



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**DESARROLLO E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE MARCAJE BIOMÉTRICO DE TUTORES
ACADÉMICOS PARA EL SISTEMA DE DESARROLLO DE TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA, ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS, FACULTAD DE
INGENIERÍA, UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Daniel Alvarez Alvarez

Asesorado por el Ing. Sergio Arnaldo Méndez Aguilar

Guatemala, octubre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE MARCAJE BIOMÉTRICO DE TUTORES
ACADÉMICOS PARA EL SISTEMA DE DESARROLLO DE TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA, ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS, FACULTAD DE
INGENIERÍA, UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DANIEL ALVAREZ ALVAREZ

ASESORADO POR EL ING. SERGIO ARNALDO MÉNDEZ AGUILAR

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Marlon Antonio Pérez Türk
EXAMINADOR	Ing. Sergio Leonel Gómez Bravo
EXAMINADORA	Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DESARROLLO E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE MARCAJE BIOMÉTRICO DE TUTORES
ACADÉMICOS PARA EL SISTEMA DE DESARROLLO DE TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA, ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS, FACULTAD DE
INGENIERÍA, UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha 16 de agosto de 2017.

Daniel Alvarez Alvarez



Guatemala, 11 de agosto de 2018.
REF.EPS.DOC.574.08.17

Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
Director de la Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería, USAC
Ciudad Universitaria, Guatemala

Estimada Ingeniera

Por este medio, atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, **Daniel Alvarez Alvarez carné 200722152** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DESARROLLO E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE MARCAJE BIOMÉTRICO DE TUTORES ACADÉMICOS PARA EL SISTEMA DE DESARROLLO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA, ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

Sergio Arnaldo Méndez Aguilar
Ingeniero en Ciencias y Sistemas
Colegiado No. 10958

Ing. Sergio Arnaldo Méndez Aguilar
Asesor supervisor de EPS
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



Guatemala, 13 de agosto de 2018.
REF.EPS.DOC.645.08.2018.

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

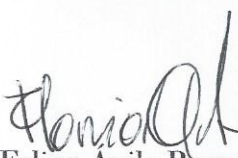
Por este medio atentamente le informo que como Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, **Daniel Álvarez Álvarez, Registro Académico 200722152 y CUI 1628 22367 0108** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DESARROLLO E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE MARCAJE BIOMÉTRICO DE TUTORES ACADÉMICOS PARA EL SISTEMA DE DESARROLLO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA, ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Floriza Felipa Avila Pesquera de Medina
Supervisora de EPS
Área de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



FFAPdM/RA



Guatemala, 13 de agosto de 2018.
REF.EPS.D.299.08.2018.

Ing. Marlon Antonio Pérez Turk
Director Escuela de Ingeniería Ciencias y Sistemas
Facultad de Ingeniería
Presente

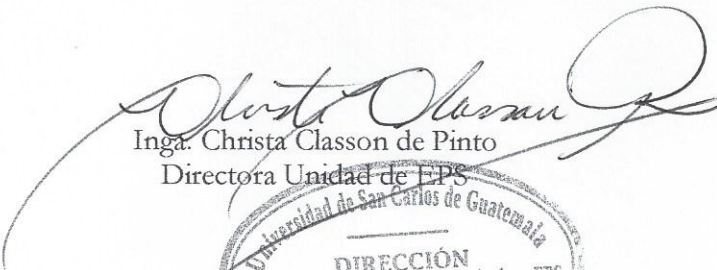
Estimado Ingeniero Pérez Türk:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DESARROLLO E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE MARCAJE BIOMÉTRICO DE TUTORES ACADÉMICOS PARA EL SISTEMA DE DESARROLLO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA, ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Daniel Álvarez Álvarez, Registro Académico 200722152 y CUI 1628 22367 0108** quien fue debidamente asesorado por el Ing. Sergio Arnaldo Méndez y supervisado por la Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera de Medinilla.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y la Supervisora de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCsP/ra





Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, 28 de agosto de 2018


Ingeniero
Marlon Antonio Pérez Türk
Director de la Escuela de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación-EPS del estudiante **DANIEL ÁLVAREZ ÁLVAREZ** carné **200722152** y CUI **1628 22367 0108**, titulado: **"DESARROLLO E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE MARCAJE BIOMÉTRICO DE TUTORES ACADÉMICOS PARA EL SISTEMA DE DESARROLLO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA, ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS, FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"** y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,


Ing. Carlos Alfredo Azurdia
Coordinador de Privados
y Revisión de Trabajos de Graduación



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS Y SISTEMAS
TEL. 24767644

*El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, del trabajo de graduación “**DESARROLLO E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE MARCAJE BIOMÉTRICO DE TUTORES ACADÉMICOS PARA EL SISTEMA DE DESARROLLO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA, ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**”, realizado por el estudiante, DANIEL ALVAREZ ALVAREZ aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Marlon Antonio Pérez Türk
Director

Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

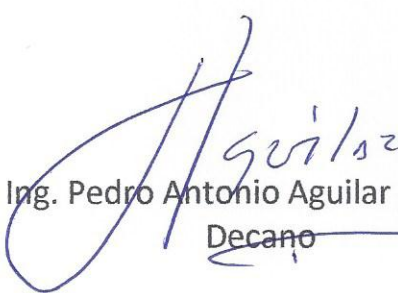
Guatemala, 24 de octubre de 2018



DTG. 425.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al Trabajo de Graduación titulado: **“DESARROLLO E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE MARCAJE BIOMÉTRICO DE TUTORES ACADÉMICOS PARA EL SISTEMA DE DESARROLLO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA, ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”**, presentado por el estudiante universitario: **Daniel Alvarez Alvarez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala octubre de 2018.

/echm

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser la luz que guía mi camino, las bendiciones sobre mi vida y mi familia.
- Mi madre** Yolanda Patricia Alvarez Búrbano, su amor será siempre mi inspiración.
- Mis abuelos** María Yolanda Búrbano de Alvarez y Daniel Alvarez Ortiz (q. e. p. d.), por su amor, su apoyo absoluto y sabiduría para guiarme a alcanzar mis metas.
- Mis tíos** Daniel, Antonio, Rafael, Ilonca Alvarez, por su apoyo, cariño y ser una influencia importante en mi carrera.
- Mi novia** María de los Ángeles González, por el apoyo incondicional que me brinda día a día, por el amor que me da y la fortaleza que me inspira.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudio que me brindó los conocimientos para alcanzar esta meta.
Facultad de Ingeniería	Por la formación durante este proceso y por permitirme ser un profesional.
Mis amigos de la Facultad	Anderson Vicente, Ángel Hernández, Eder Ventura, Luis Palencia, Marcos López y Sebastián Yoc, por su apoyo incondicional y la ayuda brindada, tanto en lo profesional como en lo personal.
Mis asesores	Ingeniero Miguel Marín de León e Ingeniero Sergio Arnaldo Méndez Aguilar, por su dirección, orientación y apoyo en la realización de mi trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
GLOSARIO	V
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Antecedentes de la empresa	1
1.1.1. Misión	1
1.1.2. Visión.....	2
1.2. Antecedentes del problema	2
1.3. Priorización de las necesidades	3
2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL	5
2.1. Investigación preliminar para la solución del proyecto	5
2.2. Descripción del proyecto	5
2.2.1. Ambiente de producción	7
2.2.2. Ambiente de pruebas.....	9
2.3. Casos de uso.....	9
2.4. Roles del sistema	10
2.5. Identificación de actores del sistema de marcaje	11
2.5.1. Listado de casos de uso del sistema de marcaje ...	12
2.5.1.1. Definición de casos de uso y actores para el sistema de escritorio	13

