceder a nuevas oportunidades de negocio, pero también tendrán que tomar decisiones estratégicas sobre la recopilación, utilización y ubicación de los datos.

Para solventar el problema de la administración de grandes volúmenes de datos, en los últimos años han surgido una serie de tecnologías orientadas a que todos los datos se traten de manera más o menos autónoma. Algunas de estas tecnologías son, el Big data, Machine learning y RPA, cada una afronta el problema desde una perspectiva diferente, el Big data se centra en el análisis de grandes cantidades de datos y el Machine learning está orientado al aprendizaje automático.

En este trabajo, se va a analizar la última de las tres tecnologías anteriormente mencionadas, Robotic Process Automation (RPA).

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. Que es el RPA

RPA es una tecnología de software que facilita la construcción, implementación y administración de robots de software que pueden ejecutar acciones propias de los humanos cuando estos interactúan con aplicaciones de interfaz gráfica. A diferencia de las herramientas de automatización tradicionales, los sistemas RPA desarrollan las acciones que un usuario realizaría copiando dicha tarea en la interfaz gráfica de usuario (GUI) de la aplicación, para luego realizar la automatización repitiendo las tareas directamente en la GUI. Esta tecnología no es inteligente, por lo que el bot tiene que ser programado por un desarrollador, el cual se encarga de mapear la interfaz gráfica para posteriormente incluir diferentes acciones en un flujo de trabajo.

Algunas de estas acciones son, hacer click en un botón, escribir palabras en un cuadro de texto o hacer un drag and drop de una zona de la pantalla a otra.

2.2. Historia del RPA

La tecnología RPA deriva de una forma de llevar los negocios de los años 90 llamada BPM o Business Process Management, esta técnica pretendía administrar los procesos de negocio de una empresa ayudándose de la tecnología para visualizarlos y transformarlos. Gracias al BPM se observó que se podía llegar a automatizar los procesos de negocio de principio a fin y en la época de los 2000 se pasó a la automatización de tareas manuales, en ese momento fue cuando nació el término RPA, sin embargo, no fue hasta 2016 cuando empezaron a aparecer herramientas para usuarios [2,3].

A partir de entonces RPA se ha ido desarrollando paulatinamente. Ayudándose de otras tecnologías como por ejemplo IA, screen scraping o la automatización de flujos de trabajo, el RPA mejora de manera significativa.

RPA es una tecnología que ha evolucionado rápidamente, generando cada vez un mayor número de beneficios. En el siguiente gráfico podemos ver como la tecnología ha sextuplicado los beneficios generados desde el 2016 cuando generó 270 millones a los 1224 millones que se prevé que generará en 2021. Otro dato que podemos observar es que entre 2017 y 2018 el crecimiento anual (YoY) fue cercano al 50%, esto demuestra que la tecnología RPA se está convirtiendo en una solución necesaria para mejorar el mundo empresarial competitivo [4].

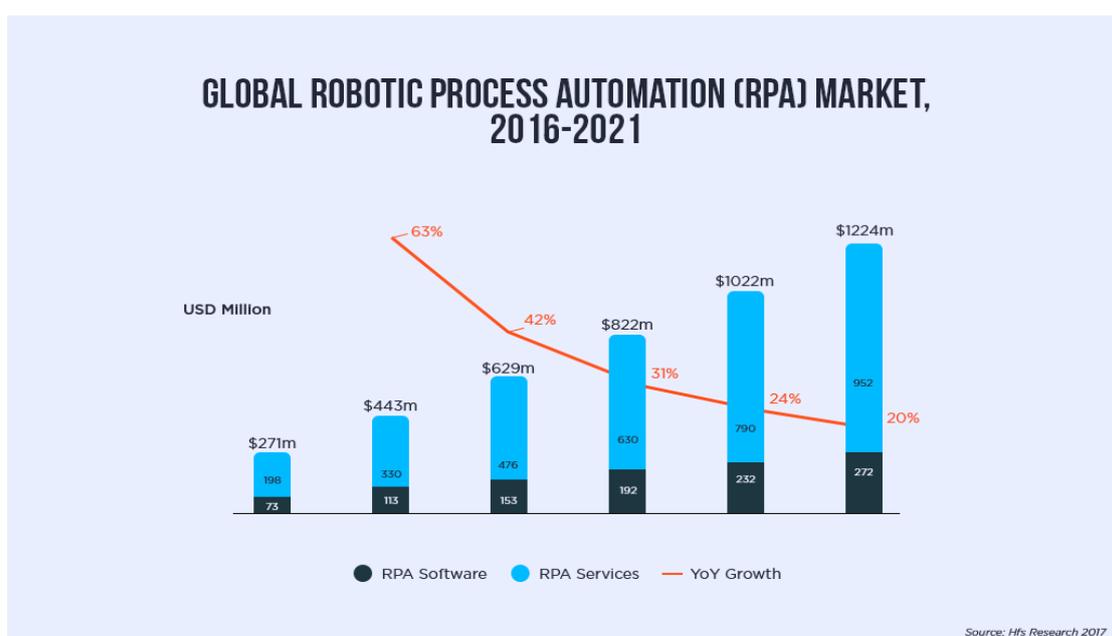


Ilustración 1 - datos tecnología RPA

2.3. Beneficios de RPA

En la actualidad, las empresas, con independencia de su tamaño, situación o sector en el que trabajen, se pueden beneficiar de esta tecnología, ya que el objetivo final de las empresas es alcanzar mayores niveles de productividad y eficiencia [5,6].

Reducción de errores

Una de las características más beneficiosas para las empresas que utilicen RPA, es que son capaces de procesar altos volúmenes de datos a una velocidad inalcanzable para un ser humano, proceso que realiza 24 horas al día los 365 días del año, y todo ello con una ratio de errores muy reducido.

Las tareas repetitivas, se vuelven monótonas para el ser humano, aumentando la probabilidad de cometer errores, lo cual puede solucionarse con la utilización de robots.

Es importante comprender el beneficio que constituye la eliminación de este tipo de errores, ya que para solucionarlos es necesario invertir mucho tiempo y recursos.

Aunque siempre se hable de “eliminar” errores, una forma más adecuada de hablar sería la “reducción” de ellos a valores mínimos, puesto que hay casos límite que pueden causar un mal funcionamiento de los robots, por ello es necesario que cada cierto tiempo se revisen los procesos para verificar su correcto funcionamiento y así garantizar que se cubran con éxito estos casos.

Tecnología no invasiva

Un gran punto a favor de RPA es que es una tecnología no invasiva respecto a los sistemas preexistentes ya que los maneja de la misma forma que lo haría un operador humano. En el mundo empresarial, una de las principales razones por las que los sistemas se quedan obsoletos es que de cambiarlos, sería necesario hacer una migración hacia un sistema desconocido que puede o no funcionar mejor que el actual, con lo cual se aplica la filosofía de “mejor malo conocido que bueno por conocer”, esto no sucede con RPA ya que se utilizarán las mismas herramientas y con la ayuda de RPA, la infraestructura de TI heredada será significativamente más receptiva y en consecuencia más ágil.

Ahorro de costes

La introducción de una tecnología nueva en una empresa siempre conlleva un gasto inicial, como por ejemplo la adquisición de licencias del programa de RPA (UiPath, Blue Prism, ...), sin embargo, en este caso, se pueden obtener beneficios en poco menos

de un año desde su implantación ya que el número de casos que puede procesar un robot es considerablemente mayor que la de un operador humano. La reducción de costes puede venir desde dos sitios: por un lado, al automatizar parte de las acciones que antes realizaba un ser humano se puede prescindir de él en pro de un robot, con lo cual se ahorraría el salario de un empleado. Por otro lado, podemos optar por la filosofía de que los robots no están para sustituir a las personas, sino para que las personas se sientan como personas y no como robots, por lo que en vez de optar por la opción de prescindir de trabajadores, se puede optar por la formación en otras áreas del negocio que necesiten más personal, como por ejemplo la interacción con el cliente. Este último punto es fundamental que sea optimo ya que la impresión que se lleva un cliente de una empresa es a través de sus empleados, los cuales muchas veces realizan una atención un tanto pobre ya que se dedican la mayor parte de su tiempo a realizar tareas fácilmente automatizables.

Mejora de la seguridad

Una parte importante de los fallos de seguridad los producen involuntariamente los operadores humanos, en cambio una herramienta RPA nunca se olvidará de cerrar una sesión, guardará sus contraseñas en plano para que no se le olviden o pinchará en un enlace malicioso que le envían por correo. En este aspecto es mucho más segura una máquina, ya que todas las acciones que haga quedarán guardadas en archivos de logs para que posteriormente puedan ser revisadas por un operador humano.

Utilizando RPA y con los logs de seguimiento podemos realizar automáticamente métricas para medir el rendimiento de nuestro proceso y tenerlos en un archivo pdf, proceso que puede ser un poco engorroso si se hace por una persona o un equipo ya que los trabajadores gastarían parte de su jornada laboral en cumplimentar una serie de formularios de seguimiento para que luego otra persona recoja todos esos datos y los introduzca en formularios, plantillas de tratamiento de datos, etc.

Mejora en la escalabilidad

Como todas las tecnologías basadas en la automatización, RPA tiene un diseño que es fácilmente reescalable ya que puede multiplicar fácilmente sus actividades realizando unos pocos retoques al proyecto. Además, RPA puede fusionarse con Machine Learning para ofrecer un escalamiento exponencial equiparable a la producción humana.

2.4. RPA frente a IA

Muchos usuarios tienden a confundir ambas tecnologías, ya que las dos se basan en lo mismo, automatizar procesos, sin embargo, tienen bastantes diferencias entre sí. Para empezar, el objetivo primordial en el que se basan ambas tecnologías es radicalmente diferente, como hemos visto en apartados anteriores, RPA está más cerca del lado de la ejecución y su objetivo es automatizar procesos repetitivos que consumen mucho tiempo, pero que en cambio son sencillos de realizar. Por otro lado, la IA se ha creado para que las máquinas realicen tareas intelectuales como la resolución de problemas, toma de decisiones, etc. En resumen, es una herramienta basada en el lado más cercano al razonamiento.

La principal diferencia entre ambas tecnologías es que RPA automatiza tareas de la misma forma que lo haría un ser humano, tareas repetitivas que por lo general que siguen movimientos predeterminados por el diseñador que ha programado el robot. Por ejemplo, abrir una página web, después hacer click en un enlace y a continuación descargar un archivo. Estas son ejecuciones sencillas para un robot, pero ¿qué pasaría, por ejemplo, si el botón en el que intenta hacer click no existe? El resultado sería que el robot intentaría clicar y al no encontrarlo excepcionaría y el resultado del proceso sería KO. Aquí nos encontramos con la principal característica que lo diferencia con la IA, si utilizáramos machine learning el robot modificaría su propio comportamiento para saber qué hacer en esas situaciones límites.

Aunque exista esta diferencia, según se va avanzando en el desarrollo de RPA se lo va dotando cada vez de más habilidades cognitivas, véase procesamiento del lenguaje natural, aprendizaje automático y análisis de texto por imágenes (OCR). Por este motivo cuando hablamos puramente de RPA no estamos hablando de IA, en cambio cuando se combina con tecnologías de inteligencia artificial, como las nombradas anteriormente, sí que hablamos de IA.

En un mundo tan cambiante como el actual es necesario la combinación de ambas tecnologías para conseguir un proceso totalmente automatizado de principio a fin. Esta unión se ilustra muy bien en las situaciones de servicio al cliente en las que éste se comunica con un simulador de voz manejado por una IA, cuando este proceso finaliza, la IA pasa la información recogida a los robots RPA para que introduzcan los datos en todas las plataformas en las que la empresa tiene datos de clientes.

En este punto, en el que hemos hablado de lo bien que funcionarían ambas tecnologías conjuntamente, surge una pregunta: ¿qué dificultades nos encontramos para unirlos? Para que un proyecto que utilice ambas tecnologías y funcione correctamente, la coordinación entre los equipos que manejan RPA e IA es fundamental ya que uno recibe los datos del otro, y uno de los principales problemas de la IA es que necesita muchos datos de entrada para que la herramienta aprenda.

Las tecnologías basadas en IA son un tanto delicadas, ya que los datos de entrada tienen que ser correctos ya que el más mínimo error en ellos puede dañar todo el sistema. Por lo tanto, es fundamental aplicar el enfoque de “cero defectos”.

2.5. Herramientas RPA

Como hemos visto anteriormente, RPA es una tecnología relativamente nueva que en los últimos años está teniendo un importante desarrollo, existiendo multitud de herramientas, algunas más avanzadas que otras. Dos de las herramientas privadas más usadas son Blueprism y UiPath, pero hay otras muchas con una capacidad de automatización similar [7].

	Kofax Kapow	Blue Prism	UiPath	Autmation Anywhere	NICE
Tecnología base	.Net, Java	C#	Microsoft-SharePoint wf, elasticSearch, Kibana	Micosoft	VB Scripting & C#
Fiabilidad	Moderado	Alto	Moderado	Alto	Moderado
Capacidad cognitiva	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
precisión	Alta para web y manejo de ficheros	Disponible para web, escritorio y citrix	Buena en entornos citrix diseñados para automatización BPM	Precisión racional en todos los medios	Buena precisión para tareas estáticas
Facilidad de uso	Ala	Alta	Alta	Medio	Medio
Escalabilidad	Fácilmente escalable para arquitectura multi hilo	Alta velocidad de ejecución	Fácilmente escalable	Altamente escalable pero el despliegue es limitado	Ejecución rápida, sin problemas en la escalabilidad

Tabla 2-1 - comparacion herramientas RPA

En una de las siguientes secciones, se va a realizar una explicación más exhaustiva de la herramienta UiPath, la cual ha sido elegida para realizar el desarrollo práctico de este proyecto, debido a que como podemos comprobar en la tabla comparativa, es la herramienta que tiene un mayor equilibrio entre las características reflejadas.

UiPath Vs Blueprism

A continuación, se va a comparar UiPath con Blueprism ya que es su competidor directo, vamos a ver que, aunque son muy similares tienen algunas diferencias significativas [14]:

- UiPath solo funciona en modo desatendido, esto quiere decir que no es posible ver el código mientras se va ejecutando ya que funciona en segundo plano. En cambio, con Blueprism además del modo anteriormente explicado, se puede ejecutar el proceso en modo atendido para así poder seguir el código durante su ejecución.

