



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE SISTEMAS

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SOFTWARE DE ANÁLISIS DE
SEÑALES PARA EQUIPOS DE LABORATORIO**

**Trabajo de graduación previo
a la obtención del Título de Ingeniero
de Sistemas**

Autor:

Lorena Jackeline Bermeo Pacheco

Danny Fabian Muñoz Andrade

Director:

Fabián Cabrera Albornoz

Cuenca, Ecuador

2011

Jackeline Bermeo & Danny Muñoz



Resumen

El presente trabajo de graduación trata sobre la construcción de un sistema para el monitoreo de Plantas Controladas, cuya finalidad es ser un apoyo en los laboratorios de Teoría de Control. Permite la captura de datos, análisis de los mismos y genera resultados en forma numérica y grafica para la mejor comprensión del estudiante. Los sistemas logrados están orientados a tres plantas controladas: Pendulo, Sensor de Luz, y un Motor de Corriente Continua.

Palabras clave: Software de Análisis de Señales para Equipos de Laboratorio, sensor de luz, diagramas, casos de uso, desarrollo del sistema, lenguaje de desarrollo, péndulo.



Contenido

Resumen.....	1
Dedicatorias	7
Agradecimientos	8
Responsabilidad	9
Capítulo 1 Introducción	10
Antecedentes.....	10
Alcance	11
Justificación	11
Auspicio Docente	12
Objetivos.....	12
Resultados Esperados.....	13
2. Capítulo	14
Marco Teórico	14
Antecedentes.	14
Detalle de las herramientas a utilizarse:	15
Metodología de Modelado.....	16
Proceso iterativo e incremental	21
Otras prácticas	24
Modelado visual (usando UML).....	25
Estructura Dinámica del proceso. Fases e iteraciones	27
Lenguajes de Implementación/Desarrollo	30
Lenguaje de Desarrollo.....	38
2. Capítulo	41
Pre-análisis y selección de plantas Controladas.....	41
Población o Muestra	43



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Análisis De La Encuesta Y Análisis De Los Resultados	46
TABULACIÓN Y GRAFICACIÓN DE DATOS	48
Resultados de las Encuestas	54
PRIORIZACIÓN Y SELECCIÓN DE PLANTAS CONTROLADAS.....	55
4. Capítulo.....	57
Fase de Análisis	57
Organización del Proyecto.	57
Determinación y Asignación de roles.....	58
Descripción Técnica.....	59
Recursos Humanos	60
Presupuesto.....	60
Análisis de los Requerimientos	61
Visión General de Necesidades de una Planta Controlada.	62
Requerimientos.....	71
Definición de los Casos de Uso	75
Casos de Uso correspondientes a la Planta 1 Péndulo.....	75
Diagramas de Casos de Uso Péndulo.	82
Diagrama General de Caos de Uso.....	82
Diagrama Detallado De Caos de Uso	83
Clasificación de los Casos de Uso Planta 1.....	87
Casos de Uso correspondientes a la Planta 2 Sensor de Luz.	88
Diagramas de Casos Para la Planta 2 Sensor de Luz.....	95
Diagrama General de Caos de Uso.....	95
Diagrama Detallado De Caos de Uso	96
Clasificación de los Casos de Uso Planta 2.....	101
Casos de Uso correspondientes a la Planta 3 Motor de Corriente Continua.	103
Diagramas de Casos Para la Planta 3 Motor de Corriente Continua.....	111
Diagrama General de Caos de Uso.....	111
Diagrama Detallado De Caos de Uso	113



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Clasificación de los Casos de Uso Planta 3	121
Capítulo	123
Diseño.....	123
Diagramas Planta 1 Péndulo	123
Diagramas de Actividad.....	128
Diagramas de Secuencias	133
Diagramas Planta 2 Sensor de Luz	136
Diagramas Planta 3 Motor de Corriente Continua	146
6 Capítulo	155
Desarrollo De Software	155
Desarrollo de un prototipo de interfaz de usuario.	155
6. Desarrollo del sistema	158
6.1. Lenguaje de Desarrollo	164
7 Capítulo	174
Implementación De Software	174
7.1. ETAPA 1 Implementación	174
7.2. ETAPA 2 Adaptación de dispositivos.	186
8 Capítulo	248
Verificación de Funcionamiento	248
Pruebas De Funcionamiento Del Proyecto	248
Pruebas de Usuario	248
Pruebas Funcionales	250
Pruebas de Entorno	255
Pruebas de Contenido	255
Pruebas Finales	256
9 Capítulo Evaluación de Beneficios.....	258
9. Evaluación de los Beneficios	258
10.	258
Determinación del Cuestionario de Evaluación	259
Evaluación de las Pruebas Beta	263



UNIVERSIDAD DE CUENCA

9.1. Tabulación de Datos y Pruebas de Aceptación	267
10 Capitulo Conclusiones y Recomendaciones	269
Conclusiones	270
Recomendaciones	273
Bibliografía	274
Anexos	275
Anexo A Manual De Usuario Pendulo	276
Descripción de componentes	276
Descripción de componentes	288
Descripción de componentes	302
Anexo B Generalidades del Puerto Serie	331
Construcción física del cable	340
Localización física de las patillas en un DB9	340
Localización física de las patillas de un DB25	341
Anexo C Practica Propuesta Pendulo	342
OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA:	342
DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:	343



Dedicatorias

Quiero dedicar este trabajo a mis padres, Jorge y Esthela, a mi abuelita Julia por la confianza que han puesto en mi y por todos los sacrificios que han realizado, a mi familia por ser un apoyo incondicional, a todos mis amigos sobre todo a Cintya, Angélica, Danny por estar siempre pendiente de mí.

En especial me gustaría dedicar este trabajo a Xavier por ser mi soporte ante todo y a Sofía por ser la niña de mis ojos, la luz que me ilumina cada día.

Jacky

A Daniel Y Angelita, los pilares de mi existencia.

A Jenny mi mejor amiga.

A Guillermo por ser mi apoyo.

A Jacky por ser mi compañera en este largo camino.

A Adelaida, y Laura mis confidentes.

A Carlos mi gran amigo.

Al más grande ser que cubre mi existencia.



Danny

Agradecimientos

Primero quiero agradecer a Dios por darme la fuerza para salir adelante poniéndome en el camino a muchas personas maravillosas que de una u otra manera me han ayudado para alcanzar una meta mas en mi vida.

Al Ing. Fabián Cabrera por su guía y apoyo durante el desarrollo del proyecto no solo como tutor sino como un amigo.

Al Ing. Juan Ugalde por ser quien me dio una palabra de aliento y fuerza cuando más lo necesitaba.

Jacky

A mi Dios por la fuerza para luchar

A mi madre por estar siempre a mi lado

A Cintya por esas palabras de aliento

A mis amigos por todo el apoyo

A Claudia y a Elena, mis ángeles

A Fabián Cabrera, por su ayuda incondicional

Danny



Responsabilidad

Los criterios y opiniones constantes
En este trabajo son de absoluta
responsabilidad de los autores

Jackeline Bermeo

Danny Muñoz



Capítulo 1

Introducción

Antecedentes

En la actualidad la llamada Universidad Moderna enfrenta el desafío de responder de una manera innovadora y práctica a las demandas de la sociedad; mediante la capacitación de los estudiantes de tal forma que relacionen los conocimientos teóricos y prácticos.

Es por eso que en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca como en todas las demás Facultades, se persigue elevar el nivel en los procesos de enseñanza y aprendizaje; desde este punto de vista la Facultad de Ingeniería y la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC), consciente de la importancia que tiene la asignatura de Teoría de Control, que se imparte en las escuelas de Ingeniería Eléctrica, Electrónica e Informática, ha visto la necesidad de implementar un laboratorio de control con equipos básicos que permitan la observación y verificación de la teoría que se imparte en dicha asignatura, en el cual los estudiantes y docentes puedan tener contacto



con la realidad de los sistemas de control; con el propósito de fortalecer los conceptos teóricos revisados en las aulas de clase, puesto que un alto porcentaje de dichos conceptos no permiten al estudiante inferir nuevos conocimientos o aplicaciones acordes a nuestra situación actual, sobre todo con respecto a sus detalles e implicaciones prácticas.

El proceso de desarrollo de estos equipos se sustenta en los conocimientos científicos que se imparten en la Facultad de Ingeniería, lo cual nos permitirá implementar equipos de laboratorio eficientes diseñados de acuerdo a las necesidades de los estudiantes.

Alcance

Hacer una revisión junto con el docente de los contenidos la asignatura Teoría de Control para que en función de los mismos se pueda establecer el software respectivo que se necesita para cada uno de los equipos.

Este software estará enfocado en los siguientes aspectos:

- Captura de señales, monitoreo de los equipos de laboratorio y procesamiento de datos de manera que presente información útil, real y precisa, evitando los errores que pueden presentarse en el caso del análisis manual de la misma.
- Cada uno de los sistemas contará con actividades diferentes que serán establecidas en función de la finalidad de cada equipo a implementar.

Justificación

Partiendo de la idea que los estudiantes son los usuarios finales, es necesario que las prácticas que se realicen se lo hagan en base de los



UNIVERSIDAD DE CUENCA

conocimientos adquiridos. Por esta razón, los estudiantes serán los que proporcionen información para el modelo y estructura de las prácticas, bajo el referente de los tutores de las asignaturas relacionadas a la Teoría de Control. Esto fortalecerá el método de aprendizaje de los estudiantes y facilitará en gran manera el proceso de instrucción por parte de los tutores.

Auspicio Docente

Para la dirección de esta tesis se ha considerado al Ing. Fabián Cabrera Albornoz, profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca, quien propuso este tema y con su gran experiencia aportará para el logro de los objetivos propuestos.

Objetivos

Objetivo General.

Diseñar e implementar software para análisis de señales y control orientado a equipos de laboratorio pertenecientes al proyecto de investigación “Diseño e implementación de equipos de laboratorio para la realización de prácticas de las asignaturas Teoría de Control e Instrumentación”.

Objetivos Específicos.

- Analizar y seleccionar las plantas controladas necesarias para realizar prácticas de las materias de Teoría de Control e Instrumentación.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Diseñar software que permita el análisis de los diferentes módulos, mediante la captura, procesamiento, comunicación y control de señales.
- Realizar el software para 3 de los 5 equipos de laboratorio de los que consta el proyecto en su totalidad
- Implementar el software de control y análisis, y realizar las pruebas de enlace con el hardware de los equipos de laboratorio correspondientes.
- Verificar el funcionamiento global del sistema
- Elaborar un manual de usuario orientado al uso del software de control.
- Evaluar los beneficios pedagógicos del sistema ya implementado.

Resultados Esperados

Entre los resultados más pertinentes para el manejo de y monitoreo de las plantas podemos citar los siguientes:

- a) Implementar en el Laboratorio De Control, equipos básicos que permitan la observación y verificación de la teoría que se imparte en dicha asignatura, en el cual los estudiantes y docentes puedan tener contacto con la realidad de los sistemas de control; con el propósito de fortalecer los conceptos teóricos revisados en las aulas de clase.
- b) Analizar las necesidades académicas a fortalecer, para determinar las plantas a implementar.
- c) Implementar software de monitoreo sobre tres plantas físicas, determinar sus fortalezas y la manera adecuada de estudiar las señales físicas de cada una.



2.Capitulo

Marco Teórico

Antecedentes.

El desarrollo de sistemas informáticos implica una completa planificación y análisis para lograr el resultado final de calidad, sin embargo y de manera previa hay que cimentar bases de apoyo técnico-científico, las cuales ayudan y de hecho forman la estructura del concepto que queremos desarrollar.

Es importante marcar hitos de apoyo a la construcción de cualquier solución informática conociendo las herramientas, claro está, planificando la estructura, pero lo más importante es definir y conocer una metodología de investigación.

Como primera aproximación al concepto de investigación, la palabra proviene del latín *in* (en) y *vestigare* (hallar, inquirir, indagar, seguir vestigios). De ahí se desprende una conceptualización elemental y se propone que la investigación: *“es el proceso que, utilizando el método científico, permite obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad social (investigación pura) o bien estudiar una situación para diagnosticar necesidades y problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos”* (Ander-Egg, 1995: 59).

Si se hace referencia al método científico, su desarrollo implica que debemos seguir los siguientes pasos:



- Formular correctamente el problema
- Proponer una tentativa de explicación
- Elegir los instrumentos metodológicos
- Someter a prueba dichos instrumentos
- Obtener los datos
- Analizar e interpretar los datos recopilados
- Estimar la validez

Aplicando esto a nuestro contexto informático:

Formular correctamente el problema

Sabemos de antemano que nuestro problema se centra en el **Análisis De Señales Y Métodos De Control Para Equipos De Laboratorio**, esto por lo tanto cubre el planteamiento inicial.

Proponer una tentativa de explicación.

Por supuesto la tentativa de explicación, es el **Diseño E Implementación De Un Software, Capaz De Monitorear Y Analizar Los Equipos De Laboratorio**.

Elegir los instrumentos metodológicos

En este punto se definen metodologías, herramientas, lenguajes, y todo aquello que usemos para lograr el alcance propuesto en el proyecto, de hecho este punto desemboca en el Marco Teórico.

Detalle de las herramientas a utilizarse:

Para el desarrollo informático, y dentro de la conceptualización de investigación científica se distinguen los siguientes criterios:



- Metodología de Modelado (Ingeniería de Software).
- Lenguajes de Implementación/Desarrollo
 - Lenguaje de Modelado
 - Lenguaje de Desarrollo
- Base de datos.

Metodología de Modelado.

La Ingeniería de software es la disciplina dentro de la informática encargada de la creación de software de calidad. Por la necesidad de desarrollar software de calidad, es de principal importancia el establecimiento y uso de principios de ingeniería robustos orientados a obtener económicamente software que sea fiable y funcione eficientemente sobre máquinas haciendo referencia a tres perspectivas:

- la calidad del producto,
- la calidad del proceso y
- la calidad en el contexto del ambiente de negocio para la planificación del proyecto de software.

El objetivo de la planificación del proyecto del software es proporcionar un marco de trabajo que permita al gestor hacer estimaciones razonables de recursos, coste y planificación temporal. Estas estimaciones se hacen dentro de un marco de tiempo limitado al comienzo de un proyecto de software, y deberían actualizarse regularmente a medida que progresa el proyecto.

“La estimación del proyecto de software nunca será una ciencia exacta, pero la combinación de buenos datos históricos y técnicas puede mejorar la precisión de la estimación.”

Dichas técnicas se basan en esquemas de modelado, llamadas metodologías.



Rational Unified Process (RUP)

La metodología RUP, llamada así por sus siglas en inglés Rational Unified Process.

RUP destaca que el proceso de software tiene tres características esenciales: está dirigido por los Casos de Uso, está centrado en la arquitectura, y es iterativo e incremental.

Proceso dirigido por Casos de Uso

Según los Casos de Uso son una técnica de captura de requisitos que fuerza a pensar en términos de importancia para el usuario y no sólo en términos de funciones que sería bueno contemplar. Se define un Caso de Uso como un fragmento de funcionalidad del sistema que proporciona al usuario un valor añadido. Los Casos de Uso representan los requisitos funcionales del sistema.

RUP propone los Casos de Uso no son sólo una herramienta para especificar requisitos del sistema. También guían su diseño, implementación y prueba; además estos constituyen un elemento integrador y una guía del trabajo como se muestra en la Figura 1.

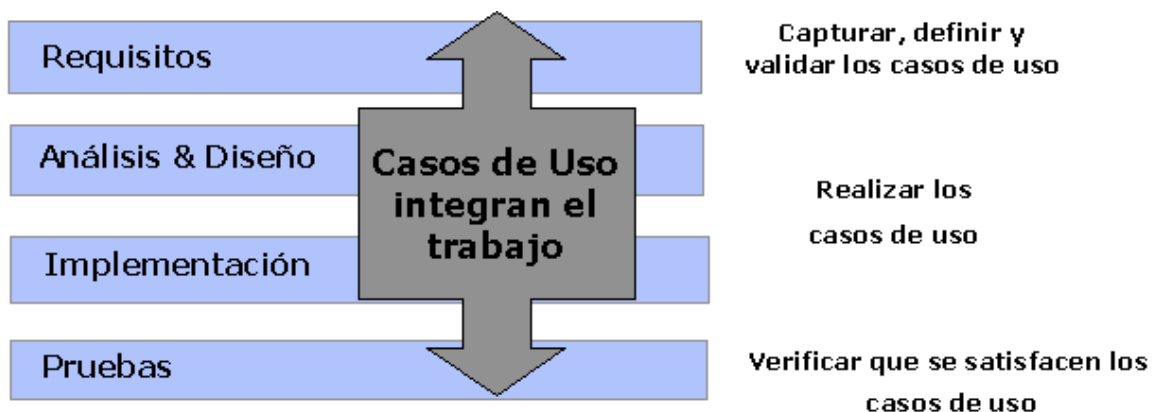


Figura 0-1 Los Casos de Uso integran el trabajo



Los Casos de Uso no sólo inician el proceso de desarrollo sino que proporcionan un hilo conductor, permitiendo establecer trazabilidad entre los artefactos que son generados en las diferentes actividades del proceso de desarrollo.

En la Figura 2, basándose en los Casos de Uso se crean los modelos de análisis y diseño, luego la implementación que los lleva a cabo, y se verifica que efectivamente el producto implemente adecuadamente cada Caso de Uso. Todos los modelos deben estar sincronizados con el modelo de Casos de Uso.

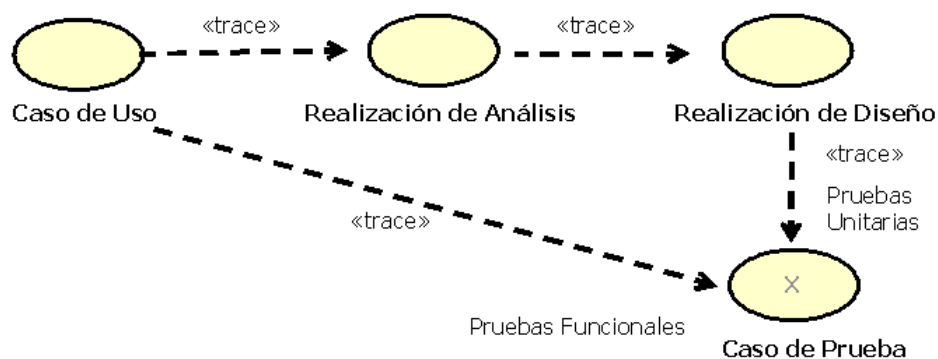


Figura 0-2 Trazabilidad a partir de los Casos de Uso

Proceso centrado en la arquitectura

La arquitectura de un sistema es la organización o estructura de sus partes más relevantes, lo que permite tener una visión común entre todos los involucrados (desarrolladores y usuarios) y una perspectiva clara del sistema completo, necesaria para controlar el desarrollo.

La arquitectura involucra los aspectos estáticos y dinámicos más significativos del sistema, está relacionada con la toma de decisiones que indican cómo tiene que ser construido el sistema y ayuda a determinar en qué orden. Además la definición de la arquitectura debe tomar en consideración elementos de calidad del sistema, rendimiento, reutilización y capacidad de evolución por lo que debe



ser flexible durante todo el proceso de desarrollo. La arquitectura se ve influenciada por la plataforma software, sistema operativo, gestor de bases de datos, protocolos, consideraciones de desarrollo como sistemas heredados. Muchas de estas restricciones constituyen requisitos no funcionales del sistema.

En el caso de RUP además de utilizar los Casos de Uso para guiar el proceso se presta especial atención al establecimiento temprano de una buena arquitectura que no se vea fuertemente impactada ante cambios posteriores durante la construcción y el mantenimiento.

Cada producto tiene tanto una función como una forma. La función corresponde a la funcionalidad reflejada en los Casos de Uso y la forma la proporciona la arquitectura. Existe una interacción entre los Casos de Uso y la arquitectura, los Casos de Uso deben encajar en la arquitectura cuando se llevan a cabo y la arquitectura debe permitir el desarrollo de todos los Casos de Uso requeridos, actualmente y en el futuro. Esto provoca que tanto arquitectura como Casos de Uso deban evolucionar en paralelo durante todo el proceso de desarrollo de software.

En la Figura 3 se ilustra la evolución de la arquitectura durante las fases de RUP. Se tiene una arquitectura más robusta en las fases finales del proyecto. En las fases iniciales lo que se hace es ir consolidando la arquitectura por medio de baselines y se va modificando dependiendo de las necesidades del proyecto.

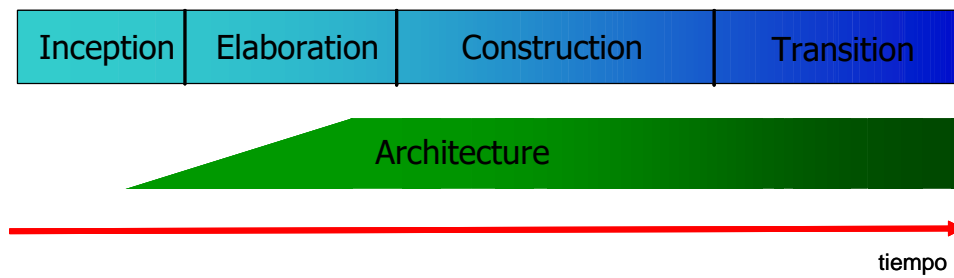


Figura 0-3 Evolución de la arquitectura del sistema

Es conveniente ver el sistema desde diferentes perspectivas para comprender mejor el diseño por lo que la arquitectura se representa mediante varias vistas que se centran en aspectos concretos del sistema, abstrayéndose de los demás. Para RUP, todas las vistas juntas forman el llamado modelo 4+1 de la arquitectura, el cual recibe este nombre porque lo forman las vistas lógica, de implementación, de proceso y de despliegue, más la de Casos de Uso que es la que da cohesión a todas.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

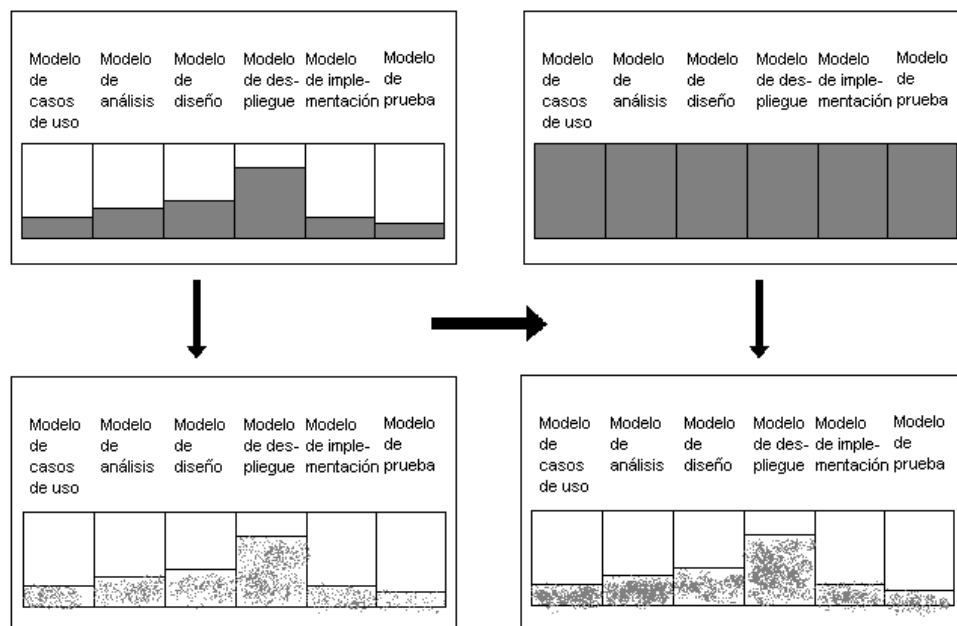


Figura 0-4 Los modelos se completan, la arquitectura no cambia drásticamente

Al final de la fase de elaboración se obtiene una *baseline* de la arquitectura donde fueron seleccionados una serie de Casos de Uso arquitectónicamente relevantes (aquellos que ayudan a mitigar los riesgos más importantes, aquellos que son los más importantes para el usuario y aquellos que cubran las funcionalidades significativas)

Como se observa en la Figura 4, durante la construcción los diversos modelos van desarrollándose hasta completarse (según se muestra con las formas rellenas en la esquina superior derecha). La descripción de la arquitectura sin embargo, no debería cambiar significativamente (abajo a la derecha) debido a que la mayor parte de la arquitectura se decidió durante la elaboración. Se incorporan pocos cambios a la arquitectura (indicados con mayor densidad de puntos en la figura inferior derecha).

Proceso iterativo e incremental



RUP propone tener un proceso iterativo e incremental en donde el trabajo se divide en partes más pequeñas o mini proyectos. Permitiendo que el equilibrio entre Casos de Uso y arquitectura se vaya logrando durante cada mini proyecto, así durante todo el proceso de desarrollo. Cada mini proyecto se puede ver como una iteración (un recorrido más o menos completo a lo largo de todos los flujos de trabajo fundamentales) del cual se obtiene un incremento que produce un crecimiento en el producto.

Una iteración puede realizarse por medio de una cascada como se muestra en la Figura 5. Se pasa por los flujos fundamentales (Requisitos, Análisis, Diseño, Implementación y Pruebas), también existe una planificación de la iteración, un análisis de la iteración y algunas actividades específicas de la iteración. Al finalizar se realiza una integración de los resultados con lo obtenido de las iteraciones anteriores.

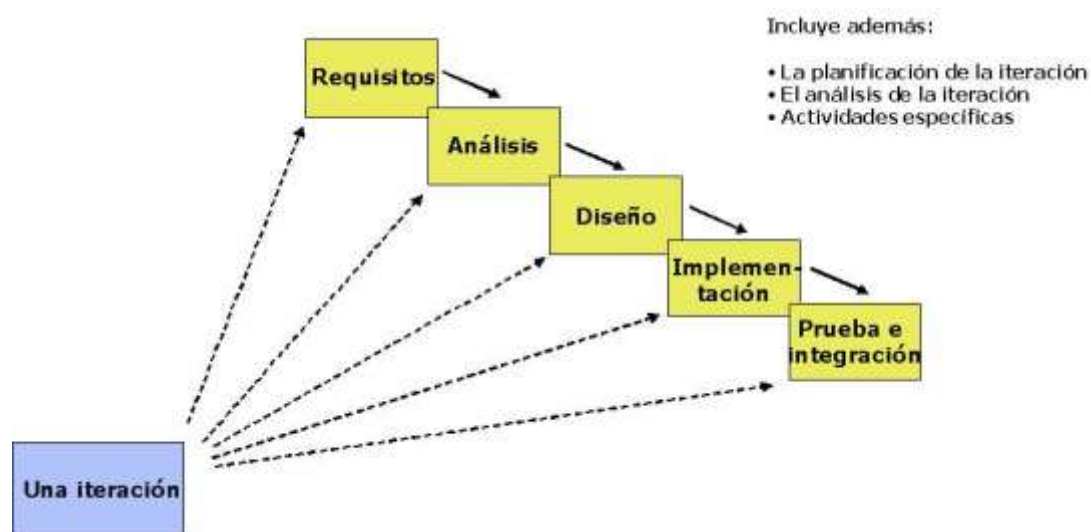


Figura 0-5 Una iteración RUP

El proceso iterativo e incremental consta de una secuencia de iteraciones. Cada iteración aborda una parte de la funcionalidad total, pasando por todos



UNIVERSIDAD DE CUENCA

los flujos de trabajo relevantes y refinando la arquitectura. Cada iteración se analiza cuando termina. Se puede determinar si han aparecido nuevos requisitos o han cambiado los existentes, afectando a las iteraciones siguientes. Durante la planificación de los detalles de la siguiente iteración, el equipo también examina cómo afectarán los riesgos que aún quedan al trabajo en curso. Toda la retroalimentación de la iteración pasada permite reajustar los objetivos para las siguientes iteraciones. Se continúa con esta dinámica hasta que se haya finalizado por completo con la versión actual del producto.

RUP divide el proceso en cuatro fases, dentro de las cuales se realizan varias iteraciones en número variable según el proyecto y en las que se hace un mayor o menor hincapié en los distintas actividades. En la Figura 6 se muestra cómo varía el esfuerzo asociado a las disciplinas según la fase en la que se encuentre el proyecto RUP.

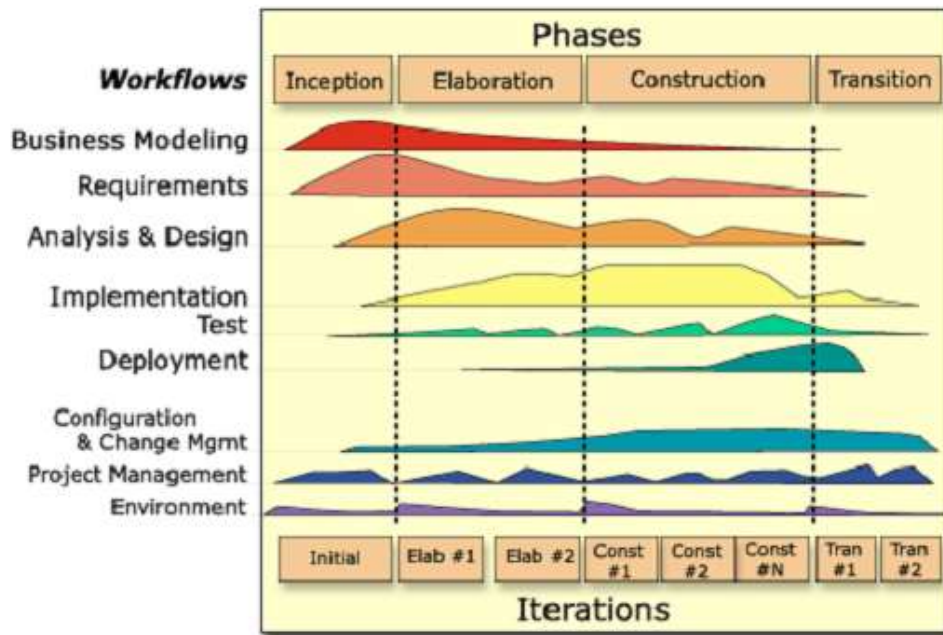


Figura 0-6 Esfuerzo en actividades según fase del proyecto



Las primeras iteraciones (en las fases de Inicio y Elaboración) se enfocan hacia la comprensión del problema y la tecnología, la delimitación del ámbito del proyecto, la eliminación de los riesgos críticos, y al establecimiento de una *baseline* de la arquitectura.

Durante la fase de inicio las iteraciones hacen poner mayor énfasis en actividades modelado del negocio y de requisitos.

En la fase de elaboración, las iteraciones se orientan al desarrollo de la *baseline* de la arquitectura, abarcan más los flujos de trabajo de requerimientos, modelo de negocios (refinamiento), análisis, diseño y una parte de implementación orientado a la *baseline* de la arquitectura.

En la fase de construcción, se lleva a cabo la construcción del producto por medio de una serie de iteraciones.

Para cada iteración se selecciona algunos Casos de Uso, se refina su análisis y diseño y se procede a su implementación y pruebas. Se realiza una pequeña cascada para cada ciclo. Se realizan tantas iteraciones hasta que se termine la implementación de la nueva versión del producto.

En la fase de transición se pretende garantizar que se tiene un producto preparado para su entrega a la comunidad de usuarios.

Como se puede observar en cada fase participan todas las disciplinas, pero que dependiendo de la fase el esfuerzo dedicado a una disciplina varía.

Otras prácticas

RUP identifica 6 *prácticas estrella* con las que define una forma efectiva de trabajar para los equipos de desarrollo de software.



Gestión de requisitos

RUP brinda una guía para encontrar, organizar, documentar, y seguir los cambios de los requisitos funcionales y restricciones. Utiliza una notación de Caso de Uso y escenarios para representar los requisitos.

Desarrollo de software iterativo

Desarrollo del producto mediante iteraciones con hitos bien definidos, en las cuales se repiten las actividades pero con distinto énfasis, según la fase del proyecto.

Desarrollo basado en componentes

La creación de sistemas intensivos en software requiere dividir el sistema en componentes con interfaces bien definidas, que posteriormente serán ensamblados para generar el sistema. Esta característica en un proceso de desarrollo permite que el sistema se vaya creando a medida que se obtienen o se desarrollan sus componentes.

Modelado visual (usando UML)

UML es un lenguaje para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema software. Utilizar herramientas de modelado visual facilita la gestión de dichos modelos, permitiendo ocultar o exponer detalles cuando sea necesario. El modelado visual también ayuda a mantener la consistencia entre los artefactos del sistema: requisitos, diseños e implementaciones. En resumen, el modelado visual ayuda a mejorar la capacidad del equipo para gestionar la complejidad del software.

Verificación continua de la calidad

Es importante que la calidad de todos los artefactos se evalúe en varios puntos durante el proceso de desarrollo, especialmente al final de cada iteración. En esta verificación las pruebas juegan un papel fundamental y se integran a lo largo de todo el proceso. Para todos los artefactos no ejecutables las revisiones e inspecciones también deben ser continuas.



Gestión de los cambios

El cambio es un factor de riesgo crítico en los proyectos de software. Los artefactos software cambian no sólo debido a acciones de mantenimiento posteriores a la entrega del producto, sino que durante el proceso de desarrollo, especialmente importantes por su posible impacto son los cambios en los requisitos.

Estructura del proceso

El proceso puede ser descrito en dos dimensiones o ejes:

Eje horizontal: Representa el tiempo y es considerado el eje de los aspectos dinámicos del proceso. Indica las características del ciclo de vida del proceso expresado en términos de fases, iteraciones e hitos. Se puede observar en la Figura 7 que RUP consta de cuatro fases: Inicio, Elaboración, Construcción y Transición. Como se mencionó anteriormente cada fase se subdivide a la vez en iteraciones.

Eje vertical: Representa los aspectos estáticos del proceso. Describe el proceso en términos de componentes de proceso, disciplinas, flujos de trabajo, actividades, artefactos y roles.

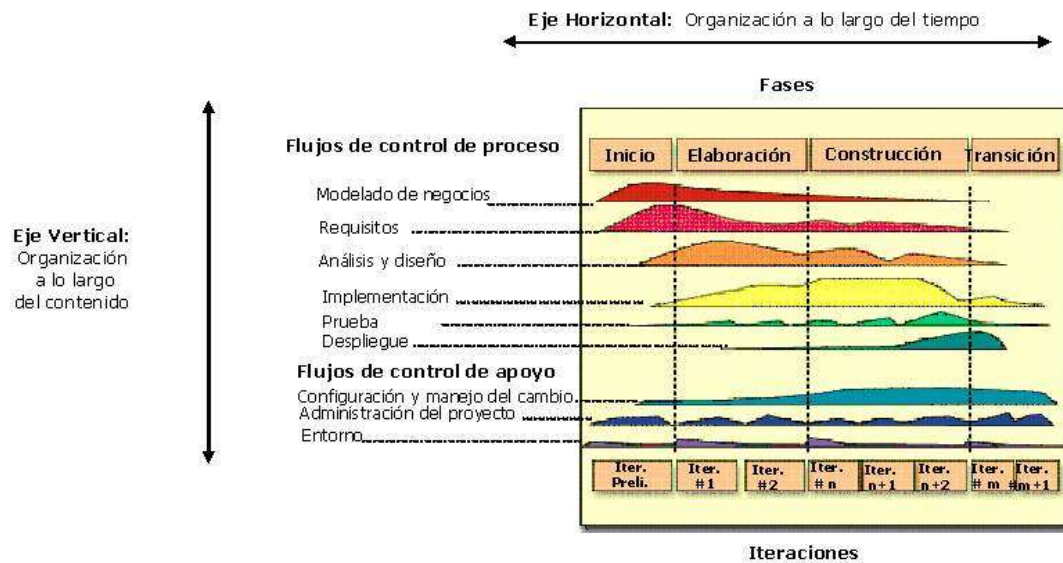


Figura 0-7 Estructura de RUP

Estructura Dinámica del proceso. Fases e iteraciones

RUP se repite a lo largo de una serie de ciclos que constituyen la vida de un producto. Cada ciclo concluye con una generación del producto para los clientes. Cada ciclo consta de cuatro fases: Inicio, Elaboración, Construcción y Transición. Cada fase se subdivide a la vez en iteraciones, el número de iteraciones en cada fase es variable.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

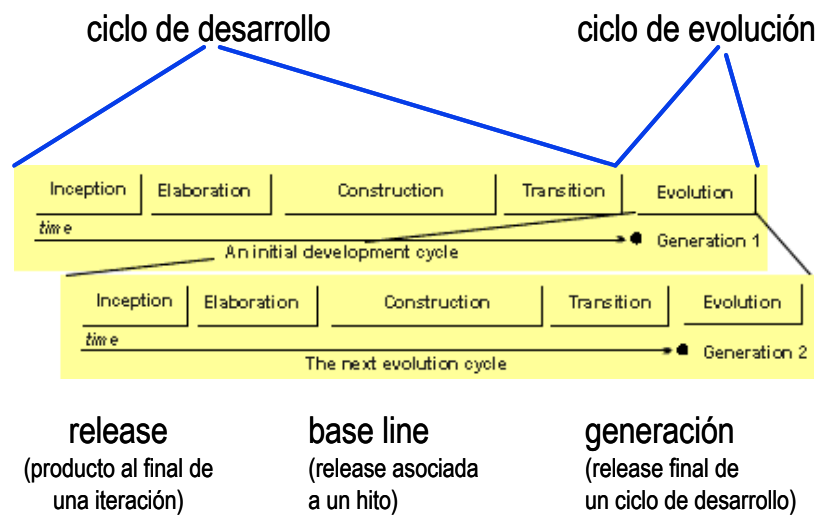


Figura 0-8 Ciclos, releases, baseline

Cada fase se concluye con un hito bien definido, un punto en el tiempo en el cual se deben tomar ciertas decisiones críticas y alcanzar las metas clave antes de pasar a la siguiente fase, ese hito principal de cada fase se compone de hitos menores que podrían ser los criterios aplicables a cada iteración. Los hitos para cada una de las fases son: Inicio - *Lifecycle Objectives*, Elaboración - *Lifecycle Architecture*, Construcción - *Initial Operational Capability*, Transición - Product Release. Las fases y sus respectivos hitos se ilustran en la Figura 9.

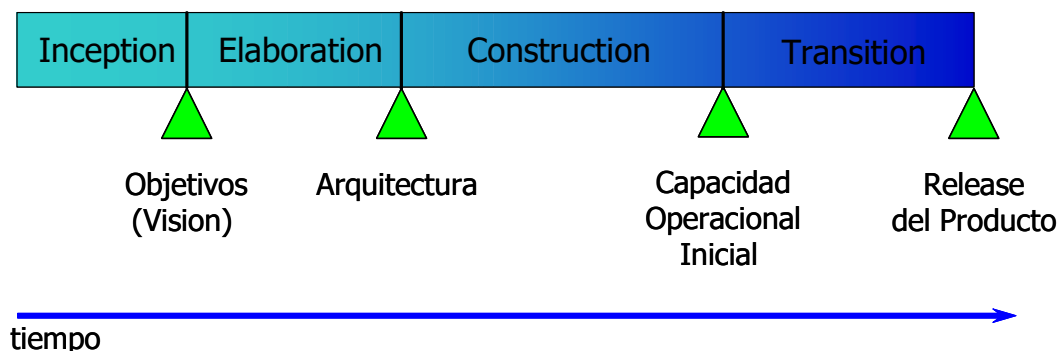


Figura 0-9 Fases e hitos en RUP



La duración y esfuerzo dedicado en cada fase es variable dependiendo de las características del proyecto. Sin embargo, la Figura 11 ilustra porcentajes frecuentes al respecto. Consecuente con el esfuerzo señalado, la Figura 12 ilustra una distribución típica de recursos humanos necesarios a lo largo del proyecto.