2.5.1.2.	Definición de casos de uso y actores para el módulo DTT.....	13
2.6.	Prestación de la solución al proyecto	15
2.6.1.	Módulo de captura de huella dactilar de tutores académicos...	16
2.6.2.	Módulo de marcaje de entrada y salida de laboratorio	17
2.6.3.	Módulo de asignación de horario	18
2.6.4.	Módulo de definición de reglas de cálculo de notas	19
2.6.5.	Módulo de definición de reglas de asignación.....	20
2.6.6.	Módulo de administración de días de asueto	20
2.6.7.	Módulo de visualización de notificaciones.....	20
2.6.8.	Módulo de generación de reportes.....	21
2.6.9.	Impresión de nota de asistencia a los laboratorios.....	21
2.6.10.	Módulo de creación de justificaciones.....	21
2.6.11.	Revisión de solicitudes de justificación de faltas	22
2.6.12.	Módulo de introducción de horarios de cursos	23
2.7.	Diagrama, entidad relación	23
2.8.	Descripción de tablas para el sistema de asistencia en la base de datos DTT.....	25
2.9.	Beneficios.....	26
2.10.	Costos del proyecto.....	27
CONCLUSIONES.....		29
RECOMENDACIONES		31
BIBLIOGRAFÍA.....		33

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de casos de uso para sistema de escritorio.....	14
2.	Diagrama de casos de uso para el módulo en DTT	15
3.	Registro de huella dactilar	16
4.	El tutor debe cumplir con las reglas asignadas a su horario	17
5.	Módulo, asignación de horarios	19
6.	Módulo, creación de justificaciones.....	22
7.	Diagrama, entidad relación	24

TABLAS

I.	Descripción de autores.....	12
II.	Definición de casos de uso y actores para el sistema de escritorio	13
III.	Definición de casos de uso y actores para el módulo DTT	13
IV.	Sistema de asistencia en la base de datos DTT	25
V.	Costos del proyecto.....	27

GLOSARIO

Base de datos	Conjunto de datos relacionados entre sí que son almacenados de forma persistente.
Base de datos H2	Es un sistema administrador de base de datos programado en Java, puede ser incorporado en aplicaciones Java o ejecutarse de modo cliente-servidor.
BD	Base de datos.
BD embebida	Se trata de base de datos que carecen de servidor, están incrustadas en la propia aplicación y suelen almacenadas en ficheros locales.
Biometría	La biometría es el estudio de métodos automáticos para el reconocimiento único, basados en uno o más rasgos conductuales o físicos intrínsecos. El termino se deriva de las palabras griegas <i>bios</i> de vida y <i>metron</i> de medida.
Digital Ocean	Es un proveedor estadounidense de servidores virtuales privados. La compañía alquila facilidades de centros de cómputo existentes en diferentes países del mundo.

DTT	Desarrollo de transferencia de tecnológica, programa que permite a los practicantes finales de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas realizar actividades de soporte dentro de entidades en la Universidad de San Carlos de Guatemala.
Docker	Es un proyecto de código abierto que automatiza el despliegue de aplicaciones dentro de contenedores software; proporciona una capa adicional de abstracción y automatización de virtualización a nivel de sistema operativo en Linux.
Excepción	Estructura de control diseñada para manejar condiciones anormales en el flujo de un programa que pueden ser tratados por la misma aplicación.
<i>Framework</i>	Conjunto de herramientas y librerías que proporcionan a los desarrolladores un ambiente estandarizado para el desarrollo de software.
GIT	Proporciona las herramientas para la gestión de cambios dentro del desarrollo de un producto.
Google Cloud	Es una plataforma que ha reunido todas las aplicaciones de desarrollo web, y es utilizada para crear ciertos tipos de soluciones a través de tecnología almacenada en la nube y permite destacar la rapidez y escalabilidad de su infraestructura en las aplicaciones del buscador.

GPL	General public license.
Huella dactilar	Es la impresión visible o moldeada que produce el contacto de las crestas papilares. Es una característica individual que se utiliza como medio de identificación de las personas.
Java	Es un lenguaje de programación de propósito general, concurrente, orientado a objetos, que fue diseñado específicamente para tener tan pocas dependencias de implementación como fuera posible; su intención es permitir que los desarrolladores de aplicaciones escriban el programa una vez y lo ejecuten en cualquier dispositivo.
MariaDB	Es un sistema de gestión de bases de datos derivados de MySQL con licencia GPL.
Nginx	Es un servidor web/proxy inverso ligero de alto rendimiento y un proxy para protocolos de correo electrónico.
Software	Aplicación desarrollada para realizar tareas específicas.
Spring Framework	Es un <i>framework</i> para el desarrollo de aplicaciones y contenedor de inversión de control, de código abierto para la plataforma Java.

Web2py

Es un *framework* de desarrollo web de código abierto. Su objetivo principal es dar soporte al desarrollo ágil de software de aplicaciones web escalables, seguras y portables enfocadas en bases de datos.

Webservice REST

Conjunto de estándares y protocolos utilizados para el envío de datos de una aplicación a otra. Es una arquitectura para aplicaciones basadas en redes, sus siglas significan Representational State Transfer.

RESUMEN

En la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, como parte de la cátedra Práctica final, los alumnos pueden optar a ser tutores académicos; al final del periodo de prácticas, los tutores académicos deben obtener un certificado de aprobación con la nota que obtuvieron como parte de su asistencia a los laboratorios y actividades del curso que se encargó.

El proceso de marcaje que se encarga actualmente del control de los tutores académicos se realiza a través de un software de escritorio instalado únicamente en una computadora ubicada en el salón 104 del edificio T3; este sistema se encarga de llevar el control de la asistencia, de realizar reportes de asistencia e informar la nota de los tutores a los encargados de prácticas finales; dicho informe resulta ser poco confiable, el sistema no se encuentra accesible en cualquier momento ni para todos los participantes de la práctica.

Actualmente, la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas posee el sistema DTT, en el cual los alumnos y catedráticos llevan el control de notas y actividades de los cursos asignados, que permite confiabilidad en la nota que se obtiene a fin de semestre; una ventaja del sistema es que el control de notas lo pueden realizar los directores encargados de los cursos y realizar reportes con los datos recién ingresados. A través de este proyecto se pretende unificar el sistema de marcaje de tutores académicos con el sistema de control de notas DTT, para tener un sistema de control de asistencia confiable, accesible al público y actualizado con los últimos estándares de programación.