- En cuanto al manejo de excepciones, ambas manejan el típico sistema de try-catch. En UiPath se introducen de forma tradicional, dentro del try se introducen las actividades de las que quieres recoger las excepciones y dentro del catch eliges el tipo de excepción y se añaden las actividades que se quieren ejecutar en los casos de excepción, a mayores se pueden añadir actividades al campo finally para que se ejecuten, en cualquier caso.

Blueprism recoge y trata las excepciones de una manera menos convencional. Primero se rodean con un rectángulo las actividades en las que se quieren manejar las excepciones para después recogerlas con otra actividad y cerrar el ciclo de manejo con otra. Es una manera más visual e intuitiva para aquellos que tienen pocos conocimientos de programación.

- Cuando se trata de proceso de desarrollo, UiPath tiene una mayor relación con la programación tradicional ya que se pueden utilizar todos los tipos de variables y funciones que existen en los lenguajes de C# y Visual Basic, en cambio Blueprism solo ofrece unos pocos tipos de datos y las funciones son muy limitadas.
- Esta diferencia se puede ver con mayor claridad a la hora de usar datos estructurados, como arrays, diccionarios, listas, etc los cuales son esenciales para trabajar con ficheros XML y JSON. En este caso Blueprism tiene una estructura más rígida y por lo tanto más sencilla, cosa que no sucede con UiPath en el que tenemos más variedad y libertad de uso, por lo que resulta más complicado su utilización.
- Otra de las principales diferencias es en la etapa de debuggeo del proceso. Blueprism permite la realización de cambios dinámicos por lo que puedes añadir pasos, alterar variables o hacer cambios en el entorno lo que hace el proceso más ágil. En cambio, UiPath no ofrece este tipo de flexibilidad ya que hay que pasar del modo debugg al modo lectura para realizar cambios, lo que hace que el proceso sea más lento y complejo.
- Ambas herramientas tienen importantes similitudes con la programación de orientación a objetos, una de ellas es la capacidad de reutilización de partes de código. En Blueprism se puede copiar una hoja de un proceso en otro, solo hay que añadir las variables de entrada, con lo cual estaría listo para su uso. UiPath tiene una manera más elegante de hacerlo, pudiendo crear un elemento llamado nuget, el cual puede estar constituido por una o varias clases, y así compactarlo hasta la forma de una actividad ordinaria a la que solamente se tendrían que añadir las correspondientes variables de entrada. Estos nugets se pueden publicar para que sean accesibles a toda la comunidad de UiPath.

- Uno de los puntos más importantes a la hora de utilizar RPA es la forma en la que se lanza el proceso una vez esté en etapa de producción. Esto se ve de forma clara en la arquitectura en la que están basadas ambas herramientas, Blueprism tiene una estructura clásica de cliente servidor, por lo que basta con integrar el proceso en el servidor y lanzarlo desde la misma máquina. En cambio, UiPath tiene una estructura más actual basada en sistemas Web, en la cual se tiene que subir el proceso a una página web propia, llamada orquestador y lanzar el proceso desde allí. Esta tecnología tiene el punto negativo, que se tiene que subir al orquestador primero, siendo un proceso un tanto complejo, en cambio tiene una gran ventaja y es que al estar en un entorno web, se puede acceder desde cualquier dispositivo conectado a Internet para ver el estado del proceso.
- Blueprism tiene un alto coste de licencias y toda la formación de uso de la herramienta ofrecida por la empresa es de carácter privado, por lo que resulta bastante costoso lanzar un proyecto con esta herramienta. En cambio, UiPath tiene una filosofía de mercado completamente diferente, entiende que cuanto más se use su herramienta más se buscará información sobre ella en buscadores de internet y en foros especializados, generando una amplia visibilidad. Por ello, UiPath ofrece una formación completamente gratuita, además tiene una versión de prueba, más el uso de un robot, lo cual permite el uso completo de la herramienta para proyectos pequeños o para fines educativos.

UiPath

UiPath es una plataforma RPA de alto nivel dedicada a proporcionar una automatización de la entrada de datos en cualquier servicio de aplicaciones Web, Cliente-Servidor, SAP y de otras realizadas desde Citrix. Con ella, al igual que con cualquier otra aplicación RPA, se busca automatizar cualquier tarea repetitiva que aporte valor añadido al negocio, para que a su vez aumente la productividad de los empleados pudiéndose dedicar a otras tareas.

Para la realización del TFG, se ha elegido UiPath debido a que ha sido una de las dos tecnologías RPA sobre las que he tenido formación dentro del marco de las prácticas de empresa, la otra ha sido Blueprism que, a diferencia de la primera, no tiene una versión gratuita. Otra de las razones ha sido que UiPath es una herramienta mucho más versátil, pudiéndose incluir todo tipo de código C#, como, por ejemplo, estructuras de datos complejas. También tiene una mejor integración en aplicaciones citrix, como es el caso del programa utilizado para el supuesto práctico, Packet Tracer.

Historia de UiPath

Esta empresa fue fundada en Bucarest en 2005 por dos emprendedores llamados Daniel Dines y Marius Tirca. En 2013 sacaron al mercado el primer programa de la línea de producto de automatización de tareas en back office. Dos años más tarde, la empresa recibió capital por parte de una empresa inversora de EEUU, Accel Partners.

Con esa financiación mudaron sus oficinas a Nueva York y expandieron su negocio abriendo oficinas en ciudades de todo el mundo como, por ejemplo, Londres, Nueva York o Tokio. En 2016 lanzaron la primera versión del UiPath Community Edition pasando en 2019 al primer puesto de las empresas RPA con más beneficios. En el año 2020 y según el Financial Times fue la segunda empresa estadounidense de RPA con un crecimiento más rápido [8,9].

La empresa debutó en bolsa el 21 de abril con una subida del 23% respecto a su precio de oferta pública inicial, lo cual le otorgó una capitalización de 35.820 millones de dólares. Este dato pone de manifiesto que la tecnología RPA está entre las de mayor crecimiento en el mundo tecnológico, que aboga por un futuro en el que la automatización será una parte importante del mundo empresarial [10,17].

Contexto COVID-19

Según el responsable de UiPath España, Guillaume Pasquet, la pandemia ha acelerado los planes de transformación digital. Esta aceleración se ha producido debido a que, al comienzo de la pandemia, a principios de 2020, las organizaciones experimentaron interrupciones en sus cadenas de ingresos y suministros, que a medida que iban transcurriendo los meses, estas interrupciones empeoraron debido a la presión financiera, lo que llevó a las empresas a acelerar sus prioridades hacia la digitalización del negocio [11]. A continuación, vamos a poner algunos ejemplos de cómo UiPath está ayudando en el contexto de esta pandemia global:

- El Hospital Mater Misericordiae de Dublín, está usando la plataforma de automatización de UiPath para procesar los resultados de pruebas de Covid-19, lo que lleva realizar al robot una fracción del tiempo que la tarea tardaba anteriormente. El hospital puede distribuir los resultados de los pacientes internamente a los departamentos correspondientes casi en tiempo real, y también reduce significativamente la carga administrativa de su Departamento de Prevención y Control de Infecciones, ahorrando a los profesionales tres horas al día, pudiendo emplear este tiempo al tratamiento de los pacientes, en lugar de realizar tareas administrativas.
- Uno de los hospitales más importantes de EEUU, está utilizando UiPath para automatizar el proceso de admisión de nuevos pacientes, con una reducción de tiempo de casi nueve minutos por admisión, registro de sus datos, y comunicación de la admisión al CDC (Centro de Control de Enfermedades). Un robot desatendido puede ejecutar una transacción de prueba en 15 segundos, muy por debajo de los 2,5 minutos que emplearía una persona, reduciendo significativamente los tiempos de espera [12].

- Una compañía fabricante de gel desinfectante vio incrementada su demanda hasta 10 veces más por la pandemia. Los pedidos eran generalmente procesados en SAP, pero debido a la cuarentena parte de los trabajadores no podían realizar su trabajo, por ello, la empresa instaló 20 robots autónomos de UiPath para manejar el volumen y satisfacer la creciente necesidad de mercado [13].

Interfaz UiPath

La interfaz de UiPath tiene un diseño muy simple, consta de un lienzo donde se añaden actividades mediante el método de drag and drop, cada actividad se puede configurar mediante un menú de propiedades emergente desde la parte derecha de la pantalla.

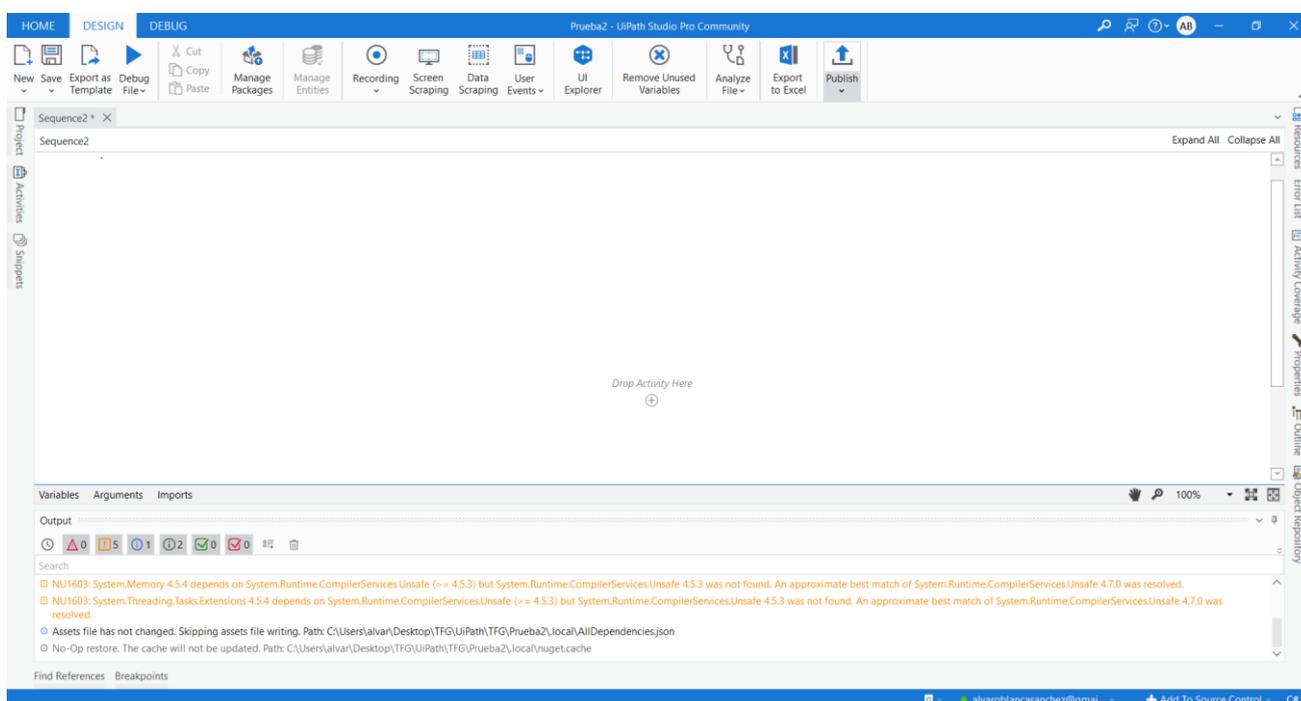


Tabla 2-2 panel principal UiPath

Las actividades son una representación visual en forma de caja de una determinada acción. Existen diferentes tipos, las más comunes son las que automatizan una interacción del usuario con la interfaz que se está automatizando, ya sea hacer click con el ratón, añadir el texto a una caja de texto o leer el texto de un campo en concreto. Además, están las sentencias de control de flujo, las cuales son iguales que en la programación regular: if, for each, while, switch case, etc.

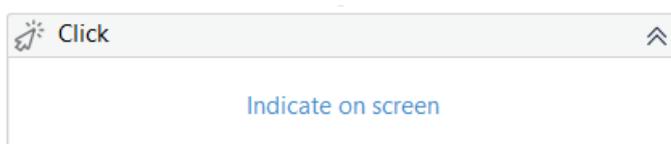


Tabla 2-3 actividad click UiPath

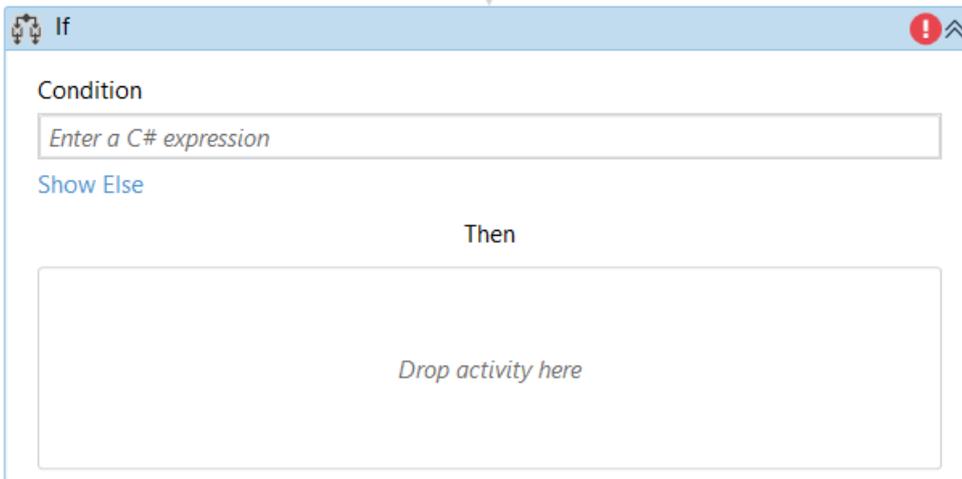


Tabla 2-4 actividad if

A mayores de las anteriormente citadas, hay muchas más actividades que pueden ser usadas añadiendo paquetes de datos, por ejemplo, en este TFG se ha usado el paquete proporcionado por Microsoft para interactuar con Excel o para la creación y administración de Diccionarios.