	Inicio	Elaboración	Construcción	Transición
Esfuerzo	5 %	20 %	65 %	10%
Tiempo Dedicado	10 %	30 %	50 %	10%

Tabla 0-1 Esfuerzo y Tiempo

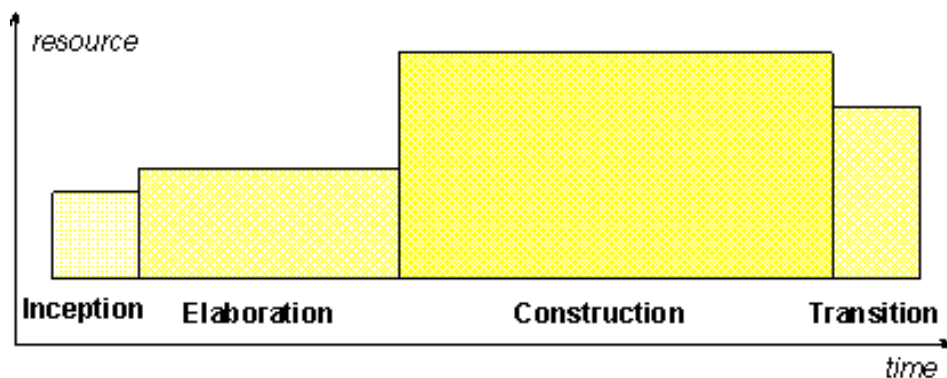


Figura 0-10: Distribución típica de recursos humanos



Lenguajes de Implementación/Desarrollo

Lenguaje de Modelado Unificado

También llamado Lenguaje Unificado de Modelado es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad; está respaldado por el OMG (Object Management Group). Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema.

En general UML brinda la facilidad de describir un "plano" del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocio y funciones del sistema, y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y componentes reutilizables, introduciendo esquemas estandarizados

Es importante resaltar que UML es un "lenguaje de modelado" para especificar o para describir métodos o procesos. Se utiliza para definir un sistema, para detallar los artefactos en el sistema y para documentar y construir. En otras palabras, es el lenguaje en el que está descrito el modelo.

Se puede aplicar en el desarrollo de software entregando gran variedad de formas para dar soporte a una metodología de desarrollo de software (tal como el Proceso Unificado Racional o RUP), pero no especifica en sí mismo qué metodología o proceso usar.

UML no puede compararse con la programación estructurada, pues UML significa Lenguaje Unificado de Modelado, no es programación, solo se diagrama la realidad de una utilización en un requerimiento. Mientras que, programación estructurada, es una forma de programar como lo es la orientación a objetos, sin embargo, la programación orientada a objetos viene



siendo un complemento perfecto de UML, pero no por eso se toma UML sólo para lenguajes orientados a objetos.

UML cuenta con varios tipos de diagramas, los cuales muestran diferentes aspectos de las entidades representadas.

Modelos:

Los elementos básicos de UML, aquellos que representan principalmente las partes estáticas del sistema, son:

- Clases
- Casos de uso
- Componentes
- Nodos
- Paquetes

Las relaciones que se utilizan para establecer conexiones entre los elementos son:

- Dependencia
- Asociación
- Generalización
- Realización

Cada uno de estos elementos y relaciones tiene una representación gráfica y puede complementarse su información utilizando lo que se conoce como especificación. La especificación de un elemento o relación generalmente no es visible en la representación gráfica, o sólo lo es parcialmente, y corresponde a los datos o propiedades adicionales que completan o detallan la semántica del elemento o relación, y por lo tanto del sistema en general.



Los elementos y relaciones se agrupan en diagramas que representan diferentes aspectos del sistema. Los diagramas de UML son:

- *Diagrama de clases*: Presenta las clases, junto con sus atributos, operaciones, interfaces y relaciones.
- También presenta el agrupamiento de clases en paquetes y las relaciones entre ellos.
- *Diagrama de objetos*: Muestra instancias de clases (objetos) con valores en sus atributos y relaciones.
- *Diagrama de casos de uso*: Los escenarios de uso del sistema, incluyendo los roles de los usuarios.
- *Diagramas de interacción*: Comprende los diagramas de secuencia y de colaboración. Presenta objetos y relaciones entre ellos desde el punto de vista dinámico.
- *Diagrama de estado*: Representa los posibles estados, eventos y transiciones entre las clases u objetos.
- *Diagrama de componentes*: Organización y dependencia entre componentes físicos.
- *Diagrama físico (deployment)*: La distribución y comunicación de los componentes en los dispositivos de hardware.

La gran ventaja de UML es el hecho de que poco a poco se ha venido adoptando en diferentes medios empresariales y académicos como el lenguaje “estándar” para el análisis y diseño de los sistemas de software.

Gracias a la posibilidad de extender el UML y a la construcción de herramientas y metodologías que apoyan este lenguaje se ha convertido en el estándar de facto en la actualidad para el modelamiento de los sistemas.



Estructuras De Arquitectura En Uml

La primera fase del proyecto es la identificación de los componentes que participan en la descripción de la arquitectura de un sistema, y luego sus relaciones en las diferentes estructuras.

Para cada componente y conector se determinan los elementos de UML que los representan, con su sintaxis y semántica. Algunos componentes o estructuras no tendrán una representación directa y en este caso se utilizarán los mecanismos de extensión que provee UML, como estereotipos o restricciones.

Como parte integral de cada estructura se deben incluir restricciones adicionales que determinan las relaciones y los tipos de componentes y conectores que pueden aparecer en dicha estructura.

Por último en el proyecto se presentan las relaciones existentes entre las diferentes estructuras y la manera de verificar dichas relaciones, lo que ayudará a la persona que modela la arquitectura del sistema a validar la consistencia de esta última.

COMPONENTES

1. Casos de uso (componentes conceptuales)

Un caso de uso representa un requerimiento funcional del sistema o un proceso del negocio que se implementa en el sistema de software.

Representación:

Se usa el elemento *Caso de Uso* de UML



Figura 0-11 CU

2. Actores

Un actor es una persona, sistema o dispositivo que interactúa con el sistema, iniciando, recibiendo los resultados o participando en alguna de las acciones de un caso de uso. Por lo general representa un rol, por ejemplo: jefe de contabilidad, profesor, etc.

Representación:

Se usa el elemento *Actor* de UML.



Figura 0-12 Actores

3. Módulos

Un módulo es una división conceptual del sistema que puede ser visto como una agrupación de funciones que tengan alguna relación entre ellas y, por lo tanto, puede presentar un servicio completo al exterior una vez se ha desarrollado.

Representación:

Un modulo se representa con el elemento

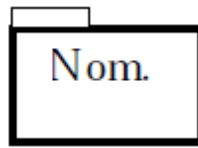


Figura 0-13 Modulos

4. Clases

Una clase es la representación abstracta de un conjunto de objetos o artefactos que debe modelar el sistema.

Cada clase incluye las características y el comportamiento de los objetos que representa. Una clase puede ser de tipo interfaz (interactúa con el exterior), control (realiza operaciones y controla otras clases) u entidad (hace persistentes los datos).

Representación:

Es el mismo elemento *Clase* de UML

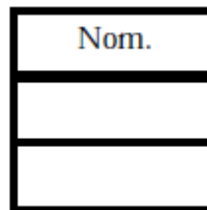


Figura 0-14 Clases

7. Herramientas de software

Sistemas o programas que contribuyen al adecuado funcionamiento del sistema. Por ejemplo, el sistema operativo, un programa navegador de Internet, la máquina virtual de java, etc.

5. Unidades de Software UML.

Conjunto de funciones (en programas o procedimientos) que realizan las acciones del sistema y que se implementan en archivos físicos. Las unidades



de software tienen asociado un tipo (valor adicionado), que puede ser: filtro, procedimental, objetos, repositorio de datos activo u otro.

Representación:

Se usa el elemento *Componente* de UML.

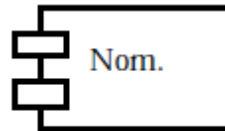


Figura 0-15 Unidades

6. Sistemas externos

Un sistema externo representa un sistema de la organización que interactúa con el sistema que se está desarrollando.

Por ejemplo, el sistema de contabilidad (si se está desarrollando el de recursos humanos).

Representación:

Se creará un estereotipo para representar a este componente. El estereotipo, llamado *Externo*, está basado en el elemento componente de UML.

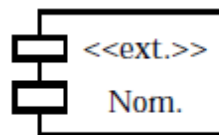


Figura 0-16 Sistema Externo

8. Procesador

Este componente representa un computador (procesador y memoria) donde se localizan programas o datos y donde, por lo general, se corren dichos programas. Este procesador puede tener roles como servidor, cliente, terminal, etc. Además, puede establecerse su ubicación física (ciudad o área de la organización) para complementar la información de este componente.

Representación:



Se usa el elemento *Nodo* de UML.

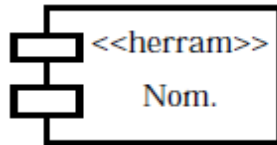


Figura 0-17 Procesador

La propuesta que se ha presentado de representar la arquitectura de un sistema utilizando el lenguaje de modelamiento UML apoya la difusión de los conceptos de la arquitectura de software, ya que facilita su apropiación en las empresas por estar basado en un lenguaje de modelamiento muy conocido.

Esta propuesta también presenta la ventaja de incluir diferentes estructuras de la arquitectura que se relacionan entre sí, permitiendo que todas las personas interesadas en el sistema tengan varias visiones del mismo y puedan analizar los componentes y sus relaciones en cada una de ellas.

Para apoyar esta forma de representación pueden desarrollarse herramientas que automaticen en parte el proceso de elaboración, verificación y análisis de la arquitectura. Por ejemplo, pueden verificarse las restricciones generales establecidas para cada estructura o para las relaciones entre las estructuras.

Para involucrar los estilos de software en la representación pueden elaborarse restricciones para los componentes, conectores y estructuras para que representen a un estilo de arquitectura en particular. También es posible realizar análisis posteriores a la arquitectura del sistema, para determinar si pertenece a algún estilo de software.

Otro trabajo que se puede desarrollar a partir de la forma de representación mostrada en esta propuesta es la construcción de metodologías (o modificación



de existentes) que incluyan la arquitectura del sistema en el proceso de desarrollo.

Lenguaje de Desarrollo

VISUAL BASIC 6.0

Visual Basic es un lenguaje de programación orientado a eventos, fue desarrollado por el alemán Alan Cooper para Microsoft. Su primera versión fue presentada en 1991, con la intención de simplificar la programación utilizando un ambiente de desarrollo completamente gráfico que facilitara la creación de interfaces gráficas y, en cierta medida, también la programación misma. La última versión que fue la 6, liberada en 1998.

En 2001 Microsoft propuso abandonar el desarrollo basado en la API Win32 y pasar a un framework o marco común de librerías, independiente de la versión del sistema operativo, .NET Framework, a través de Visual Basic .NET (y otros lenguajes como C Sharp (C#) de fácil transición de código entre ellos); fue el sucesor de Visual Basic 6.

Si bien Visual Basic es de propósito general, también permite el desarrollo de aplicaciones de bases de datos usando Data Access Objects, Remote Data Objects, o ActiveX Data Objects.

Visual Basic (Visual Studio) contiene un entorno de desarrollo integrado o IDE que incluye un editor de textos para edición del código, un depurador, un compilador (y enlazador) y un constructor de interfaz gráfica o GUI.

Características

El compilador de Visual Basic 6.0 genera código que requiere librerías de enlace dinámico DLL para que funcione, en algunos casos llamada MSVBVMxy.DLL (acrónimo de "MicroSoft Visual Basic Virtual Machine 6.0") y en otros VBRUNXXX.DLL ("Visual Basic Runtime X.XX"). Estas DLL proveen



las funciones implementadas en el lenguaje, conteniendo rutinas en código ejecutable que son cargadas bajo demanda. Además existe un gran número de bibliotecas DLL, que facilitan el acceso a la mayoría de las funciones del sistema operativo y también la integración con otras aplicaciones.

En el IDE de Visual Basic se puede ejecutar el programa en desarrollo, "al vuelo" o en modo intérprete (en realidad pseudo-compila el programa muy rápidamente y luego lo ejecuta), y también se permite la generación del programa en código ejecutable (exe). Tal programa generado en disco puede luego ser ejecutado fuera del ambiente de programación (incluso en modo stand alone, dependiendo de los requisitos de DLL's), aunque será necesario que las librerías DLL requeridas se encuentren instaladas en el sistema para su apropiada ejecución.

Visual Basic provee soporte para empaquetado y distribución, es decir, permite generar un módulo instalador que contiene el programa ejecutable y las bibliotecas DLL necesarias para él. Con ese módulo la aplicación generada se distribuye y puede ser instalada en cualquier equipo (con sistema compatible).

Así como bibliotecas DLL, hay numerosas aplicaciones de terceros que disponen de variadas funciones y mejoras para Visual Basic, incluyendo también para empaquetado y distribución.

Entorno de desarrollo

- Se compone principalmente de una barra de herramientas y menús, que se pueden personalizar con prácticamente la totalidad de los comandos del IDE, a necesidad.
- El *espacio de trabajo* incluye y muestra todas las ventanas del proyecto, las vistas del código de los módulos y objetos, y los controles con los que se compondrán las ventanas de la aplicación.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Se pueden agregar todo tipo de controles de terceros, y hay una gran cantidad de ellos que se proveen con la instalación de Visual Basic 6.0, vienen embebidos dentro de archivos de extensión OCX.
- El panel lateral derecho contiene dos vistas principales:
 - El **Explorador de Proyectos**, que muestra todos los elementos que componen el proyecto o grupos de proyectos (formularios, interfaz de controles, módulos de código, módulos de clase, etc.)
 - El **Panel de propiedades**, donde se muestran todos los atributos de los controles de los formularios o la información de módulos clase y formularios, entre muchos otros.

Ventajas

- Posee una curva de aprendizaje muy rápida.
- Integra el diseño e implementación de formularios de Windows.
- Permite usar con facilidad la plataforma de los sistemas Windows, dado que tiene acceso prácticamente total a la API de Windows, incluidas librerías actuales.
- Es uno de los lenguajes de uso más extendidos, por lo que resulta fácil encontrar información, documentación y fuentes para los proyectos.
- Fácilmente extensible mediante librerías DLL y componentes ActiveX de otros lenguajes.
- Posibilita añadir soporte para ejecución de scripts, VBScript o JScript, en las aplicaciones mediante Microsoft Script Control.
- Tiene acceso a la API multimedia de DirectX (versiones 7 y 8). También está disponible, de forma no oficial, un componente para trabajar con OpenGL 1.1.
- Existe una versión, VBA, integrada en las aplicaciones de Microsoft Office, tanto Windows como Mac, que permite programar macros para



extender y automatizar funcionalidades en documentos, hojas de cálculo, bases de datos (access).

- Si bien permite desarrollar grandes y complejas aplicaciones, también provee un entorno adecuado para realizar pequeños prototipos rápidos.

2.Capítulo

Pre-análisis y selección de plantas Controladas.

El desarrollo de este proyecto de tesis, depende en gran medida de las necesidades académicas, tanto de estudiantes (usuarios finales), como de tutores. Esto nos indica que es necesario priorizar las necesidades de los estudiantes sobre la de los profesores. Por esta razón, la finalidad de este capítulo es determinar el tipo de plantas físicas a monitorizar. La herramienta usada para lograr este objetivo es la realización de encuestas sobre el grupo estudiantil relacionado con la asignatura Teoría de Control en las escuelas de Informática, Eléctrica y Electrónica y Telecomunicaciones.

Aunque existen varios métodos aplicables dentro del campo investigativo, para realizar esta tarea, se ha escogido las encuestas por su facilidad y viabilidad



sobre la población con la que disponemos..

La evaluación, análisis y procesamiento de estas encuestas definirá el tipo general de prácticas y posteriormente los equipos que puedan servir como apoyo pedagógico de las asignaturas Teoría de control, Instrumentación y asignaturas relacionadas en las escuelas antes descritas.

Para aplicar esta metodología, se ha escogido como población o muestra a los docentes de las asignaturas Teoría de control, Instrumentación y relacionadas. Y nuestra población estudiantil, si ha escogido a los cuartos y quintos cursos de Ingeniería Eléctrica, a los estudiantes de cuarto año de Ingeniería en Sistemas y a los estudiantes de tercer año de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, debido a que son los que ya tomaron aquellas asignaturas y tienen una visión más clara de la metodología y forma de enseñanza impartida en clases.

La encuesta está orientada a escoger las plantas a desarrollarse, las mismas que deben satisfacer tanto las necesidades académicas de estudiantes y por supuesto docentes. Las preguntas presentan la posibilidad de plantas:

- Electromecánicas
- Electrónicas
- Hidráulicas
- Térmicas
- Neumáticas



Población o Muestra

Como lo expuesto anteriormente, nuestro universo serán los estudiantes que cursan la Facultad de Ingeniería en las Escuelas de Sistemas, Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones que estén por cursar asignaturas referentes a Teoría de Control. Sin embargo dado que deseamos saber la experiencia de las prácticas, nuestra población para la investigación se concentra en alumnos que cursaron y actualmente están recibiendo dichas asignaturas en este caso serán:

Año	Escuela	N estudiantes
5to	Sistemas	10
4to	Sistemas	12
4to	Informática	18
5to	Informática	12
3ro	Electrónica	10

Tabla 0-1 Población o Muestra



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Además de esta población también tenemos 5 docentes de la facultad, relacionados con la enseñanza de asignaturas afines.

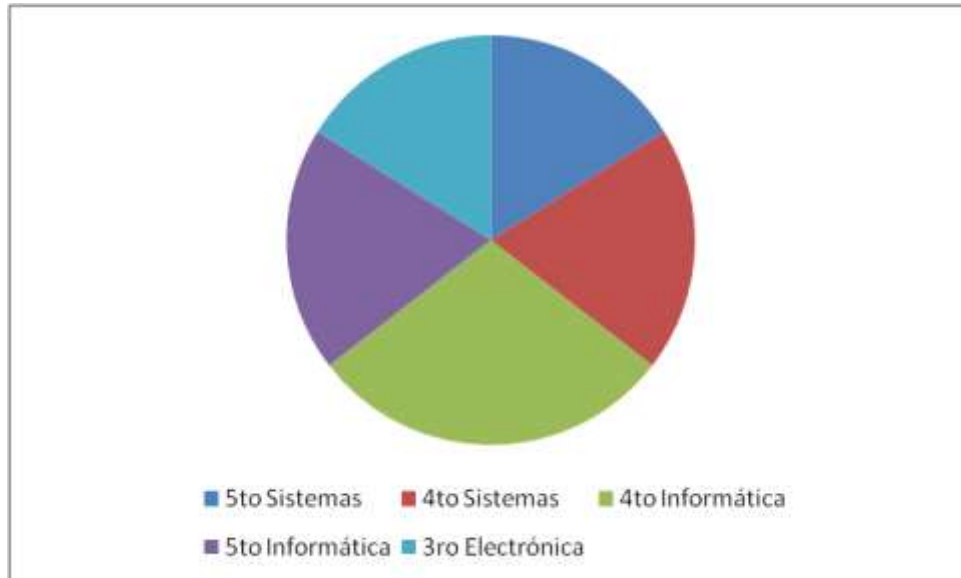


Figura 0-1 Muestra

La estructura de la encuesta aplicada se muestra a continuación:

ENCUESTA PARA LOS DOCENTES Y ESTUDIANTES QUE HAN CURSADO O ESTAN CURSANDO LAS ASIGNATURAS DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

La presente encuesta tiene la finalidad de determinar el tipo y cantidad de plantas controladas y sus respectivos controladores que puedan servir como apoyo pedagógico de las asignaturas Teoría de control e Instrumentación y otras asignaturas con ellas relacionadas.



- 1) Recordando cuando se estudiaron los conceptos teóricos y revisaron ejemplos, puede usted mencionar una o dos plantas controladas (o en general controladores) que le parecieran interesantes para comprender mejor la teoría:

- 2) En el área de Teoría de Control; según su criterio, cuáles serían las aplicaciones prácticas de los sistemas de control que deberían ser analizadas en clase para visualizar la importancia de esta área técnica:

- 3) Mencione alguno o algunos sistemas de control automáticos que conoce usted se utilizan en nuestro medio ya sea en el ámbito industrial o en cualquier otro ámbito:

- 4) Marque con una (X) el tipo de plantas controladas que podrían ser de su interés para realizar prácticas de laboratorio:

Planta controlada de tipo:

- Electromecánico
- Electrónica
- Hidráulica
- Neumática
- Térmica Otra (sugiera):



Análisis De La Encuesta Y Análisis De Los Resultados

Dado que se buscan implementar sistemas de monitoreo los controladores a usar deben ser determinados sobre un grupo de estudiantes que profundicen sus conocimientos en las asignaturas afines a la teoría de control. Para esto el grupo principal de muestreo serán los estudiantes de la escuela de Eléctrica. Ellos coinciden en que los controladorés que, a su criterio, son interesantes llevarlos a la práctica y así complementar los conocimientos teóricos adquiridos son:

- Proporcional.



- Proporcional-integral.
- Proporcional-Derivativo.
- Proporcional-Integral-Derivativo.

Un pequeño grupo, mostraron interés en la implementación de controladores digitales por medio de computador o micro-controlador, dentro de este grupo podemos reforzar la idea de implementar un capturador de señales por computador.

En el punto dos, que hace referencia a qué aplicaciones prácticas de los sistemas de control deberían ser abordadas en clases para visualizar la importancia de esta área técnica, los estudiantes concuerdan en:

- Aplicaciones en la industria, exponer cómo se implementan los sistemas de control en esta área, complementar estos conocimientos con proyectos en donde los estudiantes puedan aplicarlos.
- Control de velocidad de motores, ya que son ampliamente utilizados por los sistemas de generación de energía eléctrica, procesos industriales, entre otros.

Analizando el tercer ítem, se solicita a los estudiantes mencionar sistemas de control, de su conocimiento, que se utilizan en el medio ya sea en el ámbito industrial o cualquier otro. La encuesta nos dice:

- Control de velocidad de motores
- Control de temperatura
- Control de nivel de líquido
- Control de humedad



- Automatización de procesos
- Sistemas SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos)

TABULACIÓN Y GRAFICACIÓN DE DATOS

En el último enunciado finalmente se busca determinar mediante elección el tipo de plantas controladas que podrían ser de su interés para realizar prácticas de laboratorio. Los resultados se muestran a continuación:

ENCUESTADOS	
ESTUDIANTES	62
DOCENTES	5
TOTAL	67

Tabla 0-2 Tabulacion de Datos

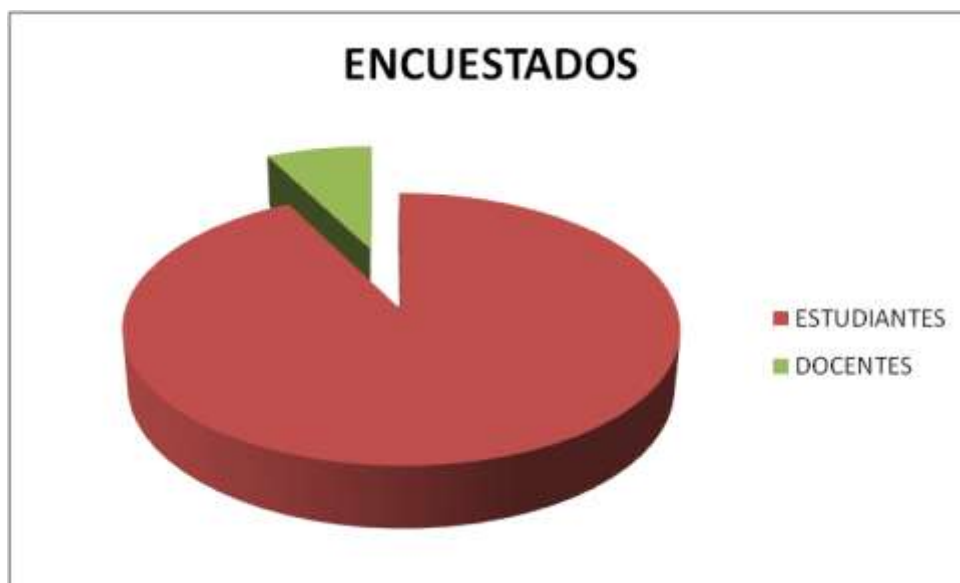


Figura 0-2 Encuestados



DOCENTES		
PLANTA	SELECCION	PORCENTAJE
		%
Electromecánica	4	29
Electrónica	3	21
Hidráulica	2	14
Térmica	4	29
Neumática	1	7
TOTAL	14	100

Tabla 0-3 Selección de plantas controladas (Docentes)

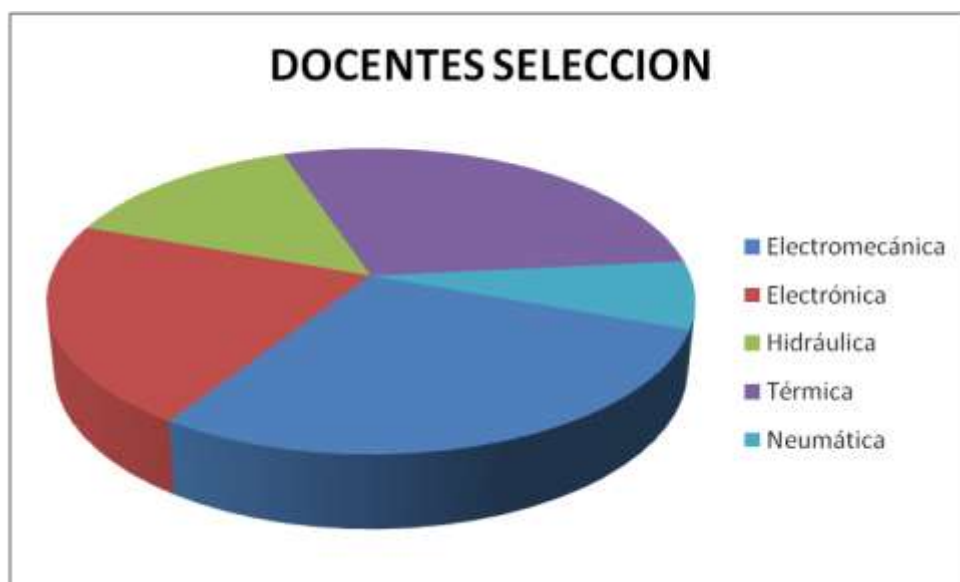


Figura 0-3 Selección de plantas controladas (Docentes)

Estudio Por Carreras

Ingeniería Eléctrica



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ESTUDIANTES 4TO AÑO		
PLANTA	SELECCION	PORCENTAJE
	N	%
Electromecánica	14	34
Electrónica	6	15
Hidráulica	9	22
Térmica	11	27
Neumática	1	2
TOTAL	41	100

Tabla 0-4 Selección de plantas controladas (Estudiantes cuarto año)

ESTUDIANTES 5TO AÑO		
PLANTA	SELECCION	PORCENTAJE
	N	%
Electromecánica	8	27
Electrónica	5	17
Hidráulica	10	33
Térmica	7	23
Neumática	0	0
TOTAL	30	100

Tabla 0-5 Selección de plantas controladas (Estudiantes quinto año)

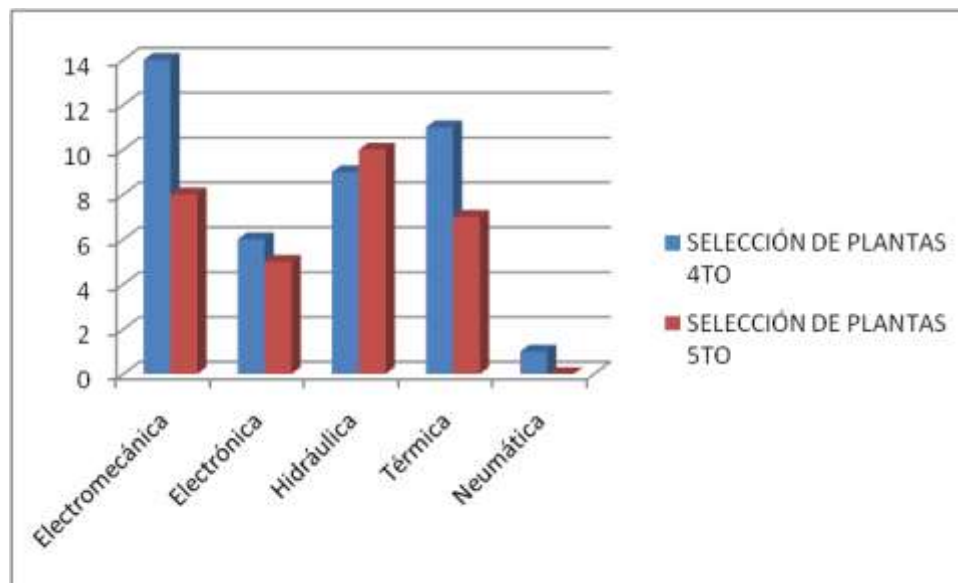


Tabla 0-6 Selección de plantas controladas

Ingeniería Sistemas

ESTUDIANTES 4TO AÑO		
PLANTA	SELECCIO N	PORCENTAJE %
Electromecánica	21	64
Electrónica	2	6
Hidráulica	3	9
Térmica	6	18
Neumática	1	3
TOTAL	33	100

Tabla 0-7 Selección de plantas controladas Sistemas



ESTUDIANTES 5TO AÑO		
PLANTA	SELECCION	PORCENTAJE
	N	%
Electromecánica	11	27
Electrónica	23	56
Hidráulica	2	5
Térmica	4	10
Neumática	1	2
TOTAL	41	100

Tabla 0-8 Selección de plantas controladas Sistemas

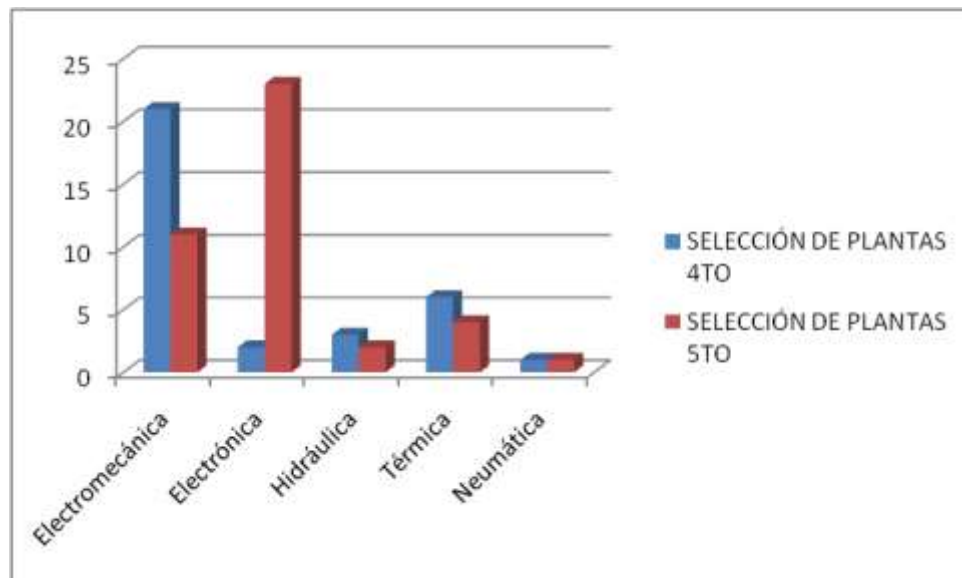


Figura 0-4 Selección de plantas controladas Sistemas



PLANTA	SELECCIO N	PORCENTAJE %
Electromecánica	9	69
Electrónica	3	23
Hidráulica	0	0
Térmica	0	0
Neumática	1	8
TOTAL	13	100

Figura 0-5 Selección de plantas controladas Electronica

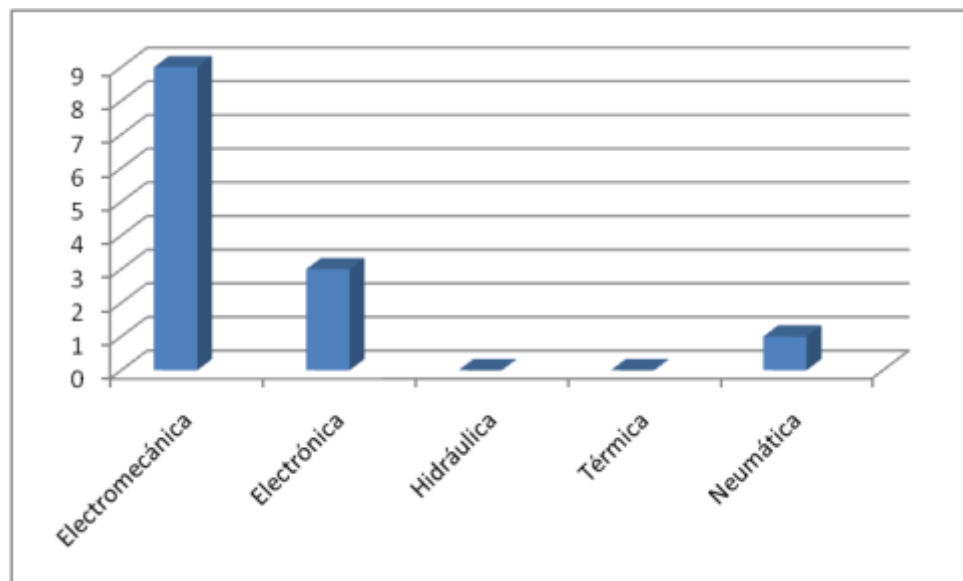


Figura 0-6 Selección de plantas controladas Electronica



Resultados de las Encuestas

TIPOS DE PLANTAS CONTROLADAS

PLANTAS	SELECCIO N	PORCENTAJE %
Electromecánica	63	40
Electrónica	39	25
Hidráulica	24	15
Neumática	28	18
Térmica	4	3
TOTAL	158	100

Tabla 0-9 Preferencia de plantas controladas



Figura 0-7 Preferencia de plantas controladas

De los resultados, se puede concluir que tanto docentes como estudiantes, sugieren que las prácticas de laboratorio sean desarrolladas con los siguientes tipos de plantas controladas:

- Electromecánica 41%.
- Hidráulica 16%.
- Electrónica 25%.
- Neumática 18%.

PRIORIZACIÓN Y SELECCIÓN DE PLANTAS CONTROLADAS

Debido a que el objetivo general del presente proyecto es el diseño, modelación y simulación de 3 equipos básicos para iniciar la implementación de un laboratorio de Control Automático, es muy necesaria la priorización de las plantas controladas, en función de las sugerencias brindadas por los docentes y estudiantes de la escuela de Ingeniería Eléctrica.

Con esta premisa, se seleccionaron los tres tipos de plantas controladas con



UNIVERSIDAD DE CUENCA

mayor porcentaje de preferencia: Electromecánica, Térmica e Hidráulica.

Ahora bien, analizando las respuestas del segundo ítem de las encuestas aplicadas, es posible especificar la aplicación de cada uno de los tipos de plantas controladas que conformarán los equipos didácticos:

TIPO DE PLANTA	APLICACION DE CONTROL
Electromecánica	Monitor de velocidad de motor corriente continua.
Electronica	Monitor de un Sensor de Luz
Electrónica	Captura de Señales Pendulo

Tabla 0-10 Aplicación de plantas controladas seleccionadas

La estructura, diseño, componentes y funcionamiento de cada una de las plantas seleccionadas, son abordadas con detalle en el Capítulo 4 y 5.



4. Capitulo

Fase de Análisis

Organización del Proyecto.

Como respuesta a las necesidades de desarrollo, el proyecto exige la correcta asignación de roles para el grupo de trabajo, esto con el fin de explotar el conocimiento de cada uno de los integrantes. De acuerdo a teorías de organización la mejor manera de hacer este compendio es hacer una clasificación de eneatis; para esto se ha utilizado el Test del Eneagrama, a fin de determinar la personalidad de cada miembro y asignarle las funciones correspondientes según sus fortalezas.

Resultado del Test del Eneagrama			
Miembro del equipo	Eneatis		Descripción
Jackeline Bermeo	8	- El Desafiador	El tipo poderoso, dominante, seguro de sí mismo, decidido, voluntarioso y retador.
Danny Muñoz	9	- El Pacifista	Persona conciliadora, dinámico, involucrado y comprometido.

Tabla 0-1 Resultados Test Eneagrama



Determinación y Asignación de roles.

Rol	Descripción	Responsable
Jefe de Proyecto	Supervisor y responsable del proyecto.	Jackeline Bermeo Danny Muñoz
Analista del Proyecto	Coordina el análisis de requerimientos del sistema.	Danny Muñoz
Diseñador del Proyecto	Describe el la funcionalidad de las plantas monitoreadas.	Danny Muñoz
Especificador de Casos de Uso	Es el responsable de las descripciones detalladas de uno o más casos de uso para las plantas Monitoreadas.	Danny Muñoz Jackeline Bermeo
Diseñador de Interfaces de Usuario	Diseña las Interfaces para el control de las plantas monitoreadas.	Jackeline Bermeo
Revisor de Requisitos	Revisa cada una de las necesidades planteadas para el proceso de negocio.	Jackeline Bermeo Danny Muñoz
Integrador de Sistemas	Planifica la manera de integrar los requerimientos de las plantas controladas.	Jackeline Bermeo
Diseñador de Pruebas	Es el responsable de la formulación del modelo de pruebas .	Jackeline Bermeo Danny Muñoz
Escritor Técnico	Encargado de la documentación del Proyecto.	Danny Muñoz Jackeline Bermeo



Programador	Programa el código fuente.	Jackeline Bermeo Danny Muñoz
--------------------	----------------------------	---------------------------------

Tabla 0-2 Determinación de Roles

Descripción Técnica

El sistema orientado al control de las plantas físicas, de antemano presenta ciertos requerimientos tanto de hardware como de software. Esto como respuesta a la necesidad de desarrollo de la solución buscada.

Componentes de Hardware

Es necesario recopilar tres computadores con características distintas, tanto para desarrollo, documentación y pruebas.

1er Computador: Destinado a Desarrollo de programación, pruebas y documentación.

- Procesador: Corel 2 Duo de 2.9 GHZ
- Memoria: 3GB de RAM
- Disco Duro: 180GB de Disco Duro.

2do Computador: Destinado a Desarrollo de programación, pruebas y documentación.

- Procesador: Corel 2 Duo de 3.0GHZ
- Memoria: 4GB de RAM
- Disco Duro: 250GB de Disco Duro.

2do Computador: Destinado a Desarrollo de pruebas y documentación.

- Procesador: Corel 2 Duo de 1.0GHZ
- Memoria: 2GB de RAM
- Disco Duro: 1600GB de Disco Duro.
- Adaptador Puerto Serie.



Componentes de Software

Ya con las especificaciones técnicas de hardware, es necesario reunir ciertas especificaciones de software para cada computador.

1er Computador: Destinado a Desarrollo de programación, pruebas y documentación.

- Sistema Operativo Windows Seven.
- Microsoft Office 2007
- Microsoft Visual Basic 6
- Microsoft Visio 2007

2do Computador: Destinado a Desarrollo de programación, pruebas y documentación.

- Sistema Operativo Windows XP SP3 Profesional.
- Microsoft Office 2007
- Microsoft Visual Basic 6
- Microsoft Visio 2007

3er Computador: Destinado a Desarrollo de pruebas y documentación.

- Sistema Operativo Windows Seven.
- Microsoft Office 2007

Recursos Humanos

Dado que es un proyecto de Tesis, el recurso humano lo conforman:

- Jackeline Bermeo
- Danny Muñoz

Presupuesto

La realización de este proyecto es



UNIVERSIDAD DE CUENCA

PRESUPUESTO DE TESIS DE GRADO

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COST.UNIT.	COST.TOTAL
1	COPIAS DE TEXTOS	3200	0,02	64
2	TRANSPORTE DENTRO DE LA CIUDAD (8 MESES)	300	0,25	75
3	TEXTOS ESPECIALIZADOS	3	70	210
4	COMPUTADOR PERSONAL	1	1700	1700
5	DISPOSITIVOS DE ADQUISICION DE DATOS	3	200	600
6	IMPLEMENTOS DE OFICINA	1	70	70
7	MEMORIAS FLASH 4 GB	1	25	25
8	DERECHOS DE GRADO	1	60	60
9	DERECHOS Y SOLICITUDES	1	20	20
10	ALIMENTACION	8	100	800
			TOTAL	3624

Los 2 computadores del componente de hardware están provistos por el recurso humano como parte de la colaboración para el desarrollo del proyecto.