OBJETIVOS

General

Desarrollar e integrar el sistema de toma de asistencia para los tutores académicos del sistema de desarrollo de transferencia tecnológica de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas.

Específicos

1. Determinar la necesidad de integrar el sistema actual de toma de asistencia al sistema DTT.
2. Analizar la información recopilada, seleccionándola y organizándola detalladamente, para determinar así la puntualidad de los tutores académicos.
3. Implementar un rango de horario permitido para calificar la puntualidad del tutor académico.
4. Desarrollar la aplicación de escritorio para identificar a los tutores académicos a través de su huella dactilar, aplicación que tenga la capacidad de sincronizar su base de datos con los datos dentro del sistema DTT.
5. Automatizar las actividades y los horarios que deben cumplir los tutores académicos.

6. Reportar inconvenientes de inasistencia de una forma verídica e inmediata.
7. Aumentar la velocidad para revisar los inconvenientes de los tutores para aprobar o rechazar dicha inasistencia.
8. Identificar a los tutores con más inasistencias y los que más cumplen con la asistencia generar la constancia de aprobación de prácticas calculando la nota final con base en las asistencias del tutor académico.
9. Configurar las reglas para definir los parámetros de validez de las asistencias.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se describen las diferentes etapas de la integración de los nuevos módulos al sistema de DTT de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para mitigar las necesidades detectadas.

En el primer capítulo se presentan las necesidades y los afectados; se indica la solución para cada una.

En el segundo capítulo se describen los módulos desarrollados para mitigar las necesidades encontradas; se enumera sus funciones con su respectiva descripción.

En el tercer capítulo se presentan los roles que se agregaron al sistema para lograr su correcto funcionamiento; asimismo, el resumen de las funciones de cada módulo por rol.

En el cuarto capítulo se describen los beneficios que se le proporciona a la comunidad de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas con la integración de los módulos al sistema DTT; de igual forma, se presenta el listado de costos del desarrollo del sistema.

En el quinto capítulo se describe el proceso de capacitación que se realizó durante y al finalizar la integración de los módulos al sistema.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes de la empresa

La Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Universidad de San Carlos de Guatemala es una unidad académica responsable de gestionar, organizar, coordinar e implementar los programas de formación, investigación y extensión; de manera que sus egresados adquieran capacidad, no solo para el ejercicio de una profesión, sino para promover cambios positivos en el ámbito de su especialidad científica. Su función sustantiva es la formación, actualización y perfeccionamiento del recurso humano calificado para la solución de problemas y situaciones; también, facilitar procesos por medio de la informática, con la aplicación de la tecnología de la nueva era.

“La Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas fue institucionalizada formalmente en el año 1970 con el grado de licenciatura”.¹

1.1.1. Misión

“Al estudiante otorgar las competencias acertadas que garanticen el éxito en la búsqueda del conocimiento por medio de los distintos estilos de aprendizaje y fomentando la investigación de manera permanente que le permita una mejor continuidad en su calidad de vida. Tomado en cuenta las opciones que el país ofrece a las distintas áreas del mercado actual (logística, administración, información tecnología, finanzas, contabilidad, comercial, etc.), tomando en cuenta el ámbito internacional debido a la alta competencia que se maneja en estos tiempos. Proporcionar información sobre los diferentes cambios y actualizaciones que se tiene a nivel mundial para estar enterados de los nuevos sistemas y aplicaciones que se están trabajando.”²

¹ Facultad de Ingeniería. *Antecedentes: reseña histórica*. <<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/aspirante/antecedentes>> Consulta: 11 septiembre de 2017.

² Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas. *About_us* <https://dtc-ecys.org/about_us> Consulta: 11 de septiembre de 2017.

1.1.2. Visión

"Reconocer al estudiante de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala como un profesional de alto nivel, con base en los saberes incorporados en el pensum de estudios que permitan formar al estudiante de manera integral para el ejercicio profesional, otorgándole los instrumentos adecuados para su desarrollo ocupacional"³

1.2. Antecedentes del problema

En la actualidad, se dispone de un sistema de asistencia, pero se encuentra instalado únicamente en un equipo de computación ubicado en el salón 104, lo cual limita la funcionalidad del sistema a los tutores coordinadores y deja apartado al administrador o catedrático encargado de los tutores académicos.

Este sistema al estar instalado únicamente en una computadora no se encuentra integrado al sistema DTT, lo cual limita el control en tiempo real de las asistencias de los tutores.

Los tutores académicos para realizar la toma de datos, la asignación de horario y catedra son citados en una fecha y horario determinado, datos que el sistema DTT ya posee, dándose así una duplicidad de información.

Los coordinadores de los tutores deben introducir uno por uno los reportes de asistencia de cada mes y de cada tutor.

³ Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas. *About_us* <https://dtc-ecys.org/about_us> Consulta: 11 de septiembre de 2017.

Las reglas de los distintos horarios para los tutores académicos están de forma estática y no permite reglas dinámicas en cualquier momento sin reiniciar todo el sistema.

Para visualizar los reportes, el catedrático administrador de los tutores debe solicitar los reportes a los coordinadores de los tutores.

El sistema actual posee los siguientes módulos:

- Captura de huella para marcar entrada al laboratorio
- Captura de huella para marcar salida del laboratorio
- Toma de datos del tutor académico
- Asignación del tutor académico al horario y catedra a impartir
- Reportes por semestre, mes, día y hora de la asistencia de los tutores
- Justificación de alguna inasistencia

A estos módulos el catedrático no puede acceder en cualquier momento ni en cualquier lugar, únicamente visitando el salón 104.

1.3. Priorización de las necesidades

- Captura de huellas dactilares para identificar a los tutores académicos.
- Crear horarios de laboratorio y de resolución de dudas (DSI) en el salón 104 del edificio T3.
- Asignar horario de laboratorio y resolución de dudas en el salón 104 del edificio T3 a tutores académicos.

- Toma de marcaje de entrada y salida a las distintas actividades en los distintos horarios.
- Definir reglas de cálculo de notas de asistencia.
- Definir días de asueto y festivos.
- Definir actividades de reposición de nota.
- Definir roles con permisos de accesos a módulos de administración y reportes.
- Justificar ausencias y faltas a los horarios.
- Generar reportes para el analizar de la puntualidad de los tutores.
- Generar constancia de nota de labor DSI.
- Notificar a los tutores académicos las faltas a los horarios asignados.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Investigación preliminar para la solución del proyecto

La investigación preliminar fue mediante una serie de entrevistas, realizadas a los encargados de administrar y dirigir las actividades de tutores académicos en la Escuela de Ingeniería de Ciencias y Sistemas para comprender el desarrollo de los procesos, de la toma de asistencia y el cálculo total de la nota de asistencia, que se realizan en dicha escuela; luego, se desglosó cada una de las tareas contenidas en los procesos, más el intercambio de ideas con el área administrativa para las implementaciones que se deseaba realizar para mejorar dichos procesos y, a su vez, agilizar el intercambio de información con los estudiantes.

Los requerimientos del sistema fueron planificados a través de historias de usuario para definir cada una de las actividades y necesidades de cada sistema desarrollado.

