

AUTOMATIZACIÓN DE REGISTROS DE NOTAS DE ESTUDIANTES EN UNA PLATAFORMA WEB

Por:

Diego Esteban Ibañez Naranjo



FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

BOGOTÁ D.C.

2021

AUTOMATIZACIÓN DE REGISTRO DE NOTAS DE ESTUDIANTES EN UNA PLATAFORMA WEB

Por:

Diego Esteban Ibañez Naranjo

Trabajo complementario para optar por el título de Ingeniería Electrónica

Aprobado por:

Ing. José Luis Paternina MeD

Director



**FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
BOGOTÁ D.C.**

2021

1. Planteamiento del Problema

1.1. Introducción

Las pruebas de control de calidad o QA es un proceso importante en la etapa de un proyecto ya que tiene como objetivo verificar y demostrar la funcionalidad del producto de software, asegurar que el producto cumpla con los requerimientos que se exigieron en un comienzo y adicionalmente, contemplar todas las posibles fallas o cambios que puedan ocurrir [13].

Las pruebas de calidad se basan en la ejecución constante de procesos teniendo como base ciertos parámetros para generar un resultado esperado. Los parámetros pueden ser valores de entrada que se necesitan para acceder a un sitio y/o métodos concretos que se deben de cumplir de acuerdo a lo estipulado en un principio.

Debido a los avances tecnológicos de los últimos años, se han podido desarrollar varios software de automatización que facilitan en gran medida las pruebas de calidad reduciendo la intervención humana y las tareas repetibles. Hay varios casos de prueba que se pueden automatizar, entre los que se encuentran las pruebas de regresión (las cuales se realizan periódicamente después de un lanzamiento o actualización del producto) y las pruebas repetitivas (que son tareas que se deben ejecutar manualmente varias veces).

El presente documento se enfoca en el proceso que realizan varios profesores de la Universidad Santo Tomás para registrar las notas de sus estudiantes a una plataforma web y cómo es posible automatizar este proceso para agilizar el tiempo de carga de notas, facilitar la tarea de los profesores al realizar procesos repetitivos y así mismo, invertir mejor su tiempo en otras actividades académicas que ayuden a los estudiantes en su aprendizaje.

1.2. Pregunta de investigación

La automatización de procesos repetitivos cada vez se va convirtiendo en una obligación para las entidades debido a que se invierten mejor los recursos y tiempo de los empleados. Esto trae ganancias significativas a largo plazo y también puede generar una estabilidad mental a varios usuarios ya que, repetir procesos constantemente todos los días refleja una monotonía en el trabajo y puedan generar trastornos mentales en el entorno laboral que conlleva a una frustración y desmotivación [12].

Desde el ámbito académico, la labor del docente no se limita a solo enseñar, sino que deben encontrar diversas estrategias de enseñanza y aprendizaje para que el estudiante aprenda de manera autónoma, además de planificar las clases, preparar los recursos y materiales didácticos, inculcar un segundo idioma, gestionar el desarrollo de las clases manteniendo un orden, facilitar la

comprensión de contenidos y muchas más tareas. Dentro de la labor docente, un proceso repetitivo y molesto es el registro de todas las notas de los estudiantes. Esto, ya que en la mayoría de las ocasiones las plataformas de registro de notas no son compatibles con aplicaciones para la gestión evaluativa. Por ejemplo, en la Universidad Santo Tomás, los profesores pueden descargar sus listas de asistencia desde la plataforma SAC en formato Excel, y en dicho formato incluir todas las notas relacionadas al proceso formativo de los estudiantes. Sin embargo, estas notas deben ser registradas nuevamente en el SAC. Por lo tanto, el cargue a dicha plataforma desde Excel se debe realizar de forma manual por parte del docente (subiendo una nota a la vez para cada estudiante).

Este inconveniente se le presenta a cada docente por el número de espacios académicos que tenga a cargo. Por ejemplo, en la facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomás de la sede principal, la carga en promedio por docente es de tres espacios académicos. De esta forma, el tiempo empleado para subir las notas se multiplica.

A manera de ejemplo, se muestra el caso de un docente de la Facultad de Ingeniería Electrónica, el cuál cuenta con tres espacios académicos a su cargo para el periodo de 2021-1 con 61 estudiantes en total. Según el concepto del mismo profesor, el tiempo empleado para cargar una nota es de 50 segundos aproximadamente, por lo tanto, el docente se demoraría 51 minutos en ingresar las notas de todos sus estudiantes a la plataforma SAC.

Con base en lo anterior, el proyecto tiene como finalidad mejorar la eficiencia y la productividad del registro de notas de los estudiantes en la Universidad Santo Tomás. El mayor reto que tiene el proyecto consiste en asegurarle al profesor que todas las notas de sus estudiantes serán registradas correctamente y en el menor tiempo posible en una plataforma web, esto con el fin de agilizar su proceso y así mismo, aprovechar el tiempo que invertía, en otras actividades o métodos de enseñanza que ayuden al estudiante en su aprendizaje. Debido a lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación.

¿Cómo automatizar el proceso de registro de notas de los estudiantes en una plataforma web que permita a los profesores invertir mejor su tiempo?

2. Justificación

El primer beneficiario con el proyecto serán los profesores ya que no tendrán que invertir mucho tiempo en procesos repetitivos como lo es la asignación de notas de sus estudiantes. Con la automatización de notas únicamente tendrá que ejecutar el programa y ubicar el archivo donde se encuentran las notas de todos los estudiantes en la ruta de acceso del ordenador que se le asigne, luego esperar a que finalice el programa y ver reflejado todas las notas en la plataforma web, esto representa agilidad y eficiencia para los profesores. Así mismo, los

estudiantes también podrían estar beneficiados ya que los profesores podrían utilizar ese tiempo disponible en mejorar algunos temas de clases y sus enseñanzas lo que está directamente relacionado con el aprendizaje y competencias del estudiante.

Selenium [11] es un marco de pruebas portátil que se centra principalmente en probar aplicaciones web, fue desarrollado por Jason Huggins en 2004 y afirmó que Selenium no es solo una herramienta sino un conjunto de componentes basados en Selenium IDE, Selenium RC, Selenium Web driver y Selenium Grid [9]. Para las pruebas automatizadas, el uso del controlador web de Selenium es muy eficiente, simple y con resultados más precisos que otras herramientas de automatización [8], Selenium es Open Source, lo que significa que cualquier persona lo puede usar abriendo muchas posibilidades al momento de automatizar cualquier proceso en una aplicación web, además es compatible con muchos lenguajes de programación (Python, Java, JavaScript, PHP, etc), sistemas operativos (Windows, Linux, Mac, etc) y navegadores (Chrome, Firefox, Safari, etc). Finalmente, una de las ventajas de la automatización de pruebas es que los scripts de prueba que se desarrollan son reutilizables, se pueden documentar y se pueden mantener actualizados fácilmente [7], esto convierte la automatización de pruebas y Selenium Web Driver en el equipo perfecto para automatizar procesos en aplicaciones web como se realizó en este proyecto.