Análisis de los Requerimientos

Una vez que ya estudiamos la amplia gama de opciones que el usuario final presento como posibles soluciones a módulos para prácticas de laboratorio, el siguiente paso es estudiar cada uno de los requerimientos. Para este análisis, es necesario asignar funciones a nuestro recurso humano. Jackeline Bermeo se encarga en conjunto con Danny Muñoz de la captura de requerimientos de cada planta en conjunto con el docente Ing. Fabián Cabrera.

Los primeros documentos facilitados fueron los modelos de las plantas controladas. Entre estos documentos se encuentran los modelos de bloques descritos y documentados en la parte de desarrollo.

Además de estos documentos, es necesario estudiar los modelos electrónicos de las plantas, dichos modelos estaban bajo el desarrollo de Danny Ochoa.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Los modelos electrónicos nos dan una mejor idea del funcionamiento y de lo que el estudiante espera con el control automatizado mediante un computador.

La idea de una planta controlada, es iniciar una toma de datos mediante el puerto serie, esta toma de datos debe ser racional y equivalente en cada uno de sus puntos. Estos datos deben ser interpretados de acuerdo a la magnitud física estudiada y luego ser analizados de acuerdo a su comportamiento.

Visión General de Necesidades de una Planta Controlada.

Los requerimientos de cada planta se logran partiendo de un estudio paulatino de comportamiento y necesidades a satisfacer al usuario. Previamente a la captura de requerimientos es necesario estudiar variables como el ambiente, las interfaces, usuarios

Ambiente Físico

- ¿Dónde estará ubicado cada sistema para su funcionamiento?
- La planta controlada está en funcionamiento?.
- ¿Dónde estará ubicado el grupo de desarrollo?
- Durante el tiempo que dure el proyecto, existe el espacio físico para el desarrollo del software.

Interfaces

- ¿El Sistema manejará un control en la adquisición de datos?
- ¿Se maneja graficas para la visualización de adquisición de datos?
- Si, el sistema tendrá mecanismos de validación y graficación de datos, para tratar de evitar la redundancia de información.
- ¿El sistema interactuará con otros aplicativos?
- El sistema está orientado a ser amigable con el usuario, por tanto proceso como la exportación de datos deben ser compatibles con aplicativos como office.
- ¿Existe algún formato para determinar las fechas y los nombres de los documentos?



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Para el nombre de los documentos el propio usuario podrá guardar los datos en la ubicación que desee con formato de EXCEL.

Usuarios y factores humanos

- ¿Quién usará el sistema?
- El sistema será usado por estudiantes que tomen la asignatura de Teoría de Control, en las Escuelas de Informática, Electrónica y Telecomunicaciones, y Eléctrica.
- ¿Qué clase de entrenamiento requerirá cada tipo de usuario?
- Todos los usuarios requerirán la capacitación básica del uso del sistema. Además, será necesaria una capacitación especial para el maestro.
- ¿Cuán fácil le será a un usuario comprender y utilizar el sistema?

En general la interfaz debe ser intuitiva para los usuarios. Debido a esto el manejo del sistema será sencillo, contará con todas las ayudas y consejos visuales necesarios para evitar confusiones y errores.

¿Cómo el sistema puede evitar el ingreso de datos erróneos?

Será difícil que ingresen datos erróneos al sistema, puesto que todos los campos de los formularios se encontrarán validados.

Funcionalidad

¿Qué hará el sistema de cada planta controlada?

El sistema estará en capacidad de proveer las siguientes funciones para la planta orientada al estudio de un péndulo:

- Captura de Datos
- Gráfica de Datos en tiempo real.
- Cálculo de Máximos.
- Cálculo de Envolvente.
- Guardar Datos en aplicativos Excel.



- Envío de datos.
- Tener versatilidad en la forma de captura de señales.
- Tiempos de Captura de datos.
- Numero de Datos para la captura

El sistema estará en capacidad de proveer las siguientes funciones para la planta orientada al estudio de un Control de Iluminación:

- Captura de Datos
- Grafica de Datos en tiempo real.
- Ajustar tiempo de captura para la visualización.
- Calculo de Máximos.
- Calculo de Envolvente.
- Guardar Datos en aplicativos Excel.
- Envío de datos.
- Tener versatilidad en la forma de captura de señales.
- Tiempos de Captura de datos.
- Numero de Datos para la captura

El sistema estará en capacidad de proveer las siguientes funciones para la planta orientada al estudio de un Motor:

- Captura de Datos
- Grafica de Datos en tiempo real.
- Calculo de Máximos.
- Calculo de Envolvente.
- Guardar Datos en aplicativos Excel.
- Envío de datos.
- Tener versatilidad en la forma de captura de señales.
- Tiempos de Captura de datos.
- Numero de Datos para la captura



¿Es difícil realizar cambios y / o mejoras en cada sistema? Si la respuesta es afirmativa, ¿en qué medida?

Sí es posible realizar cambios en el sistema, de acuerdo con las necesidades. Estos cambios se realizarían fácilmente debido a que todas las funciones del sistema permanecen documentadas y de hecho el sistema se orienta a un crecimiento funcional.

¿Existen restricciones a la velocidad de ejecución y al tiempo de respuesta?

La velocidad de ejecución no será un problema pues el sistema estará orientado a consumir pocos recursos, mas sin embargo aunque el tiempo de respuesta dependería de la velocidad del procesador de cada computador, esto no representara un problema por la capacidad de carga del computador.

Documentación

¿Qué documentación se requiere?

Para la elaboración del sistema se requiere una documentación específica relativa especialmente a aspectos sobre:

- Definición de requerimientos
- Especificación de requerimientos
- Reporte de pruebas
- Manual de usuario

¿A qué usuario está orientado cada tipo de información?

La definición de requerimientos y el manual de usuario estarán orientados a personas sin conocimientos técnicos de informática. Los documentos de especificación de requerimientos, y reporte de pruebas están orientados a personas con conocimientos técnicos de informática.



Datos

¿Cómo se manejarán los datos para la entrada y para la salida?

Los datos de entrada y salida se registrarán en un documento de Excel que debe contener todos los campos validados para evitar errores.

¿Con qué frecuencia se recibirán o enviarán los datos?

El usuario final, debe tener la posibilidad de enviar o no las practicas de acuerdo con su criterio. El usuario puede hacer n practicas y solo cuando el desee puede enviar las practicas.

¿Cuán exactos deben ser?

Los datos requieren la mayor exactitud posible, debido a que el estudio de las variables depende enteramente de los datos capturados.

¿Qué datos deben ser almacenados?

Toda la información de cada planta en una nueva practica tiene los datos de entrada: señal tiempo y coordenada xy. Para el maestro se almacenan los datos calculados automáticamente.

Recursos

¿Qué recursos materiales y humanos se requieren para construir, utilizar y mantener el sistema?

Los recursos materiales imprescindibles son: dos computadoras, para las etapas de análisis, diseño, desarrollo y pruebas; una computadora, que funcionará como motor de pruebas; una impresora, e insumos (papel, cartuchos de tinta, carpetas, grapas, lápices, etc.). Los recursos humanos son los autores de este Proyecto quienes se encargarán del análisis y diseño, desarrollo y pruebas, y un dirigente especializado, en este caso nuestro director de tesis, Ing. Fabián Cabrera.



Seguridad

¿Cómo se podrán aislar los datos de cada práctica?

Cada práctica tiene independencia de datos, los datos tomados de cada planta serán almacenados en archivos únicos, los cuales están a disposición del usuario.

¿El envío de datos es seguro?

El sistema debe ser capaz de enviar los datos de las prácticas, para ello los usuarios ingresarán su correo y su contraseña, la misma que debe ser encriptada y no almacenada en ningún archivo del sistema.

Aseguramiento de la calidad

¿Qué grado de flexibilidad tendrá el sistema?

El diseño de los procesos de los sistemas serán capaces de adaptarse a distintas plantas físicas donde se necesiten iguales estudios.

¿Cómo se puede asegurar la calidad del software a desarrollar?

Una de las formas de asegurar la calidad del software es a través del uso de metodologías de desarrollo. En este proyecto se utilizará la metodología RUP para la construcción del software.

Definición de Procesos

En este proyecto es necesario definir cómo se manejarán los procesos para los documentos salientes, correspondientes a las prácticas, además de la comprobación de datos por el Administrador que será el Profesor encargado de la materia.

Procesos Comunes

Ingreso de Señales

- Toma de Datos desde cada una de las plantas controladas.



Procesamiento de señales

- Se debe visualizar las señales capturadas de cada planta para demostrar gráficamente el comportamiento de la plata.

Documentación de la Práctica

- El usuario debe documentar la práctica en un archivo de Excel con los datos de la captura de señales.
- El usuario es capaz de Abrir un archivo de práctica, y obtener en el sistema la simulación de los datos almacenado en dicha práctica.

Envío de Datos

- El estudiante debe tener la opcion de enviar los datos de su práctica al profesor.

Reglas de las prácticas

Regla	Descripción	Fuente
La Captura de datos se hace atreves del puerto serie	Cada dato almacenado es almacenado en un buffer	Especificación Técnica
Las Grafica es En tiempo Real	El comportamiento de la magnitud física involucrada en la captura de datos se graficara de manera inmediata.	Especificación Técnica

Tabla 0-3 Requerimientos

Procesos Comunes

La mayoría de Procesos en las plantas son comunes, sin embargo por la complejidad de cada planta, existen procesos únicos y exclusivos para cada dispositivo.

Péndulo



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Regla	Descripción	Fuente
Calculo de Máximos	La grafica de la captura de Datos, muestra un comportamiento amortiguado, de tal manera q el comportamiento presenta puntos máximos.	Análisis de Datos.
Calculo de Envolvente	La grafica de los datos capturados permite graficar la envolvente de amortiguamiento	Calculo de la ecuación de amortiguamiento
Guardar Cálculos y variables de envolvente	Cada variable es almacenada en un documento de Excel, sin embargo esta restricción es solo accesible para el profesor.	Datos Capturados

Tabla 0-4 Requerimientos Pendulo

Monitoreo de Sensor de Luz

Regla	Descripción	Fuente
Capturar Señal de Entrada/Referencia.	Se Procede a capturar una muestra de señal de referencia.	Generador de Señales.
Capturar Señal de Error	Dentro del mismo diagrama de bloques en el generador de señales, es necesario capturar la señal de error.	Generador de Señales.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Calculo de Máximos	La grafica de la captura de Datos, muestra un comportamiento amortiguado, de tal manera q el comportamiento presenta puntos máximos.	Análisis de Datos.
Calculo de Envolvente	La grafica de los datos capturados permite graficar la envolvente de amortiguamiento	Calculo de la ecuación de amortiguamiento

Tabla 0-5 Sensor de Luz

Motor de Corriente Continua

Regla	Descripción	Fuente
Capturar Señal de Entrada/Referencia.	Se Procede a capturar una muestra de señal de referencia.	Generador de Señales.
Capturar Señal de Error	Dentro del mismo diagrama de bloques en el generador de señales, es necesario capturar la señal de error.	Generador de Señales.
Calculo de Máximos	La grafica de la captura de Datos, muestra un comportamiento amortiguado, de tal manera q el comportamiento presenta puntos máximos.	Análisis de Datos.
Calculo de Envolvente	La grafica de los datos capturados permite graficar la envolvente de	Calculo de la ecuación de amortiguamiento



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	amortiguamiento	nto
--	-----------------	-----

Tabla 0-6 Motor de Corriente Continua

Requerimientos

A continuación se describen los requerimientos que debe tener el sistema para cubrir las necesidades planteadas por los usuarios de los sistemas de Monitoreo para las plantas construidas. Estos requerimientos fueron definidos luego del análisis de encuestas a los estudiantes.

REQ-001	
Versión	1.0
Fuentes	Ing. Fabián Cabrera
Descripción	Modelar un sistema base para la captura de señales desde un puerto serie.
Importancia	Alta
Clase	Funcional
Especificación del Requerimiento	Definir los procesos bases para la captura de señales analógicas desde fuentes externas mediante un puerto serie.

REQ-002	
Versión	1.0
Fuentes	Ing. Fabián Cabrera
Descripción	Implementar un sistema de captura procesamiento y control de señales para la planta P1



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Importancia	Alta
Clase	Funcional
Especificación del Requerimiento	Diseñar un sistema para Capturar, Procesar, y controlar las señales ofrecidas por un Péndulo Físico, con el fin de estudiar los fenómenos físicos y mecánicos de dicha planta.

REQ-003	
Versión	1.0
Fuentes	Ing. Fabián Cabrera
Descripción	Implementar un sistema de captura procesamiento y control de señales para la planta P2
Importancia	Alta
Clase	Funcional
Especificación del Requerimiento	Diseñar un sistema para Capturar, Procesar, y controlar las señales ofrecidas por un Control de Iluminación, con el fin de estudiar los fenómenos físicos y mecánicos de dicha planta.

REQ-004	
Versión	1.0
Fuentes	Ing. Fabián Cabrera
Descripción	Implementar un sistema de captura procesamiento y control de señales para la planta P3
Importancia	Alta
Clase	Funcional
Especificación del	Diseñar un sistema para Capturar, Procesar, y



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Requerimiento	controlar las señales ofrecidas por un Motor DC, con el fin de estudiar los fenómenos físicos y mecánicos de dicha planta.
----------------------	--

REQ-005	
Versión	1.0
Fuentes	Ing. Fabián Cabrera
Descripción	Realizar el cálculo del coeficiente de amortiguamiento y longitud de la onda amortiguada para las señales ofrecidas por un Péndulo Físico.
Importancia	Alto
Clase	Funcional
Especificación del Requerimiento	Mediante ecuaciones diferenciales de segundo orden, determinar los Coeficientes de Amortiguamiento y Longitud de Onda amortiguada, de acuerdo al comportamiento y análisis de señales.
REQ-006	
Versión	1.0
Fuentes	Ing. Fabián Cabrera
Descripción	Determinar la portabilidad del análisis de señales en aplicativos Office.
Importancia	Alto



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Clase	Funcional
Especificación del Requerimiento	Definir procesos para la portabilidad de cálculos dentro de hojas de cálculo, e incluir el grafico de las señales tomadas.

REQ-007	
Versión	1.0
Fuentes	Ing. Fabián Cabrera
Descripción	Definir sistema de envío de prácticas.
Importancia	Medio
Clase	No Funcional
Especificación del Requerimiento	Se diseñará un formulario, para el envío del documento de la practica a un correo electrónico.

REQ-008	
Versión	1.0
Fuentes	Ing. Fabián Cabrera
Descripción	Diseñar un método de para el calculo del punto de establecimiento para el motor P3



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Importancia	Alto
Clase	Funcional
Especificación del Requerimiento	Ya que se especifica la portabilidad de los datos de cada práctica sobre las plantas controladas, es necesario definir un método capaz de reprocesar datos previamente tomados.

Definición de los Casos de Uso

Los casos de uso describen el comportamiento del sistema o de parte del mismo; este comportamiento está definido por una secuencia de acciones tendientes a cumplir un objetivo específico; cada acción representa la interacción del sistema con un elemento externo definido como actor.

Una vez analizados los requerimientos del sistema, es necesario plantear los casos de uso que se describen a continuación:

Casos de Uso correspondientes a la Planta 1 Péndulo.

CU-001P1	Capturar
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Descripción	El usuario conecta la planta controlada al puerto serie, inicia el programa y captura los datos.
Precondiciones	Ingresar al Sistema de Control del Péndulo. Escoger el Numero de Puerto Escoger el Numero de Canal Escoger el tiempo de captura.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge "CAPTURAR" en el sistema2. El sistema debe almacenar los datos.3. El sistema inicia el caso de uso CU-002P1
Subflujos	Almacenar Datos
Excepciones	E-1 La Captura depende del tiempo.

CU-002P1	Graficar Datos Péndulo
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Sistema
Tipo	Primario
Descripción	El caso de uso inicia en el momento de la captura de datos.
Precondiciones	El usuario debió iniciar la captura Escoger el Numero de Puerto Escoger el Numero de Canal Escoger el tiempo de captura.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge "CAPTURAR" en el sistema



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	2. El sistema almacena los datos en un buffer mientras grafica de manera senoidal el comportamiento del péndulo.
Subflujos	Almacenar Datos
Excepciones	

CU-003P1	Detener Capturar Datos Péndulo
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario detiene la captura, almacenamiento y grafica de los datos desde el puerto serie.
Precondiciones	Iniciar el CU-002P2
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge "DETENER" en el sistema2. El sistema debe detener la grafica de los datos.
Subflujos	
Excepciones	

CU-004P1	Calcular Aproximados
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario utiliza los datos capturados para calcular los aproximados en la grafica senoidal.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Precondiciones	Existe una captura valida de datos.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge “Calcular Aproximados” en el menú del sistema2. El sistema realizar los cálculos con los datos del buffer.3. El sistema presenta los resultados en las grillas posteriores.
Subflujos	Almacenar Datos
Excepciones	E-1 Si la captura no es válida, el sistema

CU-005P1	Graficar Aproximados
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario con los cálculos hechos puede graficarlos de tal manera, que se pueda estudiar el comportamiento del dispositivo.
Precondiciones	Realizar el cálculo de Aproximados
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge “GRAFICAR APROXIMADOS” en el sistema2. El sistema debe tomar los cálculos hechos y graficar los puntos, sobre la senoidal de comportamiento.
Subflujos	
Excepciones	



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CU-006P1	Guardar Documento
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario decide grabar en un documento de Excel los cálculos y datos tomados en el péndulo.
Precondiciones	Realizar la previa Captura de Datos Cálculos de Aproximados realizados Grafica en Pantalla Realizada
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge “GUARDAR” en el sistema2. El sistema debe almacenar los datos en un documento de Excel.3. El sistema pregunta el Nombre del archivo.4. El sistema pregunta al usuario si desea enviar los datos como definitivos, inicia el caso de uso CU-007P1.5. El sistema Presenta la grafica de comportamiento en Excel.
Subflujos	Graficar Datos en Excel
Excepciones	E-3 Si el usuario no está conectado a internet, el sistema no envía datos.

CU-007P1	Enviar Documento
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tipo	Primario
Descripción	El usuario guarda los datos de la captura, los cálculos y la grafica de comportamiento y decide enviar la practica a un correo electrónico.
Precondiciones	Abrir dialogo guardar Escoger, "ENVIAR DATOS COMO DEFINITIVOS"
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge "SI" en el dialogo Enviar Datos Como Definitivos luego de guardar el documento Excel.2. El sistema presenta el formulario para ENVIAR al usuario.3. El usuario debe ingresar su cuenta de correo electrónica en gmail.4. El usuario debe ingresar su contraseña y datos identificativos para enviar el correo5. El usuario pulsa "Enviar"
Subflujos	
Excepciones	

CU-008P1	Abrir Documento
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario tiene datos de una práctica anterior y desea cargarlos en el sistema para realizar cálculos y las graficas correspondientes.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Precondiciones	Documento de Excel de una practica valida.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge “Abrir” en el sistema2. El sistema pregunta sobre la ubicación del archivo.3. El grafica los datos almacenados.
Subflujos	Grafica Datos
Excepciones	



Diagramas de Casos de Uso Péndulo.

Diagrama General de Caos de Uso

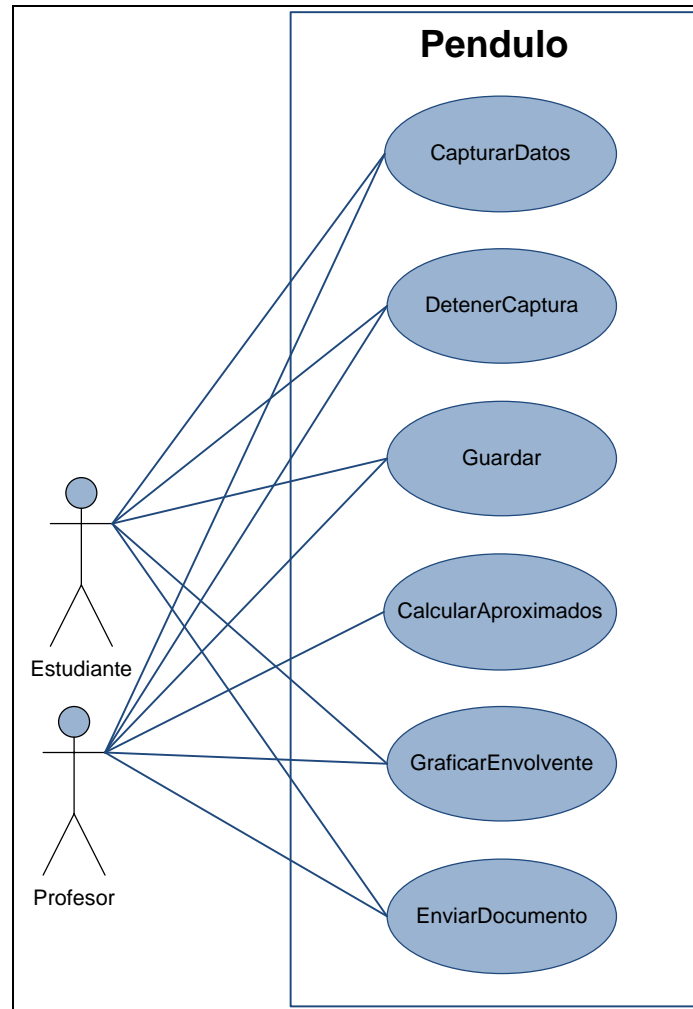


Diagrama 0-1 Casos de Uso Pendulo



Diagrama Detallado De Caos de Uso

CU-001P1 Capturar Datos Péndulo

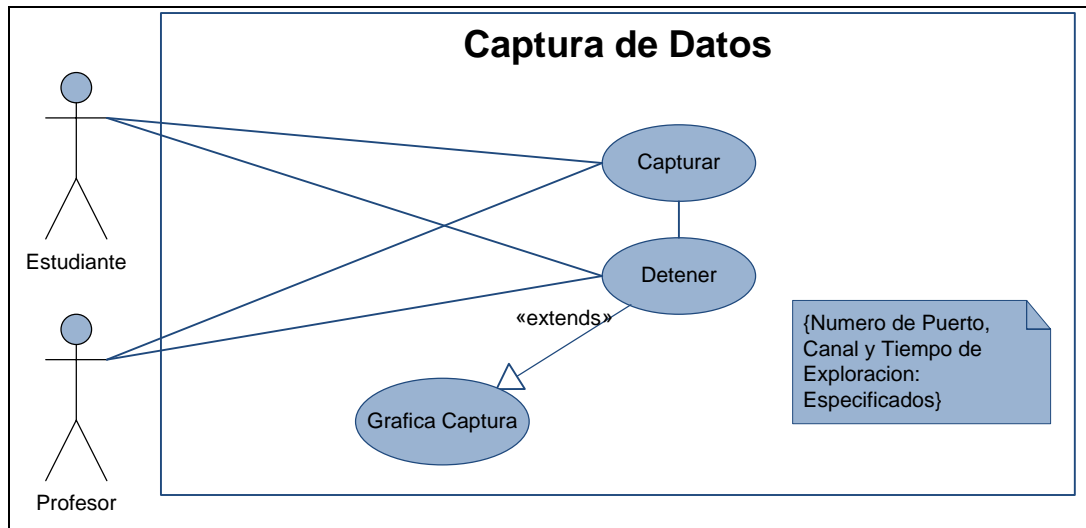


Diagrama 0-2 Captura de Datos

CU-002P1 Graficar Datos Péndulo

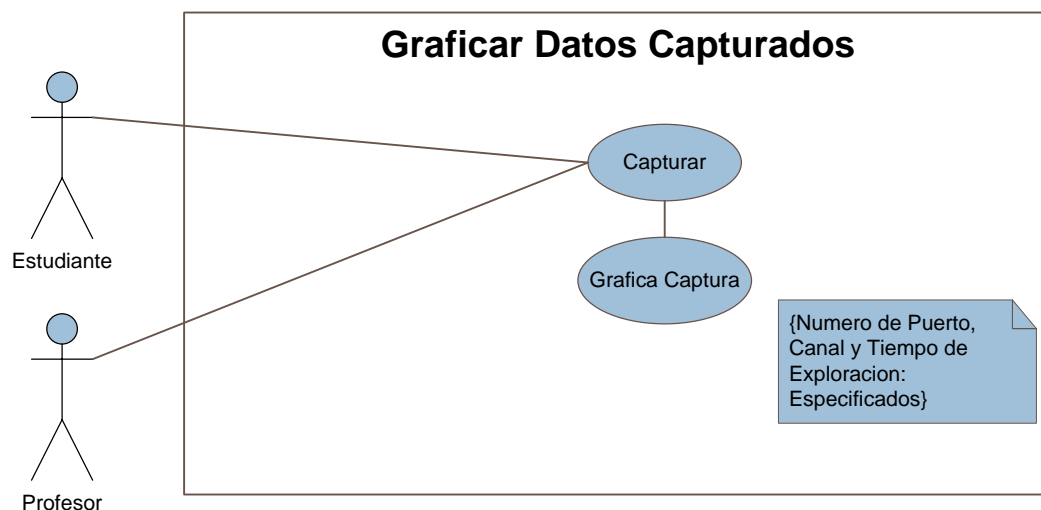


Diagrama 0-3 Grafica Datos Capturados



CU-003P1 Detener Capturar Datos Péndulo

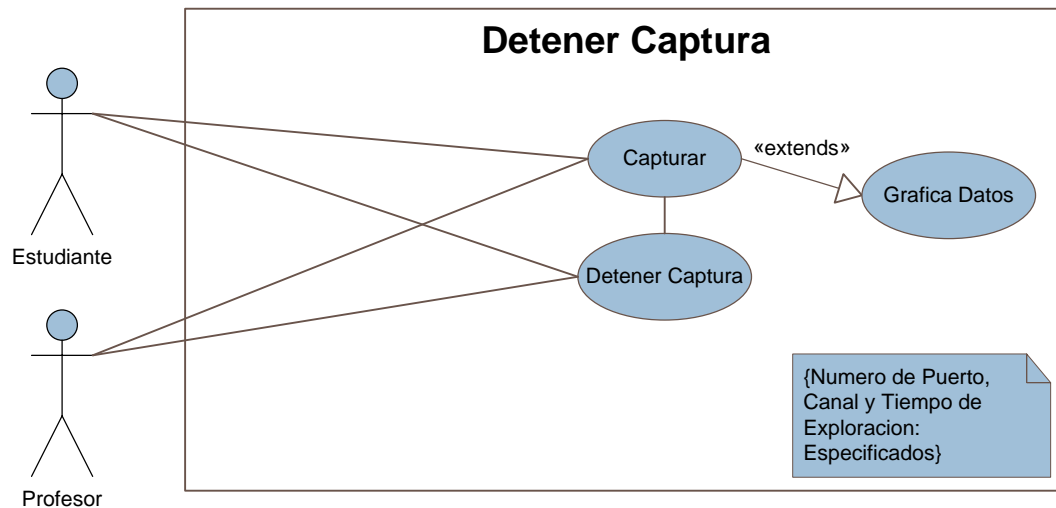


Diagrama 0-4 Detener Captura P1

CU-004P1 Calcular Envolvente de Amortiguamiento

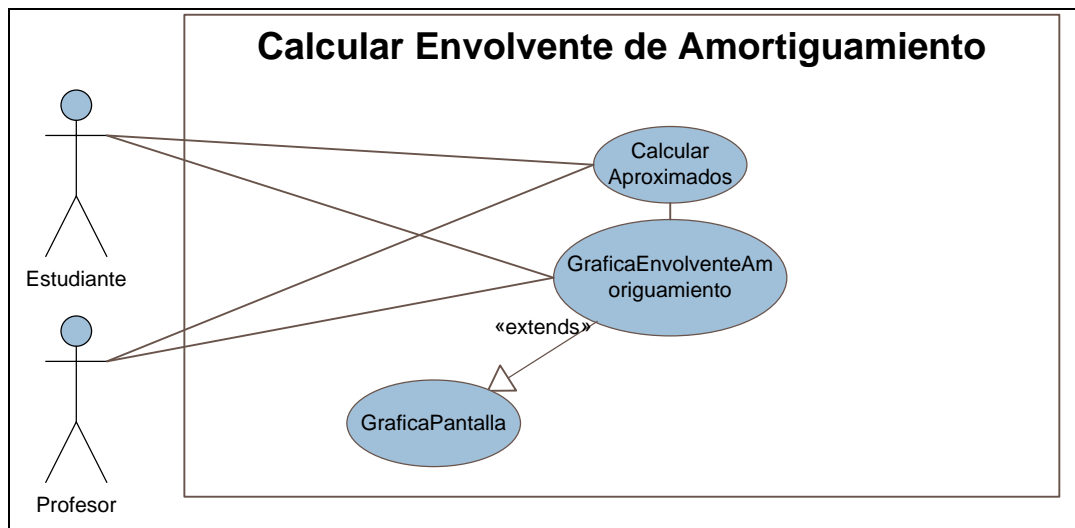


Diagrama 0-5 Calcular Envolvente P1



CU-005P1 Graficar Envolverte

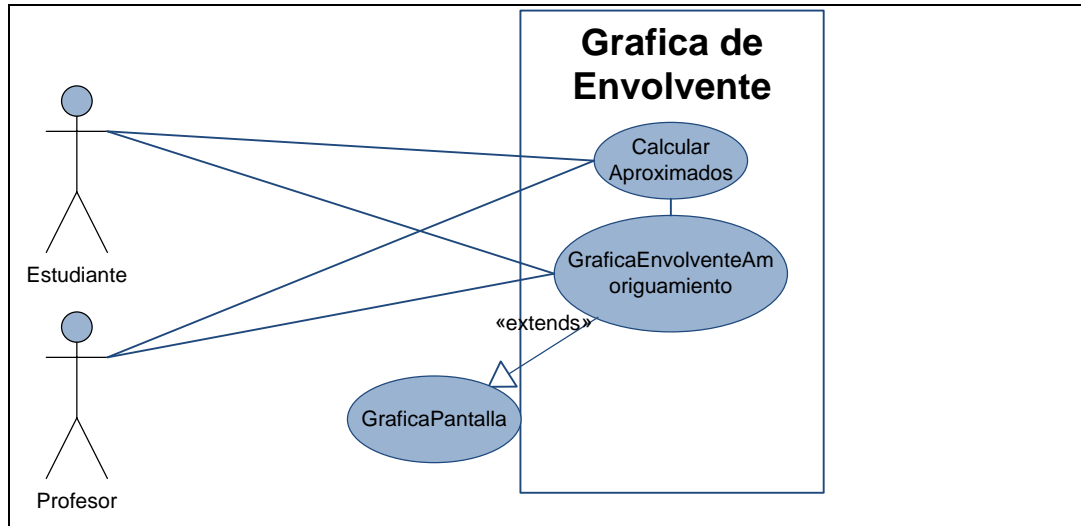


Diagrama 0-6 Graficar Envolverte P1

CU-006P1 Guardar Documento

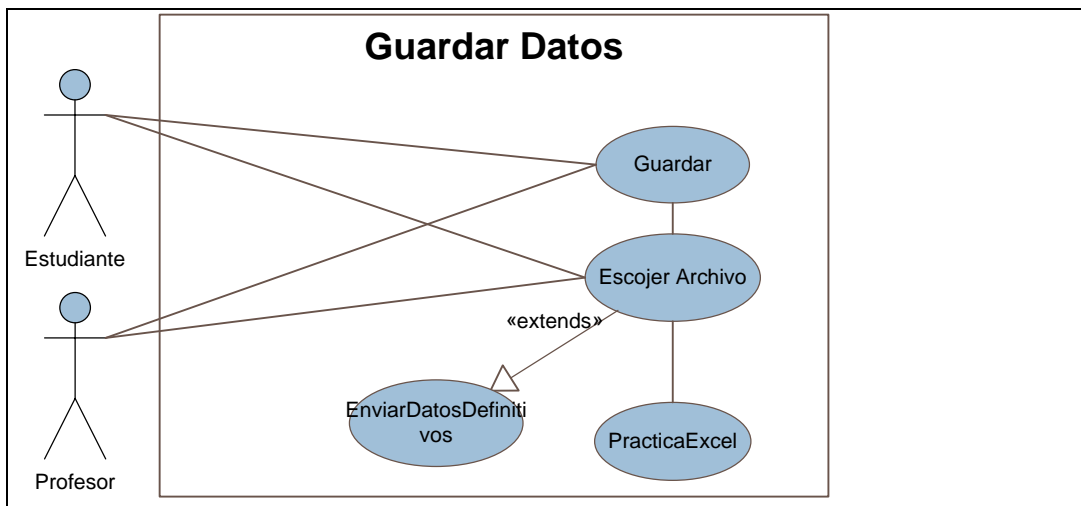


Diagrama 0-7 Guardar Documento P1



CU-007P1 Enviar Datos

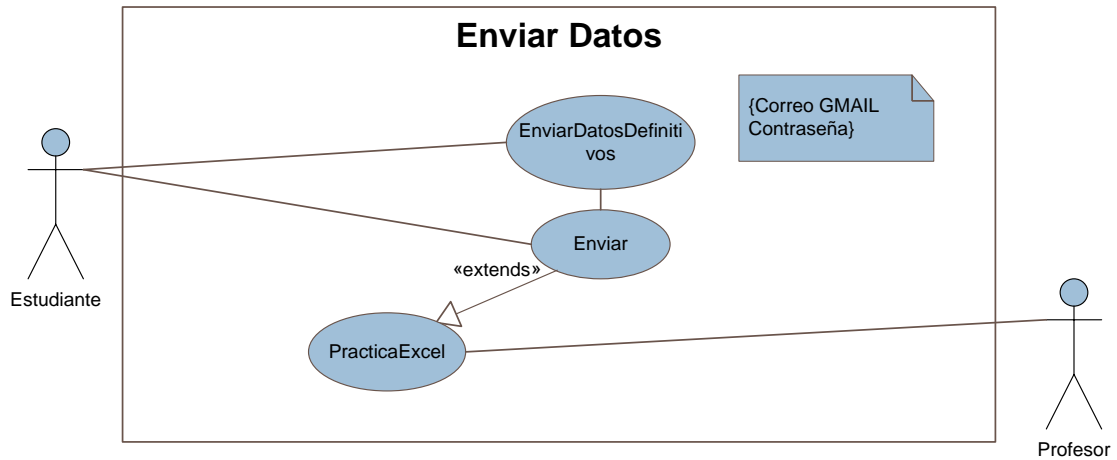


Diagrama 0-8 Enviar Datos P1

CU-008P1 Abrir Documento

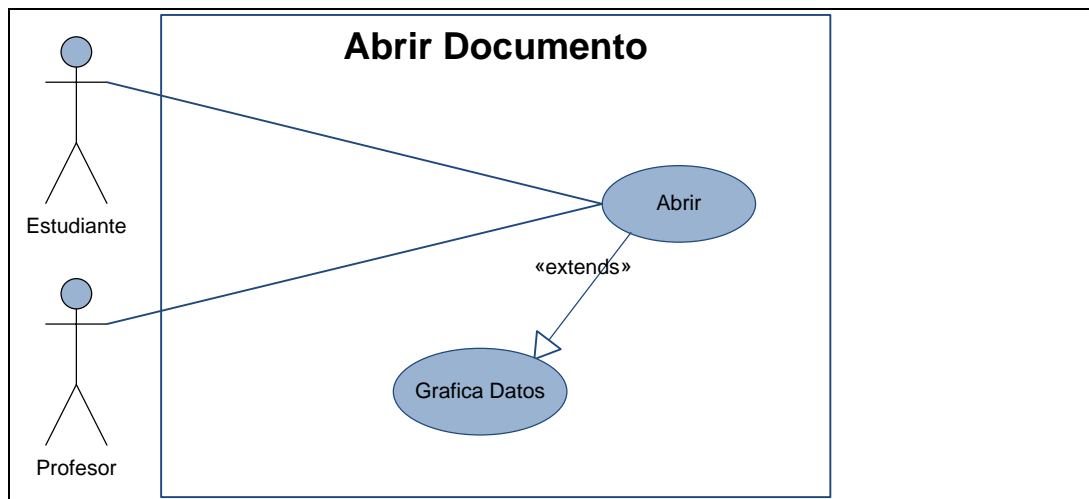


Diagrama 0-9 Abrir Documento P1



Clasificación de los Casos de Uso Planta 1

Ya identificados los casos de uso con los respectivos requerimientos previos, podemos clasificarlos de tal manera que podamos priorizar su implementación.

N. Caso de Uso	Nombre Caso de Uso	Repercusión Arquitectura Sistema	Incluye Funciones Complejas	Representa Procesos Primarios
CU-001P1	Captura Datos Péndulo	ALTA	ALTA	ALTA
CU-002P1	Graficar Datos Péndulo	NORMAL	BAJA	BAJA
CU-003P1	Detener Captura Datos	BAJA	BAJA	NORMAL
CU-004P1	Calcular Envolvente Amortiguamiento	ALTA	BAJA	ALTA
CU-005P1	Graficar Aproximados	NORMAL	BAJA	NORMAL
CU-006P1	Guardar Datos	NORMAL	NORMAL	BAJA
CU-007P1	Enviar Documento	BAJA	BAJA	BAJA
CU-008P1	Abrir Documento	BAJA	BAJA	BAJA

Tabla 0-7 Casos de Uso P1

A continuación se describe el manejo de los pesos para los criterios:

A	B	C
1	2	3
BAJA	NORMAL	ALTA

Tabla 0-8 Criterios

Asignación de prioridad para los Casos de Uso

Total	Prioridad
3-5	ALTO



UNIVERSIDAD DE CUENCA

6-7	MEDIO
8-9	BAJO

Tabla 0-9 Prioridad Casos de Uso P1

Según los criterios anteriores, la clasificación de los Casos de Uso sería:

Caso de Uso	Total	Prioridad
CU-001P1	8	ALTO
CU-002P1	3	BAJO
CU-003P1	8	ALTO
CU-004P1	7	MEDIO
CU-005P1	5	BAJO
CU-006P1	6	MEDIO
CU-007P1	3	BAJO
CU-008P1	3	BAJO

Tabla 0-10 Casos de Uso

Casos de Uso correspondientes a la Planta 2 Sensor de Luz.

CU-001P2	Entrada Error
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario conecta la planta controlada al puerto serie, inicia el programa y captura los datos de entrada (señal de referencia), y del error.
Precondiciones	Ingresa al Sistema del Sensor de Luz



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	Escoger el Numero de Puerto Escoger el Numero de Canal Escoger el tiempo de Exploración Escoger el Intervalo
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge "Entrada Error" en el sistema2. El sistema debe almacenar los datos.3. El usuario decide capturar la señal de referencia.4. El usuario detiene la captura.5. El sistema pide capturar la señal de error.6. El sistema inicia el caso de uso CU-002P1
Subflujos	Almacenar Datos de las referencias
Excepciones	E-1 La Captura depende del tiempo.

CU-002P2	Capturar Datos
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario conecta la planta controlada al puerto serie, inicia el programa y captura los datos de entrada.
Precondiciones	Ingresar al Sistema del Sensor de Luz Escoger el Numero de Puerto Escoger el Numero de Canal Escoger el tiempo de Exploración



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	Escoger el Intervalo
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge "Captura" en el sistema2. El sistema captura los datos de entrada e inician los casos de Uso CU-003P2 Y CU-004P2
Subflujos	Almacenar Datos de la CAPTURA
Excepciones	E-1 La Captura depende del tiempo.