2.2. Descripción del proyecto

El proyecto tiene como finalidad brindar al estudiante, administrador DSI y administrador de prácticas finales, un módulo que se integre al actual sistema de control de notas (DTT) de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, que se encargue de llevar el control de las asistencias y el cálculo de la nota final para los tutores académicos, con el fin de darle al administrador el control total del sistema de control de asistencia, para mejorar los procesos actuales.

Se implementó un sistema de escritorio para la captura de asistencia por medio de la huella digital de los tutores académicos, desarrollado en JAVA y utilizando el *framework* Spring, con una base de datos H2; la base de datos se alimenta comunicándose con el sistema DTT por medio de un *web service* tipo REST, el cual le proporciona los datos de los tutores académicos; otra funcionalidad del *web service* es comunicar las asistencias de los tutores académicos.

El sistema de escritorio obtiene la huella digital de los tutores académicos por medio de un escáner biométrico de huella digital, garantizando la identidad del tutor académico; las huellas capturadas se almacenan en las bases de datos del sistema de escritorio y en la base de datos de DTT; esta característica proporciona las ventajas de prevenir la pérdida de la identidad biométrica de los tutores y si se desea instalar el sistema de escritorio en otra computadora, solo se deben sincronizar las bases de datos para su funcionamiento.

El sistema de escritorio cuenta con un módulo de registro de huella, al cual solo se tendrá acceso si el usuario administrador proporciona el permiso.

Como la comunicación entre el sistema de escritorio y el sistema DTT es inestable, se empleó la base de datos (H2) dentro del sistema de escritorio para almacenar las asistencias que no pudieron ser comunicadas, para que cuando vuelva la conexión a internet se sincronicen y no se pierda ninguna asistencia.

El nuevo módulo integrado al sistema DTT, es el encargado de calcular las notas por medio del *web service*; también, cada día a la media noche se corre un proceso *bash*, el cual determina que tutores no asistieron ese día; también, puede determinar si una inasistencia fue justificada por el tutor académico y calcula la nota de asistencia de todos los tutores.

El usuario administrador es capaz de definir las reglas para calcular las notas de asistencia por medio de la pantalla de administración de reglas de asistencia.

El tutor académico puede justificar sus inasistencias y estas justificaciones deben ser aprobadas por el administrador; si la justificación fue aprobada por el administrador, la justificación pasa a ser parte del récord de la nota final del tutor.

Los tutores académicos también pueden controlar su nota y el listado de asistencias e inasistencias, por medio de la pantalla de control de asistencia; a esta pantalla se puede acceder por medio de los roles de administrador y administrador DSI.

2.2.1. Ambiente de producción

La Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas cuenta con una instancia en la nube de Digital Ocean, en donde se mantiene, temporalmente, el sistema de DTT con las siguientes especificaciones:

- Ubuntu 14.06
- 8 GB de RAM
- Procesador de 2 núcleos
- Nginx 1.4.6
- MariaDB 5.5.54
- Redis
- Python 2.7.6
- Web2Py 2.9.5

La escuela también posee una computadora, ubicada en el salón 104 del edificio T3, con las siguientes especificaciones:

- Procesador Intel Core i7 de 2.5 GHz
- 8 GB de RAM
- Windows 10
- Java 1.8.0_144
- Lector de huella dactilar Digital Persona 4000B

- Ambiente de desarrollo

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó una computadora con las siguientes especificaciones:

- Windows 10 de 64 Bits
- 16 GB de RAM
- 1 TB de disco duro
- Procesador Intel Core i7 de 3.60 GHz
- Tarjeta gráfica Gigabyte GTX 1050 Ti de 4GB
- Docker
- NetBeans 8.2
- Java 1.8.0_144
- Nginx 1.4.6
- MariaDB 5.5.54
- Redis
- Python 2.7.6
- Web2Py 2.9.5
- Lector de huella dactilar Digital Persona 4000

2.2.2. Ambiente de pruebas

Como ambiente de pruebas se utilizó una instancia en la nube de Google Cloud con las siguientes especificaciones:

- Ubuntu 14.06
- 8 GB de RAM
- Docker
- Procesador de 2 núcleos
- Nginx 1.4.6
- MariaDB 5.5.54
- Redis
- Python 2.7.6
- Web2Py 2.9.5

2.3. Casos de uso

Los diagramas de casos de uso son una representación de la interacción entre los usuarios o actores con el sistema y permiten modelar visualmente los requerimientos funcionales del sistema.

- Elementos de un caso de uso

Los casos de uso constan de los siguientes elementos:

- Actor
- Caso de uso
- Relaciones

El actor es la representación de algún rol que se le debe asignar a un usuario para que interactúe con el sistema. Un actor no solo se limita a personas, también, pueden ser máquinas, sistemas externos, sensores, unidades organizacionales, etc.

El caso de uso define las operaciones o tareas dentro del sistema y que es ejecutada por un actor.

Las relaciones indican la acción de invocar un caso de uso por un actor o desde otro caso de uso.

2.4. Roles del sistema

El sistema DTT ya cuenta con roles definidos; cada rol posee definidas pantallas a las que puede acceder; los roles se pueden combinar y dichos roles los define el administrador del sistema; a continuación, se describen los roles que interactuarán con el módulo de asistencia.

- Rol administrador

Para el rol administrador, no existe restricciones en todo el sistema; es el encargado de otorga permisos de acceso a los demás roles; también, es el encargado de la configuración del sistema.

- Rol DSI

El usuario al cual se le asigna este rol posee responsabilidades relacionadas al control de las actividades de los estudiantes, que están realizando sus prácticas finales como tutores académicos; este rol posee

permisos de administrador, pero solo si el rol administrador le concede permisos.

- Rol Student

Se asigna este role al usuario que realizará sus prácticas finales como tutor académico; este rol se puede dividir en:

- Tutor académico
- Tutor de comunicación
- Tutor de desarrollo
- Tutor de innovación
- Tutor de investigación
- Tutor de infraestructura

Este rol puede gestionar las notas de los alumnos de la catedra a la cual fue asignado, no posee permisos de administración dentro del sistema DTT.

2.5. Identificación de actores del sistema de marcaje

En la siguiente tabla se muestra la definición de cada uno de los actores que participan en el sistema.

Tabla I. Descripción de autores

Actor	Descripción
Administrador	<ul style="list-style-type: none"> • Designar al personal encargado de llevar el control de los tutores académicos. • Otorgar permisos a las distintas secciones del módulo de asistencia. • Llevar el control de la asistencia de los tutores académicos. • Aprobar o rechazar las justificaciones introducidas por los tutores académicos. • Aprobar las prácticas finales de los tutores académicos. • Gestionar las huellas de los tutores registrados.
Administrador DSI	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar la asistencia de los tutores. • Definir parámetros que afectarán la asistencia y nota de los tutores. • Introducir justificaciones para indicar la razón de la falta del tutor académico.
Tutor académico	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar marcaje de entrada y salida de los laboratorios. • Justificar sus ausencias. • Controlar su nota para aprobar el curso de prácticas finales.