3. Estado del arte

A continuación, se presentarán algunos artículos que han utilizado la herramienta de Selenium para automatizar algunos casos de prueba comprobando la eficiencia del software y otros artículos que hablan sobre la automatización en encuestas y formularios utilizando otra herramienta diferente a Selenium. El artículo [1] habla sobre los beneficios que trae la automatización de pruebas en aplicaciones web y la variedad de herramientas que existen en los diferentes lenguajes de programación para automatizar aplicaciones web, además implementan una automatización en un marco de pruebas para evaluar la calidad del software. Utilizan el entorno de pruebas Selenium IDE y Selenium WebDriver para la reproducción y codificación del proceso de pruebas, también usan el framework TestNG ya que entre sus funciones de testing puede tomar capturas de pantalla y guardarlas, en este caso cuando hay alguna falla, con el fin de que el usuario pueda ver por qué y en qué parte del proceso ocurrió el error, asimismo, TestNG genera un informe del proceso en formato de HTML, debido al formato se hicieron algunos ajustes al código para que sea más amigable con el usuario.

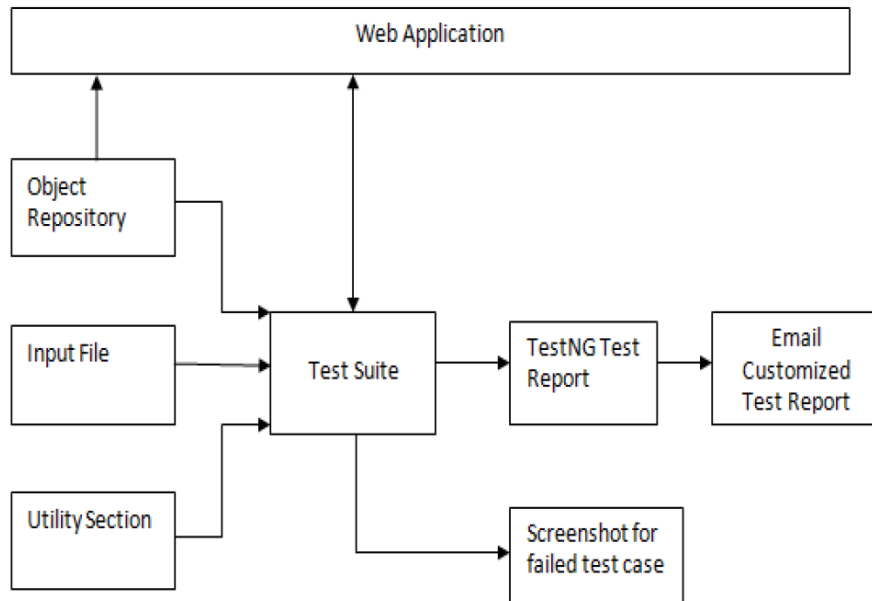


Fig. 1 Arquitectura del marco propuesto [1]

En la figura 1 se puede observar la arquitectura del proceso de automatización para la aplicación web, se inicializa con la herramienta de Selenium y su comunicación con la aplicación web para finalmente generar un reporte, guardar las capturas de pantalla de los casos fallidos y enviar el reporte por correo al usuario utilizando la librería mail.jar. La figura 2 muestra el alto desempeño del software en comparación al método tradicional.

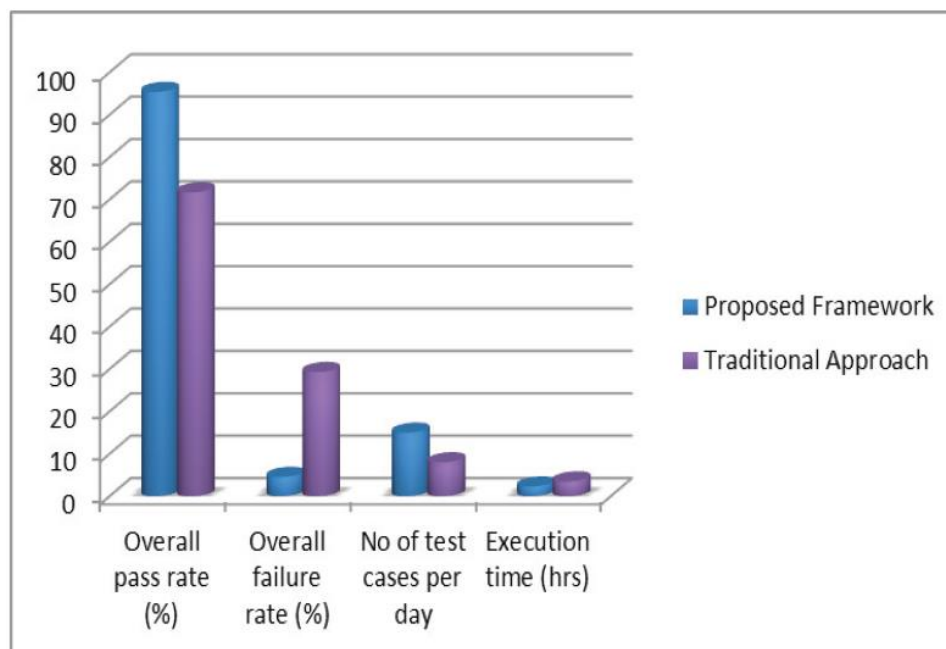


Fig. 2 Desempeño del marco propuesto [1]

El artículo [2] trata sobre la automatización en la ejecución de cuarenta y cuatro (44) casos de prueba funcionales correspondientes a la aplicación “Indemnizaciones” para el proyecto de Seguros Bolívar, utilizando la herramienta “Selenium IDE” y programación en Java. El autor realiza el flujo del proceso e implementa Selenium IDE para automatizar cada iteración con la página y luego utiliza Selenium Web Driver para escalar el nivel de programación a uno más bajo por si hay que realizar futuros cambios debido a una actualización de la página o del mismo software.