CU-003P2	Graficar Datos Sensor de Luz
Versión	2.0
Objetos Asociados	
Actores	Sistema
Tipo	Primario
Descripción	El caso de uso inicia en el momento de la captura de datos.
Precondiciones	Ingresar al Sistema del Sensor de Luz Escoger el Numero de Puerto Escoger el Numero de Canal Escoger el tiempo de Exploración Escoger el Intervalo
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge "CAPTURAR" en el sistema2. El sistema grafica en tiempo real
Subflujos	Almacenar Datos
Excepciones	



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CU-004P2	Detener Capturar Datos Sensor de Luz
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario conecta la planta controlada al puerto serie, inicia el programa y captura los datos.
Precondiciones	Escoger el Número de Puerto. Escoger el Número de Canal. Escoger el tiempo de captura.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge "DETENER" en el sistema2. El sistema debe almacenar los datos.3. El sistema inicia el caso de uso CU-003P2
Subflujos	Almacenar Datos
Excepciones	

CU-005P2	Calcular Aproximados Sensor de Luz
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario utiliza los datos capturados para calcular los aproximados en la grafica.
Precondiciones	Existe una captura valida de datos.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge "Calcular Aproximados" en



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	<p>el menú del sistema</p> <ol style="list-style-type: none">2. El sistema realizar los cálculos con los datos del buffer.3. El sistema presenta los resultados en las grillas posteriores.
Subflujos	Almacenar Datos
Excepciones	E-1 Si la captura no es válida, el sistema

CU-006P2	Graficar Aproximados
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario con los cálculos hechos puede graficarlos de tal manera, que se pueda estudiar el comportamiento del dispositivo.
Precondiciones	Realizar el cálculo de Aproximados
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge “GRAFICAR APROXIMADOS” en el sistema2. El sistema debe tomar los cálculos hechos y graficar los puntos, sobre la senoidal de



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	comportamiento.
Subflujos	
Excepciones	

CU-007P2	Guardar Documento
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario decide grabar en un documento de Excel los cálculos y datos tomados.
Precondiciones	Realizar la previa Captura de Datos Cálculos de Aproximados realizados Grafica en Pantalla Realizada
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge "GUARDAR" en el sistema2. El sistema debe almacenar los datos en un documento de Excel.3. El sistema pregunta el Nombre del archivo.4. El sistema pregunta al usuario si desea enviar los datos como definitivos, inicia el caso de uso CU-008P2.5. El sistema Presenta la grafica de comportamiento en Excel.
Subflujos	Graficar Datos en Excel
Excepciones	E-3 Si el usuario no está conectado a internet, el sistema no envía datos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CU-008P2	Enviar Documento
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Tipo	Primario
Descripción	El usuario guarda los datos de la captura, los cálculos y la grafica de comportamiento y decide enviar la practica a un correo electrónico.
Precondiciones	Abrir dialogo guardar Escoger, “ENVIAR DATOS COMO DEFINITIVOS”
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge “SI” en el dialogo Enviar Datos Como Definitivos luego de guardar el documento Excel.2. El sistema presenta el formulario para ENVIAR al usuario.3. El usuario debe ingresar su cuenta de correo electrónica en gmail.4. El usuario debe ingresar su contraseña y datos identificativos para enviar el correo5. El usuario pulsa “Enviar”
Subflujos	
Excepciones	

CU-009P2	Abrir Documento
Versión	1.0



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario tiene datos de una práctica anterior y desea cargarlos en el sistema para realizar cálculos y las graficas correspondientes.
Precondiciones	Documento de Excel de una practica valida.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge “Abrir” en el sistema2. El sistema pregunta sobre la ubicación del archivo.3. El grafica los datos almacenados.
Subflujos	Grafica Datos
Excepciones	

Diagramas de Casos Para la Planta 2 Sensor de Luz

Diagrama General de Caos de Uso

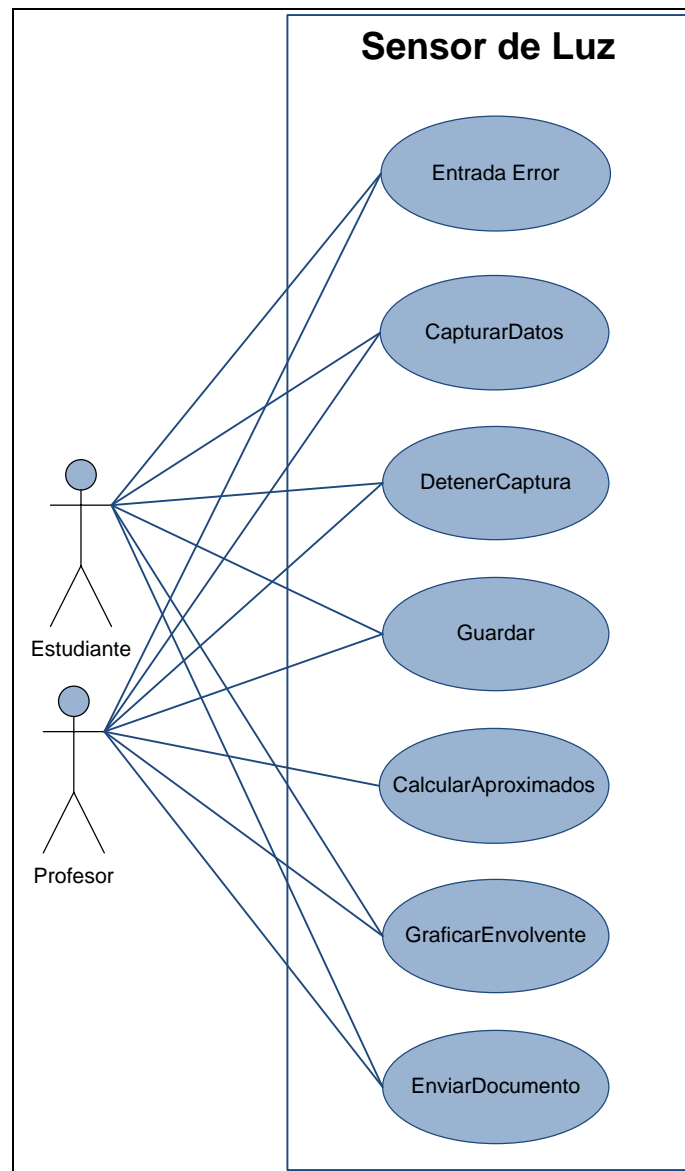


Diagrama 0-10 Casos de Uso P2

Diagrama Detallado De Casos de Uso

CU-001P2 Entrada Error

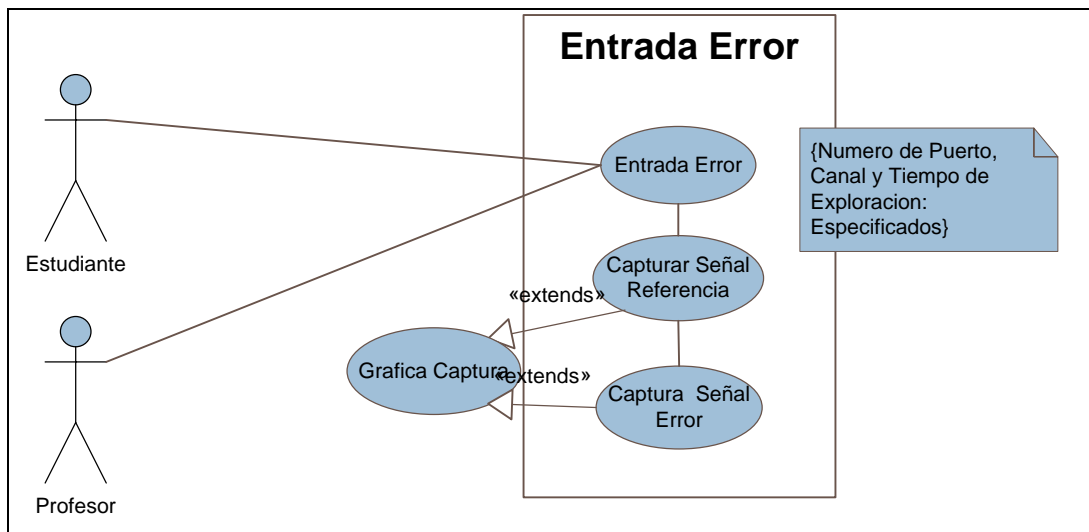


Diagrama 0-11 Entrada Error P2

CU-002P2 Capturar Datos

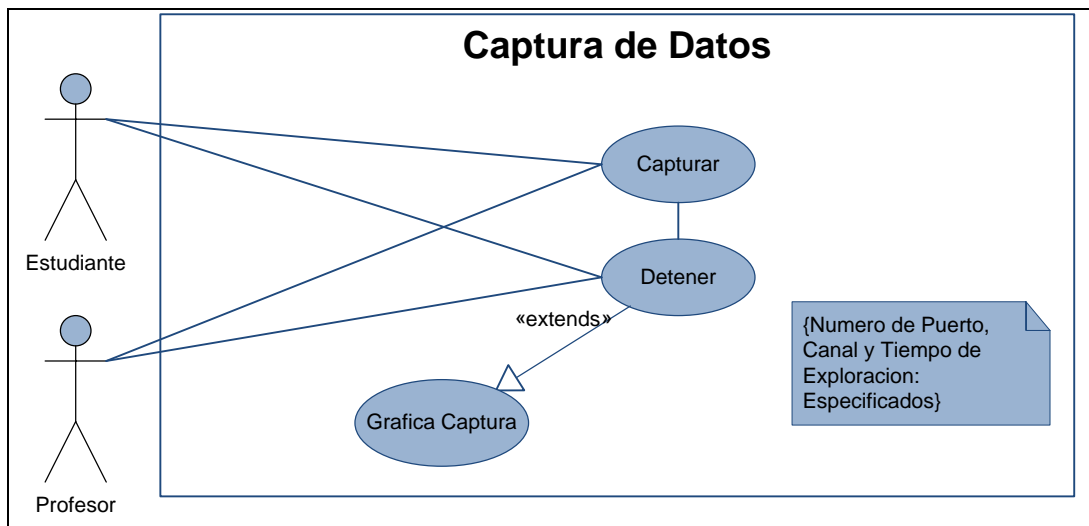


Diagrama 0-12 Captura Datos



CU-003P2 Graficar Datos

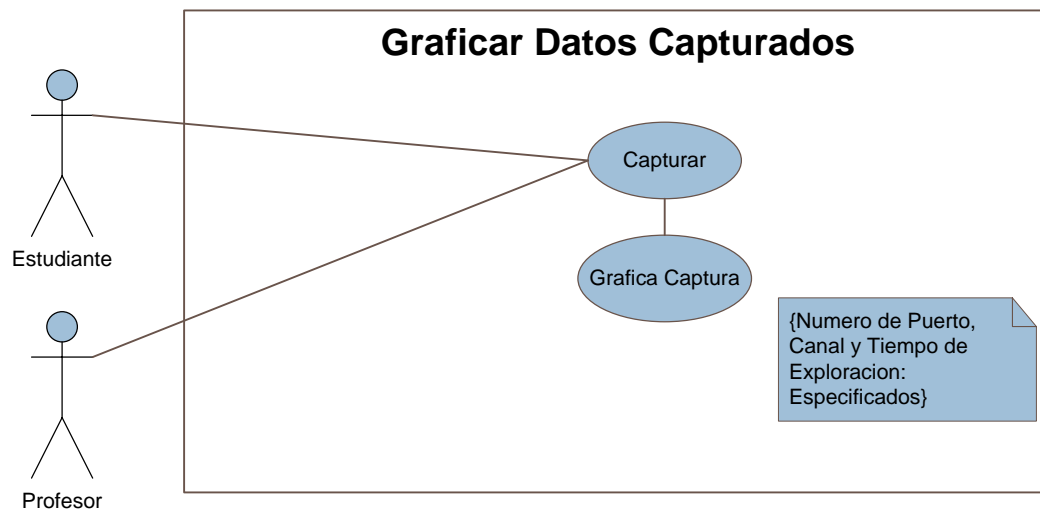


Diagrama 0-13 Graficar Datos P2

CU-004P2 Detener Capturar Datos

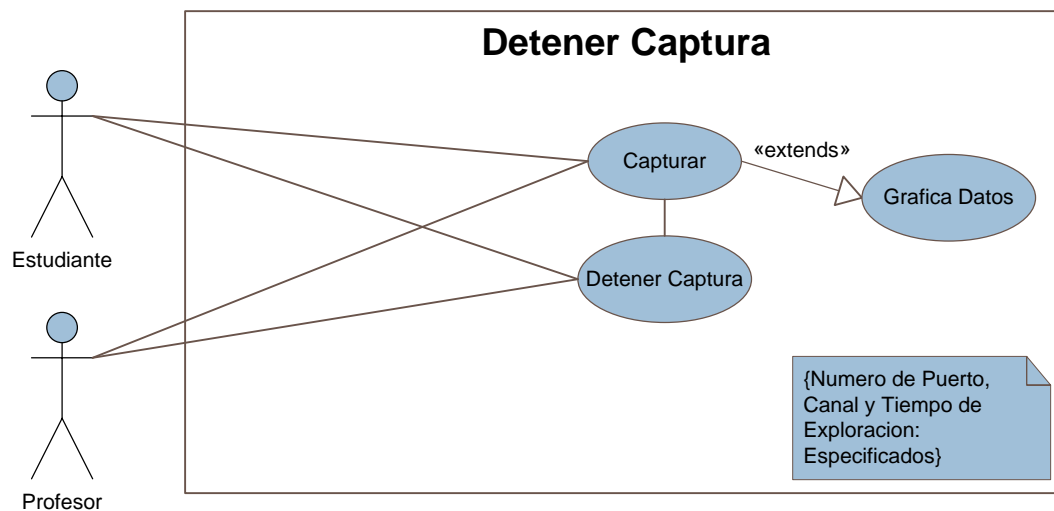


Diagrama 0-14 Detener Captura Datos



CU-005P2 Calcular Envolvente de Amortiguamiento

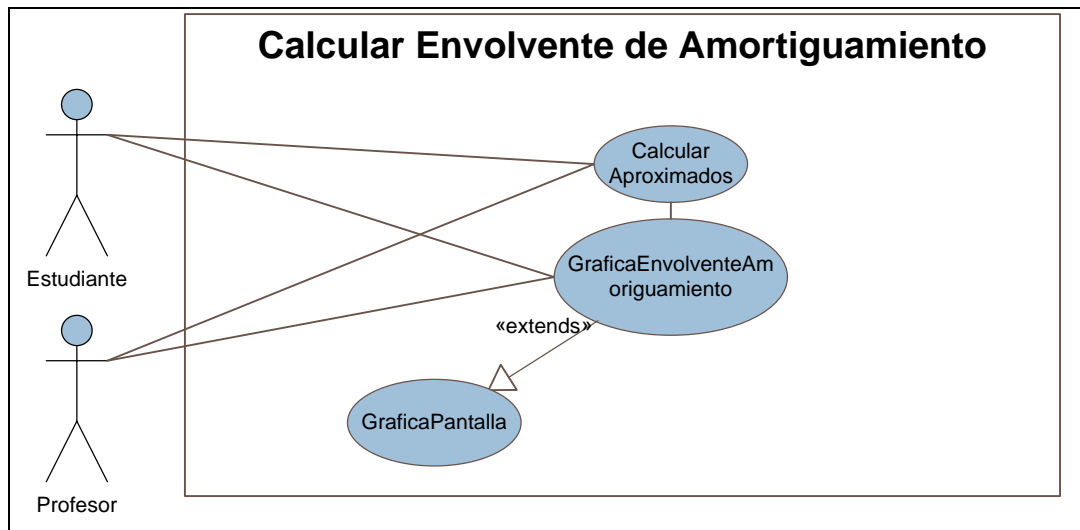


Diagrama 0-15 Envolvente de Amortiguamiento P2

CU-006P2 Graficar Envolvente

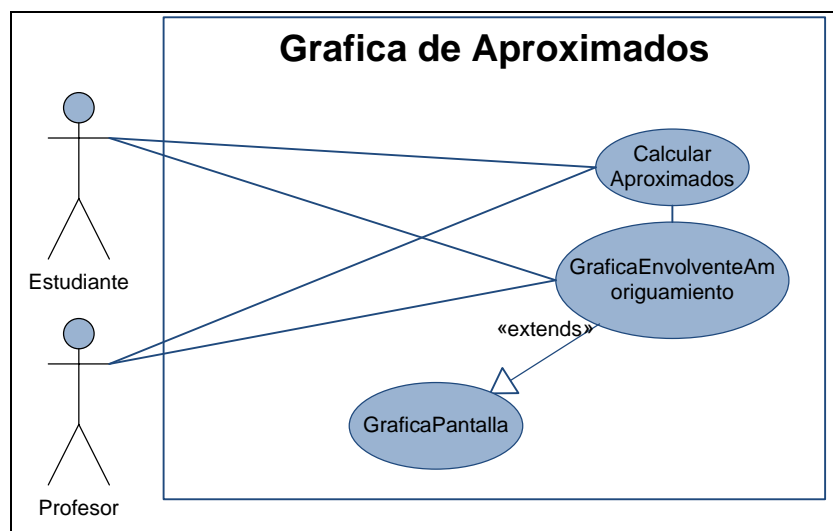


Diagrama 0-16 Grafica de Aproximados



CU-007P2 Guardar Documento

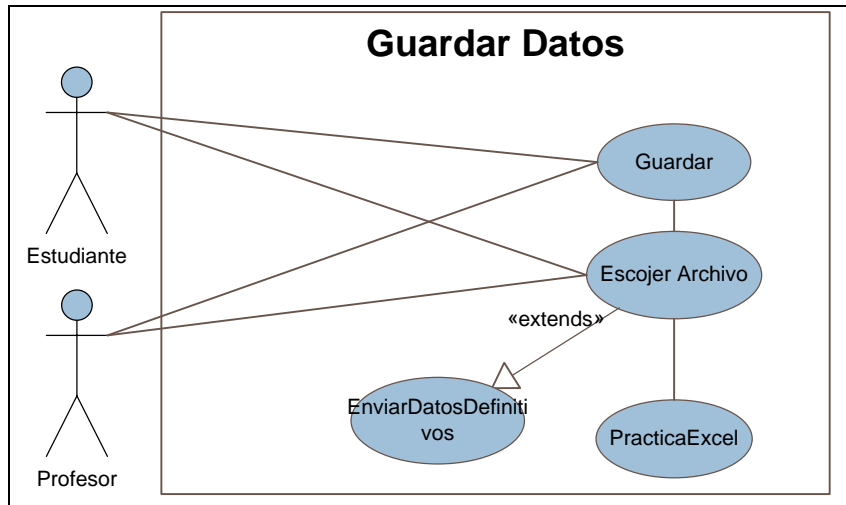


Diagrama 0-17 Guardar Documento P2

CU-008P2 Enviar Datos

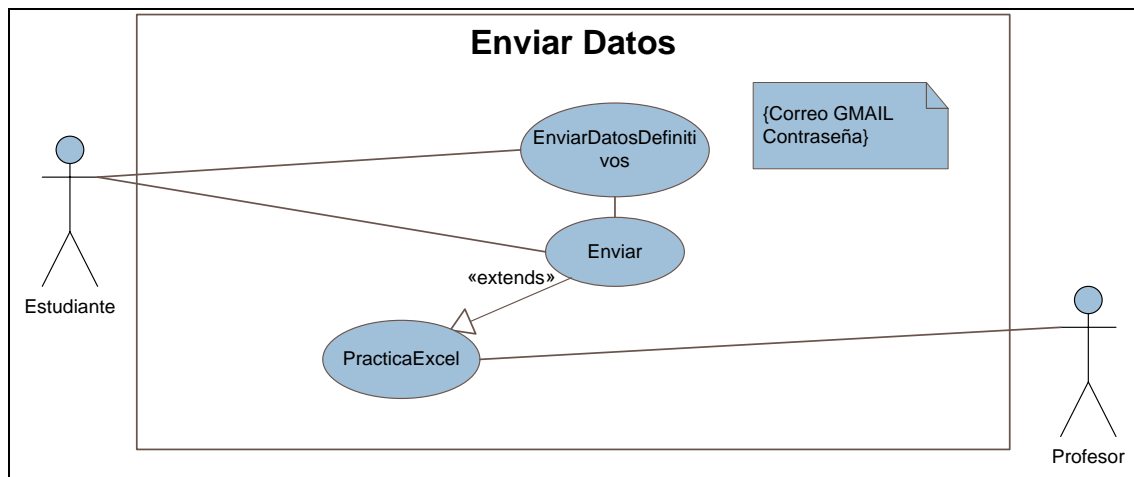


Diagrama 0-18 Enviar Datos P2



CU-009P2 Abrir Documento

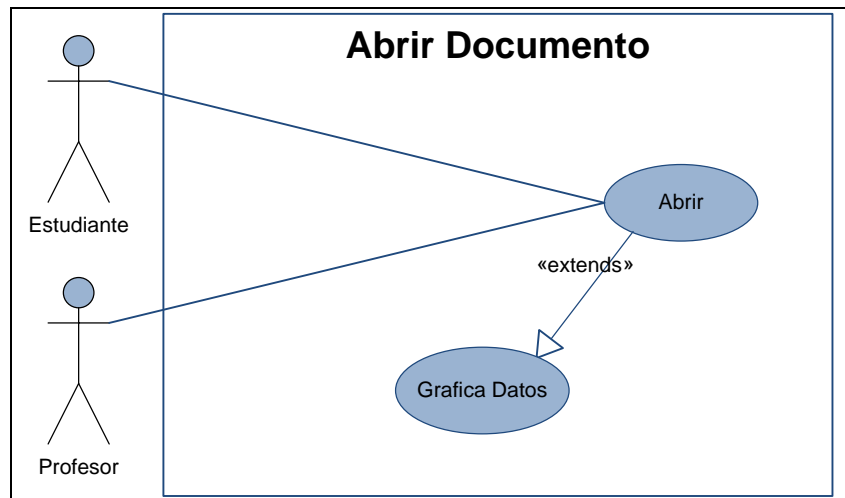


Diagrama 0-19 Abrir Documento P2

Clasificación de los Casos de Uso Planta 2

Ya identificados los casos de uso con los respectivos requerimientos previos, podemos clasificarlos de tal manera que podamos priorizar su implementación.

N. Caso de Uso	Nombre Caso de Uso	Repercusión Arquitectura Sistema	Incluye Funciones Complejas	Representa Procesos Primarios
CU-001P2	Entrada Error	ALTA	NORMAL	NOMRAL
CU-002P2	Captura Datos Péndulo	ALTA	ALTA	NORMAL
CU-003P2	Graficar Datos Péndulo	NORMAL	BAJA	BAJA
CU-004P2	Detener Captura Datos	BAJA	BAJA	NORMAL
CU-005P2	Calcular Envolverte Amortiguamiento	ALTA	BAJA	ALTA
CU-006P2	Graficar Aproximados	ALTA	NORMAL	NORMAL
CU-007P2	Guardar Datos	NORMAL	BAJA	BAJA



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CU-008P2	Enviar Documento	NORMAL	BAJA	BAJA
CU-009P2	Abrir Documento	BAJA	BAJA	BAJA

Tabla 0-11 Clasificación de los Casos de Uso P2

A continuación se describe el manejo de los pesos para los criterios:

A	B	C
1	2	3
BAJA	NORMAL	ALTA

Tabla 0-12 Clasificación de CU P2

Asignación de prioridad para los Casos de Uso

Total	Prioridad
3-5	ALTO
6-7	MEDIO
8-9	BAJO

Tabla 0-13 Prioridad de Clasificación de CU P2

Según los criterios anteriores, la clasificación de los Casos de Uso sería:

Caso de Uso	Total	Prioridad
CU-001P2	8	ALTO
CU-002P2	8	ALTO
CU-003P2	3	BAJO
CU-004P2	8	ALTO
CU-005P2	7	MEDIO
CU-006P2	5	BAJO
CU-007P2	6	MEDIO
CU-008P2	3	BAJO



CU-009P2	3	BAJO
----------	---	------

Tabla 0-14 Clasificación de CU P2

Casos de Uso correspondientes a la Planta 3 Motor de Corriente Continua.

CU-001P3	Referencia
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario conecta la planta controlada al puerto serie, inicia el programa y captura los datos de entrada (señal de referencia), y del error.
Precondiciones	Ingresar al Sistema del Motor Escoger el Numero de Puerto Escoger el Numero de Canal Escoger el tiempo de Exploración Escoger el Intervalo
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge "REFERENCIA" en el sistema2. El sistema debe almacenar los datos.3. El usuario decide capturar la señal de referencia.4. El usuario detiene la captura.5. El sistema inicia el caso de uso CU-002P3



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Subflujos	Almacenar Datos de las referencias
Excepciones	E-1 La Captura depende del tiempo.

CU-002P3	Capturar Datos
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario conecta la planta controlada al puerto serie, inicia el programa y captura los datos de entrada.
Precondiciones	Ingresar al Sistema del Motor Escoger el Numero de Puerto Escoger el Numero de Canal Escoger el tiempo de Exploración Escoger el Intervalo
Flujo Principal	3. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge "Captura" en el sistema 4. El sistema captura los datos de entrada e inician los casos de Uso CU-003P3 Y CU-004P3
Subflujos	Almacenar Datos de la CAPTURA
Excepciones	E-1 La Captura depende del tiempo.

CU-003P3	Graficar Datos Motor
-----------------	-----------------------------



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Versión	2.0
Objetos Asociados	
Actores	Sistema
Tipo	Primario
Descripción	El caso de uso inicia en el momento de la captura de datos.
Precondiciones	Ingresar al Sistema del Motor Escoger el Numero de Puerto Escoger el Numero de Canal Escoger el tiempo de Exploración Escoger el Intervalo
Flujo Principal	1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge "REFERENCIA" en el sistema 2. El sistema grafica en tiempo real
Subflujos	Almacenar Datos
Excepciones	

CU-004P3	Detener Capturar Datos Motor
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario conecta la planta controlada al puerto serie, inicia el programa y captura los datos.
Precondiciones	Ingresar al Sistema de Control del Péndulo. Escoger el Número de Puerto. Escoger el Número de Canal.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	Escoger el tiempo de captura.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge “Detener” en el sistema2. El sistema debe almacenar los datos.
Subflujos	Almacenar Datos
Excepciones	

CU-005P3	Calcular Aproximados Motor
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario utiliza los datos capturados para calcular los aproximados en la grafica.
Precondiciones	Existe una captura valida de datos.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge “Calcular Aproximados” en el menú del sistema2. El sistema realizar los cálculos con los datos del buffer.3. El sistema presenta los resultados en las grillas posteriores.
Subflujos	Almacenar Datos
Excepciones	E-2 Si la captura no es válida, el sistema

CU-006P3	Graficar Envoltente de Amortiguamiento
-----------------	---



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario con los cálculos hechos puede graficarlos de tal manera, que se pueda estudiar el comportamiento del dispositivo.
Precondiciones	Realizar el cálculo de Aproximados
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge "GRAFICAR ENVOLVENTE DE AMORTIGUAMIENTO" en el sistema2. El sistema debe tomar los cálculos hechos y graficar los puntos, sobre la senoidal de comportamiento.
Subflujos	
Excepciones	

CU-007P3	Guardar Documento
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario decide grabar en un documento de Excel los cálculos y datos tomados en la planta
Precondiciones	Realizar la previa Captura de Datos Cálculos de Aproximados realizados Grafica en Pantalla Realizada
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	<p>usuario escoge "GUARDAR" en el sistema</p> <ol style="list-style-type: none">2. El sistema debe almacenar los datos en un documento de Excel.3. El sistema pregunta el Nombre del archivo.4. El sistema pregunta al usuario si desea enviar los datos como definitivos, inicia el caso de uso CU-008P3.5. El sistema Presenta la grafica de comportamiento en Excel.
Subflujos	Graficar Datos en Excel
Excepciones	E-3 Si el usuario no está conectado a internet, el sistema no envía datos.

CU-008P3	Enviar Documento
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Tipo	Primario
Descripción	El usuario guarda los datos de la captura, los cálculos y la grafica de comportamiento y decide enviar la práctica a un correo electrónico.
Precondiciones	Abrir dialogo guardar Escoger, "ENVIAR DATOS COMO DEFINITIVOS"
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge "SI" en el dialogo Enviar Datos Como Definitivos luego de guardar el documento Excel.2. El sistema presenta el formulario para ENVIAR al usuario.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	<ol style="list-style-type: none">3. El usuario debe ingresar su cuenta de correo electrónica en gmail.4. El usuario debe ingresar su contraseña y datos identificativos para enviar el correo5. El usuario pulsa "Enviar"
Subflujos	
Excepciones	

CU-009P3	Abrir Documento
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	El usuario tiene datos de una práctica anterior y desea cargarlos en el sistema para realizar cálculos y las graficas correspondientes.
Precondiciones	Documento de Excel de una practica valida.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge "Abrir" en el sistema2. El sistema pregunta sobre la ubicación del archivo.3. El grafica los datos almacenados.
Subflujos	Grafica Datos
Excepciones	

CU-009P10	Diseño Captura Libre
------------------	-----------------------------



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	Diseño Captura Libre permite al usuario capturar datos de manera simple, sin detalles de tiempos.
Precondiciones	
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el usuario escoge “DISEÑO/CAPTURA LIBRE” en el sistema2. El sistema presenta los siguientes comandos:3. Referencia: Muestra La señal de referencia4. Intervalo: Muestra la grafica del Intervalo5. Grafica: Datos gráficos de la captura6. Limpiar: Limpia la pantalla.
Subflujos	Grafica Datos
Excepciones	

CU-009P11	Diseño Escalón Unitario
Versión	1.0
Objetos Asociados	
Actores	Estudiante Profesor
Tipo	Primario
Descripción	Diseño Captura Libre permite al usuario capturar datos de manera simple, sin detalles de tiempos.
Precondiciones	
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none">1. Este caso de uso comienza cuando el



	<p>usuario escoge “DISEÑO/ESCALON UNITARIO” en el sistema</p> <ol style="list-style-type: none">2. El sistema presenta los siguientes comandos para realizar graficas:3. Instante de Inicio.4. Tiempo de Retardo5. Tiempo de Sistema6. Grafica de Tiempo Subida7. Grafica de tiempo Pico8. Grafica del Tiempo de Establecimiento9. Valor Final10. Referencia11. Intervalo.
Subflujos	Grafica Datos
Excepciones	