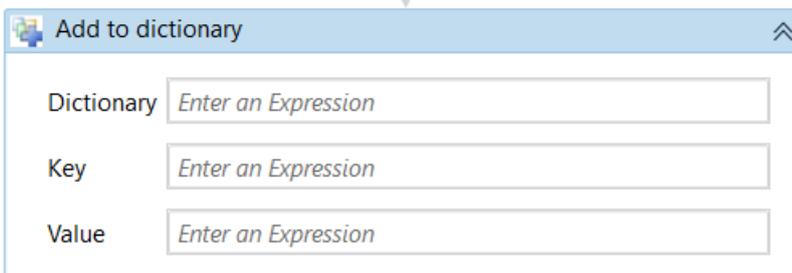


Tabla 2-5 actividad add dictionary

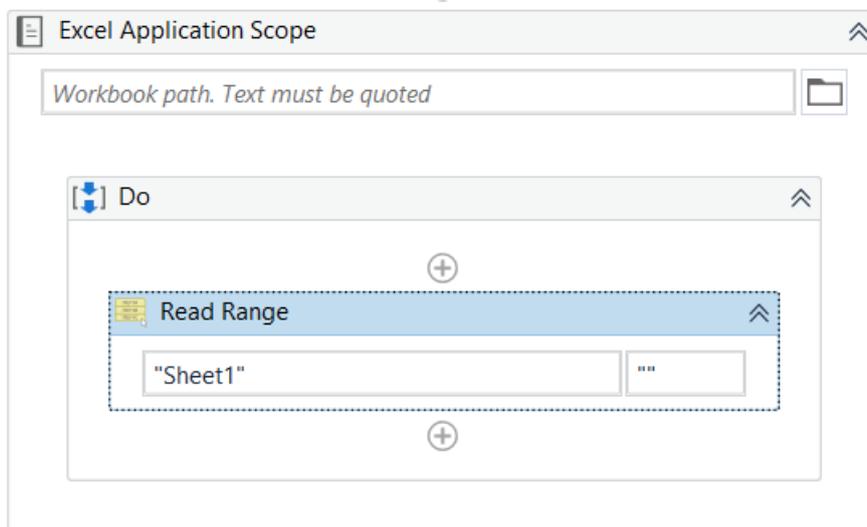


Tabla 2-6 actividad excel application scope

Actualmente las herramientas open source no lideran el mercado, si bien algunas de pago están ofreciendo una versión gratuita para atraer a más desarrolladores, como por ejemplo estudiantes a los que les es útil una herramienta gratuita pero potente. Las empresas más pequeñas también se benefician de estos productos ya que pueden adentrarse en el terreno de RPA automatizando tareas relativamente simples y si les satisface los resultados de su aplicación, pueden actualizarlas a versión de pago.

Es probable que en el futuro haya más herramientas de código abierto, como ya lo hemos visto en otras áreas del ámbito tecnológico, como por ejemplo en los sistemas operativos móviles. Este mercado se inició con el lanzamiento de IOS por parte de Apple, en cambio si nos ceñimos a números de dispositivos, claramente Android, un sistema basado en el código abierto, domina el mercado.

Existen algunos factores por los que el mundo tecnológico adopta tecnologías de código abierto, por un lado, es más fácil ir refinando un software que ya está creado, que construirlo desde cero. También está el hecho, que tanto a los desarrolladores como a los clientes no les gusta estar atrapados en un sistema propietario, por lo que les resulta más provechoso respaldar los esfuerzos de código abierto a medida que una tecnología madura.

Los proveedores de pago de herramientas RPA se encontrarán ante el dilema de ofertar funciones gratuitas o bajar el precio de sus productos según vayan saliendo más herramientas de open source, ya que éstas ofrecen una solución muy similar, pero de manera gratuita.

Aunque ya he hablado de alguna ventaja que ofrecen las herramientas open source, ahora voy a enumerar algunas mas:

- Posibilidad de innovación. Tener acceso al código base permite combinar estas herramientas con otras de código abierto, incluso escribir sobre ellas para satisfacer tus necesidades específicas.
- Puede ser más seguro. Como ya explicamos en el caso anterior se tiene acceso al código fuente, por lo que se puede localizar y corregir las posibles vulnerabilidades existentes.
- El producto puede tener mayor calidad que una herramienta propietaria. Esto se debe a que no es tan rígido en su formato final, por lo que las actualizaciones están hechas por y para desarrolladores.
- Es más personalizable. Están creadas para que sean fácilmente editables y personalizables para que cada usuario pueda crear un bot de acuerdo sus necesidades específicas.

[15,16]

TagUI

Es una herramienta de línea de comandos para RPA que tiene un lenguaje de programación propio y permite su integración en R y Python. El código se guarda como un archivo de texto con extensión .tag, los cuales son fácilmente agrupables para formar bibliotecas, para luego ejecutarlos por la línea de comandos. Tiene una licencia de código abierto Apache 2.0 por lo que su uso es gratuito, además comparte una característica con las demás herramientas RPA de código abierto, y es que está disponible para MacOS, Windows y Linux, una cualidad que la distingue de algunas herramientas comerciales. Esta herramienta denomina a los tradicionales bots RPA como flujos, los cuales sirven para representar la ejecución de un proceso automatizado, que se puede ejecutar de manera directa o en diferido.

Esta herramienta pone énfasis en la simplicidad y naturalidad del lenguaje, uno de los desarrolladores lo describió en una entrevista como que: "facilita la creación rápida de prototipos, la implementación y el mantenimiento de la automatización de la interfaz de usuario, siendo un desarrollador o no"

Taskt

Anteriormente llamada SharpRPA, Taskt es un cliente de automatización de procesos de código abierto construido en el framework .NET de c# , por lo que es una herramienta muy util para programadores que saben utilizar ese lenguaje. Además, es una herramienta gratuita tanto para su uso comercial como no comercial. Además, al igual que la mayoría de las herramientas comerciales, es capaz de automatizar aplicaciones web y de escritorio.

Incluyendo un diseño de bots con el estilo "what-you-see-is-what-you-get" que unido a una interfaz de drag and drop permite el uso estándar de programación de RPA sin-código, lo que le hace muy atractivo para desarrolladores con bajos conocimientos de programación.

Robocorp

Esta empresa ofrece mediante una licencia Apache 2.0 una colección de bibliotecas y herramientas de código abierto para RPA, la versión gratuita tiene minutos de ejecución ilimitados, sin embargo, se puede optar a una versión de pago si se desea ejecutar en la nube.

Es una empresa relativamente joven y un tanto peculiar, ya que es un startup respaldado por otras empresas. Tiene algunas herramientas interesantes:

- Robohub. Un recurso educativo para aquellos desarrolladores que deseen iniciarse en el uso de RPA.
- RPA framework. Bloques de RPA reusables para usos genéricos de RPA
- Robocloud worker. permite a los desarrolladores ejecutar los bots simplemente instalándolos

3. DESARROLLO

3.1. Objetivo

El objetivo principal de este proyecto es la automatización del proceso de creación y configuración de una red Cisco a través del programa Packet Tracer con la herramienta RPA UiPath. Los datos de configuración de los dispositivos tienen que ser cumplimentados por un usuario de forma manual en un archivo de configuración Excel.

3.2. Planificación de tareas

Presupuesto

Este proyecto va a ser realizado por un solo desarrollador, con una duración estimada de 300 horas a jornada completa y de acuerdo con un salario bruto anual para un desarrollador RPA de 30.000 € brutos al año, el coste estimado sería de 4.285,71€.

El coste de las herramientas ha sido de cero euros ya que el programa Cisco Packet Tracer es gratuito y la versión de uipath community edition utilizada es de uso gratuito para estudiantes y pequeñas empresas.

El precio de uso anual para una versión de pago de UiPath sería:

UiPath Studio	1680,69€-2521,03€
Robot atendido	1008,41€-1512,62€ por robot
Robot desatendido	6722,76€ por robot

Ilustración 2 - Presupuesto UiPath

A continuación, se va a explicar cuáles son los gastos de amortización del equipo hardware. El coeficiente lineal máximo que se va a aplicar es del 33%. Por lo tanto y de acuerdo con el equipo que tiene un precio de 800 €, la amortización será de $800 \cdot 0.33 \cdot (2/12)$, que tiene un resultado de 44€.

El coste total desglosado del proyecto sería de:

Concepto	Precio
Trabajador	4285,71€
Hardware	44€
Software	0€
Total	4329,71€

Tabla 3-1 - presupuesto proyecto

Seguimiento del proyecto

El proyecto se ha desarrollado siguiendo una metodología en cascada y concretamente, en la etapa de implementación se ha seguido con un modelo incremental. Para ello, se han realizado reuniones semanales o quincenales con el tutor para poner en común los avances realizados y concretar cual iba a ser el siguiente punto de desarrollo a realizar.

Etapas	Inicio	Fin	Duración	Marzo			Abril			Mayo			Junio		
recopilación de información	08/03/2021	11/04/2021	5 sem.												
Recogida de requisitos y diseño	12/04/2021	25/04/2021	2 sem.												
Implementación	26/04/2021	30/05/2021	5 sem.												
verificación de errores	31/05/2021	06/06/2021	1 sem.												
creación de la memoria	31/05/2021	21/06/2021	3 sem.												

Tabla 0-1 diagrama de Gantt del proyecto

Etapa de recopilación de información

Las primeras cinco semanas las he dedicado a buscar información de la tecnología RPA, realizándose reuniones cada dos semanas. Al ser una tecnología relativamente reciente, la mayoría de documentación se encuentra en Ingles, lo que retrasa ligeramente la recopilación de información. Además, es una tecnología en expansión que está reportando importantes beneficios, por lo que no existe mucha documentación específica de los principales proveedores como son UiPath o Blueprism.

Semana inicio	Semana final
8/03/2021	5/04/2021

Tabla 3-2 - tiempos etapa recopilación de información

Etapa de recogida de requisitos y diseño

Estas dos semanas las dediqué a recoger los requisitos funcionales y no funcionales. El punto más complicado ha sido el formato de las tablas de configuración de dispositivos debido a que algunos tipos como los routers requieren de muchos datos de configuración, por lo que hicieron falta varios intentos, decidiendo entre el tutor y yo, utilizar el formato actual, ya que consideramos que era el más adecuado.

Por las características de UiPath y su implementación en Cisco Packet Tracer, se realizó un diseño muy sencillo, empleando para ello una cantidad relativamente corta de tiempo.

Semana inicio	Semana final
12/04/2021	19/04/2021

Tabla 3-3 - tiempos etapa de recogida de requisitos

Etapa de implementación

En esta etapa se realizó el desarrollo propio del proceso, cada semana se hizo una reunión de seguimiento para poner en común los avances y los posibles problemas que fueran apareciendo.

Semana inicio	Semana final
26/04/2021	31/05/2021

Tabla 3-4 - tiempos etapa de implementación

Semana 1

Se realizó la secuencia que controla la lectura del archivo de configuración Excel, en principio se planteó introducir los datos en diccionarios, pero se encontraron dificultades a la hora de pasar el campo value que contenía una variable tipo datatable, así que consulté a desarrolladores UiPath de la empresa Atos, que otras posibilidades podría haber.

Semana 2

Se implementó la solución propuesta por los desarrolladores de Atos, los cuales sugirieron el uso de un diccionario con la asignación de un identificador a cada dispositivo para enlazarlo a una estructura DataTable, además implementé el fichero uipath encargado de configurar los hosts, ya sean pc o laptop. Dentro del marco de esta semana desarrollé el archivo de configuración de los dispositivos switch.

Semana 3

Esta semana la dediqué a la implementación del archivo de configuración dedicado a los routers, también comencé con el desarrollo del archivo main. En este punto aparecieron una serie de fallos a la hora de pasar las estructuras de datos desde la secuencia de lectura del Excel al main, así que en vez de generar los diccionarios en el fichero de lectura de Excel, los creé en el main y los pasé al fichero como argumentos de entrada y salida.

Semana 4

Durante esta semana realicé la secuencia encargada de la configuración de servidores DNS y DHCP, además tuve que solventar parte de los problemas anteriormente comentados. También, me apareció un bug generado por Packet Tracer, lo que provocó que se tuviera que cerrar el menú principal de creación de dispositivos y volver a abrirlo si se quería volver a acceder al mismo dispositivo.

Semanas 5

Desarrollé la secuencia encargada de crear los enlaces entre los diferentes dispositivos. Mientras se desarrollaba esta última secuencia surgió un pequeño contratiempo, por defecto la pantalla no mostraba el nombre completo de los dispositivos que se querían conectar, por lo tanto, tuve que desarrollar una pequeña secuencia

encargada de arrastrar el menú hacia la izquierda para posteriormente ampliarlo y que mostrara los nombres completos.

Etapa de verificación

En esta etapa realicé una serie de pruebas para comprobar la robustez del proceso, en las cuales no encontré fallos que no estuvieran previstos y que, por lo tanto, el proceso no pudiera recuperarse por sí solo.

3.3. Análisis

Requisitos funcionales

En este apartado vamos a describir los requisitos que tiene que realizar el proceso.

RF-01	Lanzamiento Cisco Packet Tracer
Descripción	El bot tiene que lanzar el programa Cisco Packet Tracer

Tabla 3-5 - RF01

RF-02	Lectura Excel de configuración
Descripción	El bot tiene que ser capaz de leer e interpretar el Excel de configuración

Tabla 3-6 - RF02

RF-03	Creación y configuración de dispositivos
Descripción	El robot tiene que ser capaz de crear y configurar los dispositivos host, switch, router, servidor DNS y servidor DHCP

Tabla 3-7 - RF03

RF-04	Creación de conexiones
Descripción	El proceso tiene que encargarse de la creación de conexiones entre dispositivos existentes

Tabla 3-8 - RF04

RF-05	Asignación de id a determinado tipo de dispositivos
Descripción	Los dispositivos switch, router y servidor DNS tienen que tener asignado un id único

Tabla 3-9 - RF05

RF-06	Cierre Cisco Packet Tracer
Descripción	El sistema tiene que ser capaz de cerrar el programa Packet Tracer de manera controlada

Tabla 3-10 - RF06

RF-07	Guardado de cambios
Descripción	El bot tiene que ser capaz de guardar los cambios del fichero Packet Tracer

Tabla 3-11 - RF07

RF-08	Creación de red con Packet Tracer
Descripción	El proceso tiene que ser capaz de crear un fichero Packet Tracer

Tabla 3-12 - RF08

RF-09	Formato fichero de configuración Excel
Descripción	El fichero de configuración Excel debe contener los atributos necesarios para la configuración de dispositivos host, switch, router, servidor DNS y servidor DHCP

Tabla 3-13 - RF09

RF-10	Menú workspace list
Descripción	El Bot tiene que ser capaz de acceder al menú workspace list y navegar por él

Tabla 3-14 - RF10

RF-11	Control de lanzamiento del Packet Tracer
Descripción	El sistema lanzará un mensaje de excepción determinado si no encuentra el fichero de ejecución

Tabla 3-15 - RF11

RF-12	Dirección archivo Excel configuración
Descripción	La dirección del archivo Excel de configuración tiene que ser siempre la misma

Tabla 3-16 - RF12

RF-13	Control de errores en campos de conexiones
Descripción	El proceso tiene que controlar los errores en los campos de creación de conexiones, Dispositivo A y tipo link