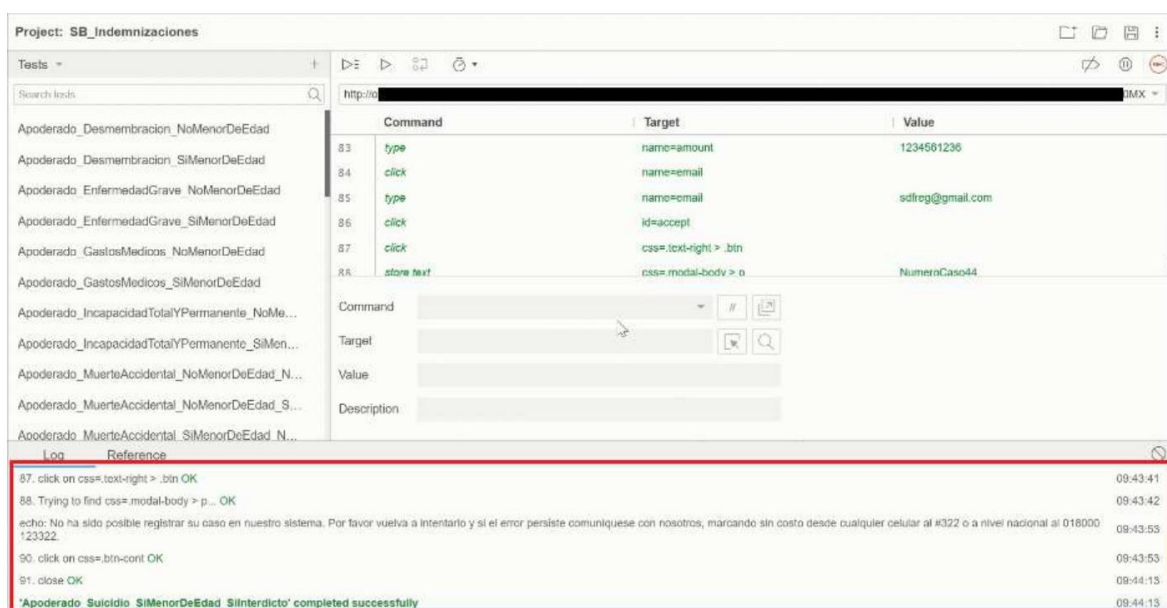


Fig. 3 Resultado exitoso al ejecutar el proceso por Selenium IDE [2]

En la figura 3 se puede evidenciar un caso de prueba exitoso en el Selenium IDE, muestra cada iteración en color verde que significa su correcta ejecución y al final un mensaje de que el programa funcionó correctamente, también muestra el tiempo de ejecución del caso de prueba.

Del mismo modo, el artículo [3] plantea una estrategia diferente para automatizar procesos en aplicaciones web utilizando Machine Learning y Selenium, se ha comentado que la herramienta de Selenium WebDriver utiliza ciertas etiquetas o métodos para interactuar entre los diferentes eventos en la página web y este proceso de búsqueda se realiza manualmente, la idea que se propuso en el artículo fue encontrar todos los eventos, clases o etiquetas automáticamente por medio de Machine Learning aplicando el método de aprendizaje SVM (Support

vector machine), finalizado el entrenamiento, se ejecuta la máquina para clasificar los diferentes eventos de la página web y almacenarlos en un .csv para posteriormente ser leídos por el Selenium y este interactúe con la aplicación web.

Por otro lado, el artículo [4] está enfocado en la automatización de encuestas en páginas web, la diferencia que tiene ese artículo con el presentado es que ellos crearon su propia aplicación que tiene como propósito autocompletar ciertas respuestas programadas y también tiene la opción de agregar nuevos registros de respuesta con el fin de disminuir la cantidad de intervención humana y el tiempo de finalización en las encuestas. Olmsted [5] aborda un problema parecido al anterior, con la diferencia de que él se enfoca más en la detección de falsos datos, enumera la falsificación de datos y crea diferentes maneras para asegurar la información al momento de realizar una encuesta, lo que representa una disminución en el margen de error.

4. Objetivos

4.1. General

Automatizar el proceso de registro de notas de estudiantes en una plataforma web utilizando la herramienta Selenium Web Driver y el lenguaje de programación Python.

4.2. Específicos

- Interpretar y codificar la información del documento Excel que contiene el registro de notas en el lenguaje de Python.
- Comprender detalladamente el procedimiento manual que realizan los profesores para el registro de notas.
- Implementar la herramienta de Selenium en el entorno de programación Python para realizar la automatización del proceso a realizar.
- Comparar en tiempo la ejecución manual y la automatizada para determinar la importancia que tiene esta última.

5. Metodología

El desarrollo del proyecto se dividió en cinco fases, la primera fase es la comprensión del proceso que realiza el docente para registrar las notas de sus estudiantes en la plataforma web, se debe conocer el flujo y la estructura que debe cumplir y cómo se deben llenar los campos del formulario.

Una vez comprendido el procedimiento se pasó a la segunda fase, la cual es crear el formulario ya sea en Google forms, Sendinblue, Wufoo u otras páginas que representan la plataforma web. El formulario debe contener campos esenciales como el nombre completo, semestre, asignatura, código y las notas de cada corte.

La tercera fase del proyecto es la lectura de los archivos Excel que contiene las notas de los estudiantes a través del lenguaje de programación Python, se utilizaron alguna de las librerías de Python como Pandas y Openpyxl para la búsqueda y lectura de información de los anteriores documentos y posteriormente guardarlas en variables que serían las entradas o parámetros de la herramienta Selenium.

La cuarta fase es la codificación del programa en Python implementando la herramienta Selenium Web Driver que sirve para la automatización del registro de notas en el formulario, para esto se utilizó primero el Selenium IDE que capta todo el proceso en la página y luego se pasó al Selenium Web Driver para ajustar el programa con los parámetros de entrada provenientes del documento Excel, así mismo accesible por si hay futuros cambios.

La última fase son las pruebas de automatización de testing y de calidad que comprueban el correcto funcionamiento del proyecto además de evidenciar la eficiencia del sistema.

6. Presupuesto

Recursos humanos				
Estudiantes				
	Horas	Valor hora (\$)	Monto (\$)	Financiación
Estudiante	40	15.000	600.000	Propio

Directores				
	Horas	Valor hora (\$)	Monto (\$)	Financiación
Director	16	26.000	416.000	U. Santo Tomas

Equipos de computo			
	Propiedad	Valor (\$)	Financiación
Portátil	Propio	4.000.000	Propio

Bases de datos			
	Propiedad	Valor (\$)	Financiación
IEEE xplorer	Privado	543.000	U. Santo Tomas
CRAI USTA	Libre	0	U. Santo Tomas
Google scholar	Libre	0	No aplica

Total	
Propiedad	Monto (\$)
Propio	4'600.000
Universidad Santo Tomás	959.000
Total	5'559.000

7. Cronograma

El siguiente cronograma representa el tiempo de inicio y de ejecución del proyecto desde la primera semana de marzo hasta la última semana de mayo. Este es el cronograma inicial que coincidió con el ejecutado, evidentemente hubo pequeñas variaciones en las últimas semanas y estas se dieron por demoras en las pruebas con Selenium y en las correcciones del documento.

N	Actividades	Marzo				Abril				Mayo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Investigación sobre automatización												
2	Estado del arte												
3	Comprensión del proceso												
4	Desarrollo del proyecto												
5	Realizar pruebas												
6	Validar resultados												
7	Elaboración de informe												

8. Desarrollo

El docente tiene que llevar a cabo dos pasos para registrar la nota de su estudiante en una plataforma web. Primero el docente debe tener como mínimo un

registro con el nombre de la asignatura y al semestre que corresponde, el nombre del docente y el nombre del estudiante con la nota de cada corte, todo en un documento Excel, Word u otra página web. Posteriormente inscribir la nota de cada estudiante en una plataforma web, en la Universidad Santo Tomás sería en la página del SAC, pero para el proyecto se realizó por medio de la aplicación Google Forms por la sencilla comprensión del formato y la rapidez en la que se crean los formularios, además de que la mayoría de los usuarios están familiarizados con la plataforma ya que es uno de los más usados a nivel mundial.