Diagramas de Casos Para la Planta 3 Motor de Corriente Continua

Diagrama General de Caos de Uso

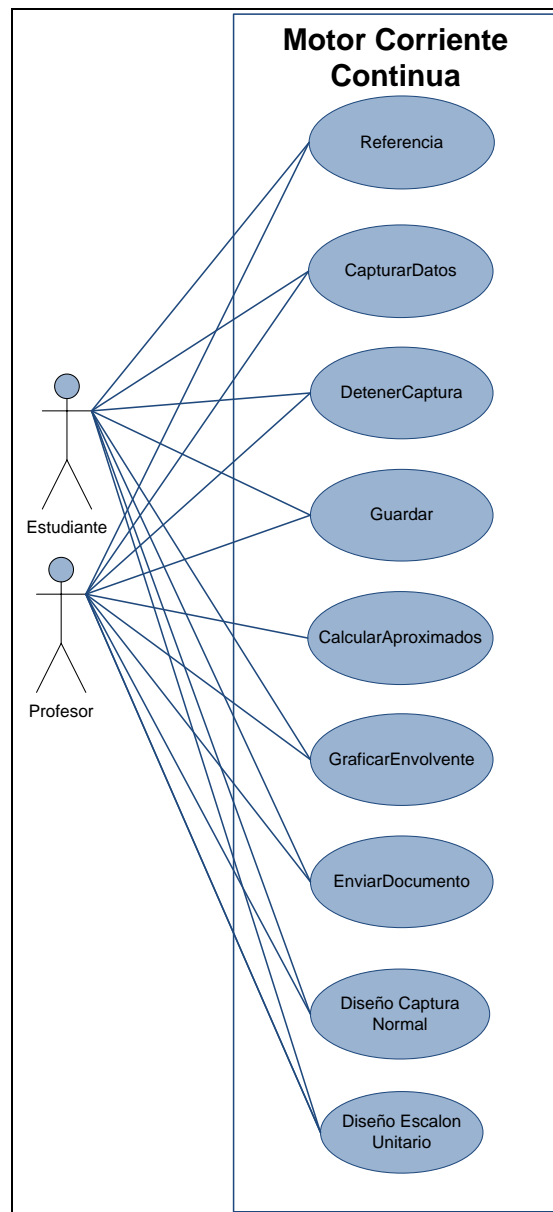


Diagrama 0-20 Casos de Uso P3



Diagrama Detallado De Caos de Uso

CU-001P3 REFERENCIA

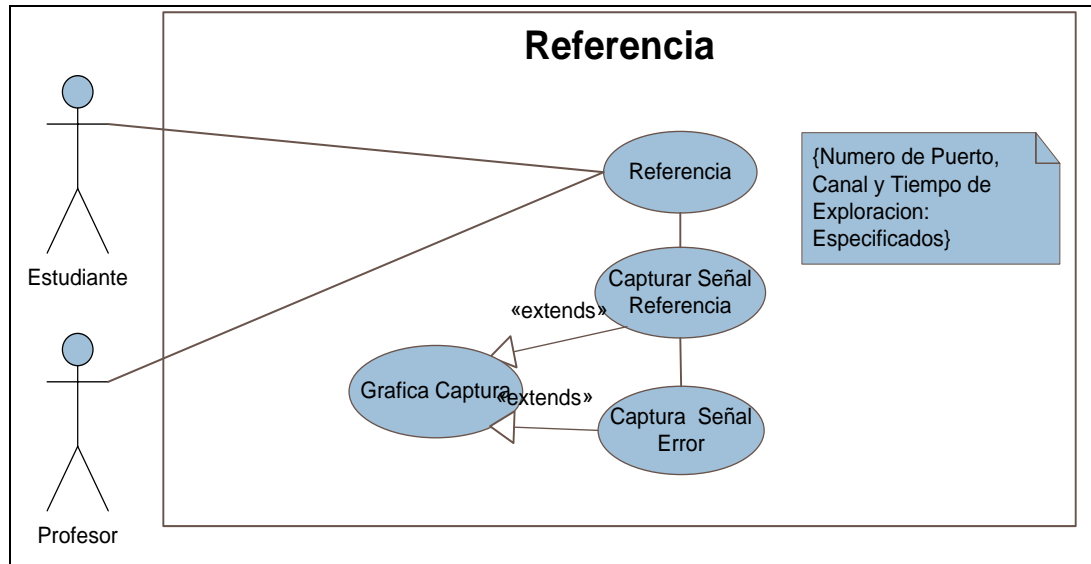


Diagrama 0-21 Referencia Motor P3



CU-002P3 Capturar Datos

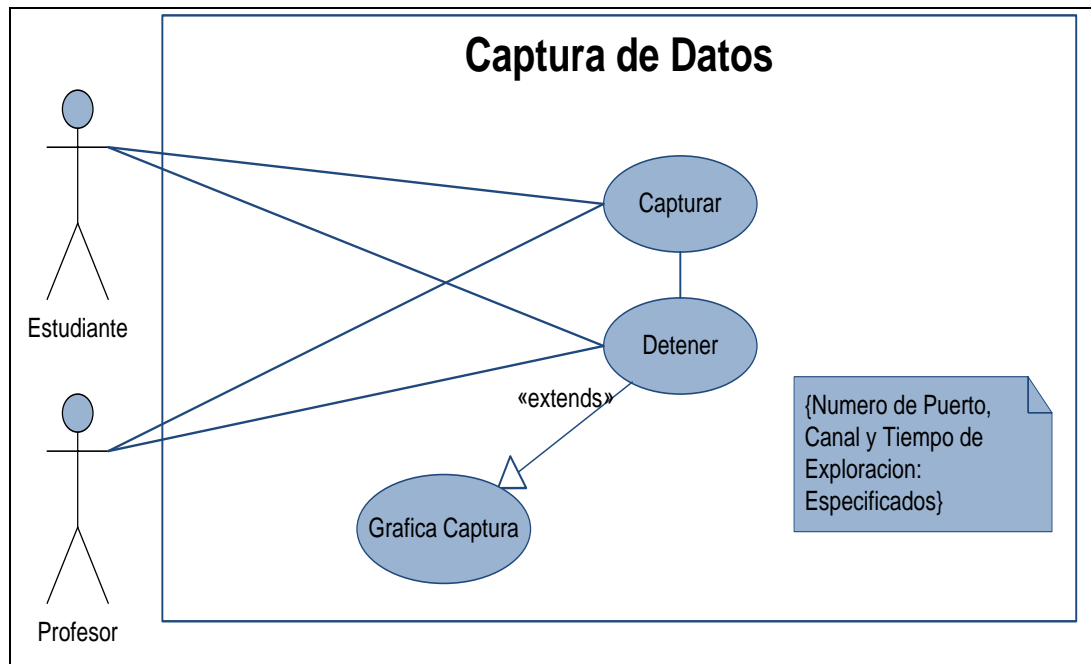


Diagrama 0-22 Captura de Datos P3

CU-003P3 Graficar Datos

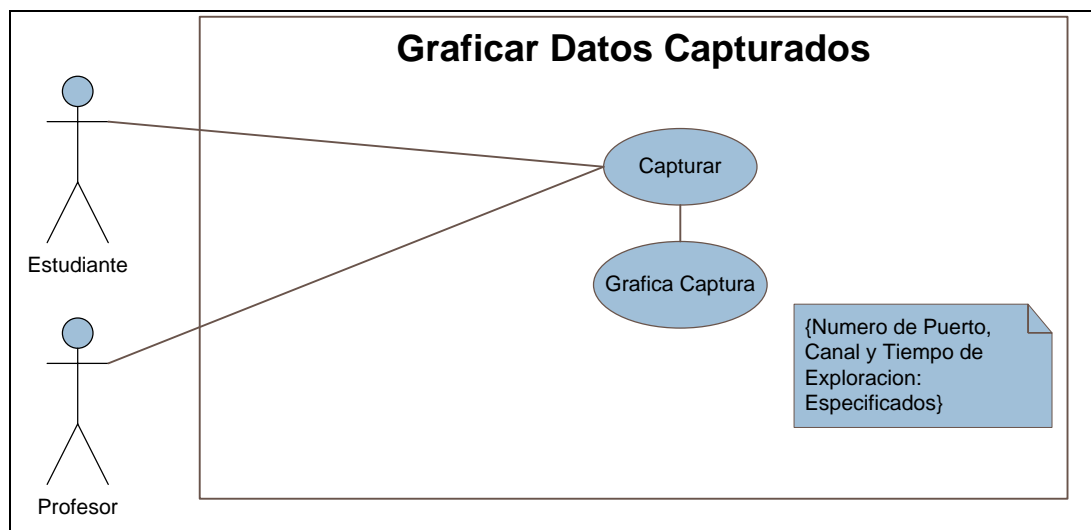


Diagrama 0-23 Graficar Datos P3



CU-004P3 Detener Capturar Datos

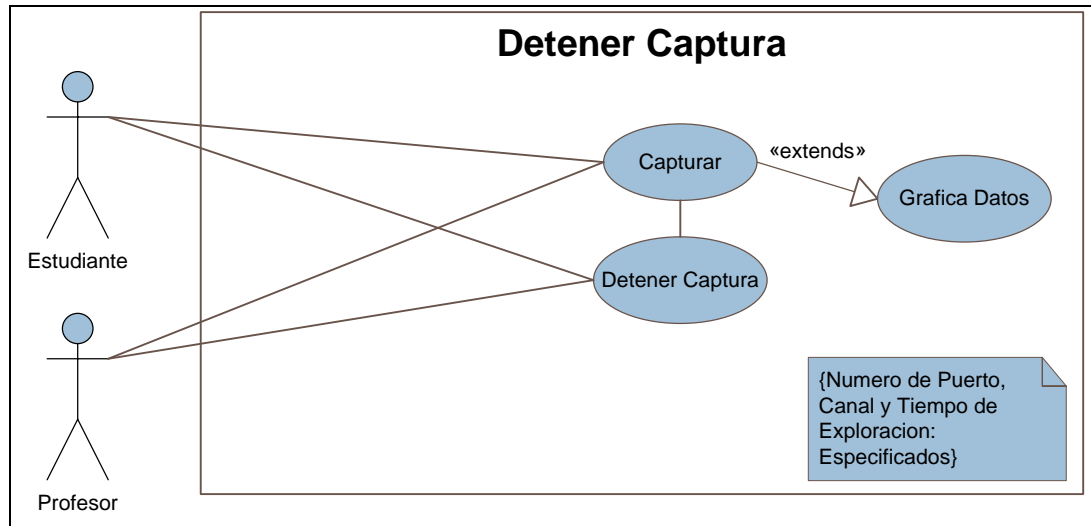


Diagrama 0-24 Detener Captura P3

CU-005P3 Calcular Envolverte de Amortiguamiento

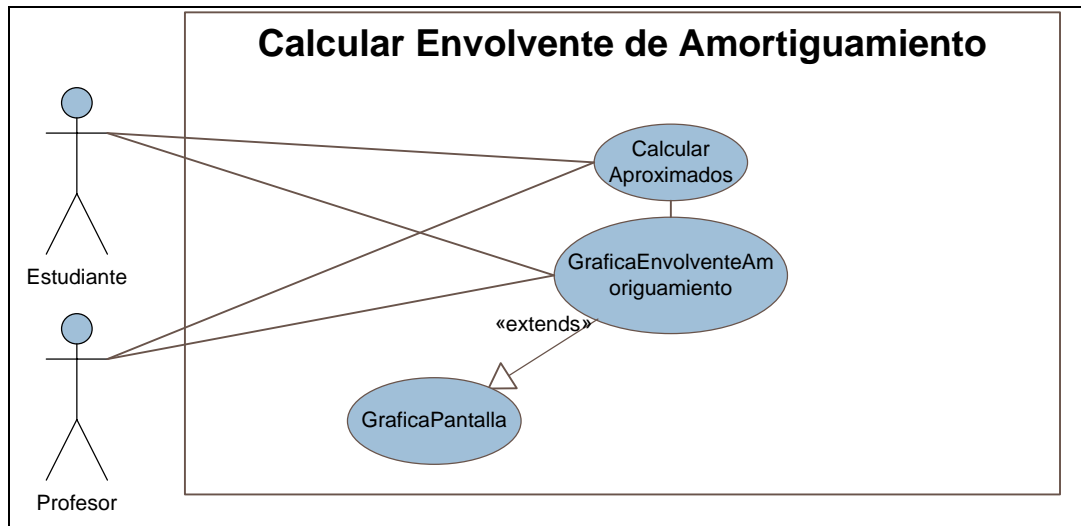


Diagrama 0-25 Calcular Envolverte P3



CU-006P3Graficar Aproximados

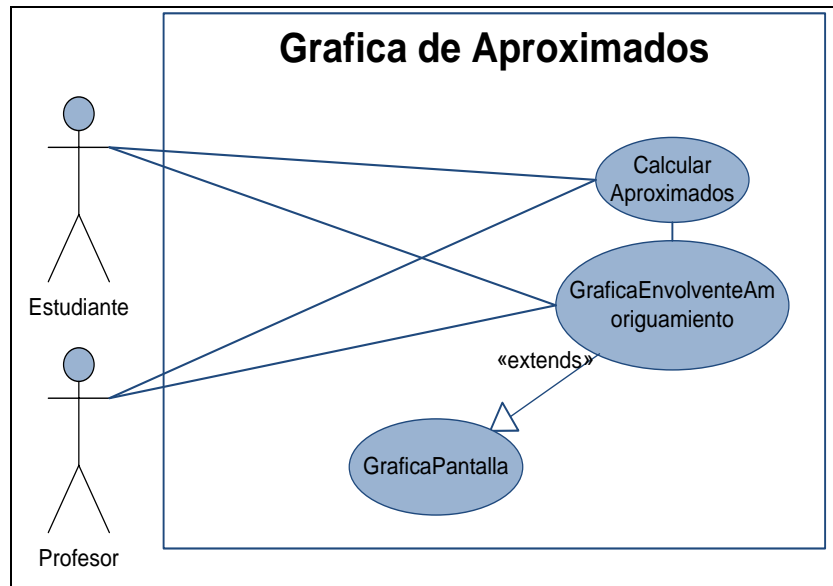


Diagrama 0-26 Graficar Aproximados P3



CU-007P3 Guardar Documento

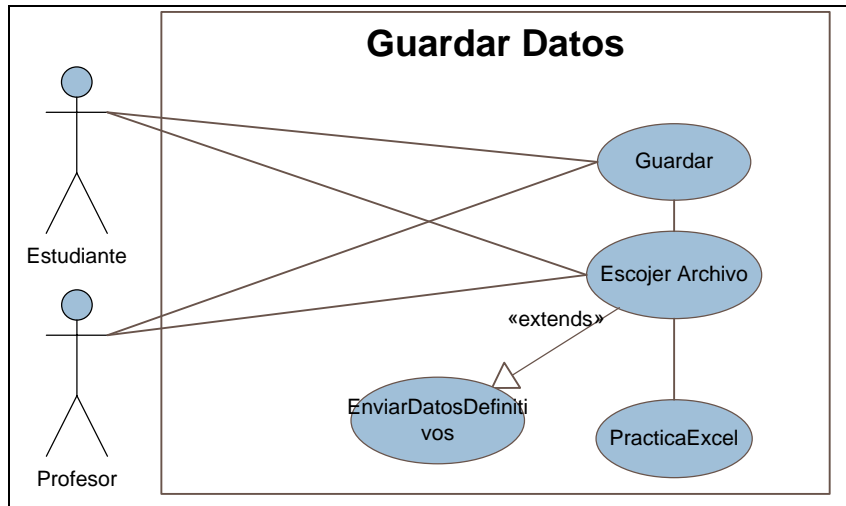


Diagrama 0-27 Guardar Datos P3



CU-008P3 Enviar Datos

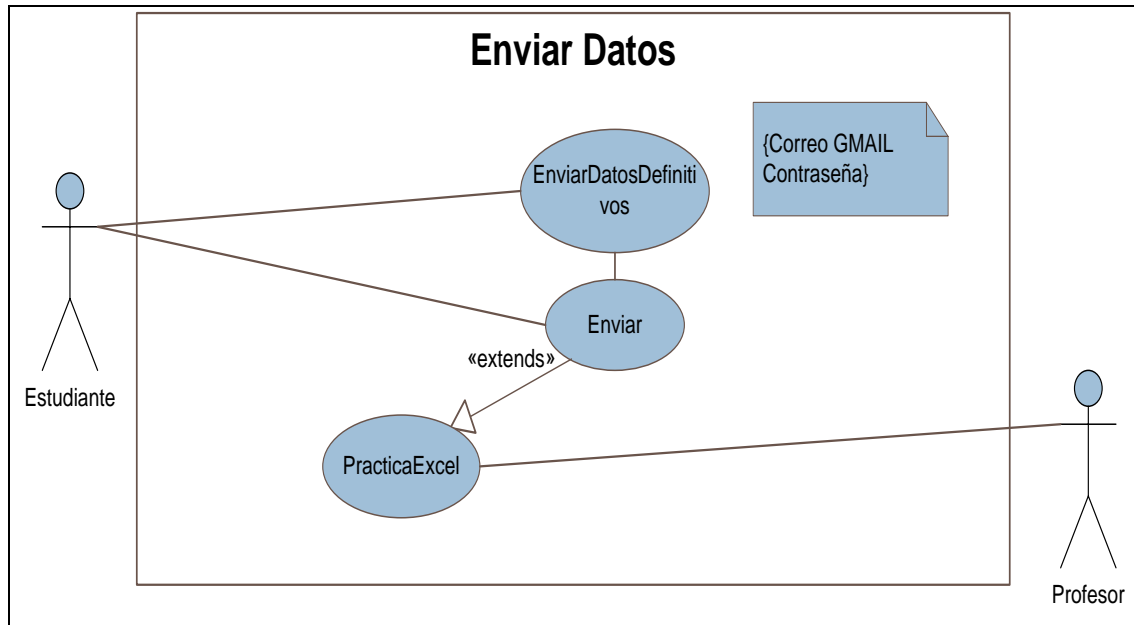


Diagrama 0-28 Enviar Datos P3

CU-009P3 Abrir Documento

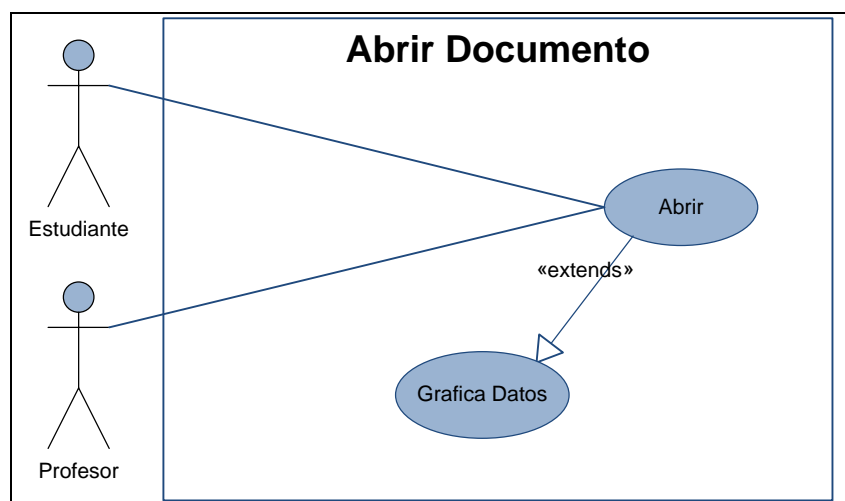


Diagrama 0-29 Abrir Documento P3



CU-0010P3 Diseño Captura Libre

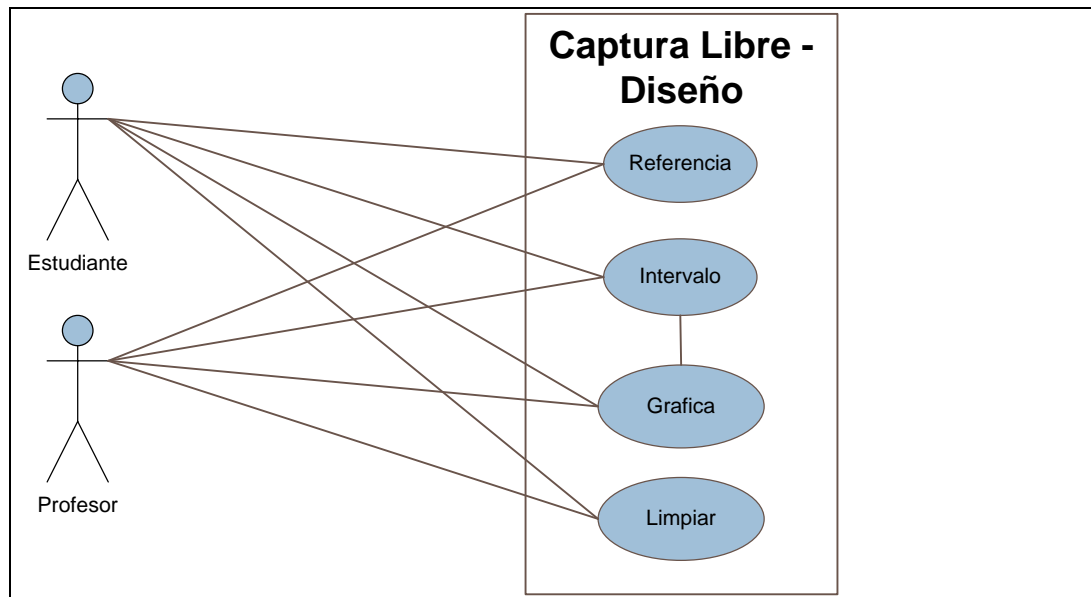


Diagrama 0-30 Diseño Captura P3

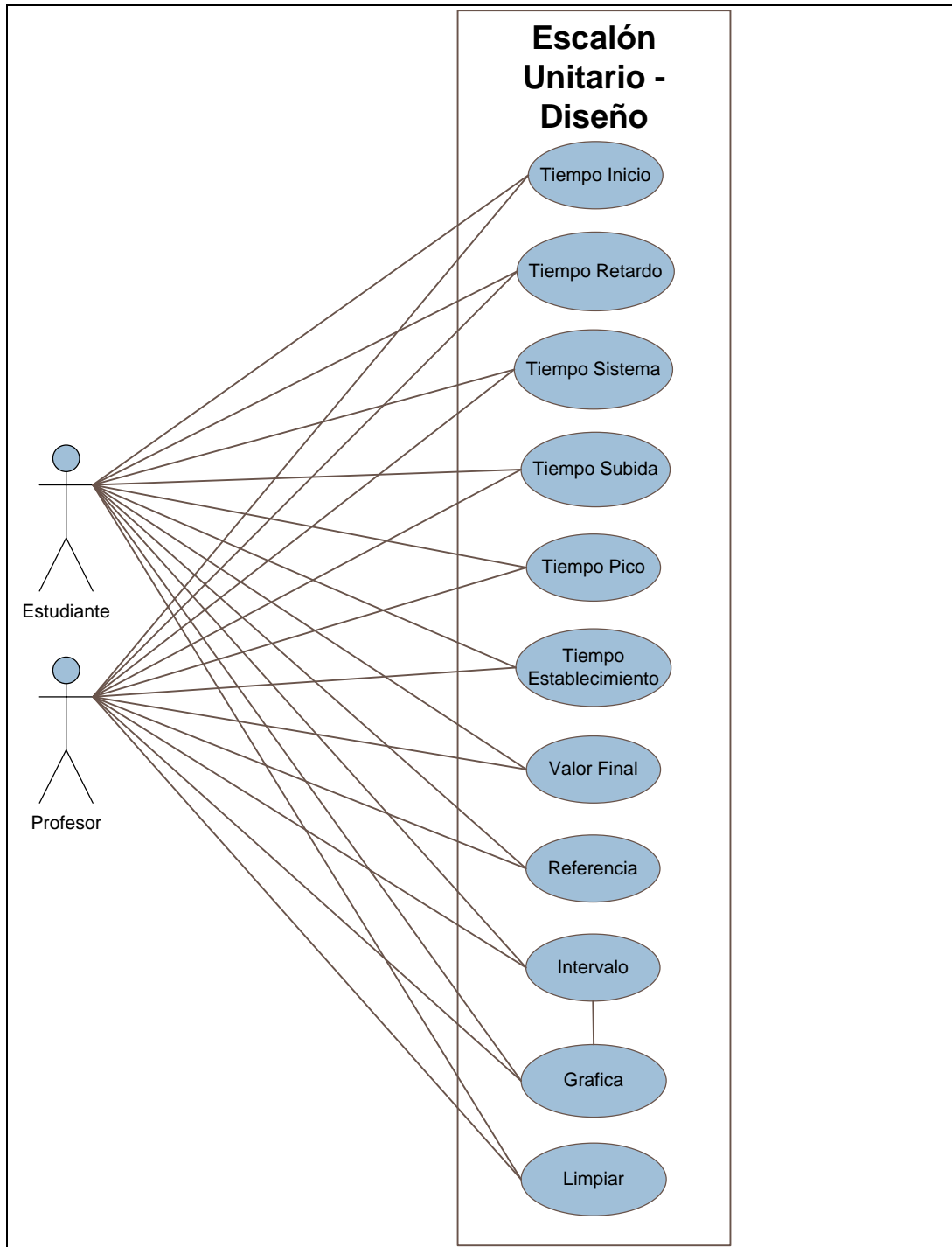


Diagrama 0-31 Diseño P3



Clasificación de los Casos de Uso Planta 3

Ya identificados los casos de uso con los respectivos requerimientos previos, podemos clasificarlos de tal manera que podamos priorizar su implementación.

N. Caso de Uso	Nombre Caso de Uso	Repercusión Arquitectura Sistema	Incluye Funciones Complejas	Representa Procesos Primarios
CU-001P2	Referencia	ALTA	NORMAL	NOMRAL
CU-002P2	Captura Datos Péndulo	ALTA	ALTA	NORMAL
CU-003P2	Graficar Datos Péndulo	NORMAL	BAJA	BAJA
CU-004P2	Detener Captura Datos	BAJA	BAJA	NORMAL
CU-005P2	Calcular Envolvente Amortiguamiento	ALTA	BAJA	ALTA
CU-006P2	Graficar Aproximados	ALTA	NORMAL	NORMAL
CU-007P2	Guardar Datos	NORMAL	BAJA	BAJA
CU-008P2	Enviar Documento	NORMAL	BAJA	BAJA
CU-009P2	Abrir Documento	BAJA	BAJA	BAJA
CU-009P2	Diseño Captura Libre	BAJA	BAJA	BAJA
CU-009P2	Diseño Escalón Unitario	BAJA	BAJA	BAJA

Tabla 0-15 Clasificación de CU P3



A continuación se describe el manejo de los pesos para los criterios:

A	B	C
1	2	3
BAJA	NORMAL	ALTA

Tabla 0-16 Criterios P3

Asignación de prioridad para los Casos de Uso

Total	Prioridad
3-5	ALTO
6-7	MEDIO
8-9	BAJO

Tabla 0-17 Prioridad CU P3

Según los criterios anteriores, la clasificación de los Casos de Uso sería:

Caso de Uso	Total	Prioridad
CU-001P2	8	ALTO
CU-002P2	8	ALTO
CU-003P2	3	BAJO
CU-004P2	8	ALTO
CU-005P2	7	MEDIO
CU-006P2	5	BAJO
CU-007P2	6	MEDIO
CU-008P2	3	BAJO
CU-009P2	3	BAJO

Tabla 0-18 Clasificación de CU P3



Capítulo 5

Diseño

Diagramas Planta 1 Péndulo

Diagramas de Estado

Los diagramas de secuencias nos ayudan a identificar cada una de las rutas o caminos que puede tomar un flujo de información luego de ejecutarse cada proceso.

Permite identificar bajo qué argumentos se ejecuta cada uno de los procesos y en qué momento podrían tener una variación.

El diagrama de estados permite visualizar de una forma secuencial la ejecución de cada uno de los procesos.

Diagrama de Estados de la Planta 1 Péndulo

CU-001P1 Capturar Datos Péndulo

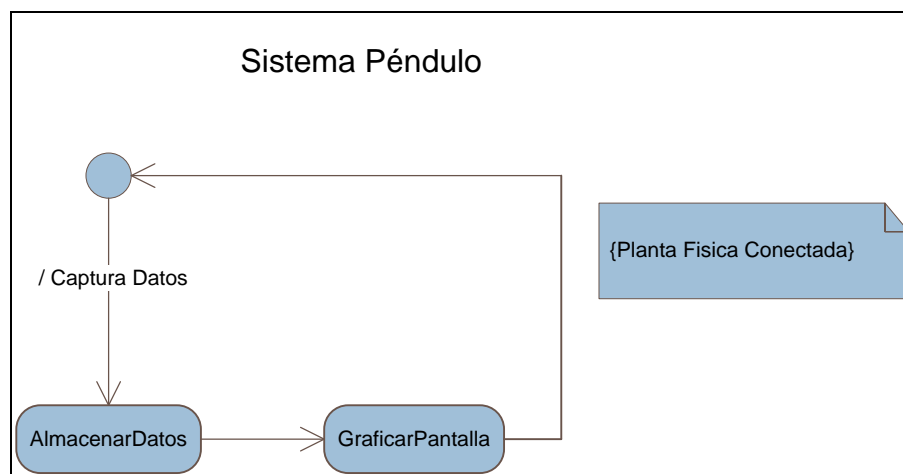


Diagrama 0-1



CU-004P1 Calcular Envolverte de Amortiguamiento

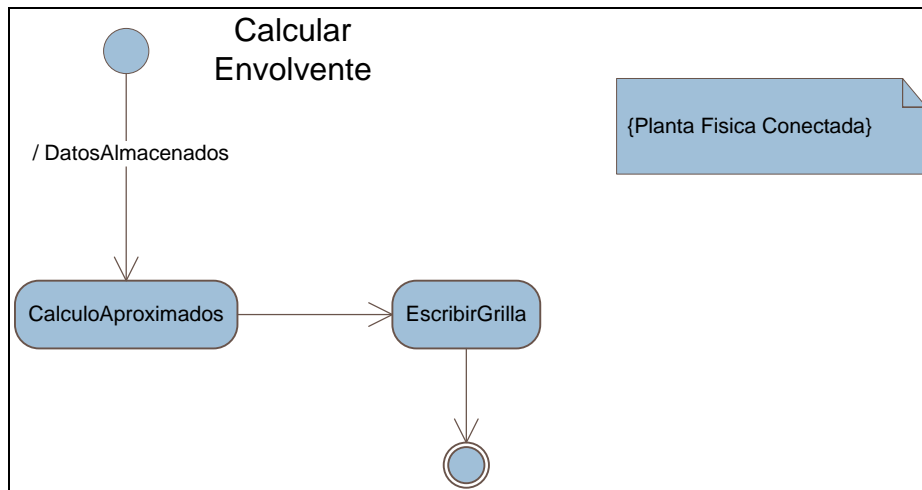


Diagrama 0-2

CU-005P1 Graficar Envolverte

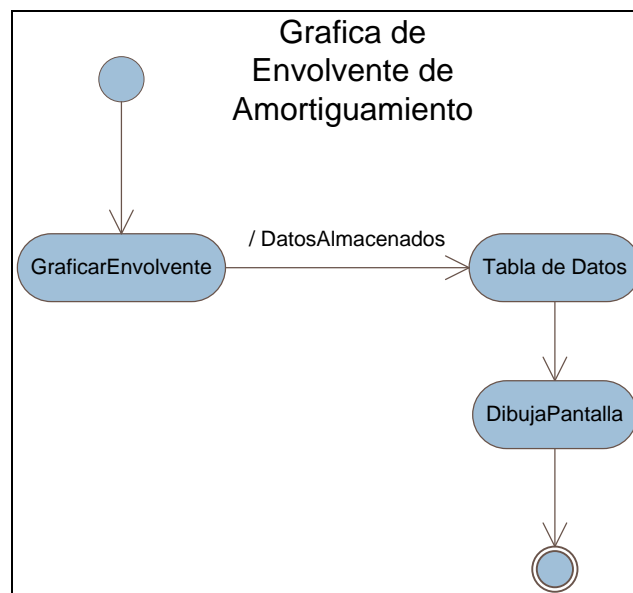


Diagrama 0-3



CU-006P1 Guardar Documento

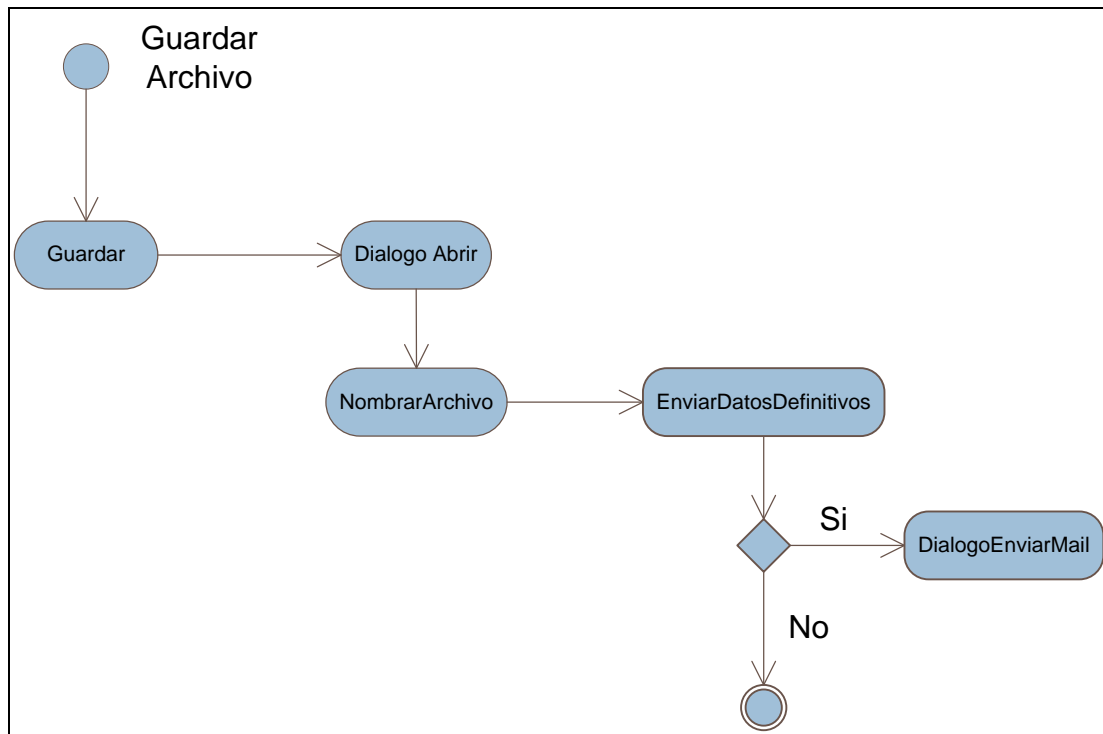


Diagrama 0-4



CU-007P1 Enviar Datos

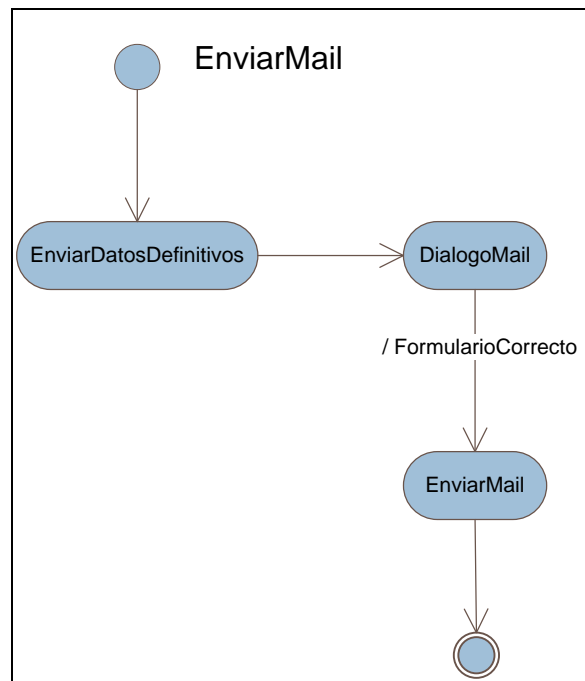


Diagrama 0-5



CU-008P1 Abrir Documento

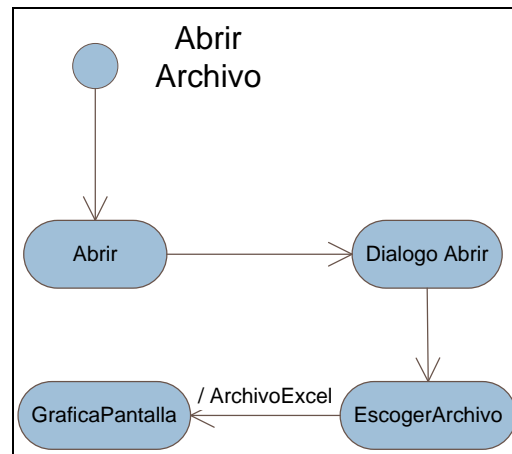


Diagrama 0-6



Diagramas de Actividad

Los diagramas de Actividad representa los flujos de trabajo paso a paso de negocio y operacionales de los componentes en un sistema. Un Diagrama de Actividades muestra el flujo de control general.

Diagramas de Actividad Planta 1 Péndulo

CU-001P1 Capturar Datos Péndulo

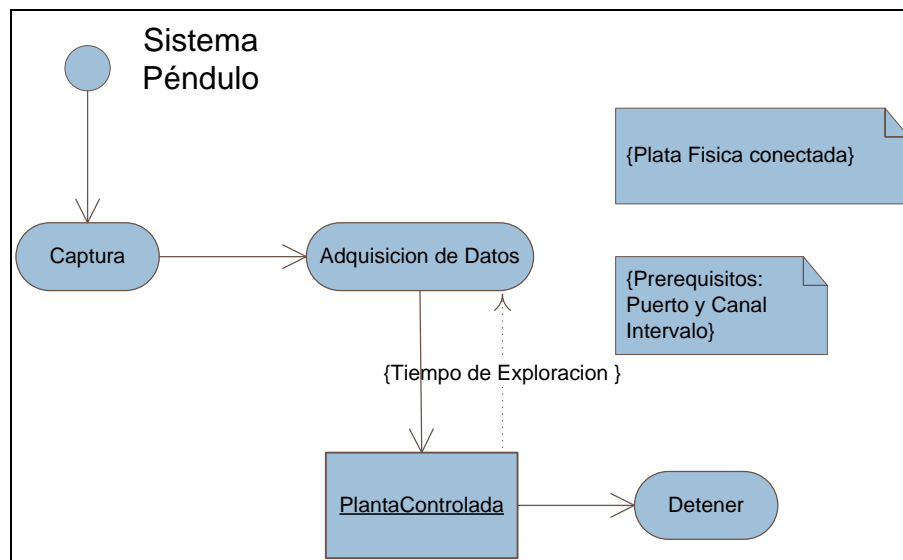


Diagrama 0-7



CU-004P1 Calcular Envolvente de Amortiguamiento

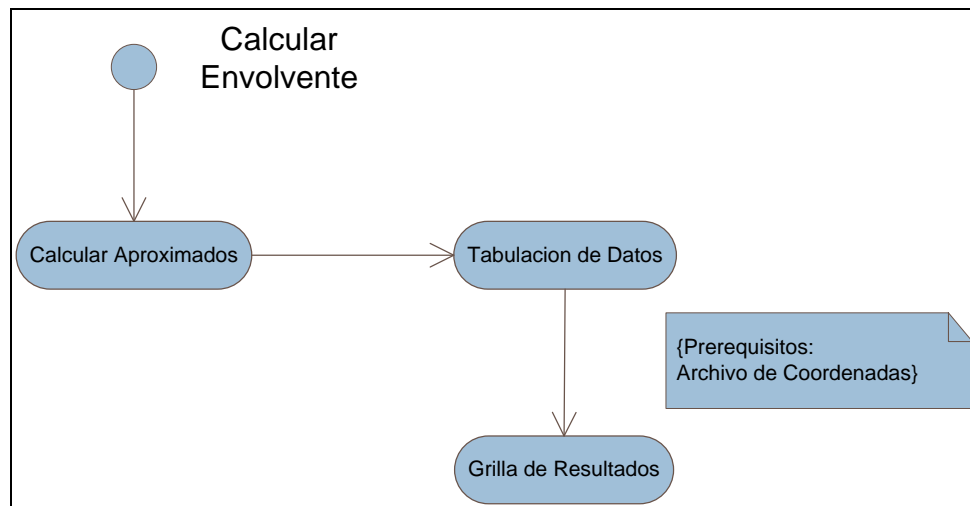


Diagrama 0-8

CU-005P1 Graficar Aproximados

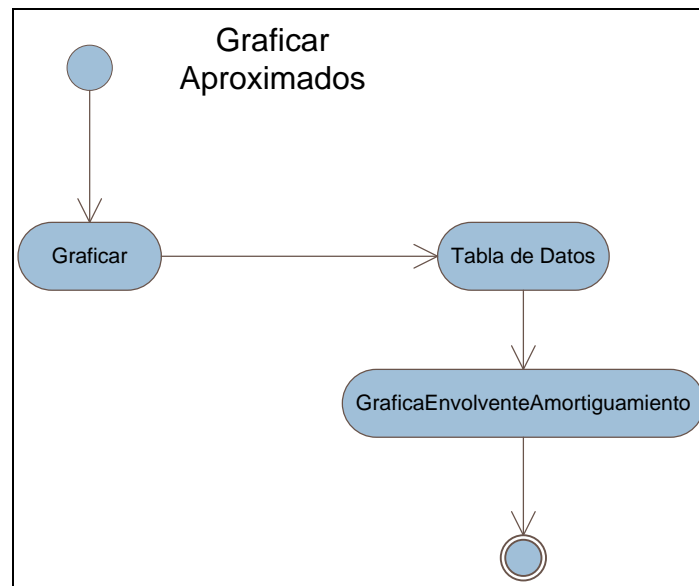


Diagrama 0-9

CU-006P1 Guardar Documento

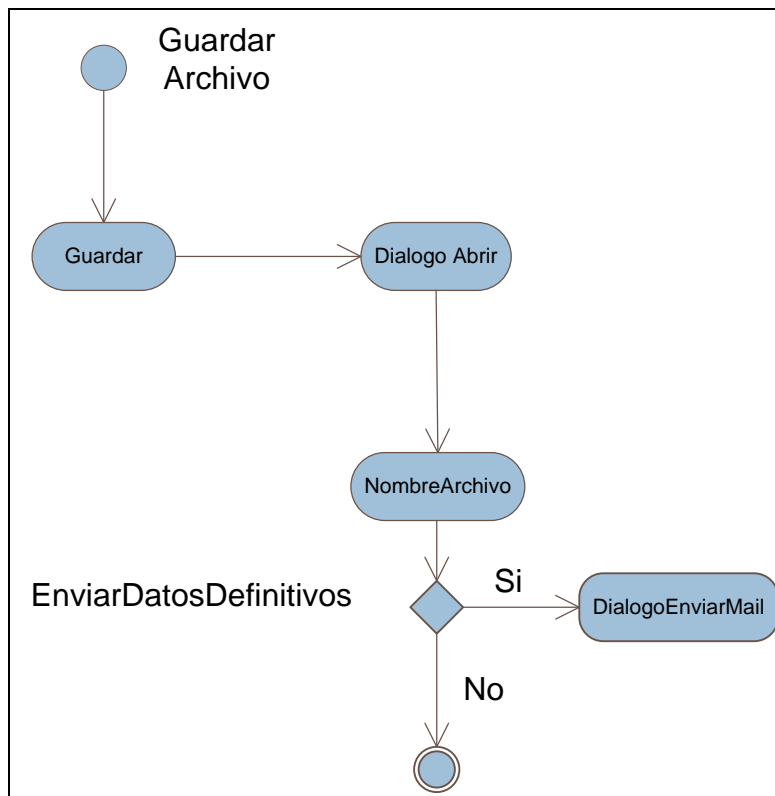


Diagrama 0-10



CU-007P1 Enviar Datos

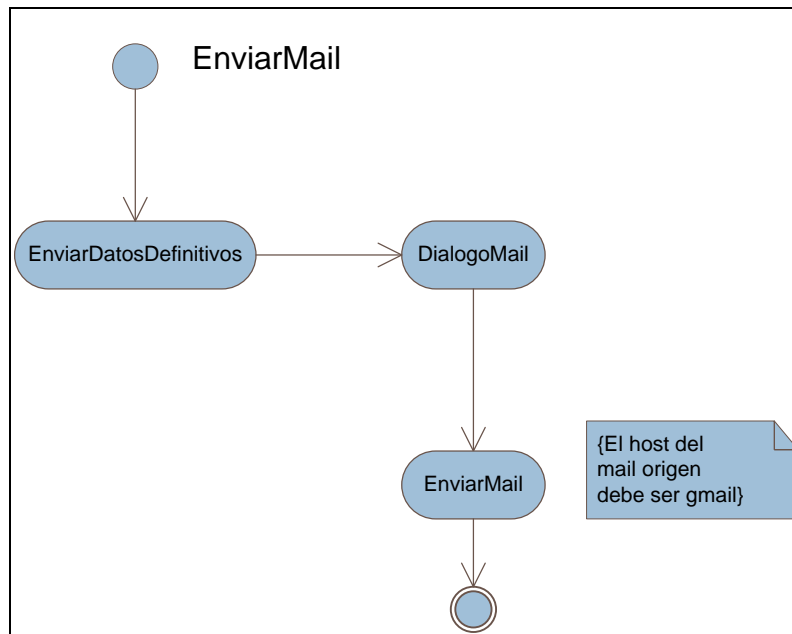


Diagrama 0-11



CU-008P1 Abrir Documento

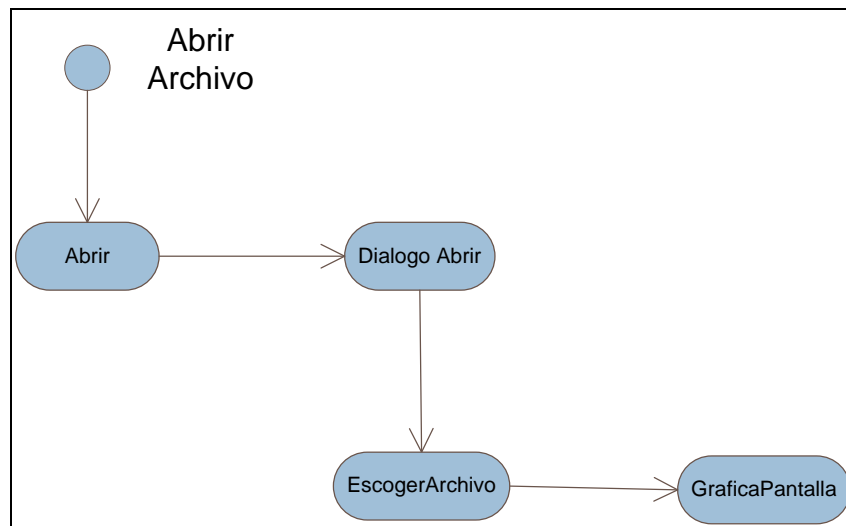


Diagrama 0-12

Diagramas de Secuencias

Los diagramas de secuencias nos ayudan a determinar las interacciones de los actores de los casos de uso con el sistema que deseamos desarrollar. Cada



vez que un actor interactúa con el sistema, va solicitando operaciones al mismo; cada vez que identificamos estas operaciones, vamos comprendiendo el comportamiento que debe tener el sistema.