Fuente: elaboración propia.

2.5.1. Listado de casos de uso del sistema de marcaje

En la siguiente tabla se enumeran los casos de uso que se identificaron durante la etapa de análisis y que son la base para los diagramas de análisis; también, se tomaron como guía para la etapa de diseño.

2.5.1.1. Definición de casos de uso y actores para el sistema de escritorio

A continuación, se definen las acciones que los usuarios realizarán en el sistema de escritorio de toma de asistencia.

Tabla II. **Definición de casos de uso y actores para el sistema de escritorio**

Código	Casos de uso	Actores
CU1	Sistema de escritorio para la toma de asistencia	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador DSI • Tutor académico
CU1.1	Habilitar sección de captura y asignación de huella dactilar	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador
CU1.2	Mantener información sincronizada	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador DSI
CU1.3	Realizar marcaje de asistencia	<ul style="list-style-type: none"> • Tutor académico

Fuente: elaboración propia.

2.5.1.2. Definición de casos de uso y actores para el módulo DTT

Se describen los usuarios responsables de realizar cada acción utilizando el módulo DTT.

Tabla III. **Definición de casos de uso y actores para el módulo DTT**

Código	Casos de uso	Actores
CU2	Módulo de control de asistencia para DTT	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador • Administrador DSI • Tutor académico
CU2.1	Definir horarios por semestre	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador • Administrador DSI
CU2.3	Definir restricciones de asistencia	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador
CU2.4	Definir restricciones de asignación	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador
CU2.5	Definir permisos de acceso a áreas administrativas	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador
CU2.6	Justificar ausencias o faltas a los horarios de asistencia	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador • Administrador DSI • Tutor académico

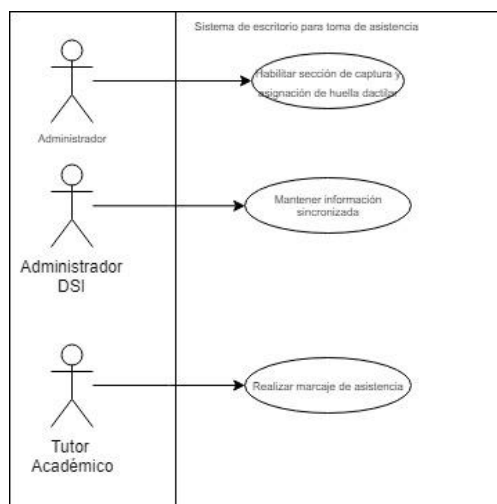
Continuación de la tabla III.

CU2.7	Aprobar o rechazar justificaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador
CU2.8	Asignar horarios a tutores académicos	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador • Administrador DSI • Tutor académico
CU2.9	Controlar nota y asistencias de tutores académicos	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador • Administrador DSI • Tutor académico
CU2.10	Indicar días de asueto	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador • Administrador DSI
CU2.11	Revisar notificaciones del sistema de asistencias	<ul style="list-style-type: none"> • Tutor académico

Fuente: elaboración propia.

En la figura 1, se encuentra el diagrama de casos de uso para el sistema de escritorio; se define la lógica del negocio identificando a los actores y acciones que participan en cada uno.

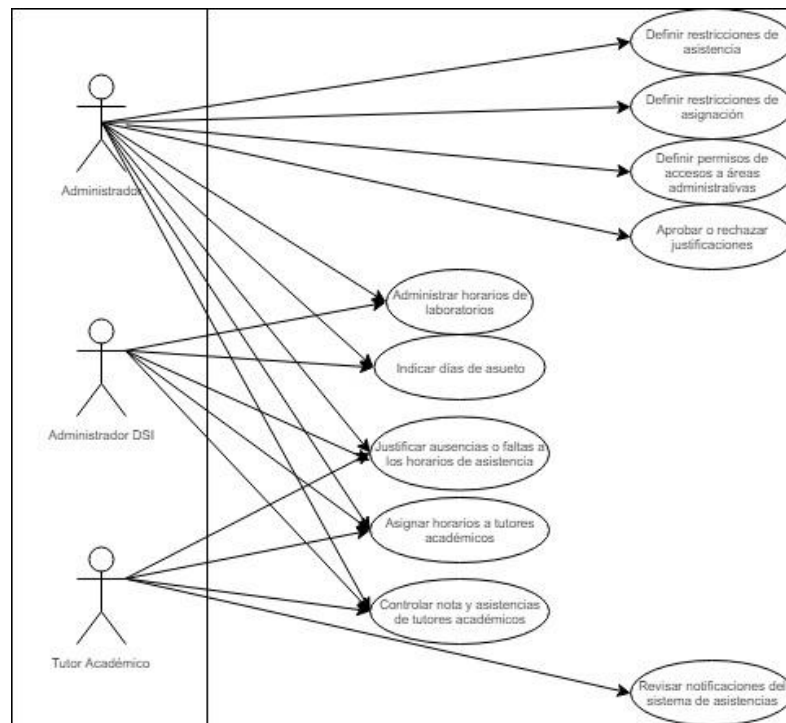
Figura 1. **Diagrama de casos de uso para sistema de escritorio**



Fuente: elaboración propia, utilizando draw.io.

En la figura 2, se encuentra el general diagrama de casos de uso para el módulo de asistencia integrado al sistema DTT; se define la lógica del negocio identificando a los actores y acciones que participan en cada uno.

Figura 2. **Diagrama de casos de uso para el módulo en DTT**



Fuente: elaboración propia, utilizando draw.io.

2.6. Prestación de la solución al proyecto

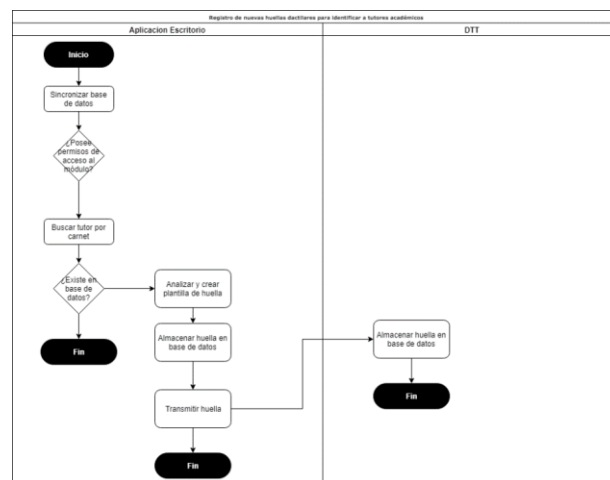
El sistema tiene el enfoque principal la nota final de las asistencias para las practicas finales de tutores académicos; a continuación, se presenta los módulos desarrollados para cumplir con este fin.

2.6.1. Módulo de captura de huella dactilar de tutores académicos

Esta sección se encuentra en el sistema de escritorio, permite registrar la huella dactilar que identificará a cada tutor; se ingresa en 4 posiciones distintas del mismo dedo y se asigna al perfil de información de usuario dentro del sistema DTT.