El tiempo promedio en el que un profesor registra manualmente la nota de un solo estudiantes es de aproximadamente 50 segundos, teniendo en cuenta que se trabajó con un total de 61 estudiantes el tiempo total que se tardaría un docente en inscribir la anterior cantidad de estudiantes es de aproximadamente 50 minutos y 50 segundos.



Figura 4. Formato de la encuesta en Google Forms

En la figura 4 se observa el formulario en Google Forms para la inscripción de notas de los estudiantes. Luego, en la segunda fase se utilizó la librería openpyxl de Python para la búsqueda y lectura de los datos de Excel y el editor de texto Spyder de Anaconda que es donde se codifica el programa. Se hizo un barrido por el documento Excel extrayendo la información necesaria como el nombre del profesor y del estudiante, asignatura, grupo, código del estudiante y sus respectivas notas, una vez obtenida la información se guardan en variables que posteriormente se utilizarán como parámetros de entrada de la herramienta Selenium. La figura 5 señala los campos más importantes del documento con su respectivo formato y la figura 6 es la lectura del documento en Python.

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS									
LISTA DE CLASES									
10136-41890									
MATR00_GWT									
09 de abril de 2021 06:23:51									
Pág. 1 de 1									
Facultad	INGENIERIA ELECTRONICA								
Programa	11002 INGENIERIA ELECTRONICA								
Materia	12916 AUTOMATIZACION INDUSTRIAL								
Grupo	9A								
Docente	PATERNINA DURAN JOSE LUIS								
Pensum	20142								
Nivel	9								
Horas	10								
No.	Código	No. Identificación	Código program	Nombre	Fechas	Corte 1	Corte 2	Corte 3	
1	2200832	1014304449	11002	ACERO LEON SEBASTIAN		2.6	3.0	0.0	
2	2210401	1018511116	11002	AGUDELO DIAZ JUAN SEBASTIAN		2.7	4.0	0.0	
3	2222550	1018514133	11002	AVENDAÑO MORENO JUAN DAVID		3.4	4.4	0.0	
4	2219054	1005042848	11002	CÁRDENAS BOHORQUEZ JAVIER ALEXIS					
5	2220910	1000792605	11002	CARRERO CUADRADO URIEL EDUARDO		4.8	4.4	0.0	
6	2200334	1022430587	11002	CRUZ CHAPARRO JUAN PABLO		2.3	3.0	0.0	
7	2199707	1032499436	11002	GALINDO ROA VANNESSA NATALY		3.1	4.3	0.0	
8	2200479	1070332574	11002	GAVIRIA ZAPATA VINCENTH ADOLFO		3.7	4.6	0.0	
9	2201074	1075684164	11002	GUTIERREZ ALFONSO MICHAEL ANDRES		4.2	4.6	0.0	
10	2182996	1073522999	11002	JAIME BOTIA CARLOS ANDRES		2.4	4.4	0.0	
11	2224153	1032459431	11002	LOMBANA OLARTE FABIAN ANDRES		3.1	4.3	0.0	
12	2190400	1014287706	11002	OSORIO CASTILLO CAMILO		3.0	4.5	0.0	
13	2183676	1018501659	11002	PEREZ SALAS BRYAN STEVEN		3.5	4.5	0.0	
14	2219376	1126845985	11002	PEÑA CASTRO NESTOR HARBEBY		3.3	4.9	0.0	
15	2174315	1072715613	11002	PINEDA BARRERA LUIS ALEJANDRO		3.7	4.0	0.0	
16	2220456	1007695452	11002	PINTO CACERES WILLIAM ANDRES		4.4	3.4	0.0	
17	2220370	1014303231	11002	RINCON MURCIA SERGIO DAVID		2.9	4.9	0.0	
18	2196292	79881592	11002	ROMERO BUITRAGO DIEGO LEONARDO		3.6	4.3	0.0	
19	2219571	1001114959	11002	ROMERO BUITRAGO DIEGO LEONARDO		3.3	4.4	0.0	
20	2219645	1007703837	11002	SALAMANCA MONTOYA HERNAN FELIPE		3.3	4.4	0.0	
21	2220650	1018502628	11002	SALAZAR MOLINA SERGIO MAURICIO		2.6	4.4	0.0	
22	2185952	1015459709	11002	SANCHEZ OROZCO DIEGO ALEJANDRO		2.3	4.4	0.0	

Figura 5. Formato de los datos en Excel

```
# -*- coding: utf-8 -*-
"""
Created on Wed May 26 21:06:56 2021

@author: diego
"""

from openpyxl import load_workbook

materias = ['Electrónica I', 'Automatización Industrial', 'Eficiencia Sistemas Energéticos']

for x in range(len(materias)):
    excel = load_workbook(f'Notas/Lista {materias[x]}.xlsx')
    data = excel["matr00"]
    asignatura = data.cell(row=12, column=9).value
    profesor = data.cell(row=14, column=7).value
    grupo = data.cell(row=13, column=7).value
    print("")
    print(asignatura, profesor, grupo)
    for row in range(17, data.max_row):
        codigo = data.cell(row=row, column=6).value
        nombre = data.cell(row=row, column=15).value
        nota1 = data.cell(row=row, column=37).value
        nota2 = data.cell(row=row, column=38).value
        nota3 = data.cell(row=row, column=39).value
        print(codigo, nombre, nota1, nota2, nota3)
```

Figura 6. Lectura de Excel en Python

En la tercera fase se usa la herramienta Selenium para la automatización del proceso. El software Selenium IDE ayuda a registrar todas las iteraciones con la página web y también a generar los scripts como se muestra en la figura 7, eliminando la necesidad de pasar todo manualmente. Primero se debe crear un nuevo proyecto, en este caso con el nombre de “Registro de notas” y comenzará a grabar los eventos interactivos que se realizarán en el formulario