Diagrama General de Secuencia Péndulo



UNIVERSIDAD DE CUENCA

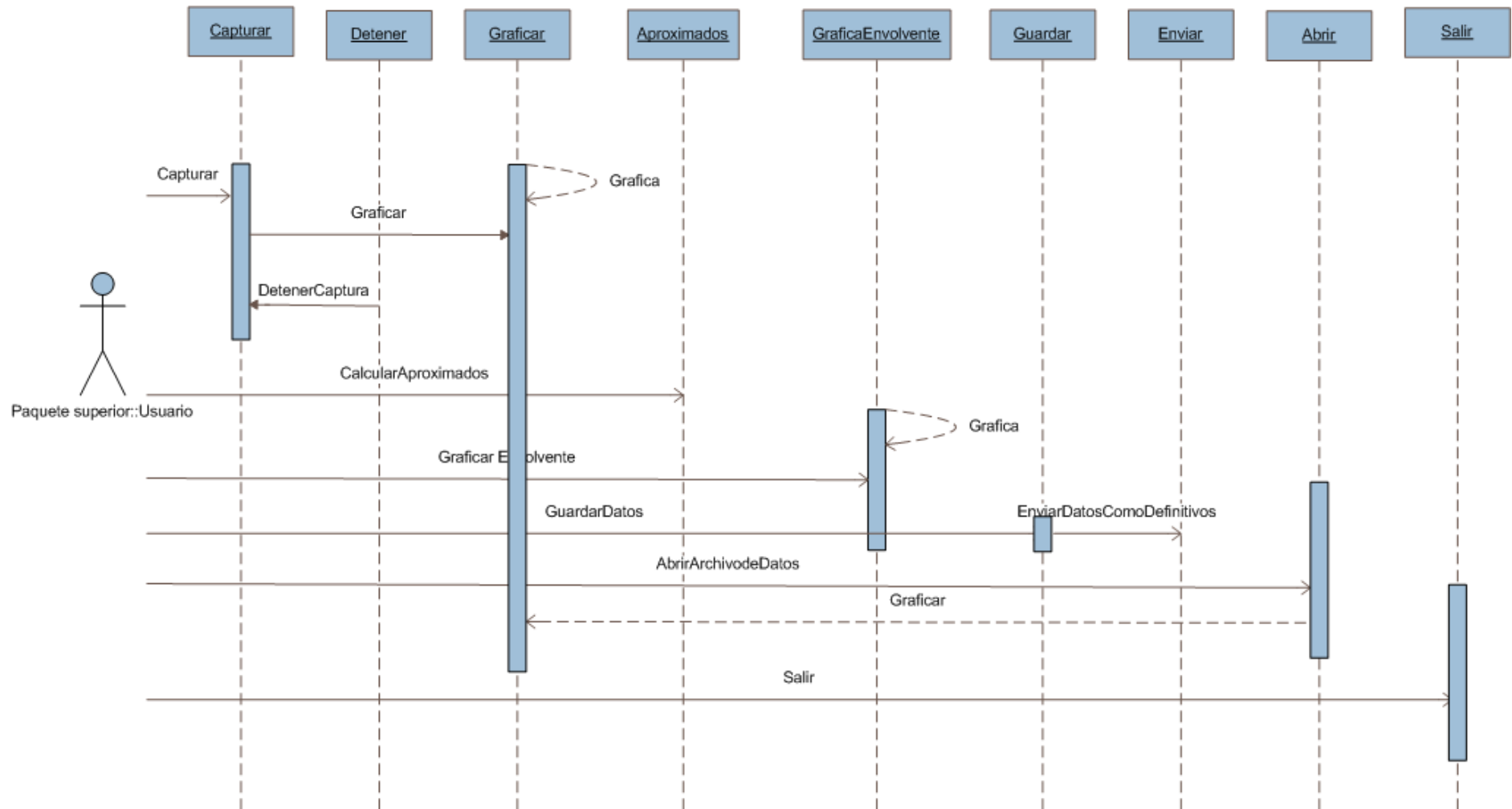


Diagrama 0-13





Diagramas Planta 2 Sensor de Luz

Diagrama de Estados de la Planta 2 Sensor de Luz

CU-001P2 Capturar Datos

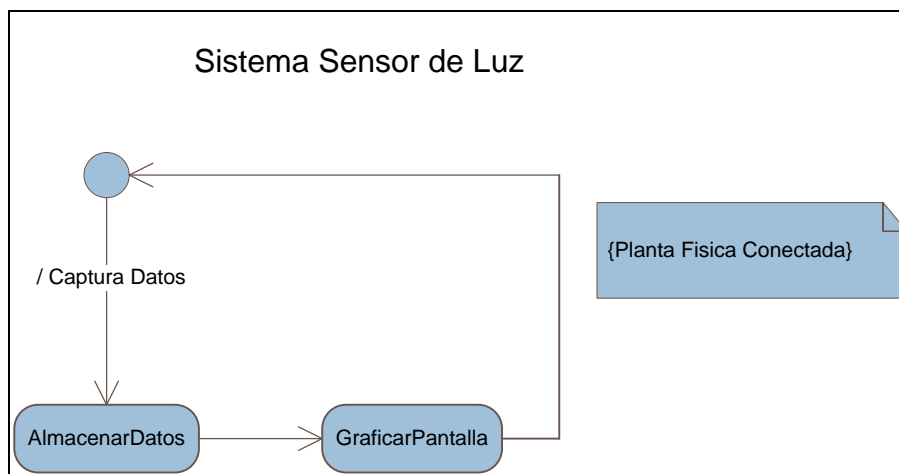


Diagrama 0-14

CU-004P2 Calcular Envolverte de Amortiguamiento

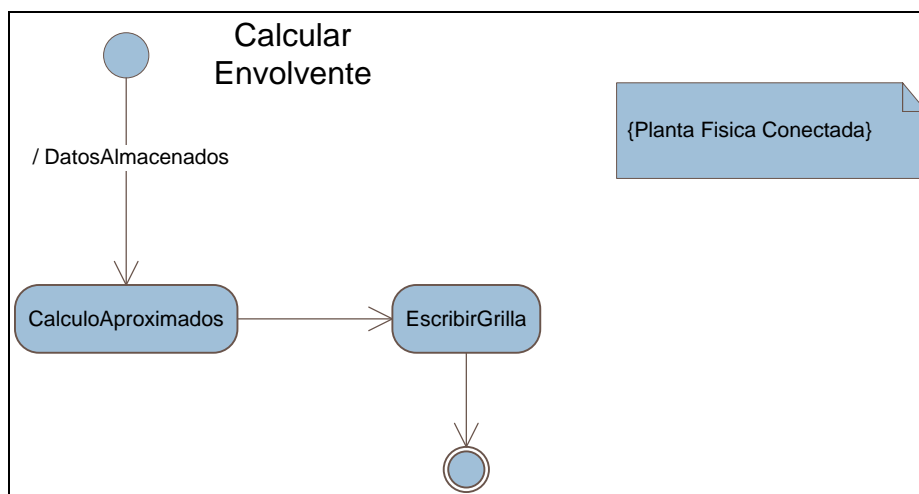


Diagrama 0-15



CU-005P2 Graficar Envolvente

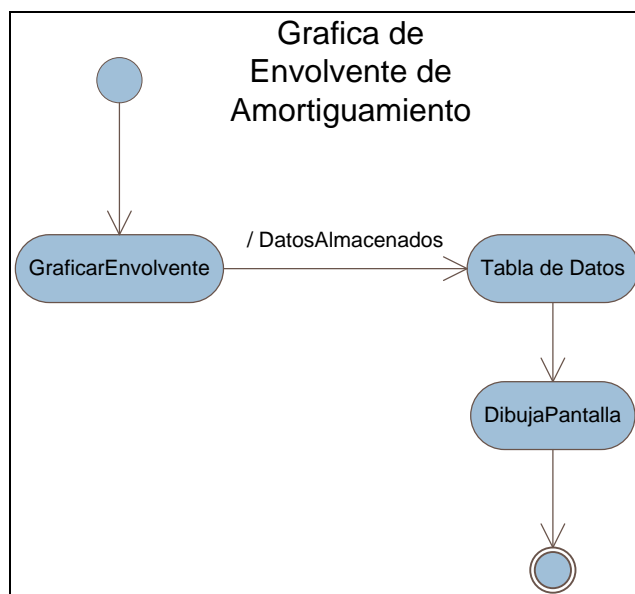


Diagrama 0-16



CU-006P2 Guardar Documento

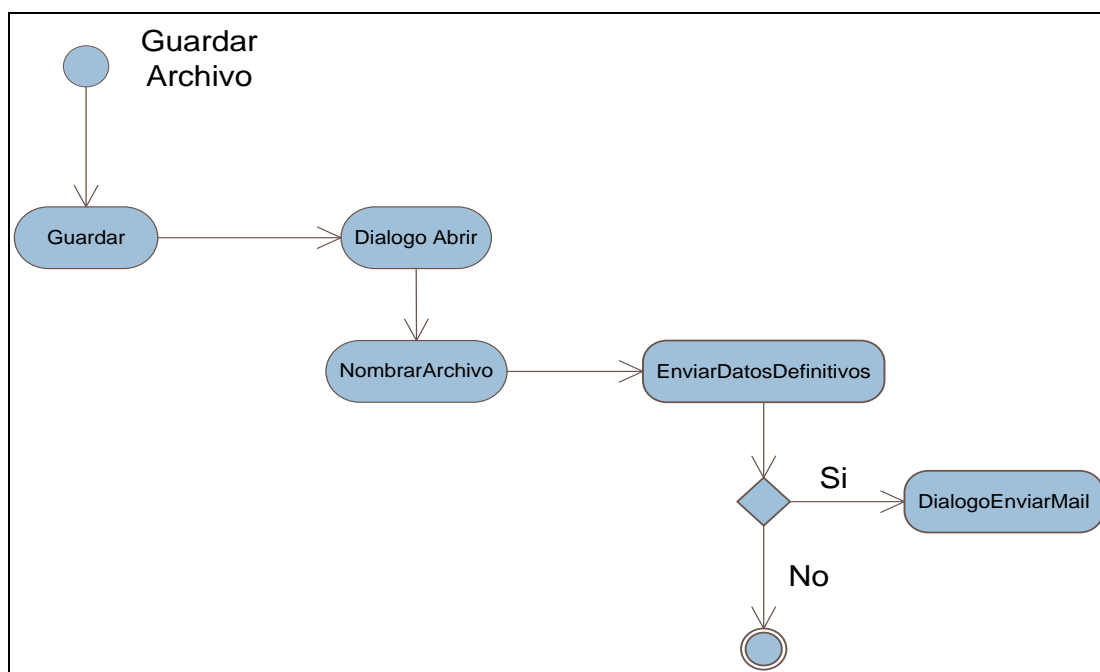


Diagrama 0-17



CU-007P2 Enviar Datos

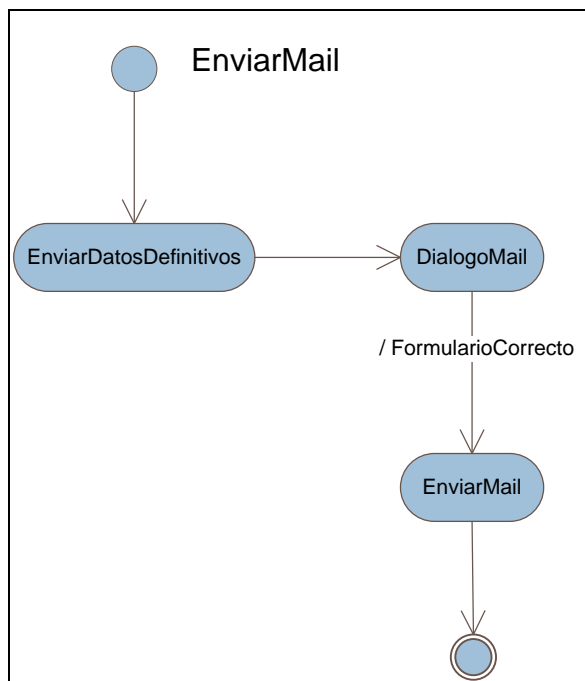


Diagrama 0-18

CU-008P1 Abrir Documento

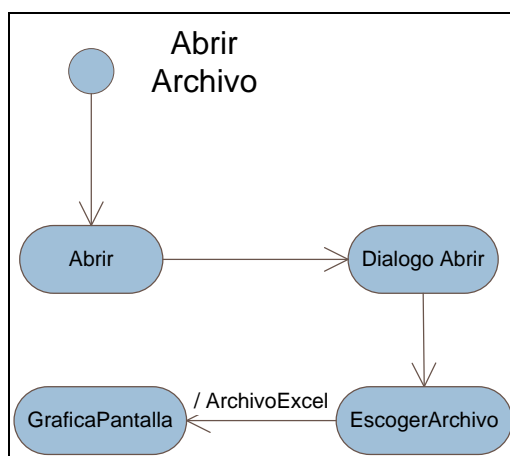


Diagrama 0-19



Diagramas de Actividad Planta 2 Sensor de Luz

CU-001P2 Capturar Datos

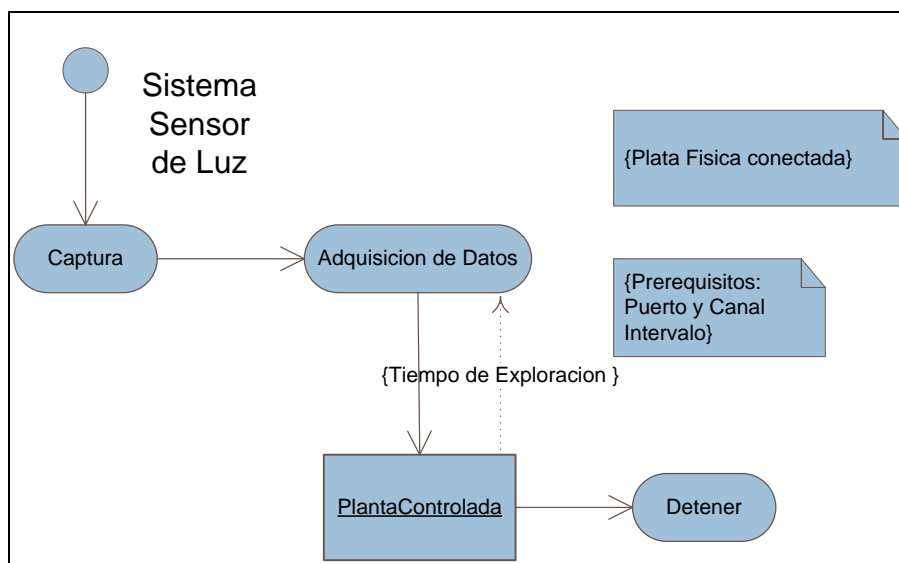


Diagrama 0-20



CU-004P2 Calcular Envolvente de Amortiguamiento

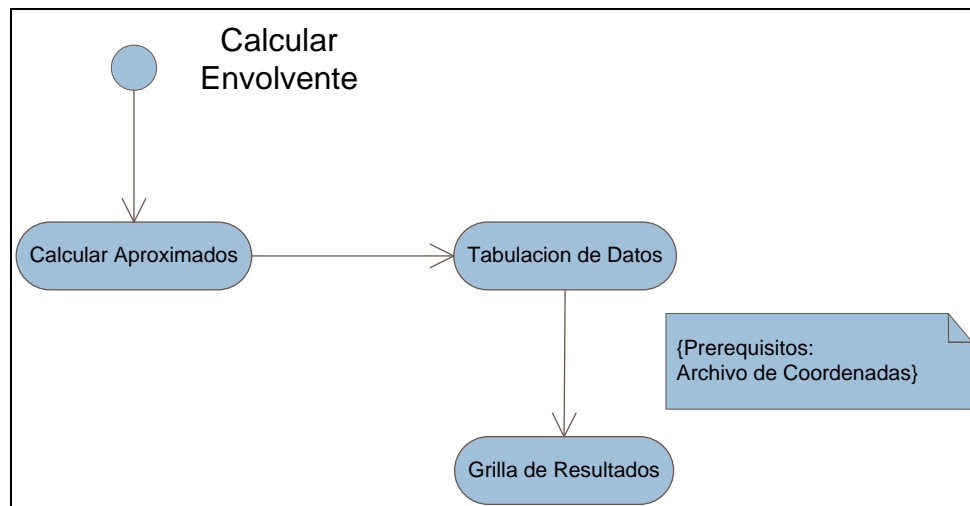


Diagrama 0-21

CU-005P2 Graficar Aproximados

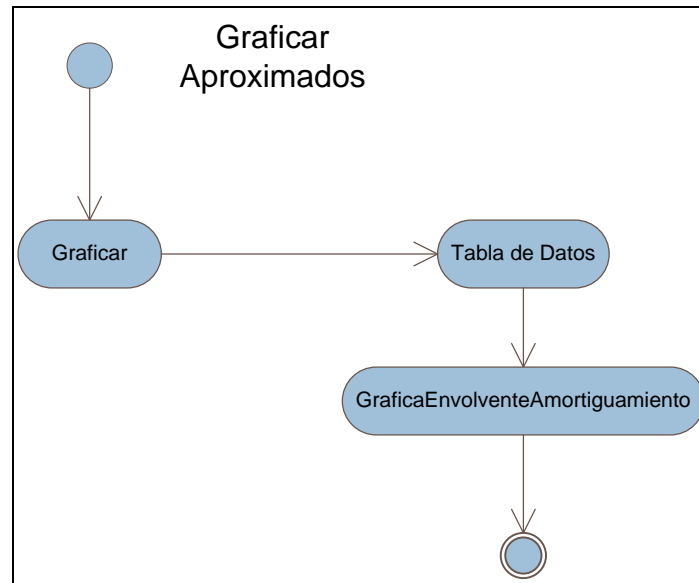


Diagrama 0-22

CU-006P2 Guardar Documento

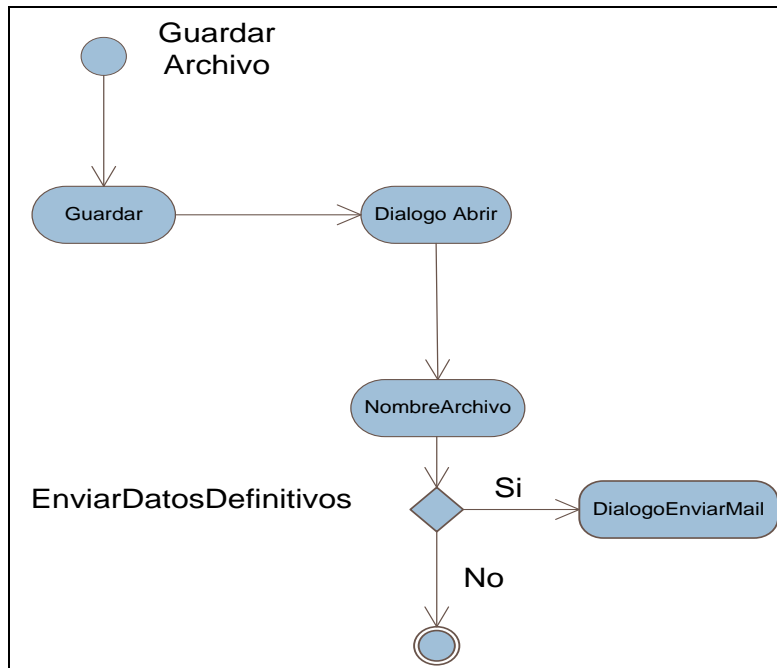


Diagrama 0-23

CU-007P2 Enviar Datos

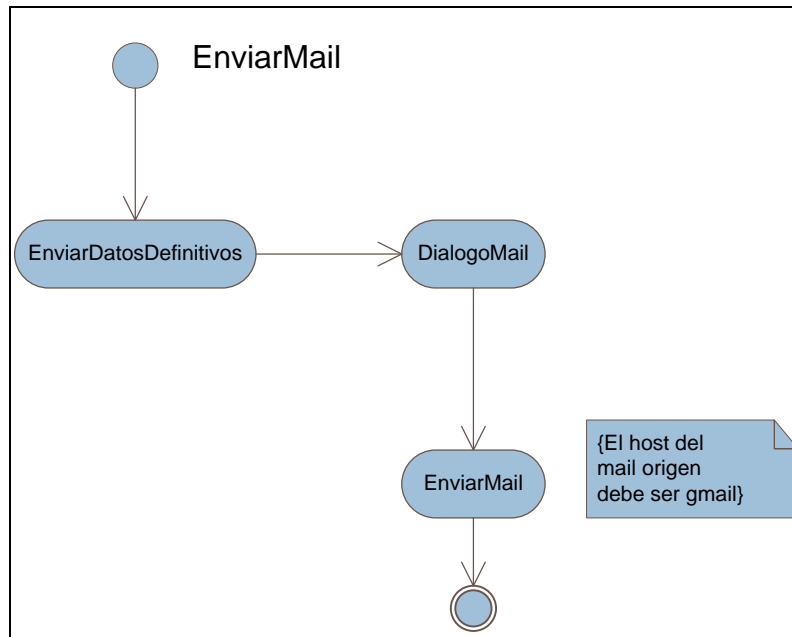


Diagrama 0-24

CU-008P1 Abrir Documento

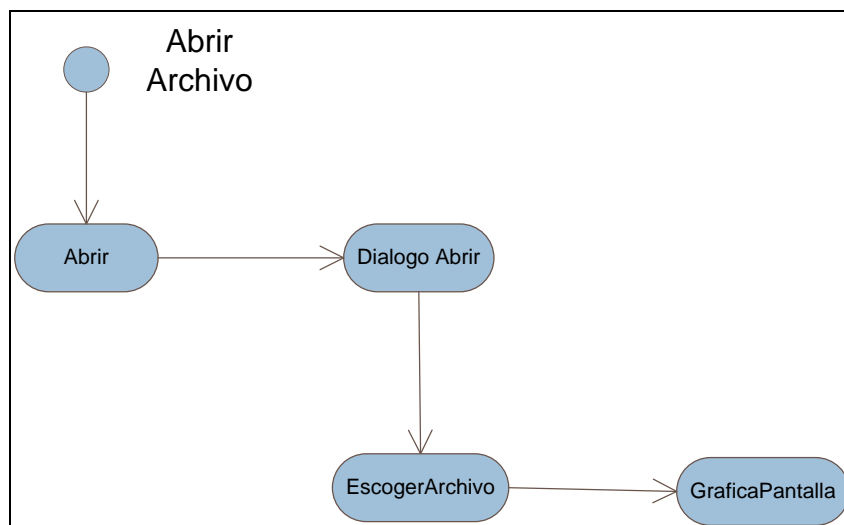


Diagrama 0-25

Diagrama General de Secuencia Sensor de Luz

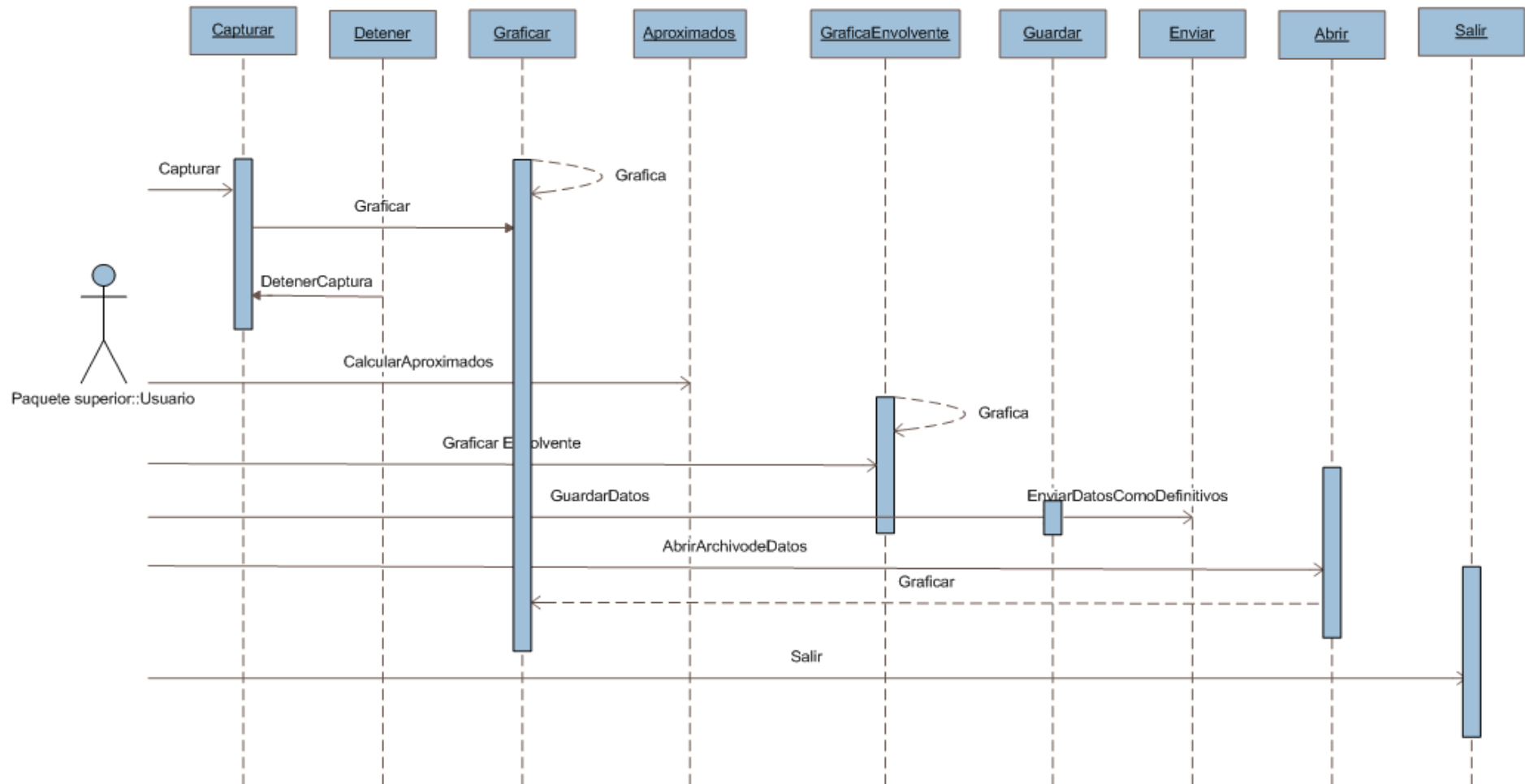


Diagrama 0-26





Diagramas Planta 3 Motor de Corriente Continua

Diagrama de Estados de la Planta 3 Motor de Corriente Continua

CU-001P3 Capturar Datos

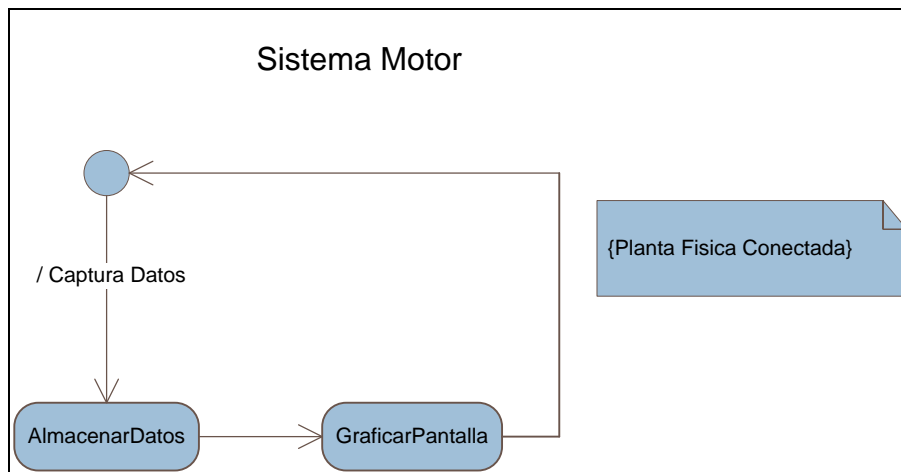


Diagrama 0-27

CU-004P3 Calcular Envolverte de Amortiguamiento

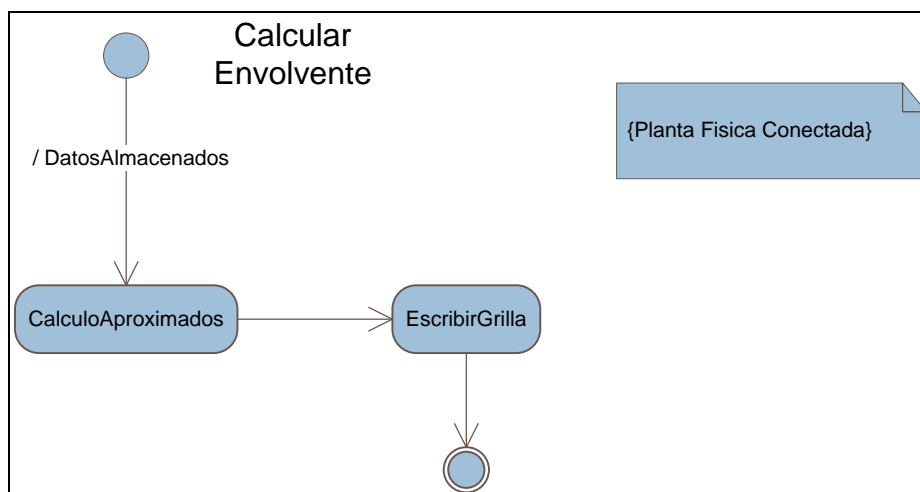


Diagrama 0-28



CU-005P3 Graficar Envolverte

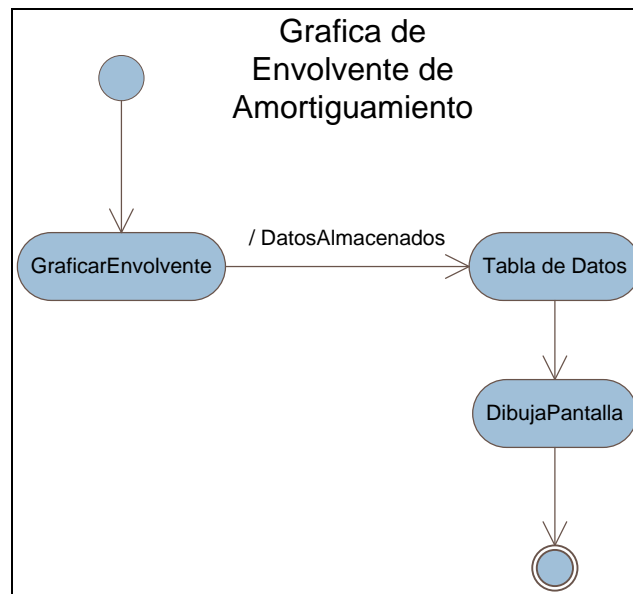


Diagrama 0-29



CU-006P3 Guardar Documento

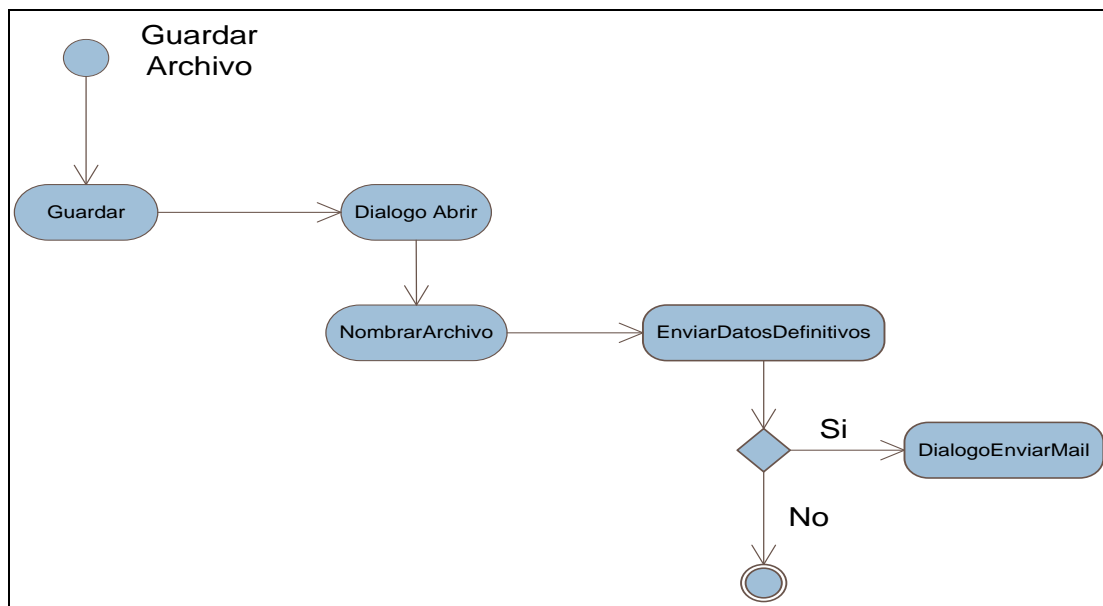


Diagrama 0-30



CU-007P3 Enviar Datos

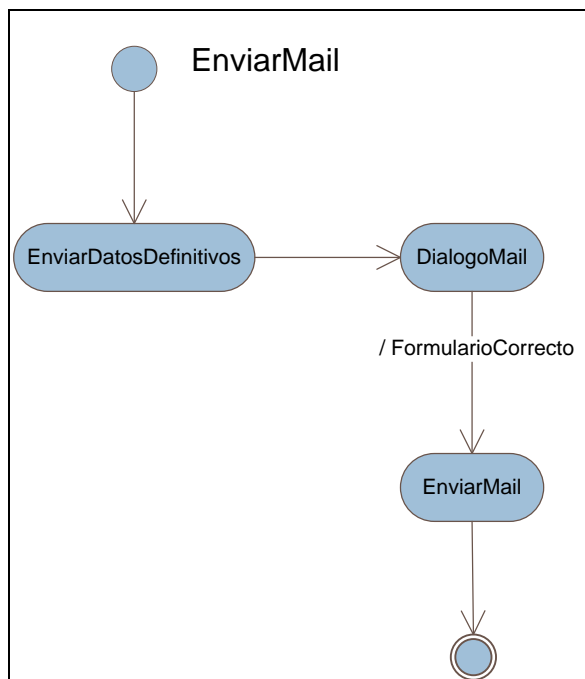


Diagrama 0-31

CU-008P3 Abrir Documento

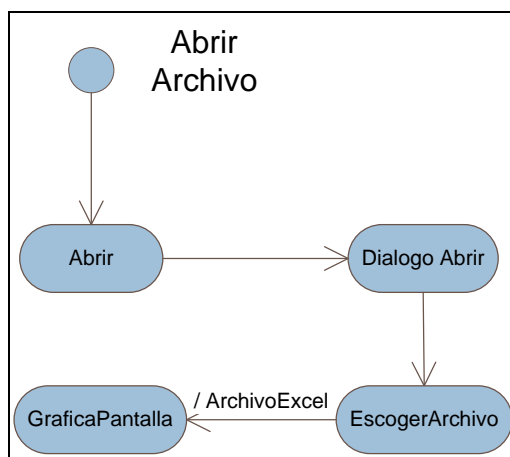


Diagrama 0-32



Diagramas de Actividad Planta 3 Motor de Corriente Continua

CU-001P3 Capturar Datos

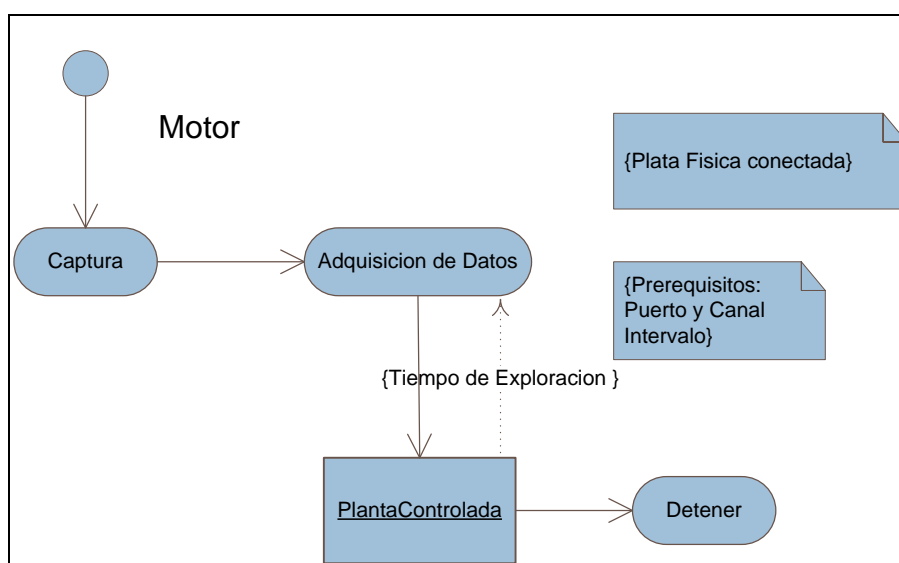


Diagrama 0-33



CU-004P3 Calcular Envolvente de Amortiguamiento

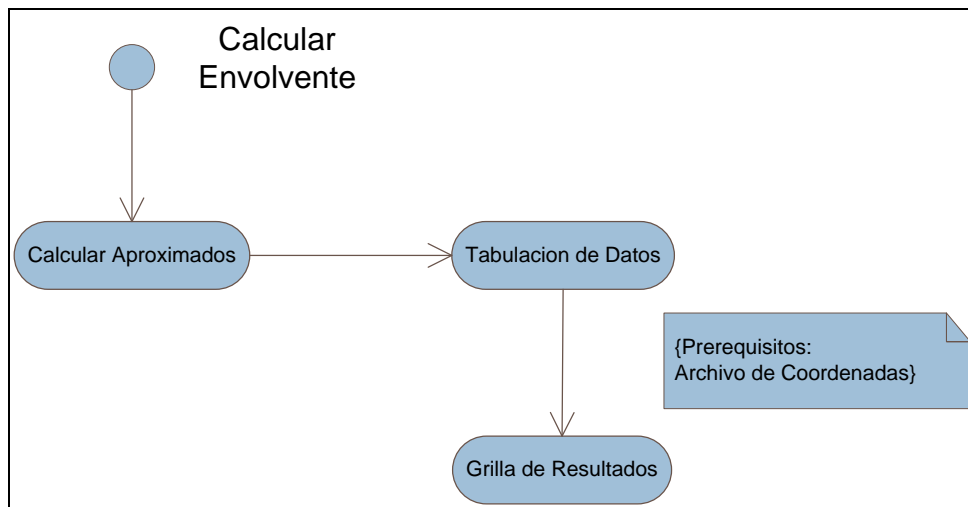


Diagrama 0-34

CU-005P3 Graficar Aproximados

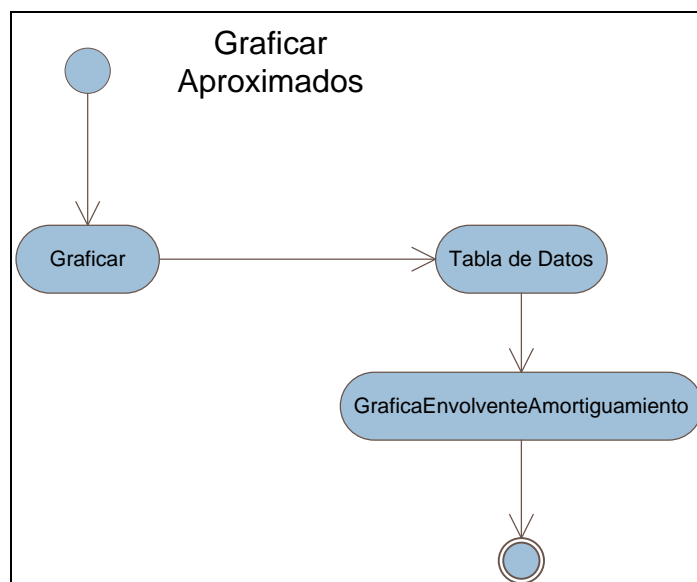


Diagrama 0-35



CU-006P3 Guardar Documento

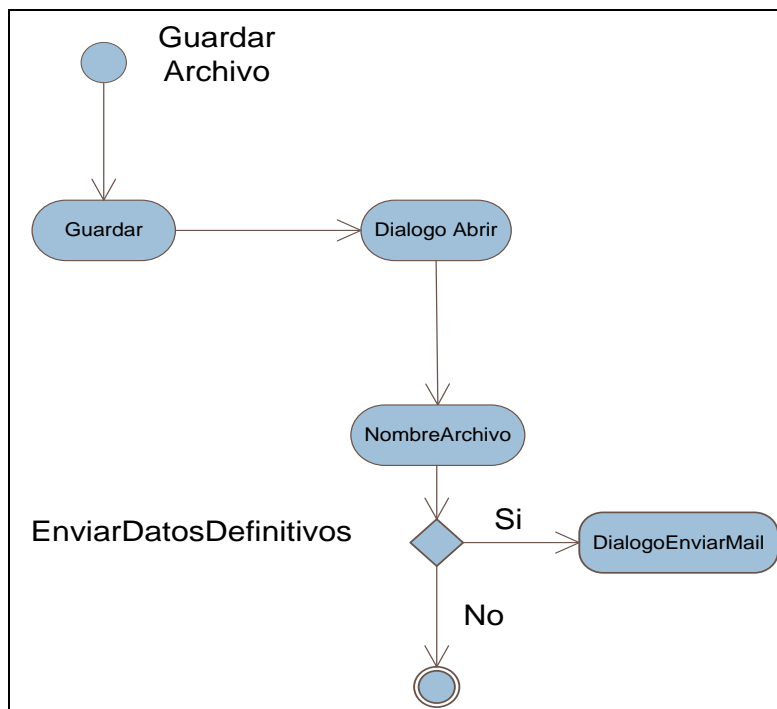


Diagrama 0-36

CU-007P3 Enviar Datos

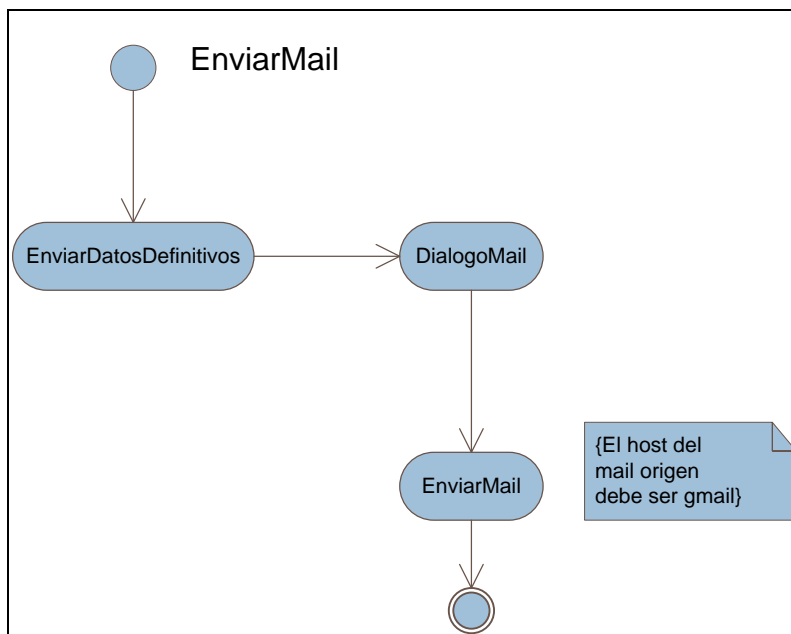


Diagrama 0-37

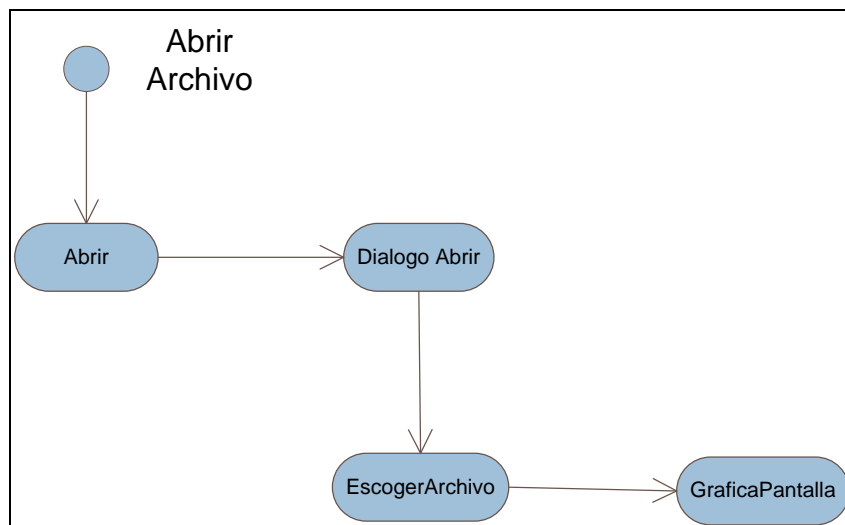


Diagrama 0-38

Diagrama General de Secuencia del Motor de Corriente Continua

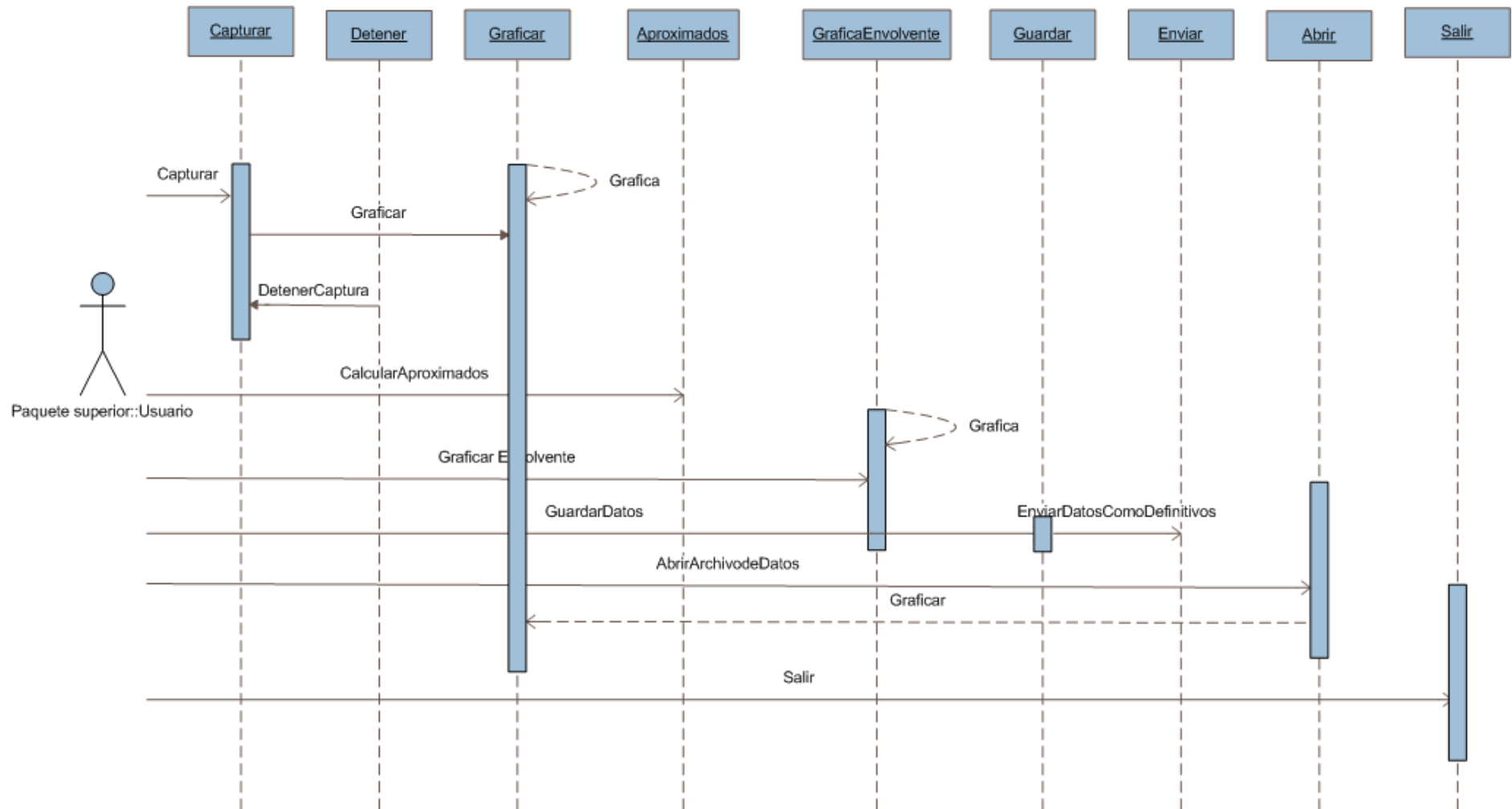


Diagrama 0-39 Estados Motor DC





6 Capítulo

Desarrollo De Software

Desarrollo de un prototipo de interfaz de usuario.