- Restricciones
 - A este módulo se asigna un periodo de tiempo para acceder a esta sección.
 - El periodo de tiempo es asignado por el usuario con rol administrador.

Figura 3. Registro de huella dactilar



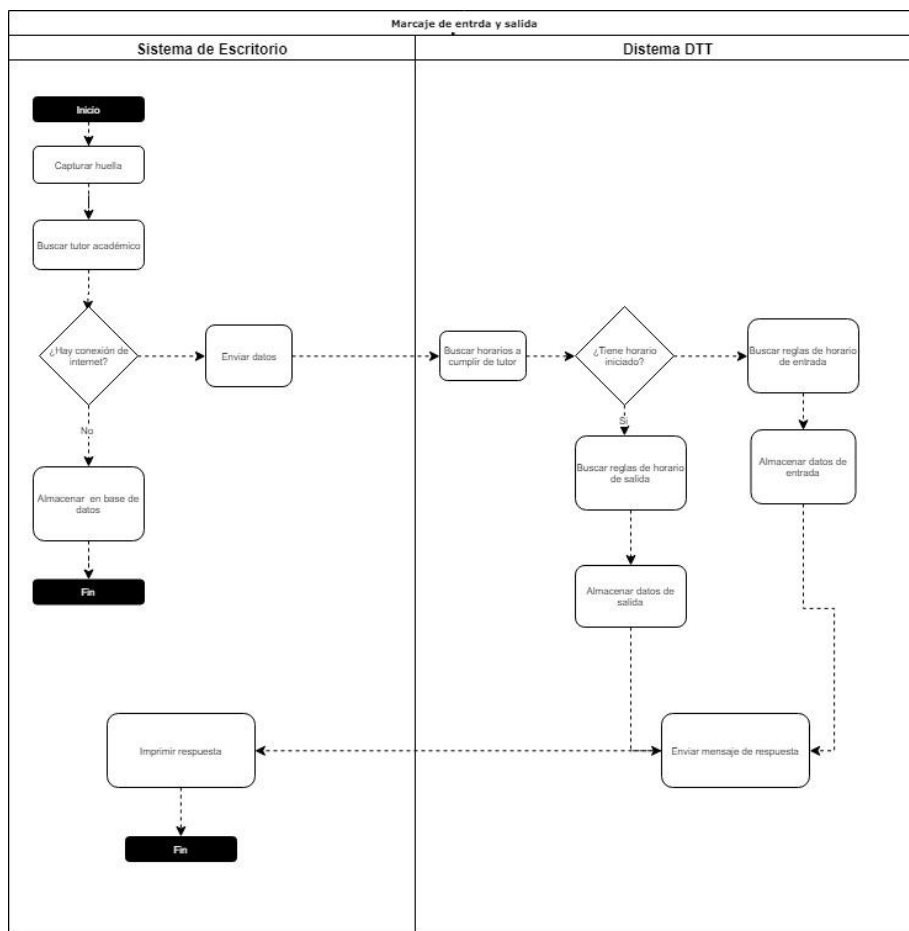
Fuente: elaboración propia utilizando Visio.

2.6.2. Módulo de marcaje de entrada y salida de laboratorio

Permite identificar al tutor académico la información por medio de huella digital en el momento que se ingrese o salga de laboratorio o cualquier otro horario asignado al tutor académico.

- Restricciones

Figura 4. El tutor debe cumplir con las reglas asignadas a su horario



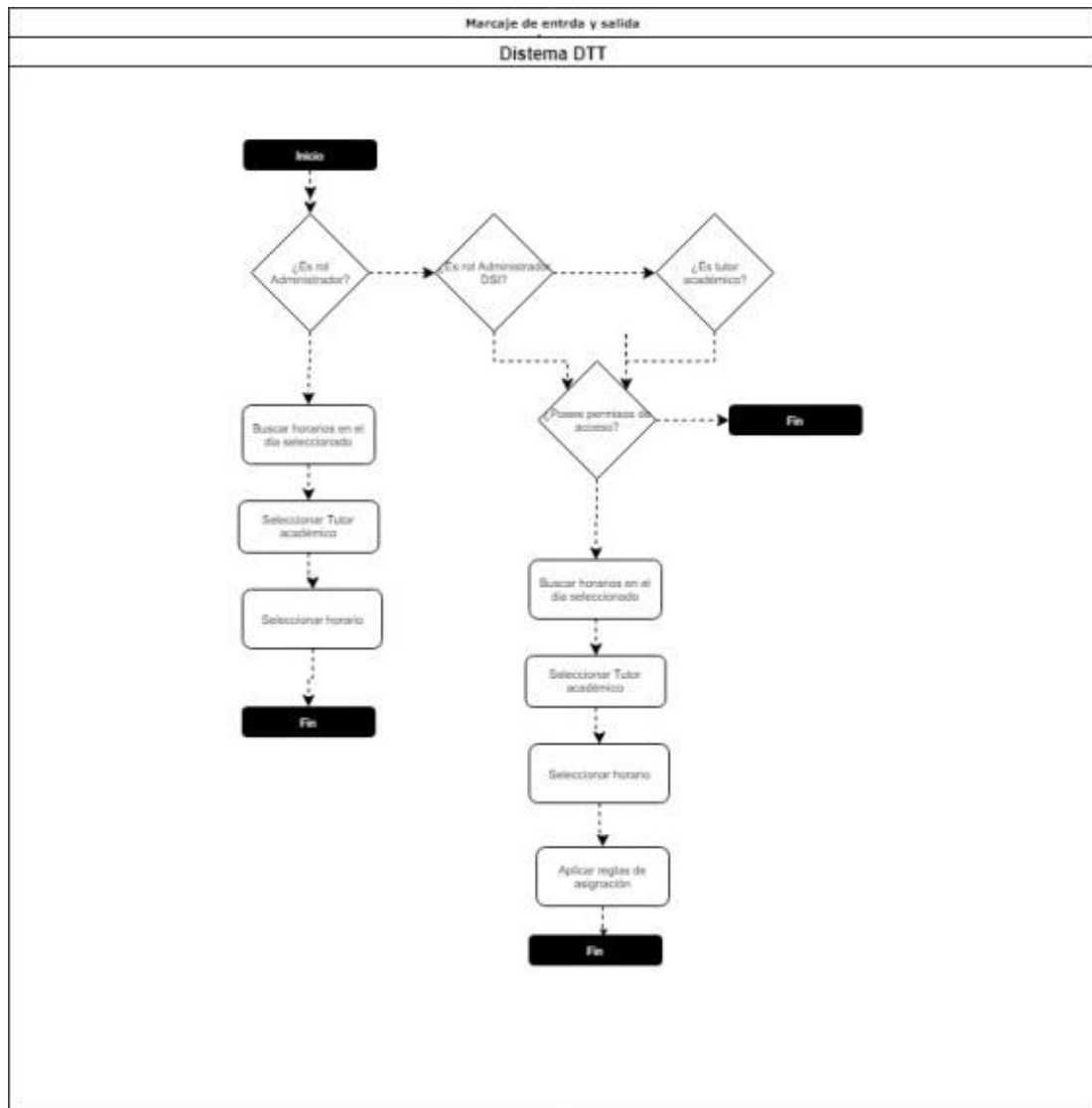
Fuente: elaboración propia utilizando Visio.