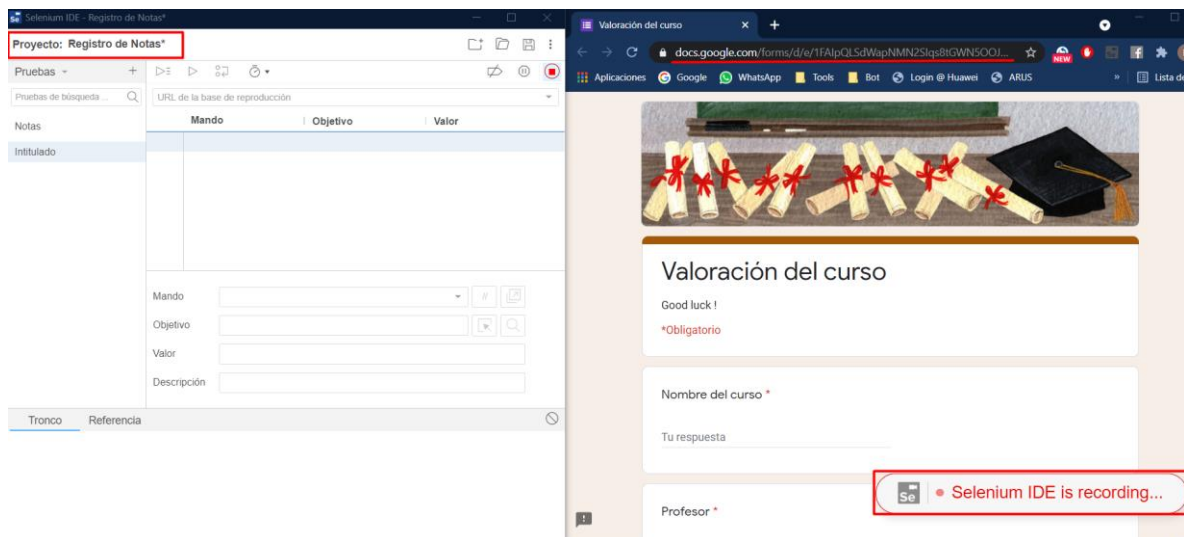


Figura 7. Interfaz Selenium IDE

Selenium IDE registrará todos los campos que se van llenando en el formulario con el valor en cada campo como se puede observar en la figura 8.

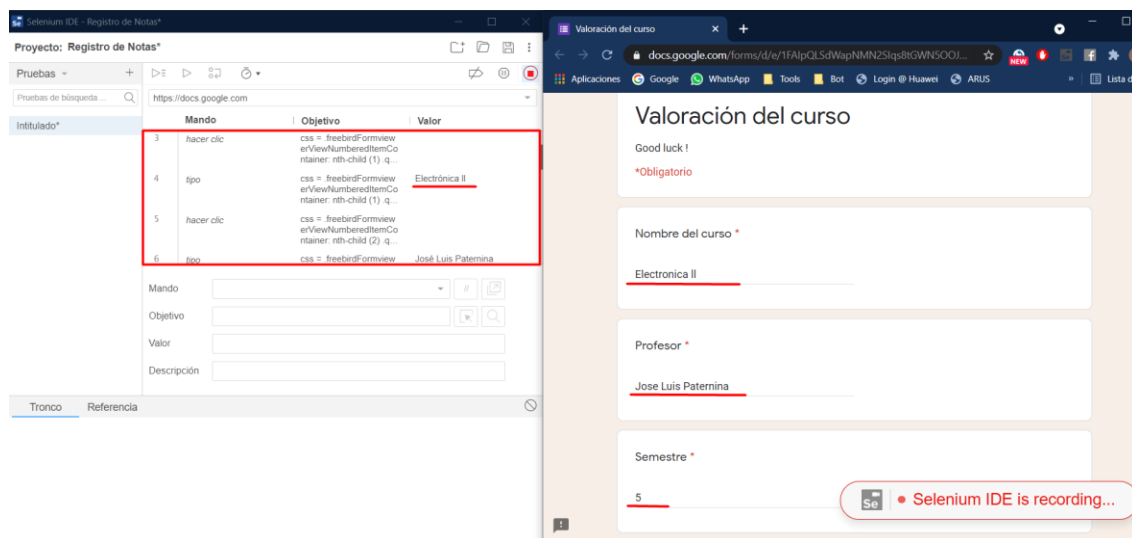


Figura 8. Iteraciones grabadas por Selenium IDE

Teniendo todas las iteraciones con sus respectivos valores grabados se hace click derecho en la prueba y se exporta, Selenium IDE soporta varios lenguajes de programación, en este caso se hizo la exportación en el lenguaje de Python ya que es donde se trabajó todo el proyecto como se indica en la figura 9.

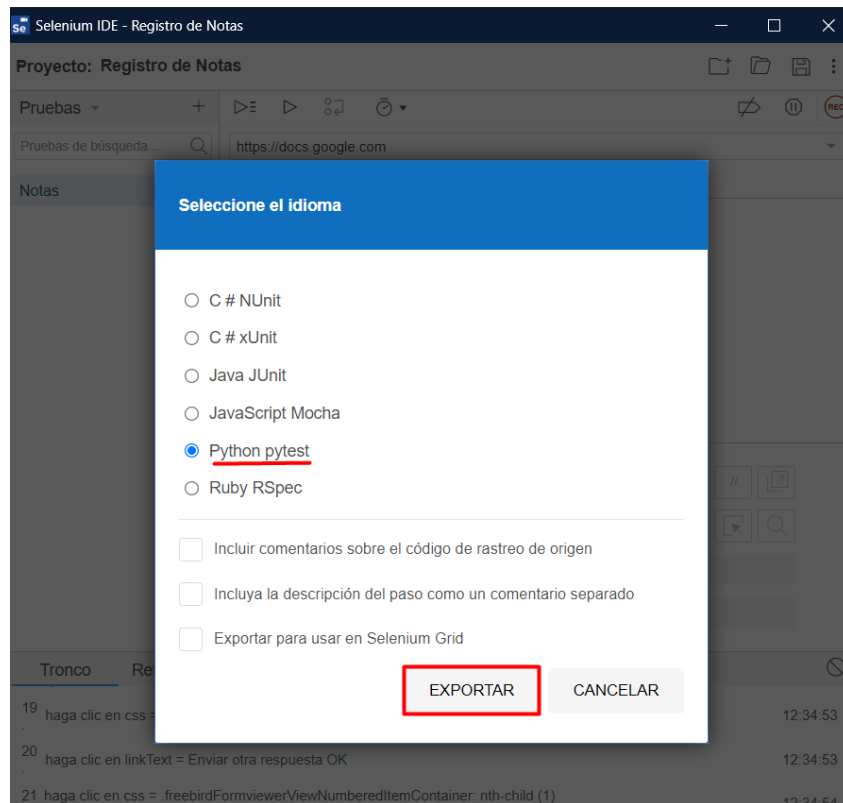


Figura 9. Exportar prueba en lenguaje de Python

El siguiente paso es usar el Selenium WebDriver, para esto se debe descargar la misma versión del ChromeDriver con la versión del navegador Google Chrome, esto es importante ya que si se descarga una versión más antigua el Navegador de Automatización no funcionará, como se muestra en la figura 10 y 11, tanto el navegador como el software ChromeDriver tienen la misma versión. Además, el ChromeDriver debe ubicarse en la misma carpeta donde se encuentra el programa de Python para que pueda ser llamado.