Tabla 3-17 - RF13

RF-14	Creación visual de red
Descripción	El bot tiene que ser capaz de posicionar de manera espaciada los dispositivos por toda la superficie asignada por Cisco Packet Tracer

Tabla 3-18 - RF14

Requisitos No funcionales

RNF-01	Tiempo de creación de redes
Descripción	El proceso tiene que crear una red funcional en menos de 15 minutos

Tabla 3-19 - RNF01

RNF-02	Lenguaje de programación
Descripción	El lenguaje que tiene que ser usado dentro de UiPath es C#

Tabla 3-20 - RNF02

RNF-03	Versión Cisco Packet Tracer
Descripción	La versión de cisco Packet Tracer tiene que ser la 7.3.1

Tabla 3-21 - RNF03

RNF-04	Versión UiPath
Descripción	La versión de UiPath tiene que ser la 2021.2.0-beta.4.4

Tabla 3-22 - RNF04

RNF-05	Documentación de estructuras de datos
Descripción	El sistema debe incluir una documentación externa que explique los campos de las principales estructuras de datos

Tabla 3-23 - RNF05

Casos de Uso



Tabla 3-24 diagrama casos de uso

Descripción de casos de uso

Rellenar Tablas Excel		
Versión	1.0	
Descripción	El usuario mete los datos de configuración de los dispositivos que quiera insertar en el Packet Tracer	
Actores	Usuario	
Dependencias		
Precondición	El fichero debe tener exactamente el mismo nombre de fichero y estructura predefinido de hojas y cabeceras. También tiene que estar en el directorio predefinido.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor 'Usuario' abre el fichero
	2	'Usuario' rellena el fichero
	3	'Usuario' guarda los cambios
Postcondición	El fichero está configurado para que lo lea el robot	
Excepciones	1.a	Si el fichero no existe, el usuario lo creará con el formato especificado en esta misma memoria
Comentarios	El fichero puede estar abierto cuando el proceso esté corriendo	

Tabla 3-25 - casos de uso Rellenar Tablas Excel

Leer Tablas Excel																					
Versión	1.0																				
Descripción	El robot accederá al Excel para leerlo e introducir los datos en sus estructuras de datos																				
Actores	Robot																				
Dependencias																					
Precondición	El fichero Excel tiene que estar relleno completamente y se coherente con el diseño de la red																				
Secuencia normal	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El actor 'Robot' abre una instancia del Excel</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El actor 'Robot' lee la hoja <i>config</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El actor 'Robot' lee la hoja <i>Host</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>El actor 'Robot' lee la hoja <i>Switches</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>El actor 'Robot' lee la hoja <i>Routers</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>El actor 'Robot' lee la hoja <i>Rutas</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>El actor 'Robot' lee la hoja <i>Conexiones</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>El actor 'Robot' lee la hoja <i>DHCP</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>El actor 'Robot' lee la hoja <i>DNS</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El actor 'Robot' abre una instancia del Excel	2	El actor 'Robot' lee la hoja <i>config</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes	3	El actor 'Robot' lee la hoja <i>Host</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes	4	El actor 'Robot' lee la hoja <i>Switches</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes	5	El actor 'Robot' lee la hoja <i>Routers</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes	6	El actor 'Robot' lee la hoja <i>Rutas</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes	7	El actor 'Robot' lee la hoja <i>Conexiones</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes	8	El actor 'Robot' lee la hoja <i>DHCP</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes	9	El actor 'Robot' lee la hoja <i>DNS</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes
	Paso	Acción																			
	1	El actor 'Robot' abre una instancia del Excel																			
	2	El actor 'Robot' lee la hoja <i>config</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes																			
	3	El actor 'Robot' lee la hoja <i>Host</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes																			
	4	El actor 'Robot' lee la hoja <i>Switches</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes																			
	5	El actor 'Robot' lee la hoja <i>Routers</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes																			
	6	El actor 'Robot' lee la hoja <i>Rutas</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes																			
	7	El actor 'Robot' lee la hoja <i>Conexiones</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes																			
	8	El actor 'Robot' lee la hoja <i>DHCP</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes																			
9	El actor 'Robot' lee la hoja <i>DNS</i> y mete los datos en las estructuras correspondientes																				
Postcondición	Los datos se encuentran dentro de todas las estructuras de datos																				
Excepciones	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>1.a</td> <td>Si el fichero no existe se lanzará una excepción explicando el motivo</td> </tr> </tbody> </table>	1.a	Si el fichero no existe se lanzará una excepción explicando el motivo																		
1.a	Si el fichero no existe se lanzará una excepción explicando el motivo																				
Comentarios																					

Tabla 3-26 - casos de uso Leer Tablas Excel

Añadir y configurar Host		
Versión	1.0	
Descripción	El robot creará un host y lo configurará con los datos recogidos del fichero Excel	
Actores	Robot	
Dependencias		
Precondición	Los datos de configuración tienen que ser coherentes	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor 'Robot' crea un host a través del menú <i>workspace list</i>
	2	El actor 'Robot' separa la IP de la máscara
	3	El actor 'Robot' nombra el dispositivo
	4	El actor 'Robot' introduce los datos de configuración (IP, máscara y gateway)
7	El actor 'Robot' cierra el dispositivo	
Postcondición	El host se encuentra configurado de manera correcta	
Comentarios	Solo se tienen en cuenta los host tipo PC y laptop	

Añadir y configurar DHCP		
Versión	1.0	
Descripción	El robot creará un servidor DHCP y lo configurará con los datos recogidos del fichero Excel	
Actores	Robot	
Dependencias		
Precondición	Los datos de configuración tienen que ser coherentes	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor 'Robot' crea un servidor a través del menú <i>workspace list</i>
	2	El actor 'Robot' nombra el servidor
	3	El actor 'Robot' introduce los elementos de configuración física
	4	El actor 'Robot' añade los atributos para configurar la asignación mediante DHCP
7	El actor 'Robot' cierra el dispositivo	
Postcondición	El servidor DHCP se encuentra configurado de manera correcta	
Comentarios		

Añadir y configurar switch		
Versión	1.0	
Descripción	El robot creará un Switch y lo configurará con los datos recogidos del fichero Excel	
Actores	Robot	
Dependencias		
Precondición	Los datos de configuración tienen que ser coherentes	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor 'Robot' crea un switch a través del menú <i>workspace list</i>
	2	El actor 'Robot' nombra el switch
	3	El actor 'Robot' añade la subred a la pool
	4	El actor 'Robot' selecciona la interfaz y la configura
7	El actor 'Robot' enciende la interfaz	
Postcondición	El Switch se encuentra configurado de manera correcta	
Comentarios	Solo se tienen en cuenta los switches tipo 2950-24 y 2950T-24	

Añadir y configurar router		
Versión	1.0	
Descripción	El robot creará un router y lo configurará con los datos recogidos del fichero Excel	
Actores	Robot	
Dependencias		
Precondición	Los datos de configuración tienen que ser coherentes	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor 'Robot' crea un router a través del menú <i>workspace list</i>
	2	El actor 'Robot' nombra el router
	3	El actor 'Robot' asigna las rutas al router
	4	El actor 'Robot' configura las interfaces
7	El actor 'Robot' cierra el dispositivo	
Postcondición	El router se encuentra configurado de manera correcta	
comentarios	Solo se tienen en cuenta los routers tipo t1841 y t1941	

		Añadir y configurar DNS	
Versión	1.0		
Descripción	El robot creará un servidor DNS y lo configurará con los datos recogidos del fichero Excel		
Actores	Robot		
Dependencias			
Precondición	Los datos de configuración tienen que ser coherentes		
Secuencia normal	Paso	Acción	
	1	El actor 'Robot' crea un servidor a través del menú workspace list	
	2	El actor 'Robot' nombra el servidor	
	3	El actor 'Robot' introduce los elementos de configuración fisca	
	4	El actor 'Robot' añade los atributos para configurar la asignación entre nombre y dirección DNS	
	7	El actor 'Robot' cierra el dispositivo	
Postcondición	El servidor DNS se encuentra configurado de manera correcta		
Comentarios			

Crear conexiones																	
Versión	1.0																
Descripción	El robot creará las conexiones entre los distintos dispositivos																
Actores	Robot																
Dependencias																	
Precondición	Los dispositivos tienen que estar creados																
Secuencia normal	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El actor 'Robot' abre el menú de crear conexiones</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El actor 'Robot' introduce el tipo de conexión</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El actor 'Robot' introduce el primer dispositivo a conectar</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>El actor 'Robot' introduce la interfaz a la que estará conectado el primer dispositivo</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>El actor 'Robot' introduce el segundo dispositivo a conectar</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>El actor 'Robot' introduce la interfaz a la que estará conectado el segundo dispositivo</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>El actor 'Robot' crea el enlace</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El actor 'Robot' abre el menú de crear conexiones	2	El actor 'Robot' introduce el tipo de conexión	3	El actor 'Robot' introduce el primer dispositivo a conectar	4	El actor 'Robot' introduce la interfaz a la que estará conectado el primer dispositivo	5	El actor 'Robot' introduce el segundo dispositivo a conectar	6	El actor 'Robot' introduce la interfaz a la que estará conectado el segundo dispositivo	7	El actor 'Robot' crea el enlace
	Paso	Acción															
	1	El actor 'Robot' abre el menú de crear conexiones															
	2	El actor 'Robot' introduce el tipo de conexión															
	3	El actor 'Robot' introduce el primer dispositivo a conectar															
	4	El actor 'Robot' introduce la interfaz a la que estará conectado el primer dispositivo															
	5	El actor 'Robot' introduce el segundo dispositivo a conectar															
	6	El actor 'Robot' introduce la interfaz a la que estará conectado el segundo dispositivo															
7	El actor 'Robot' crea el enlace																
Postcondición	Los dispositivos se encuentran conectados correctamente																
Excepciones	2.a Si el tipo de conexión no existe cancela la operación y pasa a conectar el siguiente dispositivo																
	3.a Si el dispositivo no existe cancela la operación y pasa a conectar el siguiente dispositivo																
Comentarios																	