Los prototipos son una visión preliminar del sistema a futuro, siendo una técnica valiosa para la recopilación rápida de información específica a cerca de los requerimientos de información de los usuarios.

Al desarrollar un prototipo de interfaz se busca reacciones iniciales de los usuarios hacia el prototipo, sugerencias de los estudiantes sobre cambios al sistema, posibles innovaciones y planes de revisión que detallan que parte del sistema necesita realizarse primero.

La capa Interfaz de Usuario, maneja la relación entre el usuario y la aplicación, son las ventanas que el usuario recibe como presentación del sistema, Es aquí donde se genera la petición para todas las tareas.

El sistema será usado por usuarios con distintos niveles de conocimientos, desde principiantes hasta expertos; aspectos como la velocidad de aprendizaje y la personalidad pueden influenciar en la manera en que los usuarios interactúan con la información y determinar sus necesidades; por ello no existe una interfaz válida para todos los usuarios y todas las tareas, es así que se pretende responder a requisitos básicos como usabilidad¹, facilidad uso², facilidad de aprendizaje³ y apreciación⁴. Es importante considerar también que

¹ Medida de su utilidad, facilidad de uso, facilidad de aprendizaje y apreciación para una tarea, un usuario y un contexto dado

² Eficiencia o efectividad, medida como velocidad o cantidad de posibles errores

³ Medida del tiempo requerido para trabajar con cierto grado de eficiencia en el uso de la herramienta

⁴ Medida de las percepciones, opiniones, y actitudes generadas en el Usuario por el sistema.



todas las plantas se manipularán bajo los mismos parámetros por lo tanto bajo la misma interfaz.

A medida que se desarrollo la interfaz prototipo fue presentada al Ing. Fabián Cabrera Director del presente proyecto de grado, con sus sugerencias, se fueron agregando los nuevos requerimientos

A continuación se presenta el prototipo de interfaz gráfica de usuario diseñada para la aplicación. Cabe citar que se presentan únicamente los prototipos del sistema principal, es a partir de esta interfaz que se hará el diseño para todas las demás

Interfaces Comunes

Ventana Principal

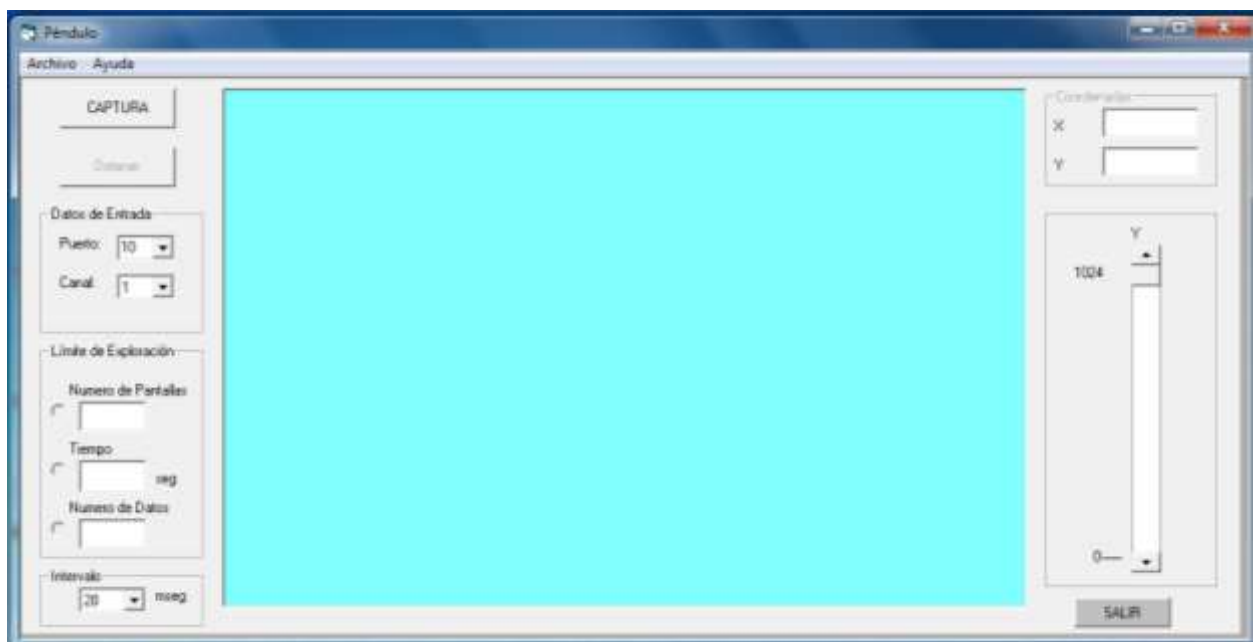


Figura 0-1 Ventana Principal

En la figura 5.1.1 se presenta la ventana principal, esta es la primera en aparecer al momento de iniciar la aplicación.



El botón “Captura” es el que inicia la recepción de datos, a mas se solicita al usuario que indique el número de puerto y el canal por el que se comunicará el sistema a la planta; también solicita datos opcionales como limites de exploración, intervalo de captura. En la parte derecha de la pantalla se muestran datos adicionales los cuales se actualizan al momento de la captura de datos.

En esta misma ventana luego de la captura de información es posible visualizar en una grilla el reporte de resultados para cada uno de los puntos de inflexión y la gráfica correspondiente a la envolvente de amortiguamiento

Al momento de presentar los resultados la parte derecha es reemplazada por un cuadro de reporte que resume los resultados correspondientes a coordenada X, coordenada y, tiempo de captura del dato, período y coeficiente de amortiguamiento

Figura 0-2 Sección Cálculos



Ventana de Envío – Mail

MDIForm1

Archivo

Para: practicasdecontrol@gmail.com

De:

Clave:

Asunto: Practica # 2

Texto: 11/04/2011

Enviar mail

Figura 0-3 Ventana Envio Mail

Esta ventana permite el envío de los datos capturados durante la práctica al correo del profesor.

6. Desarrollo del sistema

Introducción

Vibraciones y respuesta en el tiempo

Equivalencias

Descripción	Representación	Unidad
Masa	m	Kg
Constante de resorte	k	N/m (=kg/s ²)



Fuerza	F	$N (= kg \cdot m/s^2)$
Velocidad	\dot{x}	m/s
Elongación	x	M
Constante de amortiguamiento	c	$\frac{N}{m} (= kg/s)$

Tabla 0-1 Tabla Ecuaciones

Una clase importante y particular de problemas está constituida por los movimientos lineales o angulares de masa que oscilan o responden a perturbaciones aplicadas en presencia de fuerzas restauradoras. La oscilación de un péndulo, el balanceo de un bloque y las vibraciones de las líneas de transmisión de energía eléctrica a causa del viento son ejemplo de esta clase de problemas. En cada uno de los casos una masa o un sistema de masas sufre una perturbación inicial o continua en presencia de fuerzas que tienden a volver a la masa o al sistema a la posición inicial.

Oscilaciones libres

Una oscilación libre sin perturbaciones al sistema seguiría vibrando indefinidamente, sin embargo en la naturaleza existe lo que se conoce como fuerza de fricción, que es el producto del choque de las partículas y la consecuente transformación de determinadas cantidades de energía en calor. Ello resta cada vez más energía al movimiento (el sistema oscilando), produciendo finalmente que el movimiento se detenga.

Cuando es nula la fuerza perturbadora, la ecuación diferencial lineal se convierte en ecuación homogénea de segundo orden; su integral describe las



oscilaciones y respuesta de la masa equilibrante cuando se suelta desde una posición que no sea la de equilibrio.

Se tiene dos casos:

1. Oscilaciones no amortiguadas
2. Oscilaciones amortiguadas

Oscilaciones no amortiguadas no hay fuerza amortiguadora o es despreciable, es decir la masa vibra libremente sin pérdida de energía y su movimiento viene descrito por la ecuación:

$$m\ddot{x} + kx = 0$$

Oscilaciones amortiguadas es en donde enfocaremos nuestro estudio, aquí la fuerza de amortiguamiento no es despreciable y la respuesta libre de la ecuación queda descrita por:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 0$$

La integral de la ecuación de lineal puede obtenerse efectuando la sustitución $x = Ce^{\alpha t}$ la cual da la ecuación característica:

$$m\alpha^2 + c\alpha + k = 0$$

cuyas raíces son:

$$\alpha_1 = -\frac{c}{2m} + \sqrt{\left(\frac{c}{2m}\right)^2 - \frac{k}{m}}, \quad \alpha_2 = -\frac{c}{2m} - \sqrt{\left(\frac{c}{2m}\right)^2 - \frac{k}{m}}$$

Si $c < 2\sqrt{km}$ las raíces son complejas, con las sustituciones

$$b = \frac{c}{2m}, \quad q = \sqrt{\frac{k}{m} - \left(\frac{c}{2m}\right)^2}$$



las raíces son $\alpha_1 = -b + iq, \alpha_2 = -ib - iq$

donde $i = \sqrt{-1}$, utilizando la identidad $e^{\pm iz} = \cos z \pm \operatorname{sen} z$, la integral puede escribirse en la forma:

$$x = e^{-bt}(C_1 \operatorname{sen} qt + C_2 \cos qt)$$

o

$$x = x_0 e^{-bt} \operatorname{sen}(qt + \phi)$$

$$\text{donde } x_0 = \sqrt{C_1^2 + C_2^2} \quad \text{y} \quad \operatorname{tg} \phi = C_2/C_1$$

Este movimiento es claramente oscilatorio y con una amplitud decreciente limitada por las curvas $x = \pm x_0 e^{-bt}$ como se indica en la siguiente figura

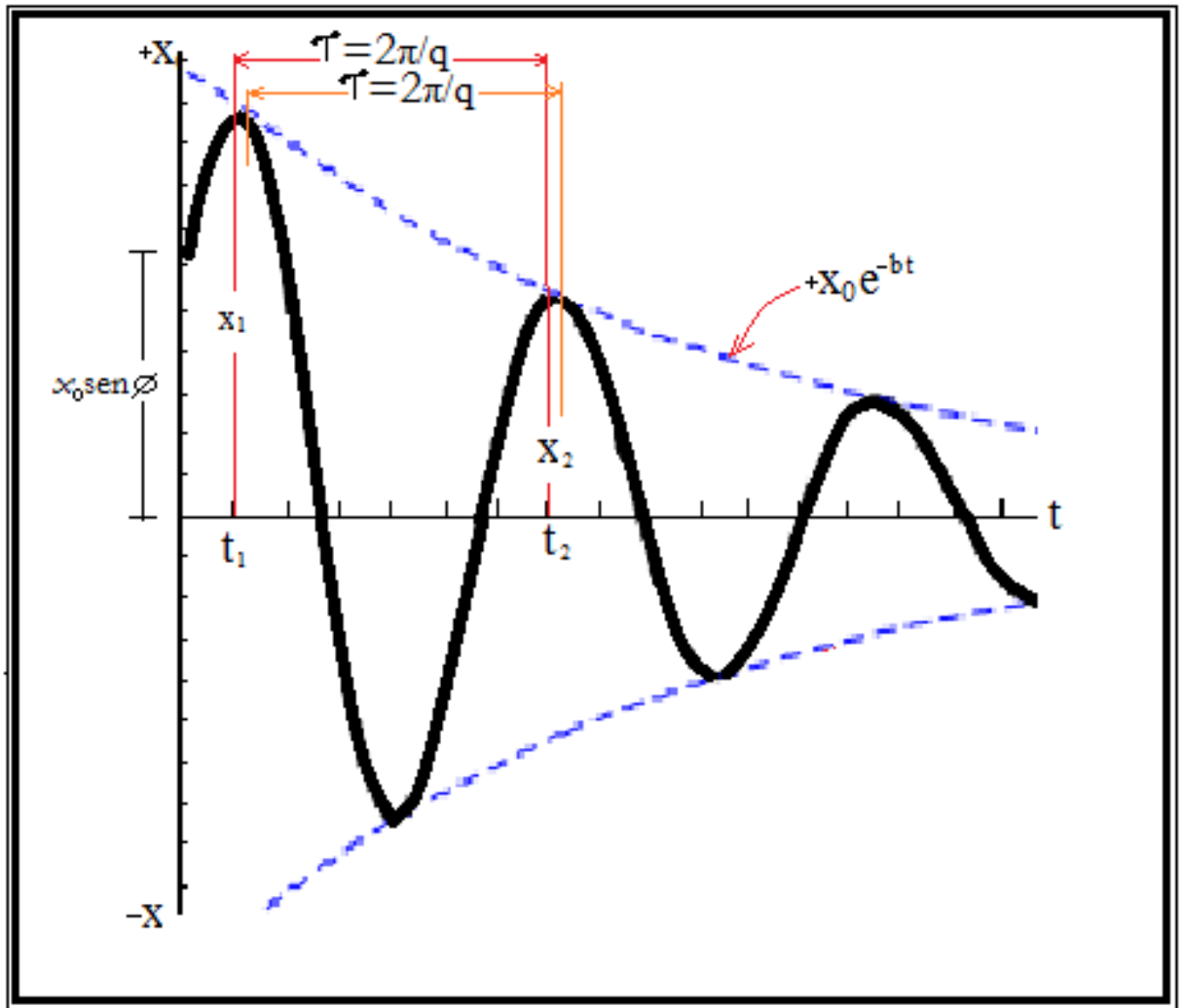


Figura 0-2.1 Oscilaciones

El período $\tau = 2\pi/q$ es mayor que el que existiría en el caso de ausencia de amortiguamiento.

El coeficiente de amortiguamiento c puede determinarse experimentalmente midiendo dos amplitudes sucesivas en una función y tales como x_1 , y x_2 , con $t_2 = t_1 + \tau$ este coeficiente vale:

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{x_0 e^{-bt_1}}{x_1 e^{-bt_1 + \tau}} = e^{b\tau}$$



EL valor de $b\tau$ se conoce como el decremento logarítmico y constituye una medida directa del coeficiente de amortiguamiento. Con las expresiones de b y τ y llamando $C_{cr} = 2\sqrt{km}$ al valor crítico de c , el decremento logarítmico puede escribirse de la forma:

$$\log \frac{x_1}{x_2} = b\tau = \frac{2\pi\eta}{\sqrt{1-\eta^2}}$$

donde

$$\eta = \frac{C}{C_{cr}}$$

Si $c > 2\sqrt{km}$ las dos raíces de la ecuación característica son reales y el movimiento resulta no ser oscilatorio entonces se dice que el movimiento está sobreamortiguado y la masa soltada desde una posición que no sea la de equilibrio volverá hacia la posición de equilibrio sin oscilar. La integral correspondiente al caso de sobreamortiguamiento tiene la forma:

$$x = e^{-bt}(A_1 e^{q't} + A_2 e^{q''t})$$

Donde

$$q' = \sqrt{\left(\frac{c}{2m}\right)^2 - \frac{k}{m}} = q\sqrt{-1}$$

Si $C = C_{cr} = 2\sqrt{km}$, se dice que el movimiento corresponde al caso de amortiguamiento crítico, condición que representa la transición entre las vibraciones amortiguadas y el movimiento aperiódico sobre amortiguado. La integral correspondiente al caso de amortiguamiento crítico en el cual las dos raíces de la ecuación característica son iguales y es:

$$x = e^{-bt}(A_1 + A_2 t)$$



En la siguiente imagen se indica los tres casos de amortiguamiento para una masa que se abandona partiendo el reposo con un desplazamiento inicial x_0 respecto a la posición de deformación nula



Figura 0-4

Lenguaje de Desarrollo

El sistema se ha desarrollado en Visual Basic 6, se ha escogido este lenguaje por la facilidad de comunicación con los puertos; considerando también que para el desarrollo de la presente tesis se ha requerido del apoyo de estudiantes de ingeniería eléctrica para la comprensión del hardware con el que interactuará el sistema, siendo Visual Basic 6 el lenguaje que ha permitido conjugar fácilmente los conocimientos de quienes elaboran las plantas y de los desarrolladores del sistema.

Elaboración de la aplicación

Para la elaboración del sistema se parte de la fase anterior de diseño del sistema, valga recalcar que se va a explicar detalladamente el desarrollo de la



aplicación principal sobre la cual se fundamentara el desarrollo de las siguientes plantas.

EL sistema obtiene de la planta una salida en voltaje de 0 a 5 v, toma el dato y lo convierte en un valor de 0 a 1024, que será nuestro rango de variación valido para la captura de datos, cualquier valor numérico fuera de ese rango se considerara como una error en la captura de datos debido a error de comunicación o falla de funcionamiento de la planta causado por inestabilidad en la misma.

Para la lectura de datos del puerto es necesario también dar un tiempo de espera para lograr una sincronización entre el software del dispositivo y el sistema, considerando el tiempo desde su envío hasta su recepción, este aspecto es importante debido a que el sistema va a funcionar en diferentes maquinas y con diferentes sistemas operativo. Para facilidades del usuario se ha establecido rangos fijos de sincronización que no es más que el intervalo de captura de datos, haciendo posible también que a medida que los datos son capturados sean graficados

Debido a que la información que el sistema recepta es un voltaje, se ha buscado una manera sencilla de representarlo, haciéndolo semejante a un sistema de coordenadas de la siguiente manera:

El número de dato capturado representa la coordenada X, el valor del dato es la coordenada Y; el tiempo correspondiente al milisegundo exacto de su captura con respecto al primer dato es t.

Coordenada y	Coordenada X	Tiempo
Valor numérico obtenido desde	Numero u orden en la lista de datos	Tiempo exacto en que se capturó el dato con



el puerto		referencia al primero
-----------	--	-----------------------

Tabla 0-2

Por tanto se maneja un arreglo de coordenadas de los puntos llamado ArrayCoor con los tres parámetros.



Captura de datos

```
Public Function captura(ByVal intervalo As Double)
On Error Resume Next

    '-----DECLARACION E INICIALIZACION DE VARIABLES
    Static Q, U
    Dim j As Integer
    Dim dato1, dato2 As String
    ReDim ArrayCoor(1)
    Q = 65 + (Val(CbmCanal)) * 8
    bandPausa = False
    MSComm1.CommPort = Val(CbmPuerto) '-----ABRE EL PUERTO
    MSComm1.Settings = "19200,N,8,1"
    MSComm1.InputLen = 1
    MSComm1.PortOpen = True
    TInicial = Timer '-----TIMER PARA EL INTERVALO DE CAPTURA
    Timer1.Interval = 1
    While bandPausa = False
        j = j + 1
        jj = jj + 1
        MSComm1.Output = Chr(Q) '-----LECTURA DE DATOS DEL PUERTO
        GetSystemTime SysTime
        Call EsperaMiliseg(intervalo + HoraAct)
        HoraAct = Timer
        buffer$ = MSComm1.Input 'toma el primer dato de 8 bits
        dato1 = Asc(buffer$) 'convierte el ascii en caracter
        buffer$ = MSComm1.Input 'toma el segundo dato
        dato2 = Asc(buffer$) 'convierte
        U(X) = (dato1 + dato2 * 256) 'convierte y suma

        ArrayCoor(jj).coordenadax = jj - 1 ' Almacenamiento
        ArrayCoor(jj).coordenaday = U(X) * 2.5
        ArrayCoor(jj).Tiempo = Str(Timer - TInicial)
        ReDim Preserve ArrayCoor(jj + 1)
        Picture1.PSet (j, 1024 - (U(X)) * 2.5) 'Grafica
    Wend
    MSComm1.PortOpen = False
    Err.Clear
End Function
```

Figura 0-3

Análisis de datos

Para el análisis de datos se cuenta con un el arreglo ArrayCoor, que es el que contiene los valores de cada uno de los puntos, es así que para los cálculos solo se utiliza los datos pertenecientes a este vector.



Código de procesamiento de datos

```
Project1 - Microsoft Visual Basic [diseño] - [FormCaptura (Código)]
Archivo Edición Ver Proyecto Formato Depuración Ejecutar Consulta Diagrama Herramientas Complementos Ventana Ayuda

General
[General] [CalculoMaximos]

'-----CALCULO DE VALORES APROXIMADOS
Private Sub CalcularAproximados_Click()
    If UBound(ArrayCoor) > 1 Then
        CalculoAmortiguamiento (CalculoPeriodo(CalculoMaximosF))
    End If
End Sub

'-----CALCULO DE MAXIMOS DE LA FUNCION
Private Function CalculoMaximos() As Variant
    Dim VecMaximos()
    Dim VecReal()
    aux = Fix(UBound(ArrayCoor) / 3)
    While i < aux
        dat = ArrayCoor(i).coordenaday + dat
        i = i + 1
    Wend
    dat = Fix(dat / aux)
    j = 2
    i = 0
    While j < (UBound(ArrayCoor) - 1)
        j = j + 1
        If ArrayCoor(j).coordenaday < dat Then
            If i > 0 Then
                ReDim Preserve VecReal(1)
                VecReal(1) = InsertionSort1(VecMaximos, i - 1)
                i = i + 1
                i = 0
                ReDim VecMaximos(1, i)
                VecMaximos(1, i) = 0
            End If
        Else
            ' BUSQUEDA DE MAXIMOS DE LA FUNCION
            If ArrayCoor(j).coordenaday > ArrayCoor(j - 1).coordenaday _
            And ArrayCoor(j).coordenaday > ArrayCoor(j + 1).coordenaday Then
                ReDim Preserve VecMaximos(1, i)
                VecMaximos(0, i) = j
                VecMaximos(1, i) = ArrayCoor(j).coordenaday
                i = i + 1
            Else
                If ArrayCoor(j).coordenaday > ArrayCoor(j - 1).coordenaday _
                And ArrayCoor(j).coordenaday = ArrayCoor(j + 1).coordenaday Then
                    auxiliar = False
                    k = j + 1
                    While auxiliar = False
                        k = k + 1
                        If ArrayCoor(j + 1).coordenaday > ArrayCoor(k).coordenaday Then
                            ReDim Preserve VecMaximos(1, i)
                            VecMaximos(0, i) = j
                            VecMaximos(1, i) = ArrayCoor(j).coordenaday
                            i = i + 1
                            j = k
                            auxiliar = True
                        Else
                            If ArrayCoor(j + 1).coordenaday < ArrayCoor(k).coordenaday Then
                                auxiliar = True
                            End If
                        End If
                    Wend
                End If
            End If
        End If
    Wend
    CalculoMaximos = VecReal
End Function
```

Figura 0-4

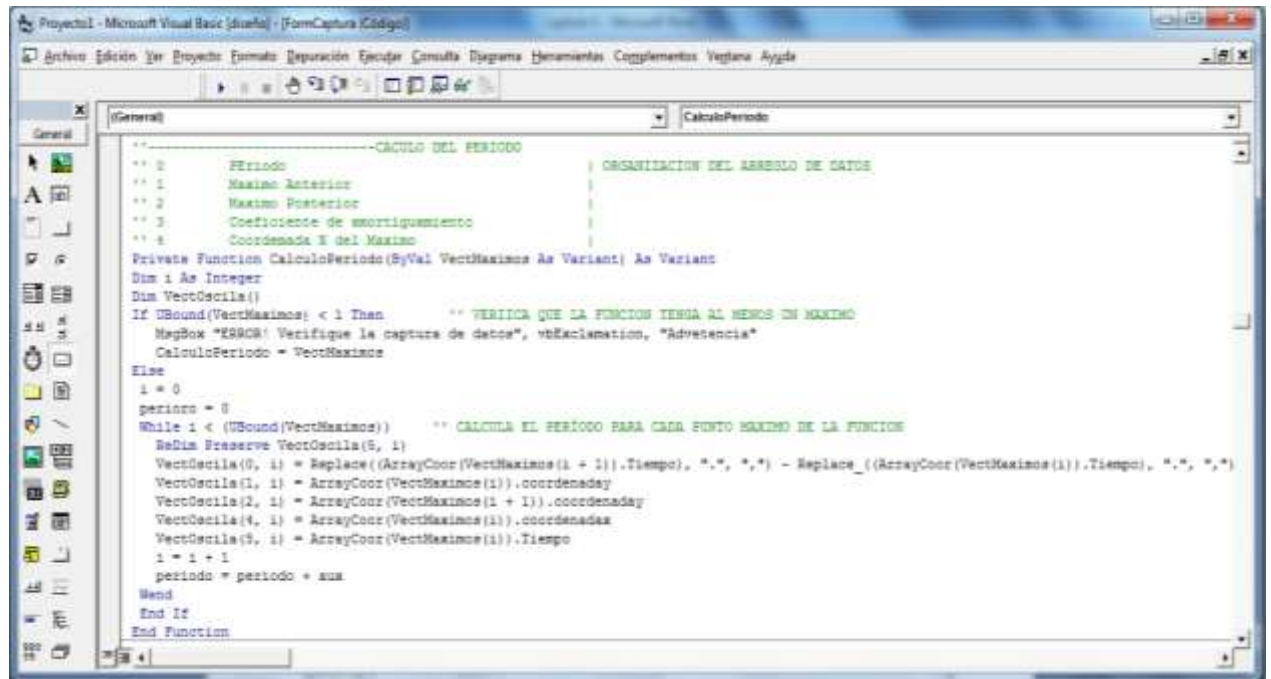


Figura 0-5

Coeficiente de amortiguamiento

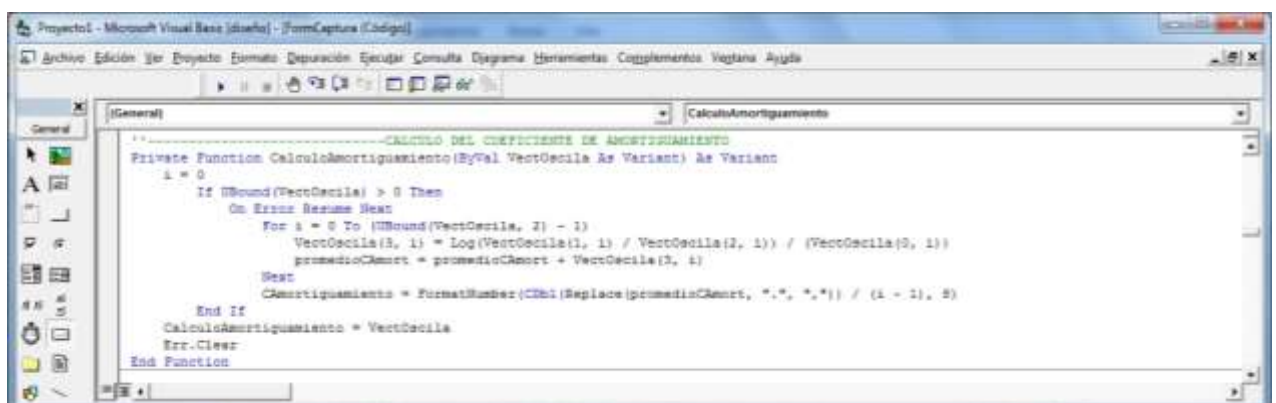


Figura 0-6

Con todos los resultados calculados es posible presentar al usuario una tabla de resultados organizada de la siguiente manera:

Y	X	T	C	T



Coordenada Y del Máximo	Coordenada X del Máximo	Tiempo de captura del dato	Coeficiente de amortiguamiento, expresado en un rango (valor min- valor max) de variación aleatorio	Frecuencia expresada en rango (valor min – valor max) de variación aleatorio
--	----------------------------------	-------------------------------------	--	---

Tabla 0-3

Debido a que se pretende que el estudiante realice los cálculos de comprobación por su cuenta propia, en la tabla de resultados las columnas correspondientes a frecuencia (T) y coeficiente de amortiguamiento (C) no presentan los valores exactos del resultado sino dos valores aproximados (mínimo – máximo), es decir que la respuesta exacta esta dentro de este rango el cual posee variación aleatoria. El rango máximo de variación puede llegar a ser el 20%

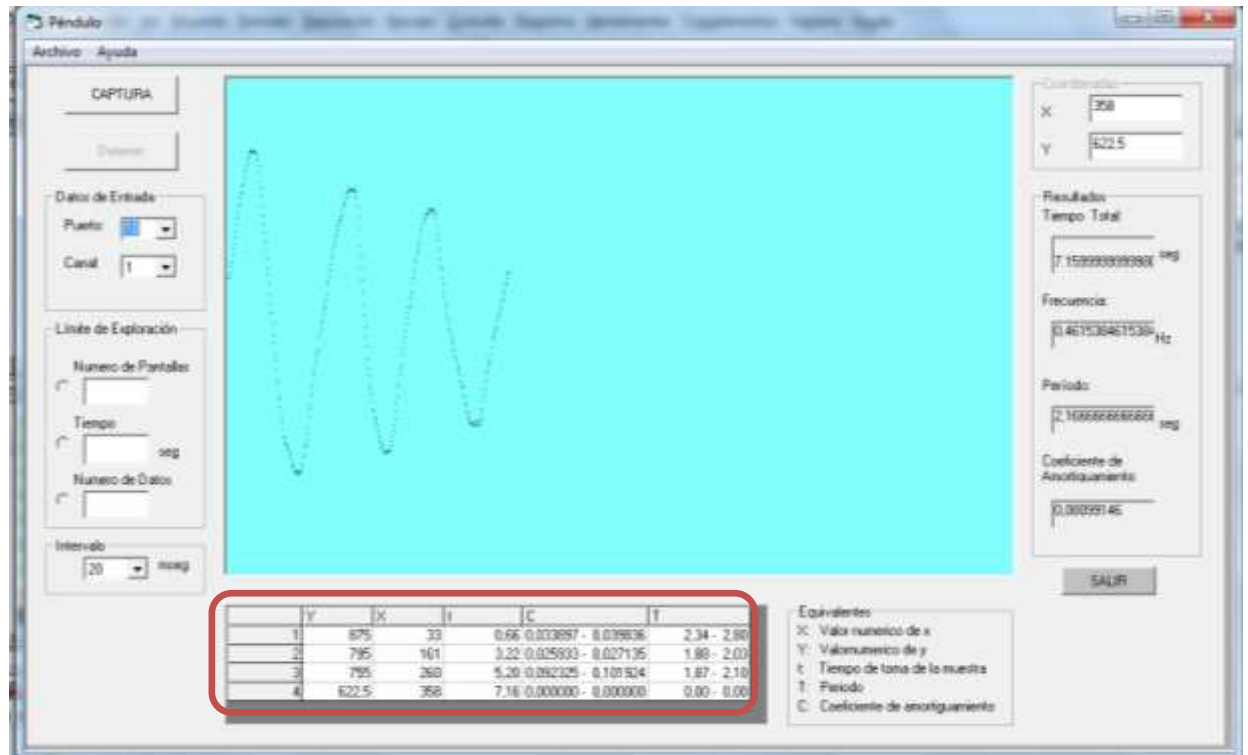


Figura 0-7

Con la tabla de resultados se verifica experimentalmente la validez de los datos, para esto se calcula la amplitud de la oscilación amortiguada y se la grafica como la envolvente de amortiguamiento.

Código de cálculo y gráfica de envolvente de amortiguamiento

```

Project1 - Microsoft Visual Basic [diseño] - [FormCaptura (Código)]
Archivo Edición Ver Proyecto Formato Depuración Ejecutar Consulta Diagrama Herramientas Complementos Ventanas Ayuda

[General]
[GráficoEnvolventeAmortiguamiento]

Private Sub GraficarEnvolventeAmortiguamiento(ByVal VectOscila As Variant)
    For i = 0 To (UBound(VectOscila, 2) - 1) ' Trasea rectas que unen los máximos de la función
        Picture1.Line ((VectOscila(i, 1)), 1024 - (VectOscila(i, 2)) - ((VectOscila(i, 2 + 1)) - VectOscila(i, 2 + 1))), vbBlue
    Next
    i = 0
    For i = 0 To (UBound(VectOscila, 2) - 1) ' Grafica el valor de la envolvente de amortiguamiento para cada punto
        For ii = VectOscila(i, 1) To (VectOscila(i, 2 + 1) - 1)
            Picture1.PSet(ii, (1024 - (VectOscila(i, 2)) * ((12.71828182445905) * ((i - 1) * VectOscila(i, 2) * (ArrayCoor(ii + 1).Tiempo - VectOscila(i, 1)))))) + 2), \
        Next
    Next
End Sub

```

Figura 0-8



coordenada X, coordenada Y y tiempo, finalmente en la tercera hoja se almacena el contenido de la tabla de resultados.

Al momento de almacenar la información el sistema pregunta al usuario si desea enviar la información como datos definitivos de la práctica, si el estudiante hace click en la opción “No” se despliega el excel con la información almacenada, caso contrario se abre una nueva ventana llamada “Envío Mail”, lo que hace esta ventana es enviar al correo del profesor los datos de la practica.

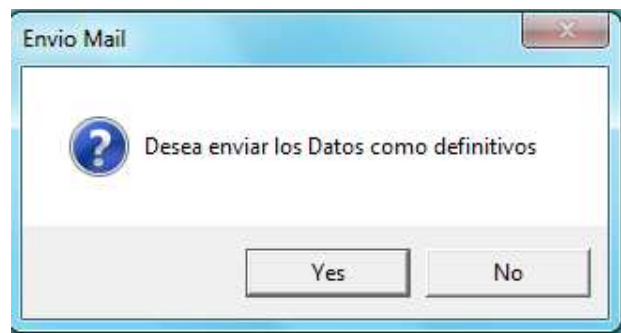


Figura 0-9

En la ventana “envío mail” se carga automáticamente el correo al que los estudiantes deben enviar la práctica, Para el envío el estudiante solo debe ingresar su correo y su contraseña en los campos destinados para ello. Como se puede observar en la figura 6.1.3

La información se adjunta de manera transparente al usuario de forma que este no pueda manipular los datos, el mail se envía al correo de prácticas del tutor y también al correo del remitente (estudiante). Solo cuando ha sido enviado se despliega el Excel con la información almacenada.



7 Capítulo

Implementación De Software

La implementación y las pruebas son un punto vital dentro de este proyecto, ya que no solamente debemos tomar en cuenta nuestro sistema sino también las plantas con las que se enlazan

a, las personas que lo utilicen y a los equipos en que nuestro sistema será manipulado, hay que destacar que el sistema será la utilizado en diferentes sistemas operativos de familia Windows, como es el caso de Windows XP, Windows Vista y Windows 7.

Lo que se pretende con la implementación es asegurar la operatividad del sistema permitiendo al usuario obtener beneficios por su operación.

La implementación se realizó en 2 etapas:

- La primera consta de una prueba de implementación con la planta básica en diferentes sistemas operativos y con diferentes características de la maquina
- La segunda etapa consta de la adaptación del dispositivo final.

La primera etapa, se enfocó en familiarizarse con el entorno y realización de acciones básicas, a más de refinar detalles de la apariencia.

La segunda etapa está enfocada en probar al sistema con el dispositivo definitivo.

7.1.ETAPA 1 Implementación

El software es probado con una planta que solamente genera señales bajo manipulación del usuario. Para proceder con la captura de datos reales



haremos que nuestra planta de prueba se comporte como un péndulo simple, respondiendo a sus mismas leyes y restricciones.