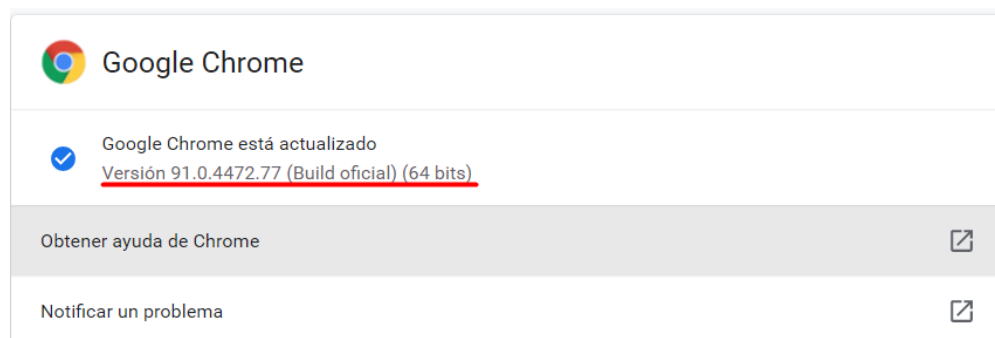
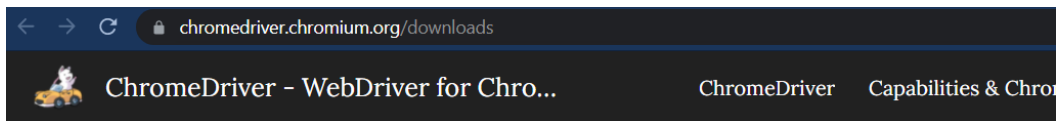


Figura 10. Versión Google Chrome



Current Releases

- If you are using Chrome version 91, please download [ChromeDriver 91.0.4472.19](#)
- If you are using Chrome version 90, please download [ChromeDriver 90.0.4430.24](#)
- If you are using Chrome version 89, please download [ChromeDriver 89.0.4389.23](#)
- If you are using Chrome version 88, please download [ChromeDriver 88.0.4324.96](#)
- For older version of Chrome, please see below for the version of ChromeDriver that supports it.

Figura 11. Versión a descargar del ChromeDriver

Se hicieron algunos ajustes al programa de Selenium exportado para facilitar la comprensión del código por si en un futuro alguien quiera realizar algunos cambios y actualizaciones, entre los cambios se implementó una clase llamada Selenium que contiene los métodos más usados por la herramienta tal como se muestra en la figura 12, estos métodos suelen ser muy extensos y requieren conocimiento, por ende, se hizo más amigable para el usuario al llamar estos métodos en la clase principal. Finalmente, se hizo la unificación con el código de lectura y búsqueda en archivos Excel para que todo quede en un mismo programa de Python.

```
16 class Selenium():
17     def __init__(self):
18         self.driver = webdriver.Chrome()
19         self.driver.get("https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdWapNMW2Stas8tGWN500JSBTgZAErmvzddmuFHzzsbEwCcX5g/viewf
20         # self.driver.set_window_size(869, 697)
21
22     def click_CSS(self, path):
23         self.driver.find_element(By.CSS_SELECTOR, path).click()
24
25     def send_key_CSS(self, path, text):
26         self.driver.find_element(By.CSS_SELECTOR, path).send_keys(text)
27
28     def click_Link(self, path):
29         self.driver.find_element(By.LINK_TEXT, path).click()
30
31 class TestNotas(Selenium):
32
33     def test_notas(self):
34
35         for x in range(len(materias)):
36             excel = load_workbook(f'Notas/Lista {materias[x]}.xlsx')
37             data = excel["matr00"]
38             asignatura = data.cell(row=12, column=9).value
39             profesor = data.cell(row=14, column=7).value
40             grupo = data.cell(row=13, column=7).value
41             print("")
42             print(asignatura, profesor, grupo)
43             for row in range(17, data.max_row):
44                 codigo = data.cell(row=row, column=6).value
45                 nombre = data.cell(row=row, column=15).value
46                 nota1 = data.cell(row=row, column=37).value
47                 nota2 = data.cell(row=row, column=38).value
48                 nota3 = data.cell(row=row, column=39).value
49                 print(codigo, nota1, nota2, nota3, nombre)
50
51             self.click_CSS(".freebirdFormviewerViewNumberedItemContainer:nth-child(1) .quantumWizTextInputPaperinputInput
52             self.send_key_CSS(".freebirdFormviewerViewNumberedItemContainer:nth-child(1) .quantumWizTextInputPaperinputIn
53             self.click_CSS(".freebirdFormviewerViewNumberedItemContainer:nth-child(2) .quantumWizTextInputPaperinputIn
54             self.send_key_CSS(".freebirdFormviewerViewNumberedItemContainer:nth-child(2) .quantumWizTextInputPaperinputIn
55             self.click_CSS(".freebirdFormviewerViewNumberedItemContainer:nth-child(3) .quantumWizTextInputPaperinputInput
56             self.send_key_CSS(".freebirdFormviewerViewNumberedItemContainer:nth-child(3) .quantumWizTextInputPaperinputIn
57             self.click_CSS(".freebirdFormviewerViewNumberedItemContainer:nth-child(4) .quantumWizTextInputPaperinputInput
58             self.send_key_CSS(".freebirdFormviewerViewNumberedItemContainer:nth-child(4) .quantumWizTextInputPaperinputIn
59             self.click_CSS(".freebirdFormviewerViewNumberedItemContainer:nth-child(5) .quantumWizTextInputPaperinputInput
60             self.send_key_CSS(".freebirdFormviewerViewNumberedItemContainer:nth-child(5) .quantumWizTextInputPaperinputIn
```

Figura 12. Programa de Registro de notas con Selenium WebDriver

En este punto, ya se pueden comenzar a realizar las pruebas para comprobar el funcionamiento del sistema y la eficiencia que conlleva automatizar pruebas repetitivas en plataformas web.

9. Resultados

A continuación se mostrarán los resultados del Selenium IDE del registro de un estudiante, debido a que el proceso para el registro de todos los estudiantes es el mismo, solo cambia la información.