3.4. Diseño

Diagramas de flujo módulos principales

Diagrama de flujo Host

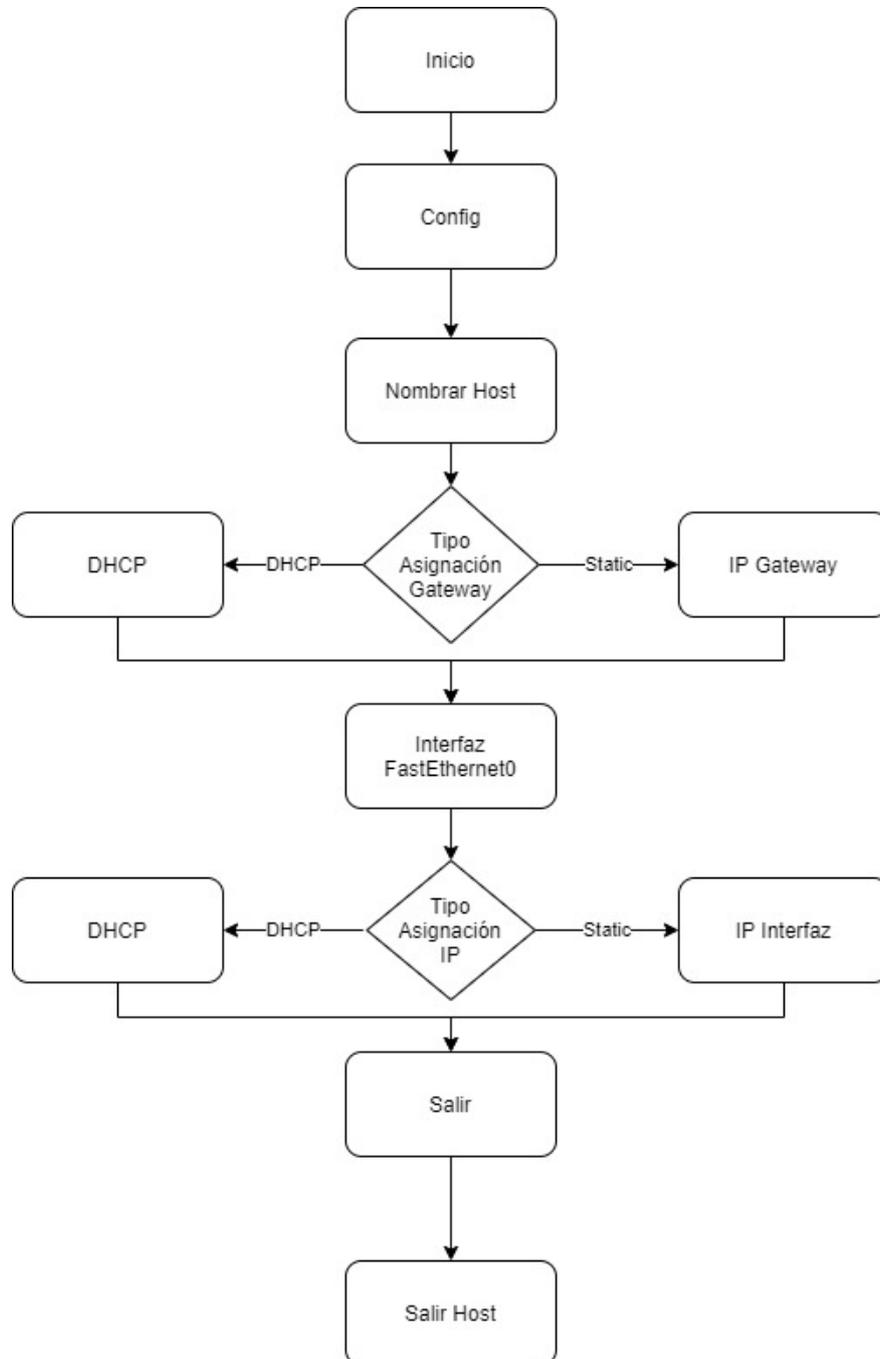


Diagrama de flujo Switch

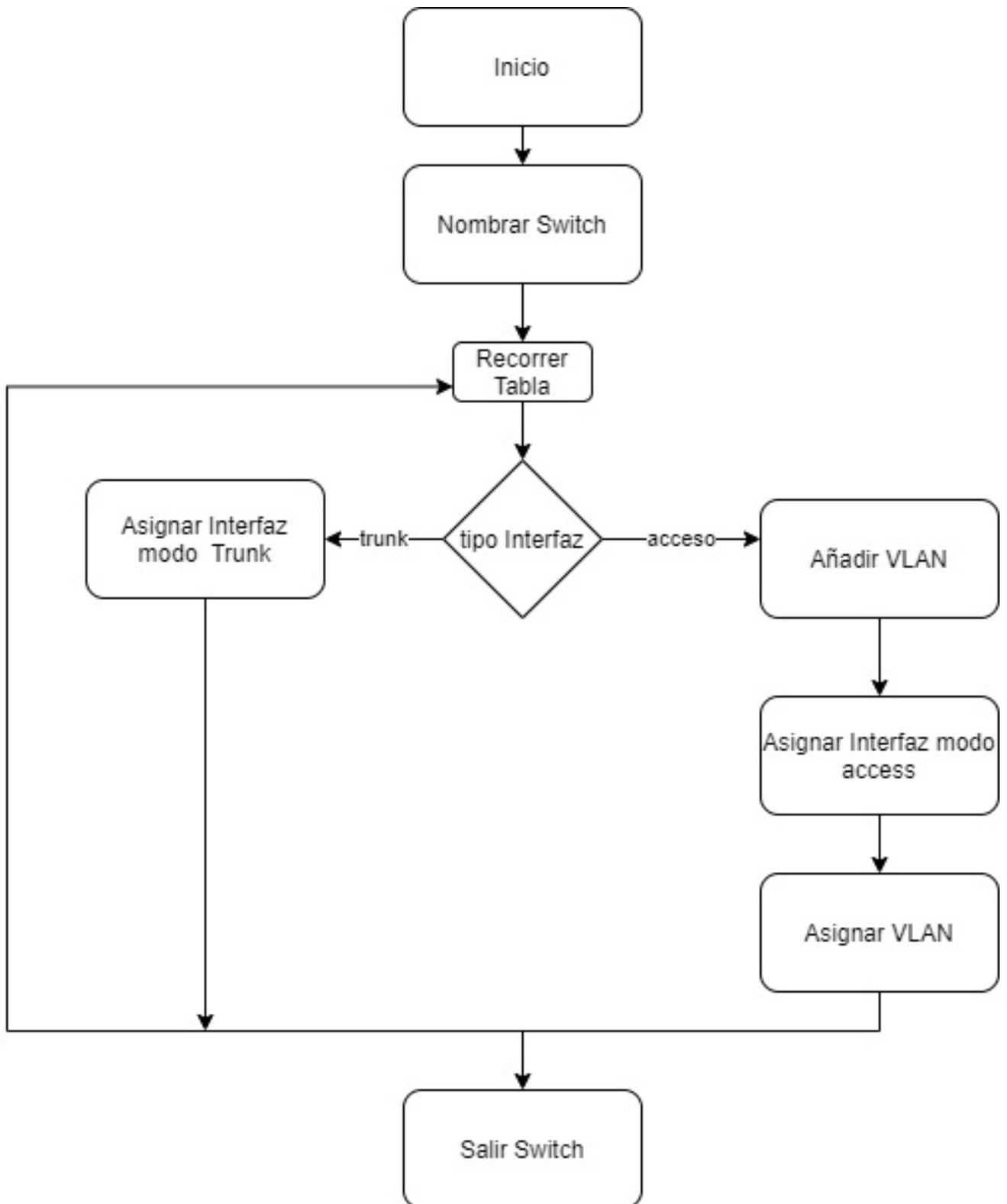


Diagrama de flujo Router

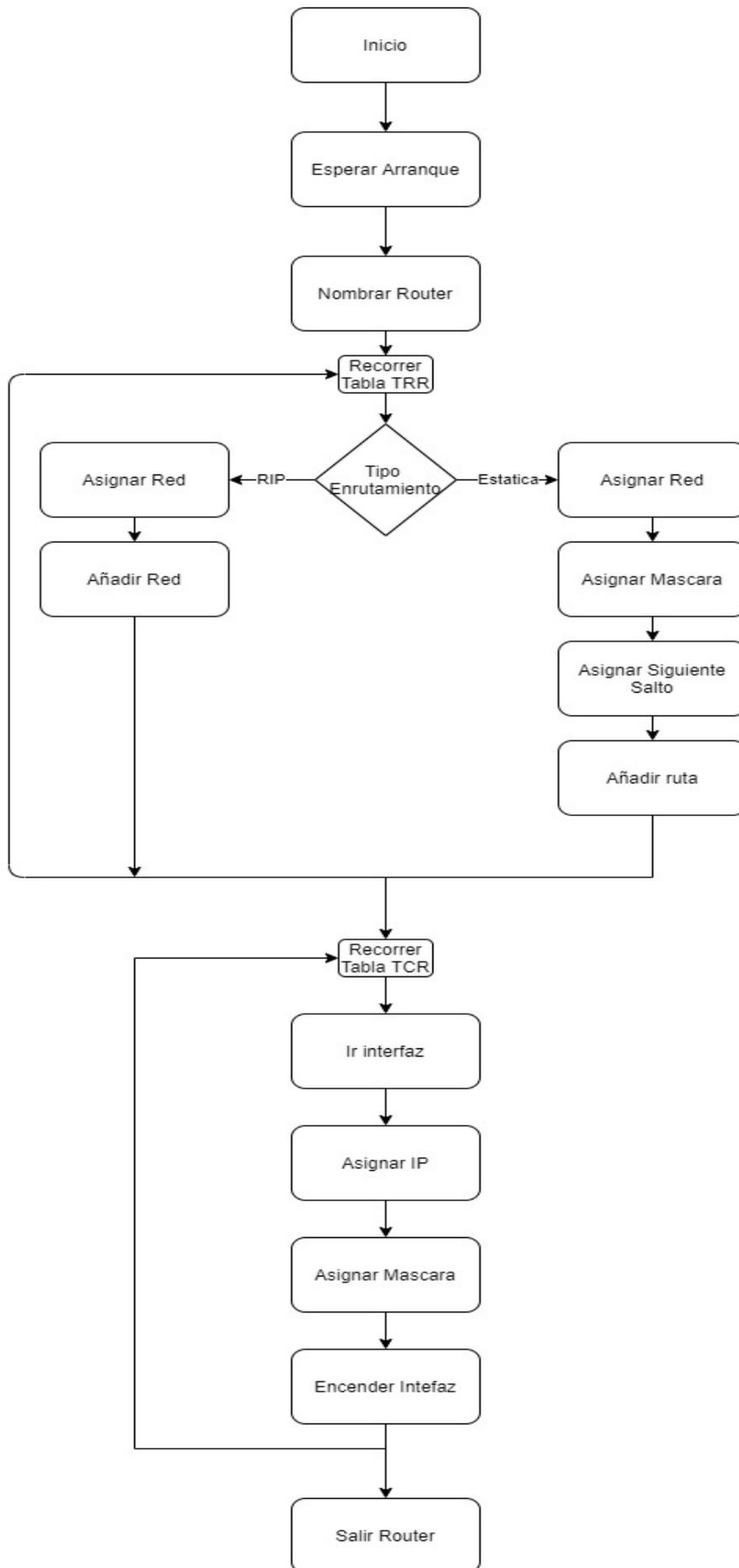


Diagrama de flujo Server DHCP

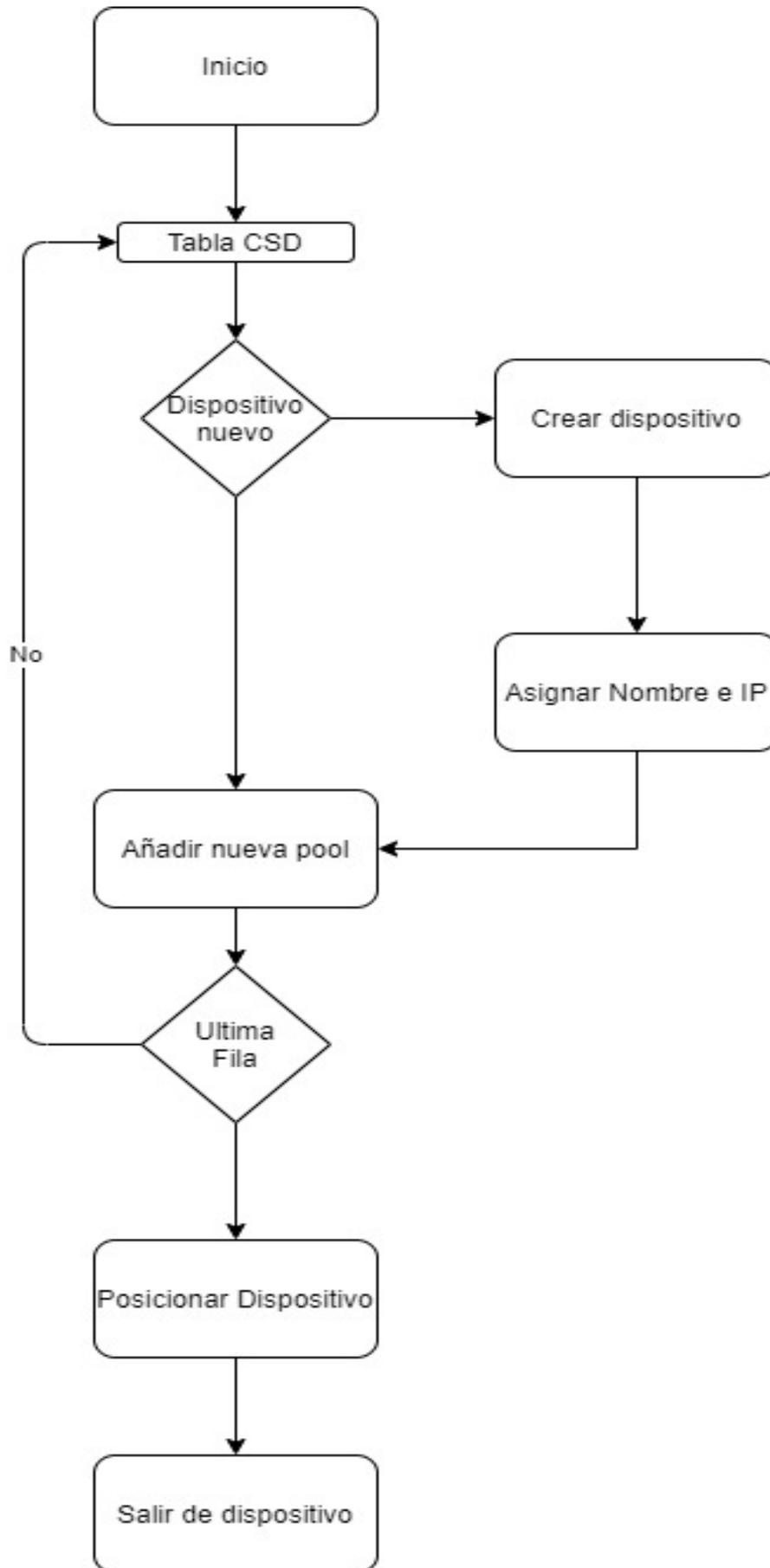
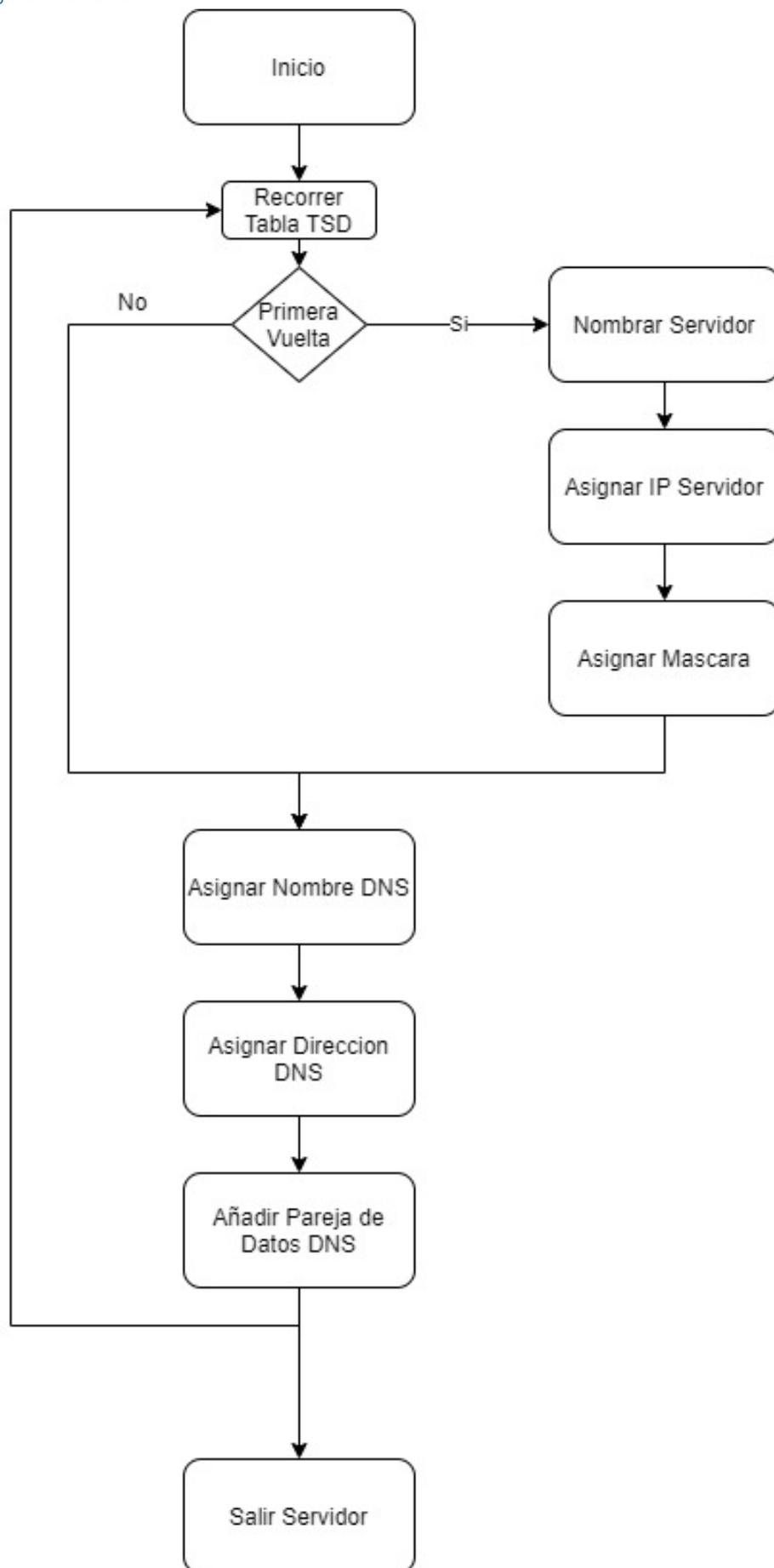


Diagrama de flujo Server DNS



Creación de archivo Excel de configuración

El archivo Excel de configuración de dispositivos está compuesto por varias hojas, a continuación, se explica el contenido de cada una.