2.6.3. Módulo de asignación de horario

Esta sección estará disponible por un periodo de tiempo, asignado por el usuario con rol administrador. El horario lo deberá elegir el tutor académico desde la página de DTT para los distintos laboratorios que deberá impartir.

- Restricciones
 - La persona con el rol administrador es la única persona que podrá asignar el periodo de tiempo para los demás roles.
 - En el perfil del rol administrador siempre aparecerá este módulo.
 - Para cambio de horario se debe contar con la autorización del usuario con rol administrador.

Figura 5. Módulo, asignación de horarios



Fuente: elaboración propia utilizando Visio.

2.6.4. Módulo de definición de reglas de cálculo de notas

En este módulo se podrán ingresar las reglas para calcular la nota de entrada o salida; estas reglas determinan cuando una persona entra temprano o

entra tarde; también, puede definir si alguien salió temprano o salió tarde. Ejemplo de regla de asistencia:

Si un tutor entra 5 minutos antes de su horario de laboratorio es considerado entrada temprana y se otorga una nota de 100 puntos.

2.6.5. Módulo de definición de reglas de asignación

Esta sección define las reglas de asignación de horarios por curso o por cantidad de tutores en un mismo horario; un ejemplo de estas reglas es:

Un curso de 8vo semestre solo debe asignarse un horario de laboratorio a la semana.

2.6.6. Módulo de administración de días de asueto

Permite indicar la fecha de un día de asueto en el cual no se debe marcar asistencia; ejemplo de día de asueto Semana Santa.

2.6.7. Módulo de visualización de notificaciones

Permitirá enviar advertencias y notificaciones sobre las faltas de asistencia a los tutores de forma automática; también, notificaciones al administrador DTT (se podrá definir cuándo o qué eventos se notificará al Admin DTT y al docente, esto se configurará en una opción donde se pueda activar el evento, si se desea o no enviar el mensaje de alerta según sea el tipo de mensaje).

2.6.8. Módulo de generación de reportes

Es la sección en la cual los roles administrador, administrador DSI y tutor académico; pueden controlar el listado de asistencias e inasistencias sustituidas por una justificación aprobada; posee filtros los cuales pueden aplicarse para realizar reportes; también, permite la generación y descarga de archivos CVS y HTML.

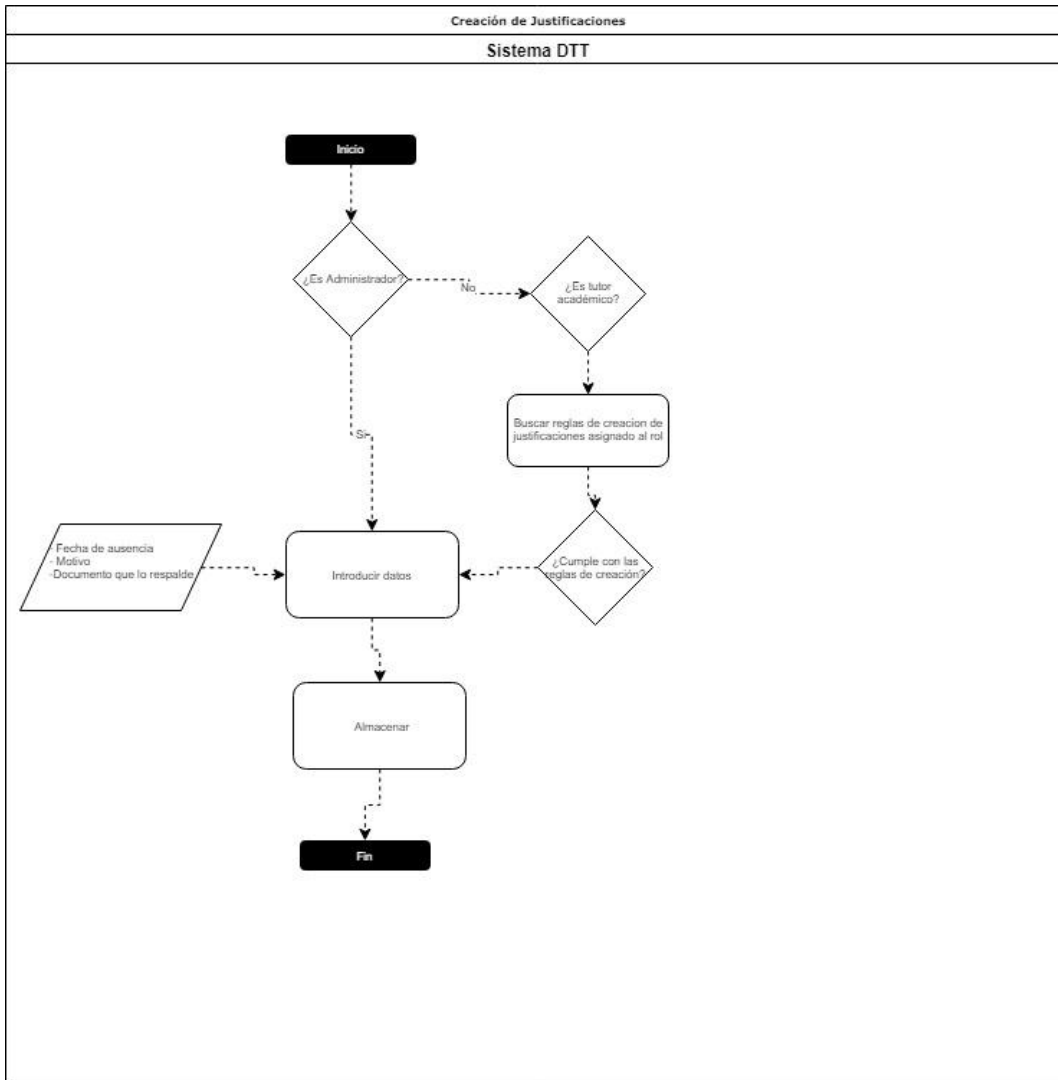
2.6.9. Impresión de nota de asistencia a los laboratorios

Se agregó el campo de nota en la constancia que se imprime al final del periodo de prácticas, calculando la nota final de las prácticas.

2.6.10. Módulo de creación de justificaciones

Es la pantalla que permite la creación de justificaciones de ausencia. A continuación, se muestra el flujo que debe cumplir.

Figura 6. Módulo, creación de justificaciones



Fuente: elaboración propia utilizando Visio.

2.6.11. Revisión de solicitudes de justificación de faltas

En esta pantalla el administrador DTT podrá visualizar cada una de las solicitudes de justificación por tutor académico y podrá rechazar o aprobar la

solicitud; para lo cual, el administrador ingresará un motivo de aprobación o de rechazo.

2.6.12. Módulo de introducción de horarios de cursos

Este módulo sirve para introducir los horarios definidos para los cursos de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas; los horarios se deben introducir cada semestre.