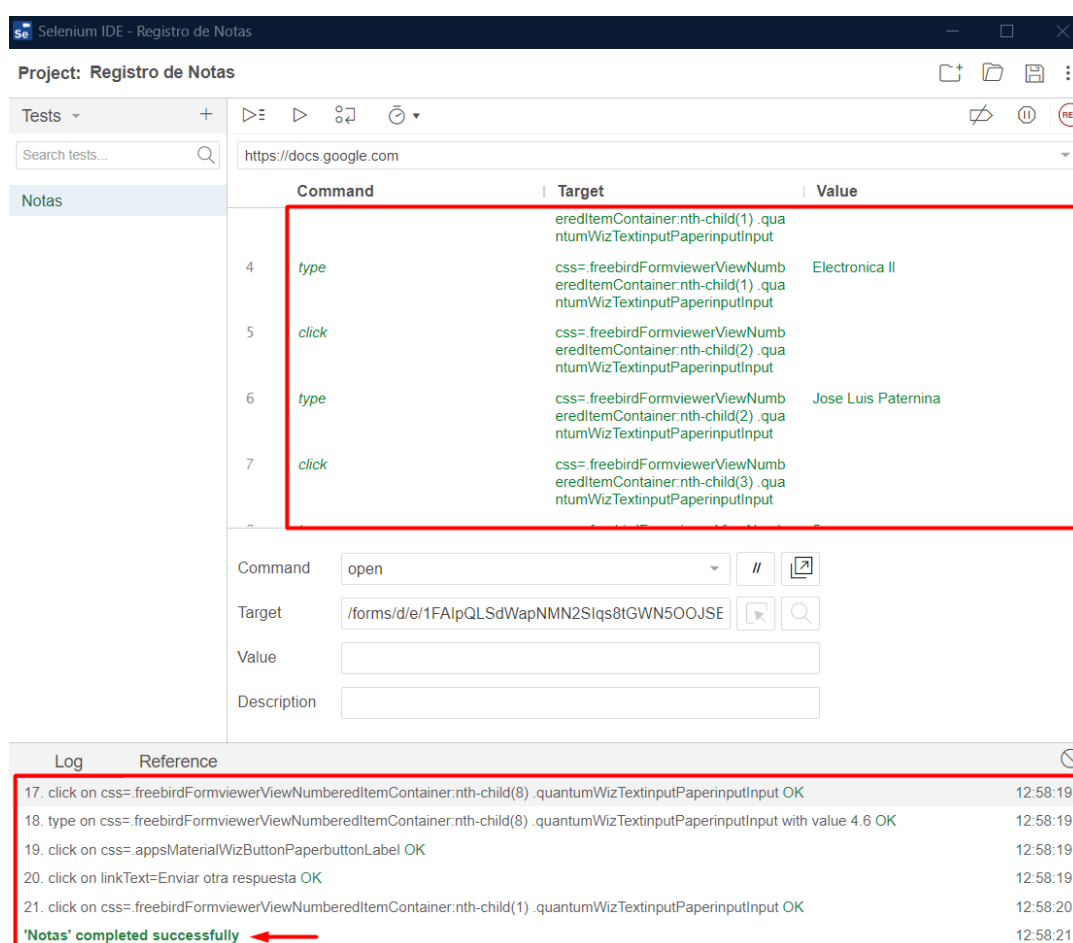
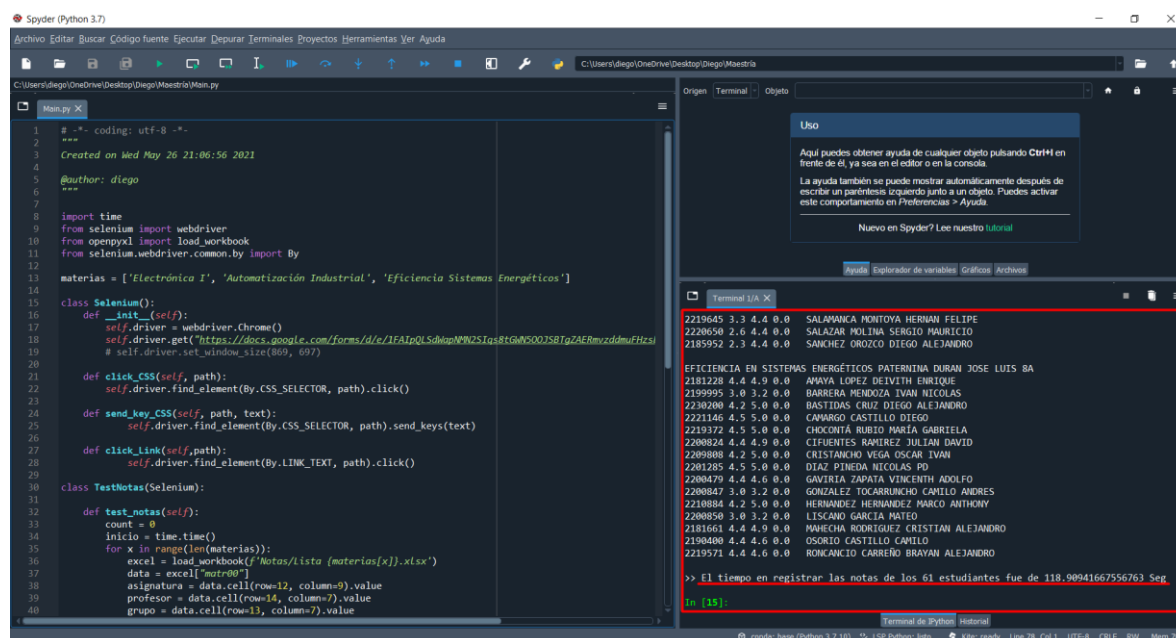


Figura 13. Resultado exitoso de Selenium IDE

Se puede observar en la figura 13 que los valores de Command, Target y Value cambiaron de color a verde, esto significa que fue recorriendo todos los eventos y se copilaron exitosamente, por otro lado, en la ventaja de abajo se muestra la

oración “Completed Successfully” que representa la finalización correcta del proyecto.

Por otro lado, se ejecutó la automatización del programa con Selenium WebDriver y funcionó correctamente, la unificación del programa funcionó bien y pudo registrar las notas de todos los estudiantes. En la salida del terminal del Spyder, se evidencia el registro de notas de los estudiantes, en este caso de 61 estudiantes, en tan solo 118 segundos o 2 minutos como se muestra en la siguiente figura, fue bastante rápida la inscripción de notas en comparación a realizarlo de manera manual.



```
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2 """
3 Created on Wed May 26 21:06:56 2021
4
5 @author: diego
6 """
7
8 import time
9 from selenium import webdriver
10 from openpyxl import load_workbook
11 from selenium.webdriver.common.by import By
12
13 materias = ['Electrónica I', 'Automatización Industrial', 'Eficiencia Sistemas Energéticos']
14
15 class Selenium():
16     def __init__(self):
17         self.driver = webdriver.Chrome()
18         self.driver.get('https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdhupNMQ5Tas8tGhN5007SB7aZaERmzddmEHcsi
19 # self.driver.set_window_size(800, 600)
20
21     def click_CSS(self, path):
22         self.driver.find_element(By.CSS_SELECTOR, path).click()
23
24     def send_key_CSS(self, path, text):
25         self.driver.find_element(By.CSS_SELECTOR, path).send_keys(text)
26
27     def click_link(self, path):
28         self.driver.find_element(By.LINK_TEXT, path).click()
29
30 class TestNotas(Selenium):
31
32     def test_notas(self):
33         count = 0
34         inicio = time.time()
35         for x in range(len(materias)):
36             excel = load_workbook(f'Notas/Lista {materias[x]}.xlsx')
37             data = excel['matro0']
38             asignatura = data.cell(row=12, column=9).value
39             profesor = data.cell(row=14, column=7).value
40             grupo = data.cell(row=13, column=7).value
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
2238
2239
2240
2241
2242
2243
2244
2245
2246
2247
2248
2249
2250
2251
2252
2253
2254
2255
2256
2257
2258
2259
2260
2261
2262
2263
2264
2265
2266
2267
2268
2269
2270
2271
2272
2273
2274
2275
2276
2277
2278
2279
2280
2281
2282
2283
2284
2285
2286
2287
2288
2289
2290
2291
2292
2293
2294
2295
2296
2297
2298
2299
2300
2301
2302
2303
2304
2305
2306
2307
2308
2309
2310
2311
2312
2313
2314
2315
2316
2317
2318
2319
2320
2321
2322
2323
2324
2325
2326
2327
2328
2329
2330
2331
2332
2333
2334
2335
2336
2337
2338
2339
2340
2341
2342
2343
2344
2345
2346
2347
2348
2349
2350
2351
2352
2353
2354
2355
2356
2357
2358
2359
2360
2361
2362
2363
2364
2365
2366
2367
2368
2369
2370
2371
2372
2373
2374
2375
2376
2377
2378
2379
2380
2381
2382
2383
2384
2385
2386
2387
2388
2389
2390
2391
2392
2393
2394
2395
2396
2397
2398
2399
2400
2401
2402
2403
2404
2405
2406
2407
2408
2409
2410
2411
2412
2413
2414
2415
2416
2417
2418
2419
2420
2421
2422
2423
2424
2425
2426
2427
2428
2429
2430
2431
2432
2433
2434
2435
2436
2437
2438
2439
2440
2441
2442
2443
2444
2445
2446
2447
2448
2449
2450
2451
2452
2453
2454
2455
2456
2457
2458
2459
2460
2461
2462
2463
2464
2465
2466
2467
2468
2469
2470
2471
2472
2473
2474
2475
2476
2477
2478
2479
2480
2481
2482
2483
2484
2485
2486
2487
2488
2489
2490
2491
2492
2493
2494
2495
2496
2497
2498
2499
2500
2501
2502
2503
2504
2505
2506
2507
2508
2509
2510
2511
2512
2513
2514
2515
2516
2517
2518
2519
2520
2521
2522
2523
2524
2525
2526
2527
2528
2529
2530
2531
2532
2533
2534
2535
2536
2537
2538
2539
2540
2541
2542
2543
2544
2545
2546
2547
2548
2549
2550
2551
2552
2553
2554
2555
2556
2557
2558
2559
2560
2561
2562
2563
2564
2565
2566
2567
2568
2569
2570
```