Hoja Routers

Esta hoja se encarga de los atributos físicos de los routers

<i>Nombre Router</i>	<i>Tipo</i>	<i>Interfaz</i>	<i>Dir IP</i>
----------------------	-------------	-----------------	---------------

Campos:

- Nombre Router: nombre del dispositivo
- Tipo: Tipo de dispositivo, al ser este proyecto una demo de cómo se podría automatizar el programa Packet Tracer, solo está contemplado la automatización de ciertos dispositivos que son el t1841 y el t1941.
- Interfaz: nombre de la interfaz a la que se le va a asignar la IP
- Dir IP: IP de la interfaz introducida en el campo anterior

Hoja Rutas

Esta la he creado como auxiliar de la anterior ya que la configuración de los routers es complicada.

<i>Router</i>	<i>Tipo Ruta</i>	<i>Network/Mask</i>	<i>Next hope</i>
---------------	------------------	---------------------	------------------

Campos:

- Router: Nombre del dispositivo
- Tipo Ruta: tipo de protocolo de encaminamiento, al igual que pasaba en el campo Tipo de la hoja anterior, solo se han contemplado los protocolos Estático y RIP.
- Network/Mask: IP de la red que va a administrar y máscara de subred, por ejemplo, 10.20.30.0/255.255.255.0.
- Next hope: IP del router por el que se envían los paquetes de la red anterior.

Hoja Switches

En esta hoja se introducen diferentes campos para configurar los switches.

Consideraciones:

- Todos los puertos del mismo switch tienen que estar seguidos y con el mismo nombre

<i>Nombre</i>	<i>Tipo_SW</i>	<i>Puerto</i>	<i>Tipo_Puerto_SW</i>	<i>Vlan</i>	<i>Nombre Vlan</i>
---------------	----------------	---------------	-----------------------	-------------	--------------------

Campos:

- Nombre: Nombre del Switch
- Tipo SW: tipo de switch, como en casos anteriores solo están implementados los modelos 2950-24 y el 2950T-24
- Puerto: nombre del puerto que se está configurando, para abreviar el formato tiene que ser Fe para puertos FastEthernet y Ge para los GigabitEthernet
- Tipo_puerto_SW: tipo de puerto ya sea acceso o trunk.
- Vlan: vlan a la que se le va a asignar el puerto, de ser tipo trunk la vlan ha de ser 0
- Nombre Vlan: nombre de la vlan que se asigna al campo anterior

Hoja Host

En esta hoja se configuran los hosts

<i>Nombre host</i>	<i>Tipo_Host</i>	<i>Dir. IP</i>	<i>GW</i>
--------------------	------------------	----------------	-----------

Campos:

- Nombre host: nombre del dispositivo
- Tipo_Host: tipo de dispositivo host, solo están contemplados PC y laptop
- Dir. IP: IP del dispositivo, el formato es tipo de interfaz seguido de un – y seguido del par IP mascara separados por el carácter '/', en caso de que la IP se obtenga por DHCP el formato sería: tipo de interfaz seguido de un guion y seguido de la cadena de caracteres "DHCP" y el carácter '/'
- GW: IP del Gateway, cuyo significado es el de la IP del router al que está enlazado. En caso de que se obtenga por DHCP el campo se rellena por la cadena "DHCP"

Hoja DHCP

En esta hoja se configuran los servidores DHCP

Consideraciones:

- Todas las subredes del mismo servidor tienen que ir seguidas y con el mismo nombre e IP.

<i>Nombre</i>	<i>Nombre Subred</i>	<i>Default Gateway</i>	<i>DNS Server</i>	<i>Start IP Address</i>	<i>Subnet Mask</i>	<i>Maximun Number of Users</i>	<i>IP Servidor</i>
---------------	----------------------	------------------------	-------------------	-------------------------	--------------------	--------------------------------	--------------------

Campos:

- Nombre: Nombre del servidor
- Nombre subred: nombre de la subred que quieres configurar
- Default Gateway: IP del Gateway para los host de la subred
- DNS Server: IP del servidor DNS asignado a la subred
- Start IP Address: primera IP de asignación en la pool
- Subnet Mask: mascara de subred
- Maximun Number of Users: numero máximo de dispositivos en la pool
- IP Servidor: dirección IP del Servidor DHCP

Hoja DNS

Configuración de los servidores DNS

Consideraciones:

- Todos los nombres DNS del mismo servidor tienen que ir seguidas y con el mismo nombre de Servidor e IP.

<i>Nombre Servidor</i>	<i>IP Servidor</i>	<i>Nombre</i>	<i>Dirección</i>
------------------------	--------------------	---------------	------------------

Campos:

- Nombre Servidor: nombre del servidor DNS
- IP Servidor: IP del servidor
- Nombre: nombre del dispositivo
- Dirección: dirección IP del dispositivo al que se le asigna el nombre

Hoja Conexiones

En esta hoja se introducen los atributos necesarios para crear las conexiones entre dispositivos

<i>Dispositivo A</i>	<i>Interfaz A</i>	<i>Dispositivo B</i>	<i>Interfaz B</i>	<i>Tipo Link</i>
----------------------	-------------------	----------------------	-------------------	------------------

Campos:

- Dispositivo A: nombre del primer dispositivo a conectar
- Interfaz A: nombre completo de la interfaz del dispositivo a la que conectar el primer dispositivo
- Dispositivo B: nombre del segundo dispositivo a conectar
- Interfaz B: nombre completo de la interfaz a la que conectar con el segundo dispositivo
- Tipo Link: tipo de conexión que quieres realizar entre ambos dispositivos

Hoja config

En esta hoja se introducen algunos atributos de configuración

Consideraciones:

- Para que el programa distinga las '/' de la dirección, se tienen que poner siempre dos barras inclinadas seguidas

<i>Nombre</i>	<i>Dirección</i>
---------------	------------------

Campos:

- Nombre: nombre del fichero Packet Tracer
- Dirección: dirección de donde se quiera dejar el fichero final

En este apartado voy a explicar detalladamente como son las estructuras de datos más importantes. Por todo el proyecto existen estructuras de datos auxiliares que se usan para almacenar y ordenar datos, pero las más importantes se crean en el Main del proyecto ya que es desde donde se van a llamar a los demás ficheros de secuencia UiPath. Las voy a describir agrupándolas según el dispositivo del que guardan información.

Switch

En esta datatable, cada fila corresponde a la configuración de un SW

Nombre	Tipo	Campos	
Tabla_Componentes_SW	datatable	Id_SW	Id del Switch
		Tipo_SW	Tipo de Switch
		Puerto_SW	Nombre del puerto a configurar
		Tipo_puerto_SW	Tipo de puerto a configurar (Access o trunk)
		Vlan_SW	Numeor de la VLAN asignada
		Nombre_vlan_sw	Nombre de la VL asignada

Tabla 3-27 - datatable componenetes switch

En este diccionario se le asigna a cada switch un id para luego encontrarlo en la datatable Tabla_Componentes_SW

Router

Nombre	Tipo	Campos	
Nombre TipoSW	Diccionario <String,int>	Key	Nombre del Switch
		Value	Id del switch

Los dispositivos Router necesitan muchos campos de configuración, por ello los he dividido en dos datatable, al igual que en el caso de los Switches, existe un diccionario con el nombre e id.

En esta tabla se introducen la configuración básica del Router

Nombre	Tipo	Campos	
Tabla_Componenetes_Routers	datatable	Id_R	Id del Router
		Tipo	Tipo de Router
		Interfaz	Nombre del puerto a configurar
		Dir_IP	Dirección IP del puerto anterior

En esta tabla se introduce los atributos de enrutamiento del Router

Nombre	Tipo	Campos	
Tabla_Rutas_Routers	datatable	TipoRuta	Puede ser estática o RIP
		Network	Red que se quiere enrutar
		NextHope	En caso de TipoRuta estática, IP del siguiente router

En esta tabla se asigna un id a cada router

Nombre	Tipo	Campos	
NombreIdRouter	Diccionario <String,int>	Key	Nombre del router
		Value	Id del router

Server DHCP

En esta estructura de datos, cada item es un pool dhcp

Nombre	Tipo	Campos	
Conjunto_Servers_DHCP	Lista<Diccionario <String,String>>	Nombre	Nombre del Servidor
		Subred	Nombre de la subred
		DefGate	Dirección gateway
		ipDNS	Ip del servidor DNS
		ipInicio	Ip de inicio del pool
		Mask	Mascara
		UsuariosMask	Número máximo de usuarios en la subred
		IP	Dirección IP del servidor

Server DNS

Nombre	Tipo	Campos	
nombreIdDNS	Diccionario <String,int>	Key	Nombre del server
		Value	Id del server

Nombre	Tipo	Campos	
Tabla_Servidores_DNS	datatable	Id	Puede ser estática o RIP
		IP	Red que se quiere enrutar
		Nombre	En caso de TipoRuta estática, IP del siguiente router
		Dirección	Dirección IP a la que se enlaza el nombre anterior

Host

Nombre	Tipo	Campos	
DispositivosFinales	Lista<Diccionario <String,String>>	Nombre	Nombre del host
		Tipo	Tipo de host (PC o laptop)
		IP	Dirección IP o DHCP del host
		Gateway	Ip del Gateway asignado

Diagrama de flujo

Este diagrama de flujo muestra de forma sencilla la distribución de las diferentes partes del proceso

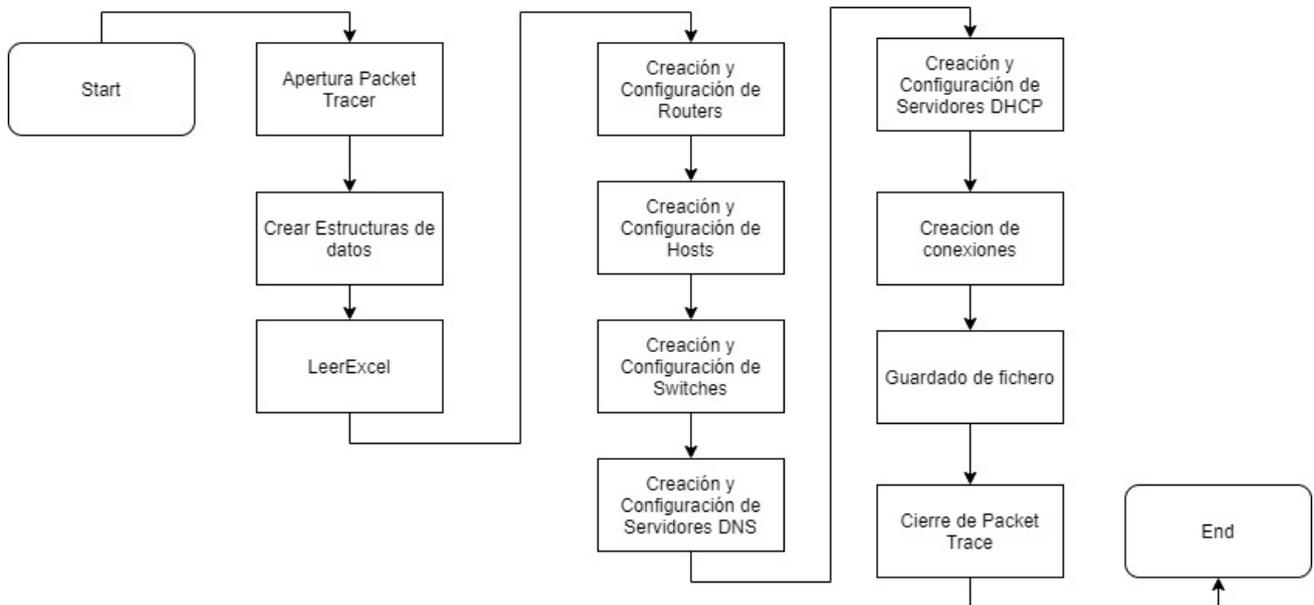


Tabla 3-28 - diagrama de flujo del proceso

1.1. Implementación

Despliegue

Los programas que se han utilizado para este TFG son los siguientes:

Software	Versión
Cisco Packet Tracer	7.3.1
UiPath Studio Pro	2021.2.0-beta.4.4

Tabla 3-29 - software utilizado

Como se ha comentado en apartados anteriores, el RPA se basa en la automatización de la interfaz, por lo tanto, si la interfaz cambia, habría que hacer un evolutivo del proceso para adecuarlo a la nueva aplicación, en este caso una versión de Cisco Packet Tracer diferente a la señalada en la tabla anterior. Este punto es de vital importancia que se comprenda correctamente, ya que la tecnología RPA no es inteligente, por lo que cualquier cambio que se produzca en la interfaz provocaría una excepción por parte del proceso.

La versión de Cisco Packet Tracer no incluye ningún paquete a mayores, en cambio en UiPath se han añadido varios paquetes para añadir actividades que no están por defecto.

Paquete	Versión	Descripción
Microsoft.Activities.Extensions	2.0.6.9	Proporciona métodos de extensión útiles, API y actividades alternativas basadas en tareas.
UiPath.Excel.Activities	2.10.2	Ejecute operaciones relacionadas con Excel utilizando el formato XML de Open Office (XLSX) o Excel.
UiPath.System.Activities	21.2.1	Actividades del núcleo que permiten a los robots manipular tablas y colecciones de datos, trabajar con archivos y carpetas, comunicarse con Orchestrator. El paquete también contiene operadores de flujo de trabajo, formularios de diálogo, métodos de depuración e invocación.
UiPath.UIautomation.Activities	21.2.0	El paquete contiene actividades centrales que permiten la automatización de aplicaciones de escritorio, navegadores y máquinas virtuales.