Este módulo lee un archivo CSV con el código de curso y los días cuando se imparte con la hora a cumplir.

2.7. Diagrama, entidad relación

A continuación, se presenta el diagrama entidad relación.

Figura 7. Diagrama, entidad relación



Fuente: elaboración propia.

2.8. Descripción de tablas para el sistema de asistencia en la base de datos DTT

En la siguiente tabla, se describen las entidades de base de datos necesarias para el almacenamiento de datos de asistencia de los tutores académicos.

Tabla IV. Sistema de asistencia en la base de datos DTT

Nombre	Descripción
AUTH_USER	Contiene toda la información de los usuarios del sistema DTT.
DSI_JUSTIFICATION_STATUS	Contiene los estados que describen en qué etapa se encuentra una justificación.
DSI_FINGERPRINT	Almacena las huellas dactilares de los tutores académicos.
DSI_ASSIGNATION_SCHEDULE	Guarda los horarios asignados para cada tutor académico.
DSI_ASSISTANCE	Almacena todas las asistencias y justificaciones aprobadas.
DSI_JUSTIFICATION	Guarda las justificaciones de inasistencia.
DSI_NOTIFICATION	Contiene las notificaciones de relacionadas con las asistencias.
DSI_ASSISTANCE_TYPE	Almacena los tipos de laboratorio.
DSI_SCHEDULE	Posee todos los horarios por tipo de asistencia.
DAY_OF_WEEK	Contiene los días de la semana, así se estandarizan los id de los días en todo el sistema.
DSI_SCHEDULE_COURSE	Se definen los horarios para los cursos, relacionada con el periodo actual.
DSI_ASSISTANCE_PARAMETER	Almacena la definición de las reglas para el cálculo de la nota de asistencia.
DSI_ASSISTANCE_CLASS	Contiene la clase de asistencia, ejemplos de clases: entrada y salida.
DSI_EXCEPTION_COURSE	Define las reglas de asignación.
PERIOD_YEAR	Almacena los periodos actuales y pasados, ejemplo primer semestre 2018.
DSI_JUSTIFICATION_TYPE	Define los tipos de justificación, por ejemplo: ausencia, llegada tarde, etc.
PROJECT	Contiene los cursos con nombre y código.
USER_PROJECT	Guarda la asignación de tutor con proyecto por cada periodo.

Continuación de la tabla VI.

DSI_SYSTEM_PARAMETERS	Define varios parámetros para poder acceder algunas secciones.
DSI_FINGERPRINT_PARAMETER	Contiene parámetros del sistema de escritorio, por ejemplo, para dar acceso al módulo de registro de huella dactilar.
DSI_HOLIDAY	Almacena los días festivos en los cuales no se debe tomar asistencia.
DSI_SCHEDULE_PARAMETER	Define permisos para la asignación de horarios, habilita la sección de asignación de horarios para tutores académicos.
DSI_SYSTEM_PARAMETERS_LOGS	Almacena los cambios y fecha de cambios, como cuestión de auditoría.

Fuente: elaboración propia.

2.9. Beneficios

El sistema provee los siguientes beneficios a la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas:

- La asignación de horario de laboratorio y DSI ya no se realizará de forma presencial, salvo en casos especiales.
- El control de asistencias de los tutores académicos es en tiempo real y desde cualquier dispositivo.
- Se puede reportar inconvenientes de asistencia y estos pueden suplantar automáticamente una inasistencia.
- La aplicación de escritorio se puede instalar en muchos dispositivos para registra la asistencia de los tutores académicos.

- Poseer la información centralizada dentro de la base de datos principal del sistema DTT.
- Darle al administrador del sistema el total control de las prácticas finales, ya que puede definir las reglas por cada semestre.

2.10. Costos del proyecto

En la siguiente tabla se dividen los costos de desarrollo del proyecto, incluyendo todas las herramientas necesarias y el material para capacitación.

Tabla V. Costos del proyecto

Fase	Detalle	Cantidad	Costo unitario	Recursos	Subtotal
Investigación	Toma de Requerimientos iniciales	480 horas	Q 93,75	1	Q 45 000,00
	Retroalimentación durante la ejecución	480 horas	Q 93,75	1	Q 45 000,00
Técnico - profesional	Desarrollo de Software	680 horas	Q 125,00	1	Q 85 000,00
	Diseño y desarrollo de constancia de aprobación	160 horas	Q 200,00	1	Q 32 000,00
	Capacitación y presentación	24 horas	Q 3000,00	1	Q 72 000,00
Capacitación	Elaboración del material	40 horas	Q 500,00	1	Q 500,00
Otros	Escáner de huella dactilar	1 unidad	Q 500,00	1	Q 500,00
	Asesoría profesional	15 horas	Q 156,25	1	Q 2 343,75
Total					Q 282 343,75

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El sistema ayuda a mantener informado a los administradores sobre la asistencia de los tutores académicos, ya que se puede acceder a los reportes que se actualizan con la última información introducida desde el sistema de escritorio de toma de asistencia.
2. Al poseer una base de datos centralizada se garantiza no perder datos, si se instala en más de un dispositivo el sistema de escritorio.
3. Los tutores pueden mantenerse informados de su nota de asistencia, gracias al sistema de control de huellas, para mejorar o mantener su buen récord de asistencia.
4. Utilizar *frameworks* en sistemas grandes, permite concentrarse en la funcionalidad y lógica del sistema, en lugar de perder tiempo en su desarrollo.

RECOMENDACIONES

1. Asignar a responsables para dale mantenimiento a la plataforma, así como el soporte de los diferentes escenarios que pudieran presentarse.
2. Realizar minería de datos, con las tablas de asistencia de tutores académicos para realizar reportería mucho más certera.
3. Capacitar cada semestre a los tutores que se encargarán del módulo de asistencia para que el módulo de asistencia no genere confusión.
4. Al finalizar cada semestre, entrevistar a los tutores que utilizaron el módulo de asistencia para tomar sugerencias y así garantizar la mejora continua.
5. Implementar GIT con el código del sistema DTT para documentar y controlar los cambios de código.

BIBLIOGRAFÍA

1. Adictos al trabajo. *H2 base de datos*. [En línea]. <<https://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/h-2-base-datos/>> [Consulta: 2 de octubre de 2017].
2. Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas. *About_us*. [En línea]. <https://dti-ecys.org/about_us> [Consulta: 11 de septiembre de 2017].
3. Facultad de Ingeniería. *Antecedentes: reseña histórica*. [En línea]. <<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/aspirante/antecedentes>> [Consulta: 11 septiembre de 2017].
4. _____. *Redes de estudio*. [En línea]. <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/pensa/ingenieria_sistemas.jpg>. [Consulta: 20 de septiembre del 2017].
5. Wikipedia. *Docker*. [En línea]. <[https://es.wikipedia.org/wiki/Docker_\(software\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Docker_(software))>. [Consulta: 1 de noviembre de 2017].
6. _____. *Google Cloud*. [En línea]. <https://es.wikipedia.org/wiki/Google_Cloud> [Consulta: 10 de noviembre de 2017].