Figura 15. Resultado del formulario

10. Conclusiones

- Al realizar la inscripción manual de notas de los estudiantes a una plataforma web se demoraba 50 min para un total de 60 estudiantes. Al implementar la automatización, el tiempo de ejecución se redujo a 2 minutos, esto es una eficiencia del 96 por ciento del tiempo que invierte el docente.
- Debido a que Python es un lenguaje de programación multiparadigma y Selenium es un paquete de Python, el programa es portable en la mayoría de plataformas, sistemas operativos y/o navegadores web aumentando la eficiencia y efectividad del proyecto.
- A pesar de que la automatización haya funcionado correctamente, esta pueda fallar en un futuro debido a las actualizaciones que se implementen en la página web o a las actualizaciones de Selenium por sintaxis, por esta razón, es importante implementar clases y métodos para realizar la mínima cantidad de modificaciones al programa.
- La librería de Openpyxl extrae rápidamente la información que se necesita de los documentos Excel ya que busca en campos específicos, por esta

razón, el formato del documento debe ser el mismo para no sustraer falsa información.

Referencias

- [1] Satish Gojare , Rahul Joshi , Dhanashree Gaigaware “Analysis and Design of Selenium WebDriver Automation Testing Framework“ *Procedia Computer Science* Volume 50, 2015, Pages 341–346 Big Data, Cloud and Computing Challenges
- [2] Jorge L. Chaparro S. “AUTOMATIZACIÓN DE CASOS DE PRUEBA PARA LA APLICACIÓN “INDEMNIZACIONES””, Universidad Santo Tomás Tunja. Facultad Ing. Electrónica, 2020
- [3] Nicey Paul & Robin Tommy “An Approach of Automated Testing on Web Based Platform Using Machine Learning and Selenium” Department of Computer Science and Engineering, India. 2018
- [4] Z. Davis, C. Brill, H. Siddiqui and A. Olmsted, "Automating e-Surveys," *2016 International Conference on Information Society (i-Society)*, 2016, pp. 103-104, doi: 10.1109/i-Society.2016.7854187.
- [5] A. Olmsted, "Securing e-Loyalty Currencies," Unpublished, Charleston, 2015.
- [6] K. Alavi, "Accurate market survey collection method". United States Patent US5970467 A, 19 Oct 1999
- [7] Md Nurul, Syed Mohammad “Framework for Automation of Cloud-Application Testing using Selenium (FACTS)”, Department of Computer Science, Vol. 5, No. 1, 226-232 Central University, India, 2020
- [8] Ramya, Paruchuri, Vemuri Sindhura, and P. Vidya Sagar. “Testing using selenium web driver.” *Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT)*, 2017 Second International Conference on. IEEE, 2017.
- [9] Angmo, Rigzin, and Monika Sharma. “Performance evaluation of web based automation testing tools.” *Confluence The Next Generation Information Technology Summit (Confluence)*, 2014 5th International Conference-. IEEE, 2014.
- [10] R. A. Razak; Product Quality & Reliability Eng., Mimos Berhad, Kuala Lumpur, Malaysia ; F. R. Fahrurazi “Agile testing with Selenium” *Software Engineering (MySEC)*, 2011 5th Malaysian Conference
- [11] Selenium Documentation. [Online] (<http://www.seleniumhq.org/docs/>)
- [12] Minsalud [Online] (Salud mental, clave para el desarrollo de empresas y trabajadores (minsalud.gov.co))
- [13] abstracta, [Online] “Automatizar Pruebas de Software: ¿cuándo y por qué? | Abstracta Chile”
- [14] H. Lee, C. Mao, Y. Shih, P. Chen, M. Hsu and J. Su, "A Classifying Web Page Templates Model Based on Fuzzy K-Means Clustering Method," *2006 World Automation Congress*, 2006, pp. 1-6, doi: 10.1109/WAC.2006.376020.

- [15] D. H. Granello and J. E. Wheaton, "Online Data Collection: Strategies for Research," Journal of Counseling & Development, vol. 82, no. 4, pp. 387- 395, 2004.
- [16] Chen, M.-S., Park, J.-S., Yu, P.-S.: Efficient Data Mining for Path Traversal Patterns, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol. 10, No. 2, (1998), 209-221
- [17] Kao, H.-Y., Lin, S.-H., Ho, J.-M., Chen, M.-S.: Mining Web Informative Structures and Contents Based on Entropy Analysis, IEEE Transaction on Knowledge and Data engineering, Vol.16, No. 1, (2004), 41-55
- [18] Kobayashi, M., Takeda, K.: Information Retrieval on the Web, ACM Computing Surveys, Vol. 32, No. 2, (2000), 144-173
- [19] Toledo, F. Gurcio, A. Scuoteguazza, G. (2014). Introducción a las pruebas de sistemas de información. Abstracta, Montevideo, Uruguay.
- [20] Myers, G. (2004). The Art of Software Testing. Segunda Edición. John Wiley & Sons.