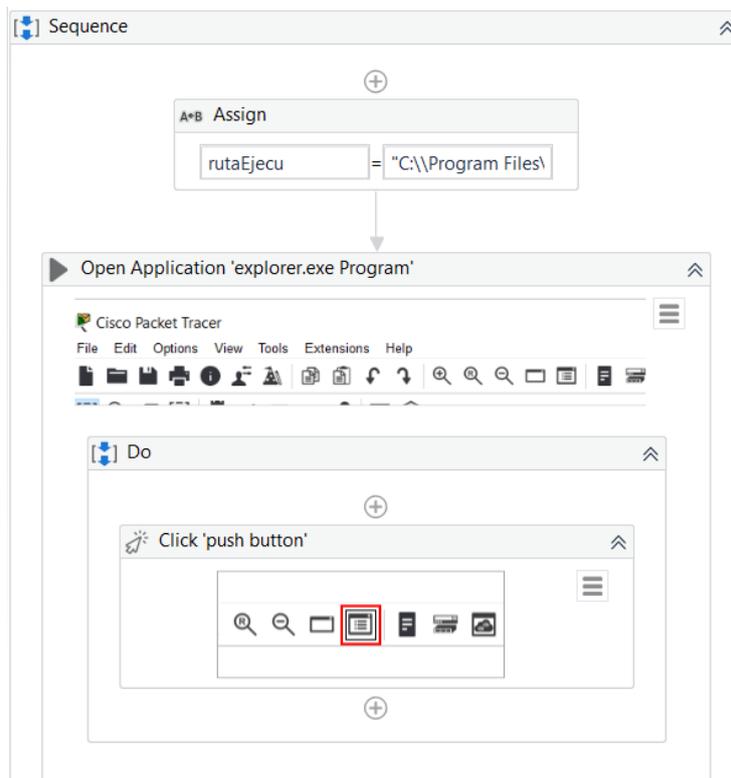
Tabla 3-30 - paquetes adicionales UiPath

Ejemplos de código

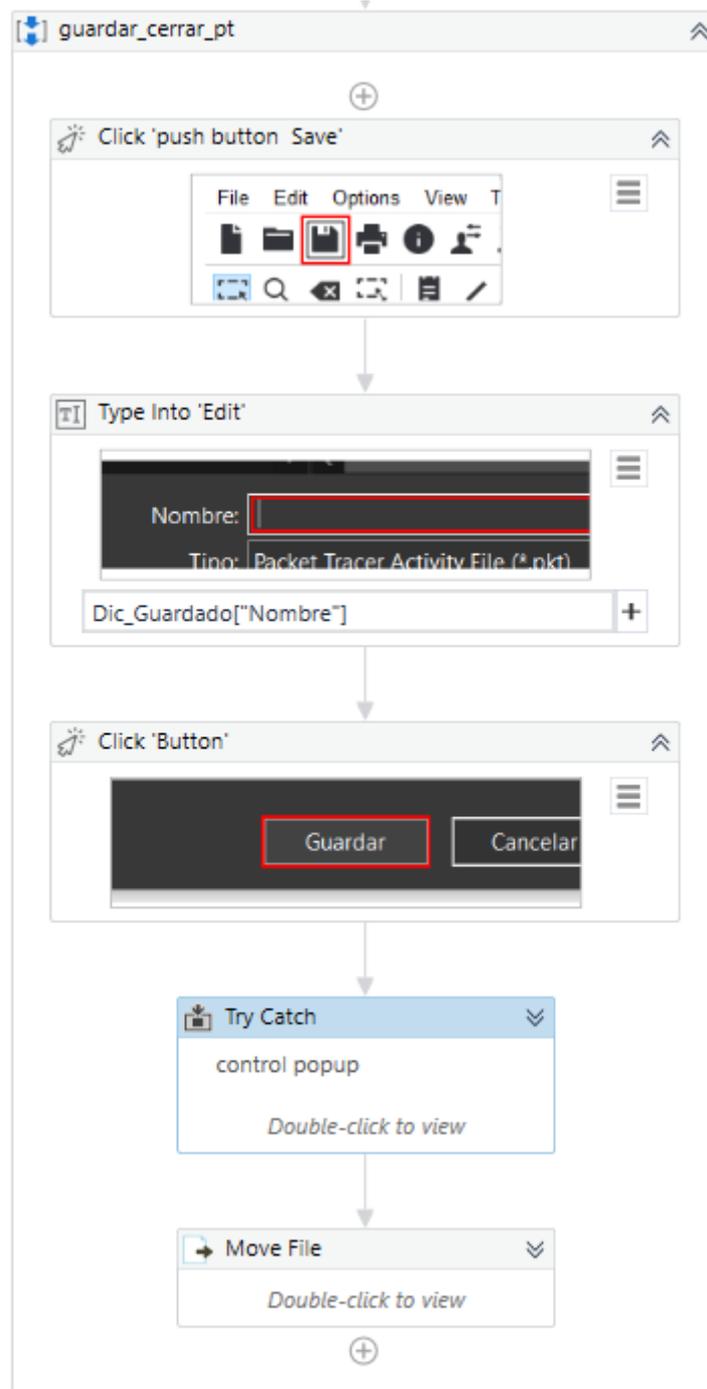
A continuación, se van a presentar mediante capturas de pantalla algunas partes del proceso. Uno de los motivos por los cuales el desarrollo mediante UiPath es tan rápido, es debido a su estilo de codificación mediante cajas, sin embargo, en este caso, esa forma de programación supone un obstáculo a la hora de mostrar el “Código” fuera de la herramienta, por ello solo se van a mostrar las partes de mayor interés.

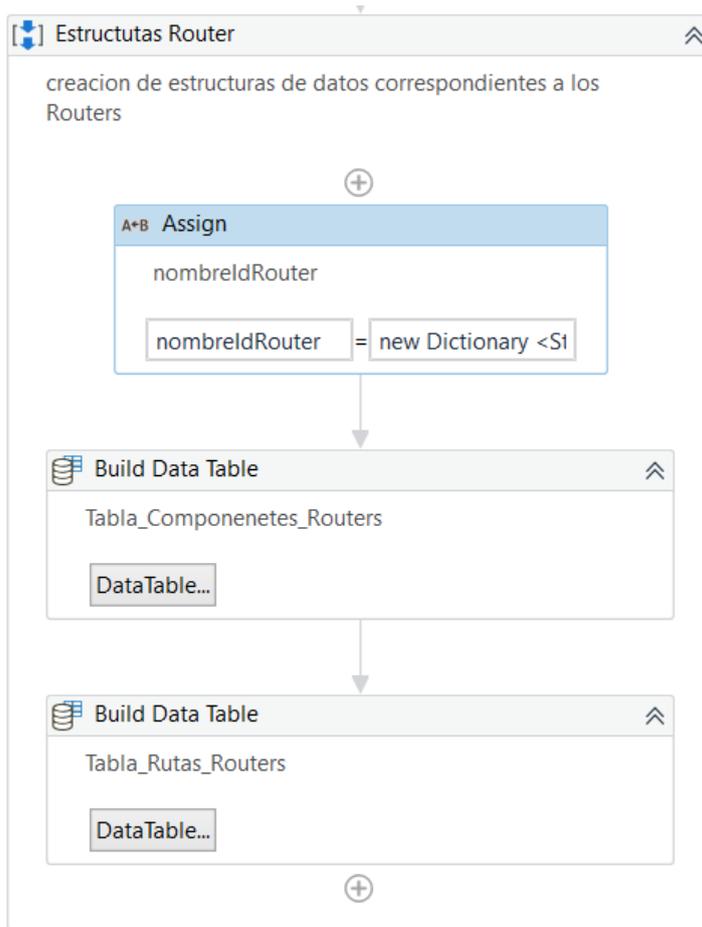
Abrir Packet Tracer

Esta secuencia se encarga de abrir el programa Packet Tracer, y a continuación abrir el menú de creación de dispositivos y conexiones



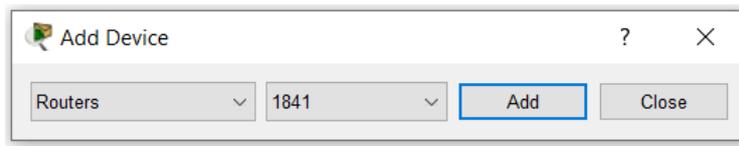
Guardar cambios y cerrar Packet Tracer





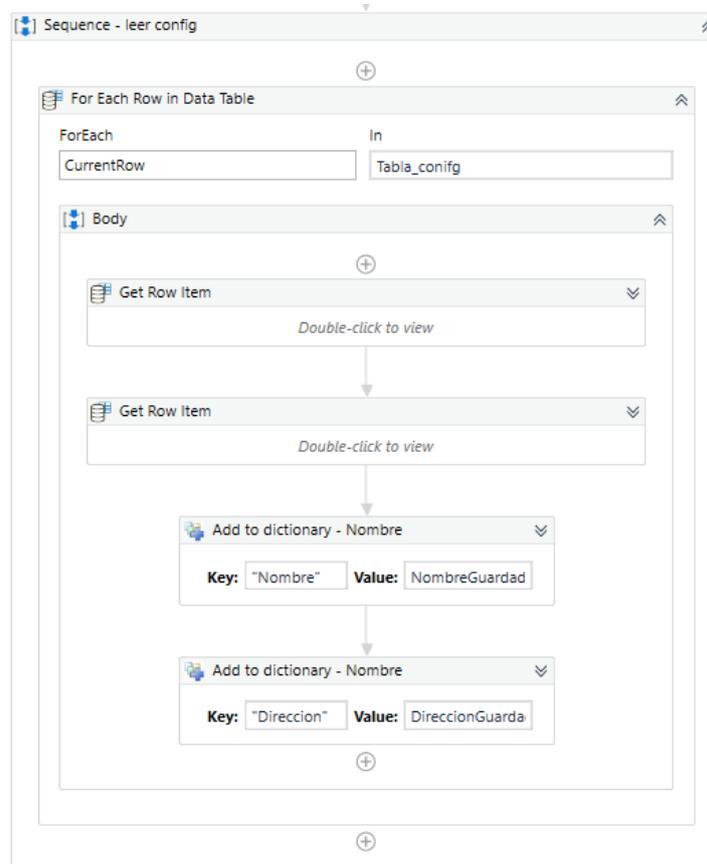
Añadir dispositivo

Esta secuencia se encarga de navegar por el menú de creación de dispositivos que vemos en la primera imagen.



Leer config

Esta secuencia se encarga de leer los datos de la hoja config del Excel, los cuales han sido introducidos en una datatable por una actividad previa, para seguidamente trasvasarlos a otra estructura de datos tipo diccionario.



1.2. Pruebas

Tipos de pruebas

En este capítulo del proyecto voy a describir los tipos de pruebas que se han realizado para verificar el correcto funcionamiento de distintas partes del código, se dividen en tres tipos:

- Pruebas unitarias: estas pruebas consisten en aislar parte del código para probar su funcionamiento.
- Pruebas de integración: son las pruebas que sirven para comprobar la integración entre varias partes del proceso.
- Revisión del código: consiste en hacer una segunda lectura de código para realizar posibles cambios que mejoren su eficiencia.
- Pruebas de aceptación: son las que se realizan en último lugar, su propósito es comprobar cuales son los resultados del proceso entero.

Pruebas realizadas

Pruebas unitarias

El código ha sido muy modularizado, por lo cual estas pruebas han sido muy sencillas de realizar, se han hecho por separado sobre los diferentes ficheros que contienen las secuencias de control de los diferentes dispositivos (host, switch, servidores y router), además de sobre los encargados de realizar las conexiones y la lectura del fichero Excel.

ID	PU-01
Tipo	Unitaria
Objeto	El fichero Leer Excel
Descripción	Los datos de entrada los proporciona el fichero de configuración Excel, la prueba verifica que todos han sido introducidos correctamente en las estructuras de datos
Salida esperada	Estructuras de datos rellenas correctamente
Estado	Superada

Tabla 3-31 - PU01

ID	PU-02
Tipo	Unitaria
Objeto	El fichero ConfiguracionPC
Descripción	Esta prueba consiste en enviar los datos a la secuencia para que cree, configure y posicione el host
Salida esperada	Host creado, configurado y posicionado correctamente
Estado	Superada

Tabla 3-32 - PU02

ID	PU-03
Tipo	Unitaria
Objeto	El fichero ConfiguracionSW
Descripción	Esta prueba consiste en enviar los datos a la secuencia para que cree, configure y posicione el switch
Salida esperada	Switch creado, configurado y posicionado correctamente
Estado	Superada

Tabla 3-33 - PU03

ID	PU-04
Tipo	Unitaria
Objeto	El fichero ConfiguracionRouter
Descripción	Esta prueba consiste en enviar los datos a la secuencia para que cree, configure y posicione el router
Salida esperada	Router creado, configurado y posicionado correctamente
Estado	Superada

Tabla 3-34 - PU04

ID	PU-05
Tipo	Unitaria
Objeto	El fichero Servidores
Descripción	Esta prueba consiste en enviar los datos a la secuencia para que cree, configure y posicione el servidor DNS
Salida esperada	Servidor DNS creado, configurado y posicionado correctamente
Estado	Superada
Nota	El fichero Servidores se encarga tanto de configurar los servidores DNS como DHCP por lo que se van a realizar dos pruebas unitarias diferentes sobre el mismo fichero

Tabla 3-35 - PU05

ID	PU-06
Tipo	Unitaria
Objeto	El fichero Servidores
Descripción	Esta prueba consiste en enviar los datos a la secuencia para que cree, configure y posicione el servidor DHCP
Salida esperada	Servidor DHCP creado, configurado y posicionado correctamente
Estado	Superada
Nota	El fichero Servidores se encarga tanto de configurar los servidores DNS como DHCP por lo que se van a realizar dos pruebas unitarias diferentes sobre el mismo fichero

Tabla 3-36 - PU06

ID	PU-07
Tipo	Unitaria
Objeto	El fichero ConfiguraciónConexiones
Descripción	Esta prueba consiste en enviar los datos a la secuencia para que cree las conexiones entre los dispositivos
Salida esperada	Las conexiones bien introducidas en el Excel se crean correctamente
Estado	Superada

Tabla 3-37 - PU07

Pruebas de integración

Estas pruebas se han realizado para comprobar que los ficheros se han comunicado bien con el fichero main.

ID	PI-08
Tipo	Integración
Objeto	El fichero de configuración Excel y el fichero LeerExcel
Descripción	Esta prueba consiste en conectar los datos del Excel de configuración a las actividades del fichero Leer Excel encargadas de leerlo
Salida esperada	Los datos se encuentran en las estructuras correctas
Estado	Superada

Tabla 3-38 - PI08

ID	PI-09
Tipo	Integración
Objeto	Todos los ficheros
Descripción	Esta prueba consiste en comprobar la conexión entre todos los ficheros
Salida esperada	La red se crea correctamente
Estado	Superada

Tabla 3-39 - PI09

Revisión del código

Se hizo una segunda lectura de código y se realizaron dos cambios significativos:

- La dirección del fichero ejecutable del Cisco Packet Tracer se asigna a una variable propia en vez de introducirla en la propia actividad.
- Se redujo el timeout previo al fichero Servidores a 1 segundo

Pruebas de aceptación

Las pruebas que se van a hacer en este apartado tienen como finalidad comprobar el tiempo de ejecución del proceso según diferentes ficheros de configuración Excel

Para la medida de estos tiempos se han utilizado las dos actividades de la izquierda al inicio del proceso y las dos de la derecha al final

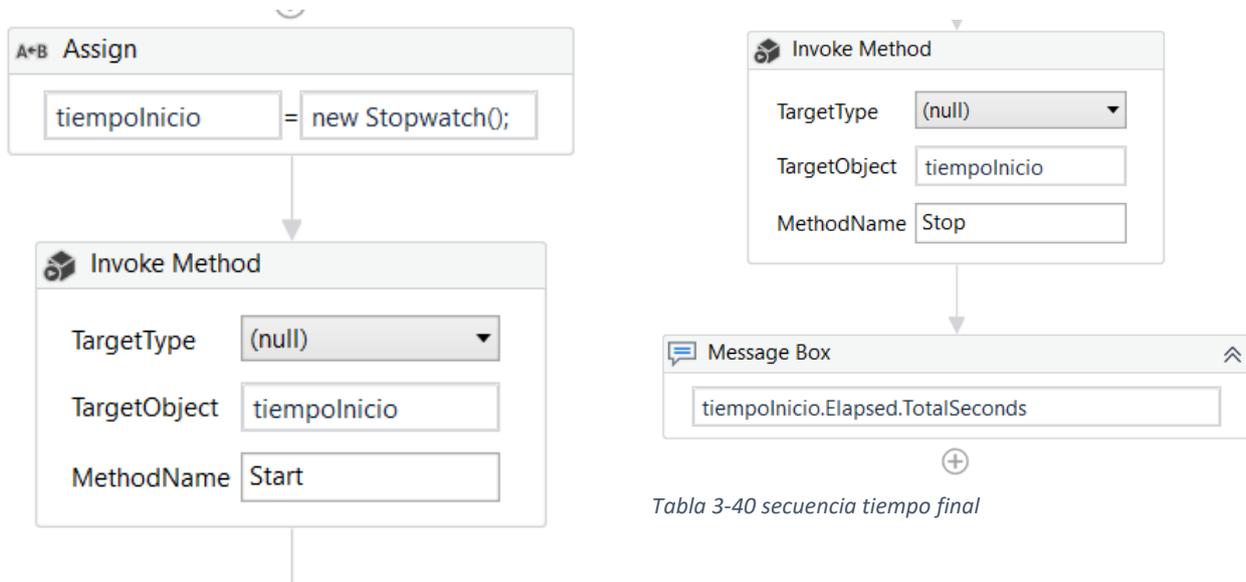


Tabla 3-40 secuencia tiempo final

Tabla 3-41 secuencia tiempo de inicio

En la siguiente tabla se encuentran los datos de tiempo de ejecución en relación con el número de dispositivos.

Dispositivos					Operador	
host	switch	router	DNS	DHCP	Robot	Humano
1	0	1	0	0	2 min 37 seg	1 min 30 seg
1	1	1	1	0	4 min 54 seg	4 min 37 seg
2	2	2	1	1	6 min 2 seg	6 min 57 seg
1	1	1	1	1	9 min 2 seg	12 min 13 seg
15	5	5	5	4	27 min 34 seg	45 min 2 seg

Tabla 0-1 Tiempos ejecución

La gráfica siguiente muestra los tiempos de ejecución del proceso, la línea azul la forman los tiempos del proceso con el robot de UiPath, la naranja está compuesta por muestras de un operador humano que realiza el mismo proceso. A Continuación, se va a describir ambos actores.

- Robot. El robot está sustentado por un ordenador personal, las características de este ordenador no afectan de una manera significativa a los tiempos de ejecución, aunque de cara a la interfaz gráfica pueda parecer que UiPath supone un entorno pesado, la ejecución es realizada en segundo plano de la misma manera que si se ejecutara un proceso regular escrito en C#, además el proceso tarda mucho más tiempo en esperar a que el programa automatizado responda a sus órdenes, que en procesar sus propias instrucciones.

- Humano. Como es lógico pensar y a diferencia del caso anterior, los conocimientos que tenga un ser humano de la herramienta a automatizar, y que en este caso es Packet Tracer, hacen que los tiempos de realización del proceso varíen significativamente. En este caso, el humano que ha realizado las pruebas tenía un conocimiento pleno del sistema, por lo cual ha sido capaz de realizar algunos atajos que reducen los tiempos de ejecución, como por ejemplo el uso de autocompletado de comandos en consola a la hora de introducir algunos datos de configuración de los dispositivos.

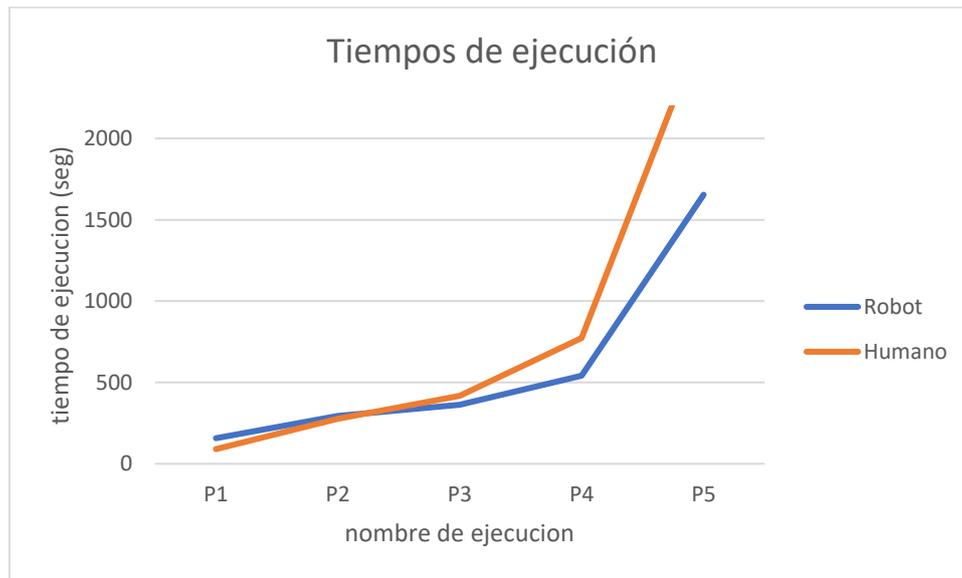


Ilustración 3 . evolución tiempos de ejecución

Hay que tener en cuenta que los tiempos de ejecución del robot incluyen la lectura y procesamiento de los datos, cosa que el ser humano hace con muchísima más rapidez. También es importante destacar que mientras que el robot siempre tarda el mismo tiempo en realizar una tarea con los mismos datos, el operador humano puede tardar más o menos en función de su experiencia o de los fallos que realice.

Como podemos observar, el proceso va siendo más eficiente a medida que los elementos de configuración son más altos, no merece la pena ejecutarlo para configuración de redes pequeñas como la primera que tiene dos dispositivos, en cambio la diferencia es mayor con la última que tiene 34.

2. Conclusiones y trabajo futuro

2.1. Conclusiones

Como se ha podido comprobar a lo largo del desarrollo del proyecto, la tecnología RPA está teniendo un importante impacto en su utilización dentro del mundo empresarial, ya que su utilización supone un importante ahorro de costes, debido a que realiza tareas que anteriormente realizaba un trabajador, con dos importantes diferencias: realiza el proceso con mayor rapidez y fiabilidad.

La utilización de la tecnología RPA es relativamente reciente y aunque ha experimentado avances en su desarrollo, aún sigue evolucionando, añadiendo funcionalidades que la van haciendo mejorar su adaptabilidad de cara a la utilización en nuevos entornos. Un ejemplo de ello es el lanzamiento inminente de la nueva versión de UiPath que promete grandes mejoras además de nuevas actividades que mejoraran su eficiencia a la hora de utilizarlo en un mayor número de sistemas.

El RPA también ha contribuido a lo largo de la pandemia del COVID-19 en la optimización de algunas tareas administrativas propias de hospitales y centro médicos que como en todos los aspectos de la sanidad sufrieron un colapso debido al aumento del número de pacientes. Esto demuestra que la aplicación de la tecnología en el mundo sanitario supone una importante mejora, ya que el personal sanitario puede dedicar más tiempo a la atención de pacientes y menos a tareas administrativas.

Los objetivos planteados al inicio del proyecto se han ido cumpliendo a medida que iba avanzando en el desarrollo, a pesar de que han ido surgiendo complicaciones que se han ido resolviendo.

A lo largo de la realización del trabajo, han ido surgiendo posibles mejoras para futuras versiones de la automatización del programa Packet Tracer mediante la herramienta UiPath.

2.2. Trabajo futuro

- Automatizar más dispositivos. Debido a las características intrínsecas de esta tecnología, es necesario realizar una automatización casi exclusiva para cada dispositivo, por lo cual, un posible evolutivo de este proyecto sería realizar la automatización de algunos dispositivos más a parte de los ya hechos en este proyecto.
- Control de errores. Como cualquier otro proyecto, este tenía un número de horas limitadas, por lo cual se ha tenido que elegir el desarrollo de unas cosas en detrimento de otras. Una de estas cosas que se han dejado para siguientes versiones es el manejo de excepciones y el control de errores, se han tratado las que se han considerado más importantes, pero aún quedan algunas más por implementar.

- Verificación de datos. Como hemos dicho en algunos apartados del TFG, el robot no sabe si los datos que está introduciendo son correctos, se podría verificar estos datos en una secuencia propia.
- Algoritmo de posicionamiento de dispositivos. En este proyecto se ha realizado un algoritmo muy sencillo, con el único propósito de que no aparecieran los dispositivos unos encima de otros. La mejora de este algoritmo supondría una evolución menor de cara a la funcionalidad, pero podría ser beneficiosa de cara al uso de este proyecto en clases de alumnos que se inicien con el Packet Tracer.

3. Bibliografía

- [1] i-SCOOP. 2021. Data Age 2025: the datasphere and data-readiness from edge to core. [online] Available at: <<https://www.i-scoop.eu/big-data-action-value-context/data-age-2025-datasphere/>> [Accessed 16 June 2021].
- [2] Club-bpm.com. 2021. Una breve historia de la rápida expansión de RPA (Robotic Process Automation). [online] Available at: <<https://www.club-bpm.com/Contenido/Articulos/art-2018-007.htm>> [Accessed 16 June 2021].
- [3] Revista Empresarial y Laboral. 2021. El RPA: ¿De dónde viene, para qué sirve y cómo empezar?. [online] Available at: <<https://revistaempresarial.com/tecnologia/el-rpa-de-donde-viene-para-que-sirve-y-como-empezar/>> [Accessed 16 June 2021].
- [4] Sureka, A., 2021. RPA Market Trends: Step into the Next Revolution. [online] Clariontech.com. Available at: <<https://www.clariontech.com/platform-blog/rpa-market-trends-step-into-the-next-revolution>> [Accessed 16 June 2021].
- [5] Gavilán, P., 2021. 15 beneficios de Robotic Process Automation (RPA) | Ignacio G.R. Gavilán. [online] Ignacio G.R. Gavilán. Available at: <<https://ignaciogavilan.com/15-beneficios-de-rpa/>> [Accessed 16 June 2021].
- [6] Teknei. 2021. 5 beneficios de implantar RPA en tu empresa. [online] Available at: <<https://www.teknei.com/2020/04/16/5-beneficios-de-implantar-rpa-en-tu-empresa/>> [Accessed 16 June 2021].
- [7] Mahajan, A., 2021. The Top RPA tools and their comparison. [online] Available at: <<https://www.sphinx-solution.com/blog/top-rpa-tools-and-their-comparison/>> [Accessed 16 June 2021].
- [8] Ft.com. 2021. FT ranking: the Americas' fastest-growing companies. [online] Available at: <<https://www.ft.com/americas-fastest-growing-companies-2020>> [Accessed 3 June 2021].
- [9] En.wikipedia.org. 2021. UiPath - Wikipedia. [online] Available at: <https://en.wikipedia.org/wiki/UiPath#cite_note-13> [Accessed 16 June 2021].
- [10] Sureka, A., 2021. RPA Market Trends: Step into the Next Revolution. [online] Clariontech.com. Available at: <<https://www.clariontech.com/platform-blog/rpa-market-trends-step-into-the-next-revolution>> [Accessed 16 June 2021].
- [11] Channel Partner. 2021. “Los robots de software están aquí para quedarse”: Guillaume Pasquet de UiPath. [online] Available at: <<https://www.channelpartner.es/fabricantes/noticias/1120782001102/robots-de-software-aqui-que-darse-guillaume-pasquet-de-uipath.1.html>> [Accessed 16 June 2021].
- [12] DiarioAbierto. 2021. Los robots de ‘software’ también luchan contra el Covid-19. [online] Available at: <<https://www.diarioabierto.es/496995/los-robots-de-software-tambien-juegan-a-favor-de-la-lucha-contra-el-covid-19>> [Accessed 16 June 2021].
- [13] Tecnoempresa. 2021. Automatización robótica VS contagios del COVID-19. [online] Available at: <<https://tecnoempresa.mx/index.php/2020/04/20/automatizacion-robotica-vs-contagios-del-covid-19/>> [Accessed 16 June 2021].

[14] Besant Technologies. 2021. RPA Tools Comparison | Which RPA tool is best? | How does RPA work?. [online] Available at: <<https://www.besanttechnologies.com/rpa-tools-comparisons>> [Accessed 16 June 2021].

[15] Enterpriseproject.com. 2021. Robotic Process Automation (RPA): 6 open source tools. [online] Available at: <<https://enterpriseproject.com/article/2020/4/rpa-robotic-process-automation-6-open-source-tools>> [Accessed 16 June 2021].

[16] Neevista.com. 2021. Top 11 Robotic Process Automation Tools to Use In 2021 (Free + Paid). [online] Available at: <<https://www.neevista.com/articles/top-11-robotic-process-automation-tools-to-use-in-2021-free-paid>> [Accessed 16 June 2021].

[17] Es.vida-estilo.yahoo.com. 2021. Yahoo ahora forma parte de Verizon Media. [online] Available at: <<https://es.vida-estilo.yahoo.com/acciones-fabricante-software-uipath-disparan-134050516.html>> [Accessed 16 June 2021].