Implementación 1

SO:

- Windows 7 (32 bits)

Características de la máquina

- Dispositivo portátil
- Procesador AMD Turion 2Ghz
- 3 Gb en Ram.

La captura de datos se realiza con éxito al igual que el cálculo de la tabla de resultados y la gráfica del coeficiente de amortiguamiento

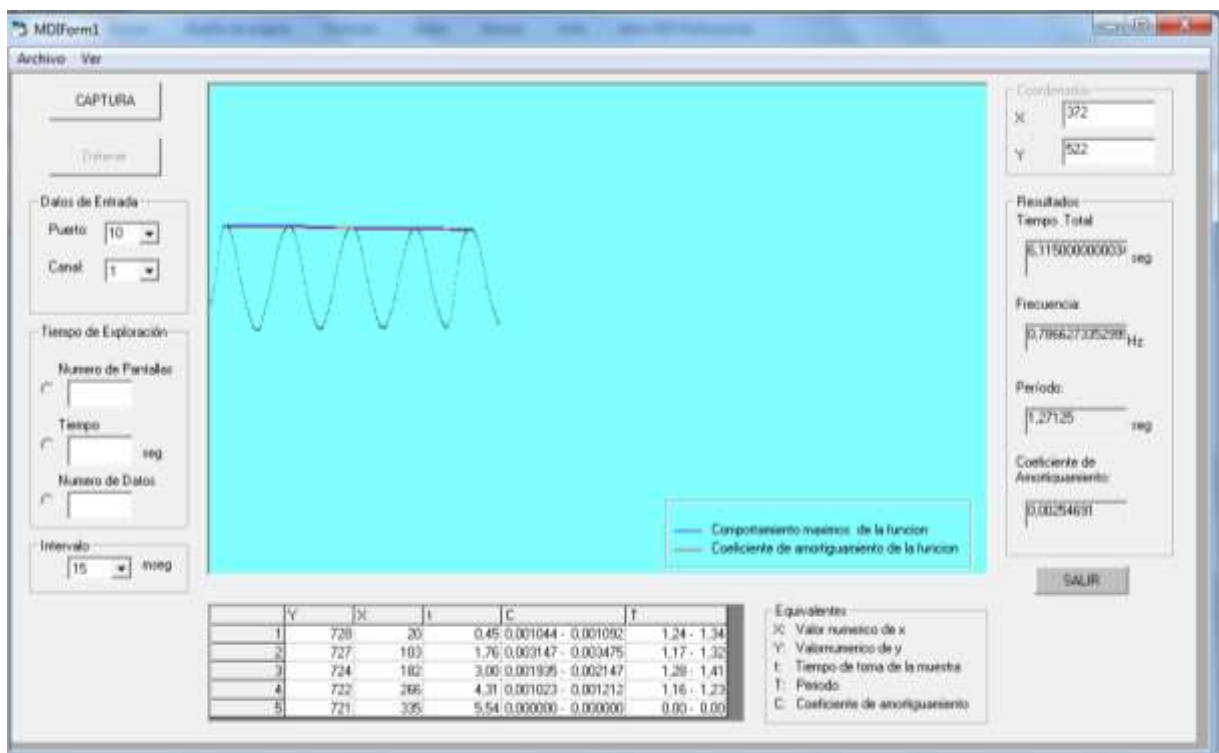


Figura 0-1



Al revisar los datos almacenados se verifica que los datos han sido capturados con éxito con un intervalo aproximado de captura de 15 mseg. En la siguiente tabla se presenta una muestra de los últimos 30 datos, las tres primeras columnas visualizan los datos almacenados, la cuarta columna se ha generado para verificación de los datos, esta indica el tiempo en milisegundos entre cada dato.

Coordenada Y	Coordenada X	Tiempo - mseg	Intervalo de captura - mseg
667	349	5,7570	0,0150
660	350	5,7720	0,0160
653	351	5,7880	0,0150
646	352	5,8030	0,0160
636	353	5,8190	0,0160
627	354	5,8350	0,0150
619	355	5,8500	0,0160
611	356	5,8660	0,0150
603	357	5,8810	0,0160
598	358	5,8970	0,0160
588	359	5,9130	0,0150
583	360	5,9280	0,0160
575	361	5,9440	0,0150
569	362	5,9590	0,0160
561	363	5,9750	0,0160
556	364	5,9910	0,0150
552	365	6,0060	0,0160
546	366	6,0220	0,0150
542	367	6,0370	0,0160



537	368	6,0530	0,0160
534	369	6,0690	0,0150
526	370	6,0840	0,0160
526	371	6,1000	0,0150

Tabla 0-1

Implementación 2

SO:

- Windows XP (32 bits)

Características de la Máquina:

- Dispositivo portátil
- Procesador Intel Core 2Duo, 2.4Ghz;
- 3 Gb en Ram.

La adquisición de datos se da de manera óptima, realiza los cálculos y grafica la envolvente de amortiguamiento.

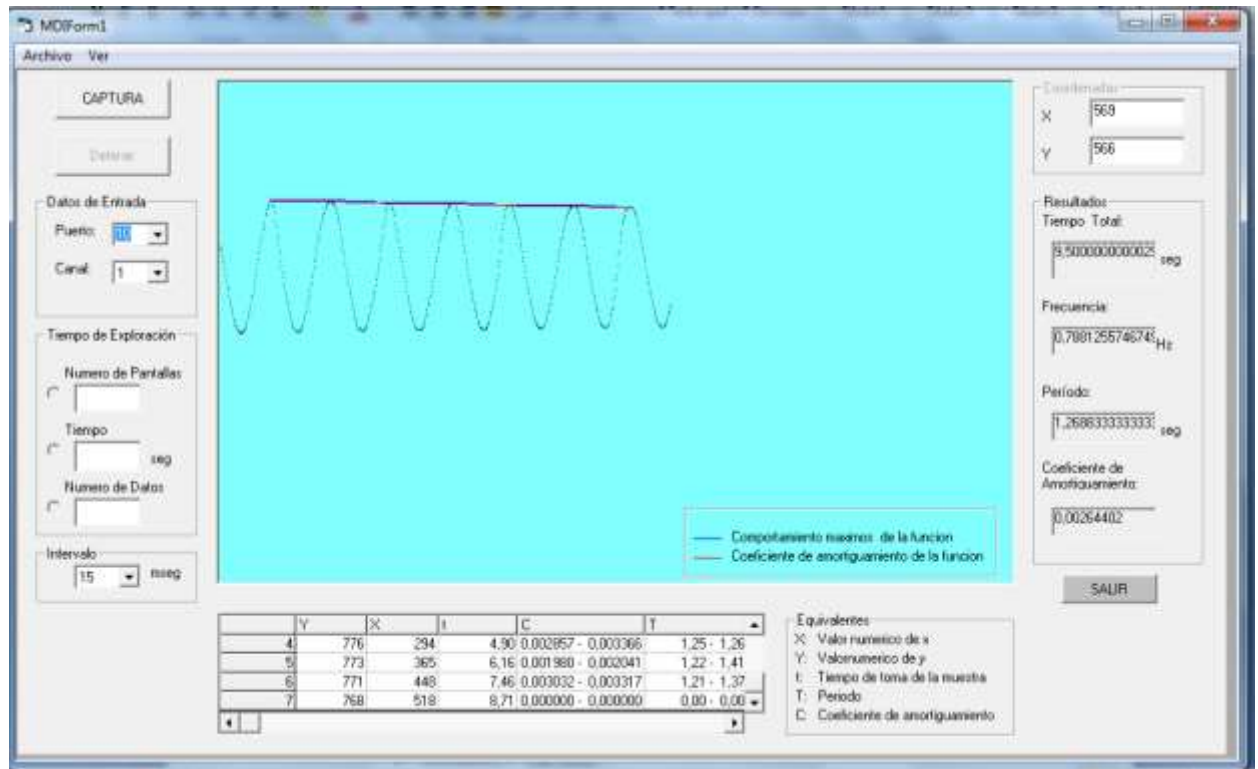


Figura 0-2

Datos almacenados correctamente con un intervalo de captura correcto. A continuación se presenta los últimos 30 datos almacenados.

Coordenada Y	Coordenada X	Tiempo - mseg	Intervalo de captura - mseg
633	538	9,017	0,015



623	539	9,032	0,016
615	540	9,048	0,015
607	541	9,063	0,016
597	542	9,079	0,016
590	543	9,095	0,015
581	544	9,11	0,016
574	545	9,126	0,015
566	546	9,141	0,016
560	547	9,157	0,016
554	548	9,173	0,015
547	549	9,188	0,016
541	550	9,204	0,015
536	551	9,219	0,016
532	552	9,235	0,016
528	553	9,251	0,015
524	554	9,266	0,016
524	555	9,282	0,015
523	556	9,297	0,016
521	557	9,313	0,016
521	558	9,329	0,015
521	559	9,344	0,016
523	560	9,36	0,015
524	561	9,375	0,016
528	562	9,391	0,016
530	563	9,407	0,015
535	564	9,422	0,016
541	565	9,438	0,015
548	566	9,453	0,016
553	567	9,469	0,016
561	568	9,485	0,015



Tabla 0-2

Implementación 3

SO:

- Windows XP SP3

Características de la Máquina:

- **Computador de escritorio**
- **Pentium 4, 3.8 GHz**
- **512 de RAM**

Al momento de la captura de información no se presenta ningún inconveniente, de igual manera se grafica la envolvente de amortiguamiento y se presenta la tabla de resultados. Sin embargo al instante de revisar los datos almacenados se observa que el intervalo de captura entre un dato y otro es inestable.

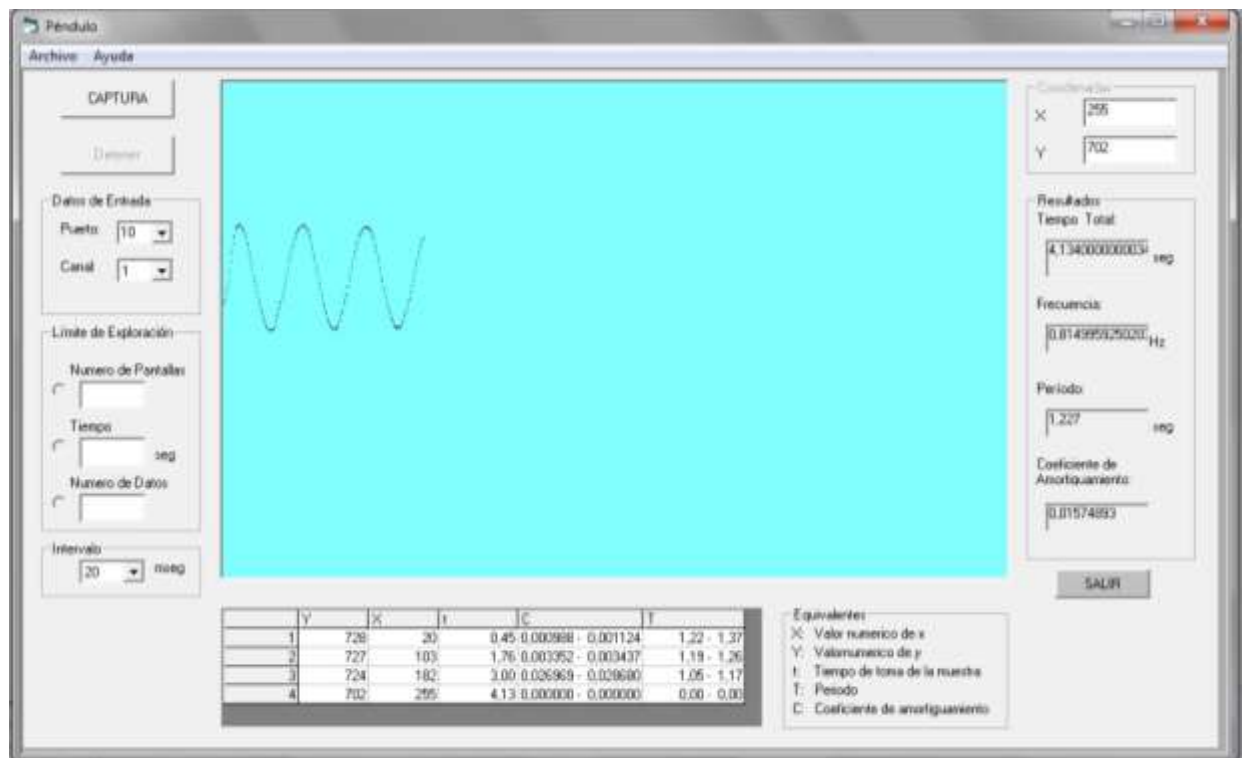


Figura 0-3

Los datos mostrados a continuación indican claramente que no se ha podido cumplir con el intervalo propuesto de 15 mseg, en momentos críticos el sistema presenta un intervalo de hasta 31 mseg.

Coordenada Y	Coordenada X	Tiempo - mseg	Intervalo de captura - mseg
565	1	0,01600	0,03100
570	2	0,04700	0,01600
571	3	0,06300	0,01500
584	4	0,07800	0,01600
592	5	0,09400	0,03100
599	6	0,12500	0,01600
608	7	0,14100	0,03100



626	8	0,17200	0,03100
636	9	0,20300	0,01600
653	10	0,21900	0,03100
668	11	0,25000	0,03100
675	12	0,28100	0,01600
689	13	0,29700	0,03100
702	14	0,32800	0,03100
706	15	0,35900	0,01600
716	16	0,37500	0,03100
722	17	0,40600	0,01500
723	18	0,42100	0,01600
725	19	0,43700	0,01600
728	20	0,45300	0,03100
728	21	0,48400	0,01500
727	22	0,49900	0,01600
727	23	0,51500	0,01600
724	24	0,53100	0,01500
721	25	0,54600	0,01600
718	26	0,56200	0,01500
714	27	0,5770	0,01600
709	28	0,5930	0,01600
704	29	0,6090	0,01500
697	30	0,6240	0,01600

Tabla 0-3

La captura de datos se realiza varias veces en la maquina con los mismos resultados,

Implementación 4



SO:

- Windows XP (32 bits)

Características de la Máquina:

- **Computador de escritorio**
- **Procesador Intel**
- **256 Mb en RAM.**

El sistema captura datos exitosamente, los grafica y presenta sus resultados, pero al igual que en la implementación anterior presenta errores en el intervalo de captura de datos.

El sistema es probado en una tercera máquina con semejantes características y el resultado es semejante.

En vista de que el software y las plantas han sido probados en otros equipos, en los cuales se obtiene el intervalo deseado se considera que la falta de memoria de las maquinas o sus limitadas capacidades son causa del error; puesto que el error es constante, se procede a modificar el intervalo de captura a 20 mseg, con el fin de tener un sistema estándar y que funcione independientemente de las características de la maquina en la medida de lo posible

Implementación 5

Esta implementación se realiza nuevamente con la máquina de la implementación 3, luego de que se ha modificado el intervalo de captura.

SO:

- Windows XP (32 bits)

Características de la Máquina:



Muestreo de datos

Coordenada Y	Coordenada X	Tiempo - mseg	Intervalo de captura - mseg
980,6	139	2,7750	0,020
983,3	140	2,7950	0,020
988,7	141	2,8150	0,020
980,6	142	2,8350	0,020
977,9	143	2,8550	0,020
972,5	144	2,8750	0,020
964,4	145	2,8950	0,020
953,6	146	2,9150	0,020
937,4	147	2,9350	0,020
918,5	148	2,9550	0,020
899,6	149	2,9750	0,020
875,3	150	2,9950	0,020
859,1	151	3,0150	0,020
832,1	152	3,0350	0,020
802,4	153	3,0550	0,020
772,7	154	3,0750	0,020
745,7	155	3,0950	0,020
718,7	156	3,1150	0,020
691,7	157	3,1350	0,020
662,0	158	3,1550	0,020
632,3	159	3,1750	0,020
602,6	160	3,1950	0,020



570,2	161	3,2150	0,020
543,2	162	3,2350	0,020
516,2	163	3,2550	0,020
491,9	164	3,2750	0,020
470,3	165	3,2950	0,020
448,7	166	3,3150	0,020
421,7	167	3,3350	0,020
400,1	168	3,3550	0,020
381,2	169	3,3750	0,020

Tabla 0-4

7.2. ETAPA 2 Adaptación de dispositivos.

Una vez que el sistema ha sido probado en el equipo de prueba se procede a adaptarlo al dispositivo definitivo.

Como se mencionó anteriormente no todos los usuarios tienen las mismas características, necesidades, preferencias u objetivos. Los estudiantes con menos experiencia pueden sentirse desorientados o sobrecargados por la gran cantidad de información que se les ofrece. Por tanto es conveniente tener en cuenta las diferentes características de los usuarios para adaptar la información ofrecida, tanto los contenidos como la navegación a través del sistema.

Otro aspecto de suma importancia ha sido el diseñar una aplicación básica desarrollada con una planta de prueba, pues se pretende que el sistema sea lo más general posible, para que con mínimas modificaciones se enlace con otras plantas y se obtenga el mismo resultado.

Mediante las adaptaciones el sistema se apropia de las necesidades individuales de cada planta, permitiendo satisfacer independientemente los requerimientos; previo a esta etapa se ha considerado los parámetros de cada



una de las plantas y se ha hecho los respectivos acondicionamientos, modificaciones y cambios que permitan habilitar cada una de sus características particulares.

La adaptación realizada pretende evitar esfuerzos o reemplazos mecánicos, estando ideada por la necesidad de poder realizar la actividad con autonomía.

Las adaptaciones no son imprescindiblemente obras de grandes técnicas o producto de una complicada programación, todo lo contrario, deben de tratar siempre de responder a los principios de simplificación absoluta y fácil construcción. Por tanto, deben ajustarse a las características individuales de cada caso.

En cada planta el sistema es totalmente responsable de proveer captura, análisis y presentación de resultados al estudiante, es decir debe encargarse de conectividad, sincronización de datos, etc.

La interfaz de salida de las plantas es mediante puerto serie, para el caso de algunos dispositivos portátiles que no cuentan con este Puerto se utiliza un adaptador serial – USB.

PÉNDULO

Introducción

Una oscilación libre sin perturbaciones al sistema seguiría vibrando indefinidamente, sin embargo en la naturaleza existe lo que se conoce como fuerza de fricción, que es el producto del choque de las partículas y la consecuente transformación de determinadas cantidades de energía en calor. Ello resta cada vez más energía al movimiento (el sistema oscilando), produciendo finalmente que el movimiento se detenga. Esto es lo que se conoce como oscilación amortiguada.

A estos sistemas se le llama sistema resonante de 2º orden; se lo puede representar claramente el de nuestro péndulo, puesto que se trata de una masa móvil en suspensión.

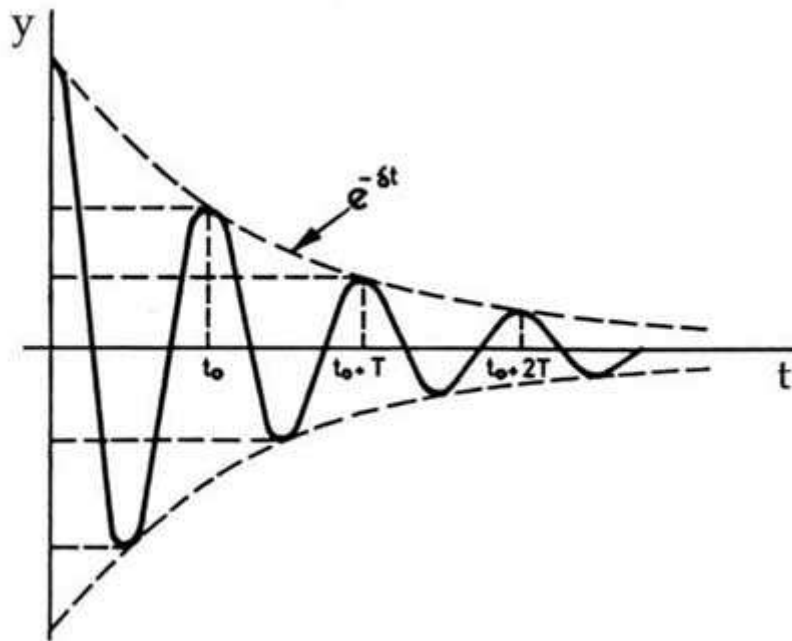


Figura 0-5 Oscilación amortiguada

En la oscilación amortiguada la amplitud de la misma varía en el tiempo (según una curva exponencial), haciéndose cada vez más pequeña hasta llegar a cero. Es decir, que después de un tiempo determinado el sistema se detiene en su posición de reposo.

Valiéndonos de la expresión $\tau = \frac{2\pi}{q}$ y $\tau = \frac{1}{f}$, tenemos que $q = \frac{2\pi}{\tau} = 2\pi f$, reemplazando se tendría que la representación matemática es $x = x_0 e^{-bt} \sin(2\pi f t + \phi)$, donde b es el coeficiente de amortiguamiento, nótese que la amplitud e^{-bt} es también una función del tiempo, mientras que x y ϕ son constantes que dependen de las condiciones de inicio del movimiento.

Para el cálculo de la envolvente de amortiguamiento (A) la ecuación de la amplitud de las oscilaciones amortiguadas es:

$$A = x_0 \cdot e^{-bt}$$

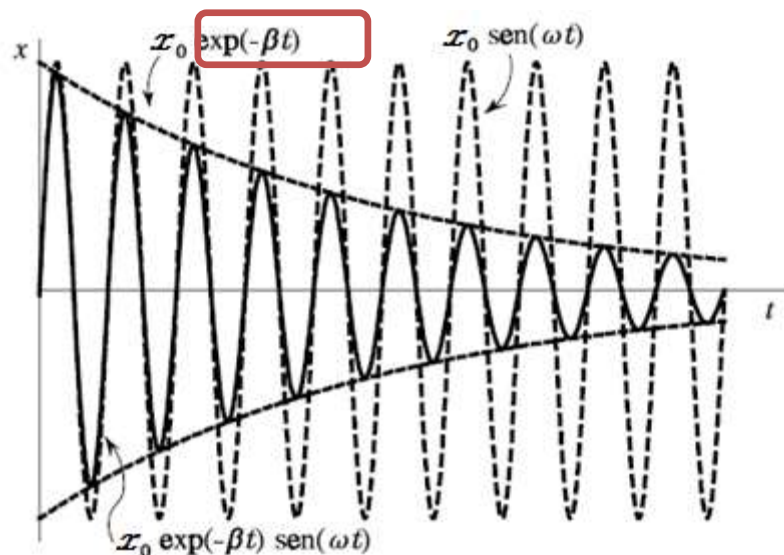


Figura 0-6 Amplitud de oscilación amortiguada

No obstante, la frecuencia de oscilación del sistema (que depende de propiedades intrínsecas del sistema, es decir, es característica del sistema) se mantienen constantes a lo largo de todo el proceso. Mientras la planta eléctrica se mantenga en condiciones estables, la envolvente de amortiguamiento va a estar regida ante esta ecuación

Planta: PENDULO

a) Sin Rozamiento

$m = \text{masa}$

$l = \text{longitud}$

$\theta = \text{Angulo del Pendulo}$

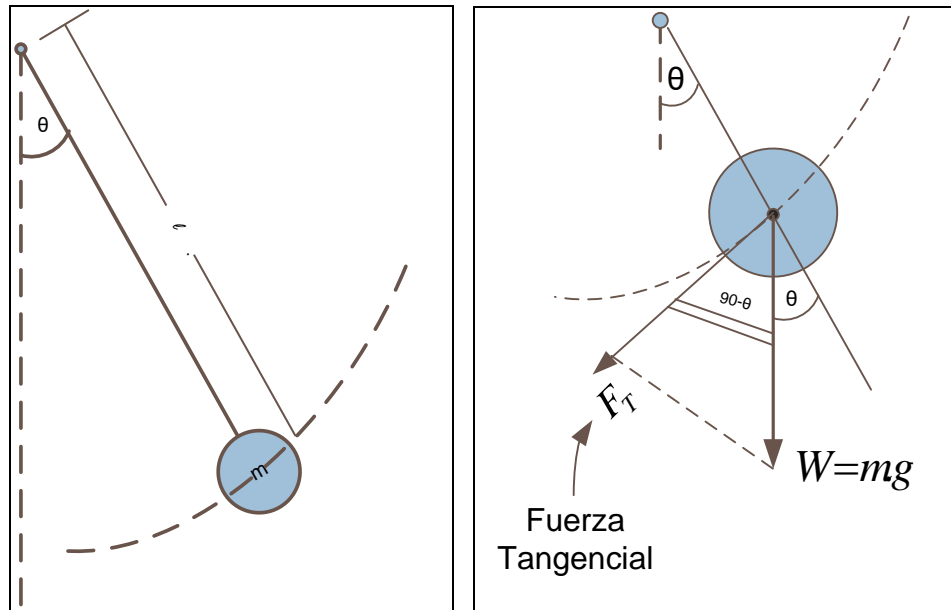


Figura 0-3 Pendulo

$$F = m \cdot a$$

$$F = m \cdot a_T = \text{masa} * \text{aceleracion tangencial} = m \cdot l \cdot \ddot{\theta} = F_T \quad (1)$$

$$F = m \cdot g \cos(90 - \theta) = -mg \sin \theta = F_T \quad (2)$$

Igualando 1 y 2:

$$m \cdot l \cdot \ddot{\theta} = -mg \sin \theta$$

$$l \cdot \ddot{\theta} + g \sin \theta = 0$$

$$\ddot{\theta} + \frac{g}{l} \sin \theta = 0$$

Para pequeñas oscilaciones $\sin \theta \approx \theta$ (en radianes)

$$\ddot{\theta} + \frac{g}{l} \theta = 0$$

Resolviendo

$$\omega^2 = \frac{g}{l}; \omega = \sqrt{\frac{g}{l}}; \omega = 2\pi \cdot \frac{1}{T}$$



$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g}{l}}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = \text{Periodo de Oscilacion}$$

b) Con rozamiento

$B = \text{coeficiente de Fricción}$

$$\ddot{\theta} + \frac{B}{lM} \dot{\theta} + \frac{g}{l} \theta = 0$$

En términos de Laplace:

$$s^2 \theta(s) + \frac{B}{lm} s \theta(s) + \frac{g}{l} \theta(s) = 0$$

Cuando Aplicamos una fuerza o Torque externo:

$$s^2 \theta(s) + \frac{B}{lm} s \theta(s) + \frac{g}{l} \theta(s) = T(s)$$

$$\theta(s) \left[s^2 + \frac{B}{lm} s + \frac{g}{l} \right] = T(s)$$

$$\frac{\theta(s)}{T(s)} = \frac{1}{\left[s^2 + \frac{B}{lm} s + \frac{g}{l} \right]} = \frac{\text{Angulo de Salida}}{\text{Torque de Entrada}}$$

$$T(s) \rightarrow \boxed{\frac{1}{s^2 + \frac{B}{lm} s + \frac{g}{l}}} \rightarrow \theta(s)$$

Llamaremos $C = \frac{B}{lm} = \text{Coeficiente de Rozamiento Total del sistema}$

$$T(s) \rightarrow \boxed{\frac{1}{s^2 + Cs + \frac{g}{l}}} \rightarrow \theta(s)$$

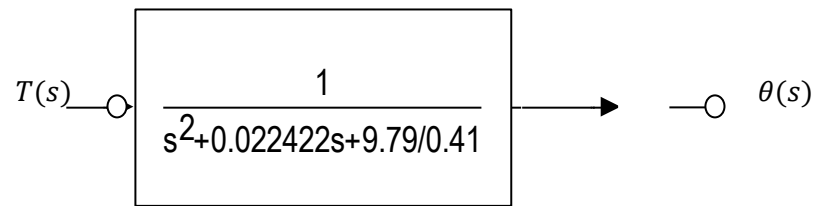
Parámetros

$$g = 9,79 \text{ m/seg}^2$$

$$l = 0,41$$

$$B = 0,09$$

$$c = \frac{0,09}{0,41 * 9,79} = 0,022422$$



Modelo Diagrama de Bloques - simulación

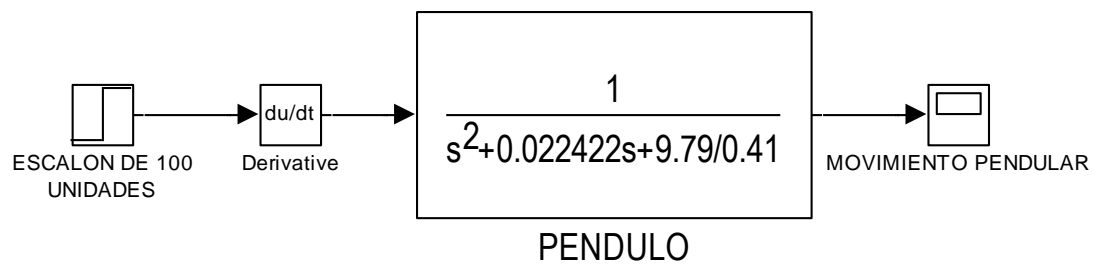


Figura 0-4 Pendulo

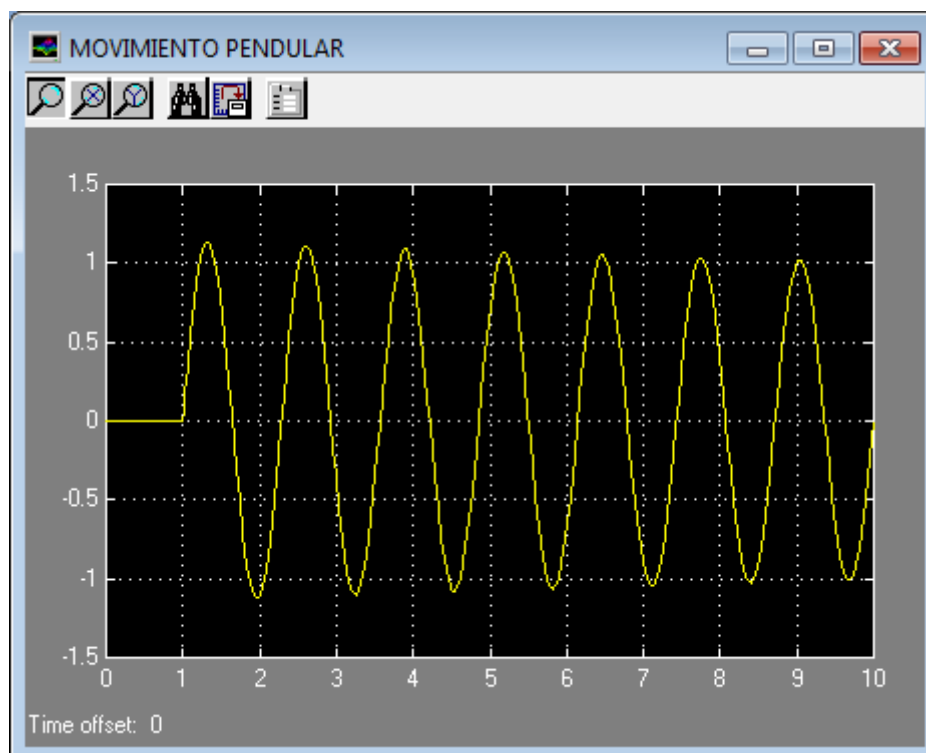


Figura 0-5 Movimiento Pendular



En la planta pendular que simula movimiento armónico simple, el medio de amortiguamiento es el aire por lo el coeficiente de amortiguamiento produce una señal subamortiguada pero con un bajo coeficiente de amortiguamiento.

El sistema es probado en una PC con Windows 7 (32 bits), procesador AMD Turion 2Ghz, 3 Gb en Ram.

Conectamos la planta la encendemos, y procedemos a revisar el numero de Puerto USB, una vez que se conoce el número de puerto y se ha escogido el canal de comunicación se puede probar el sistema, la captura de información inicial, no da errores, sin embargo al solicitar el cálculo de la tabla de resultados, esta se genera, pero existen aspectos a modificar.

CALCULO DE MAXIMOS DE LA FUNCION

1. Cuando el sistema se conecta con la planta el primer dato capturado está fuera de rango, puesto que este corresponde a comunicación y sincronización con el sistema, por tanto se descarta.
2. Luego de la captura de datos el primer dato válido no puede ser considerado como un máximo de función, ya que no existe un dato previo para compararlo
3. EL último dato no podrá ser considerado máximo de la función, porque no existe dato posterior para la comparación
4. Debido a que el intervalo de captura mínimo es 20 mseg, es posible que el sistema capture dos valores máximos iguales y juntos, es necesario verificar que en cada punto de inflexión exista un solo valor máximo. A continuación se describen casos algunos especiales
 - a. Dos o máximos iguales



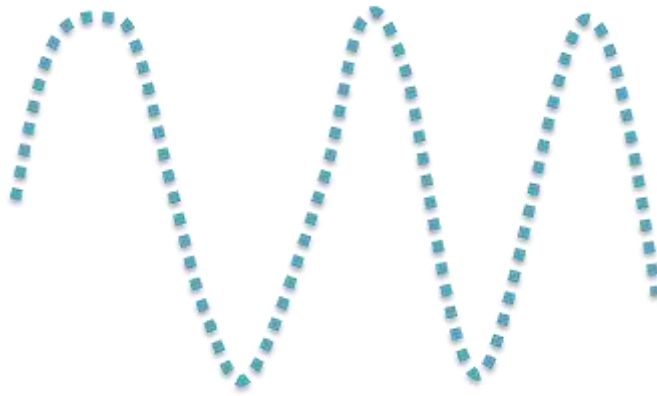


Figura 0-6

b. Valor máximo debajo de la media

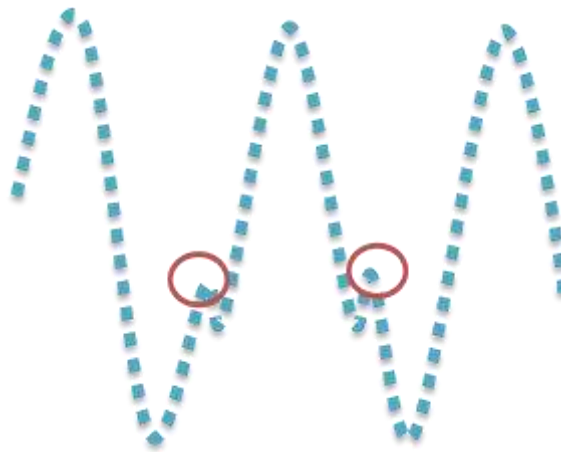


Figura 0-7

c. Más de un valor máximo sobre la media

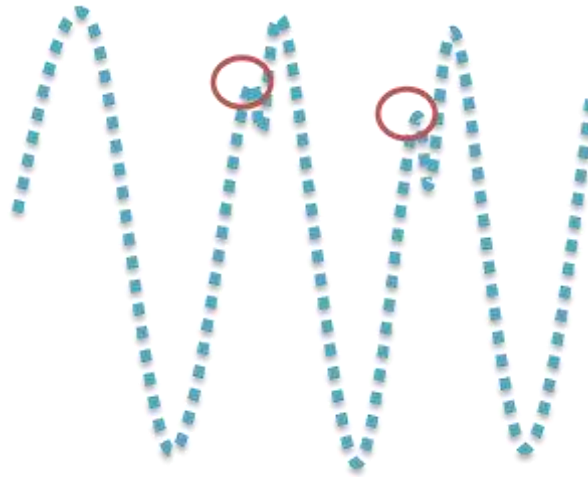


Figura 0-8

d. Valor inicial o final máximo

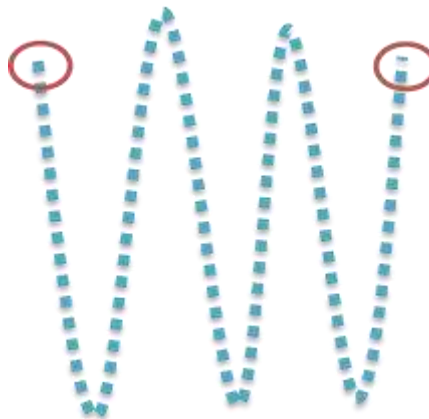


Figura 0-9

Con las modificaciones necesarias para validar cada uno de los casos especiales, el sistema captura los datos, los procesa y muestra los resultados de manera óptima

Pantalla de captura de datos

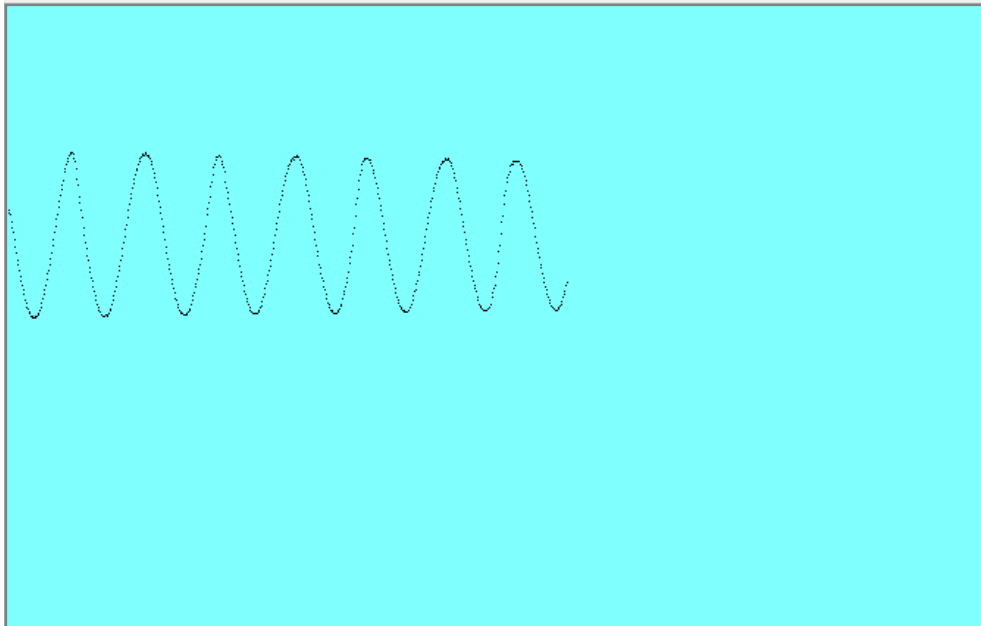


Figura 0-10

Pantalla con gráfica de envolvente de amortiguamiento

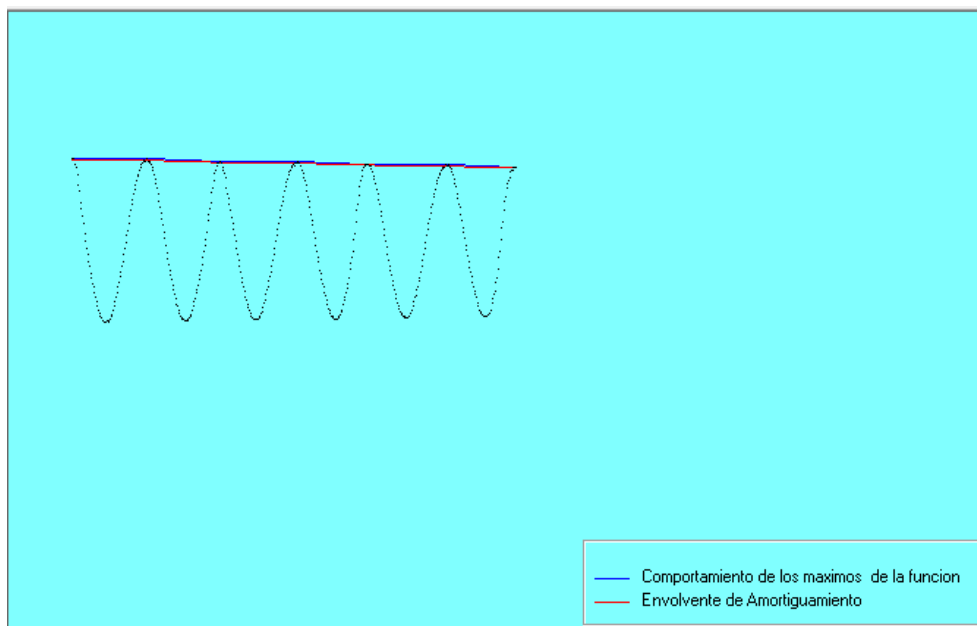


Figura 0-11

Pantalla general de resultados e interfaz final

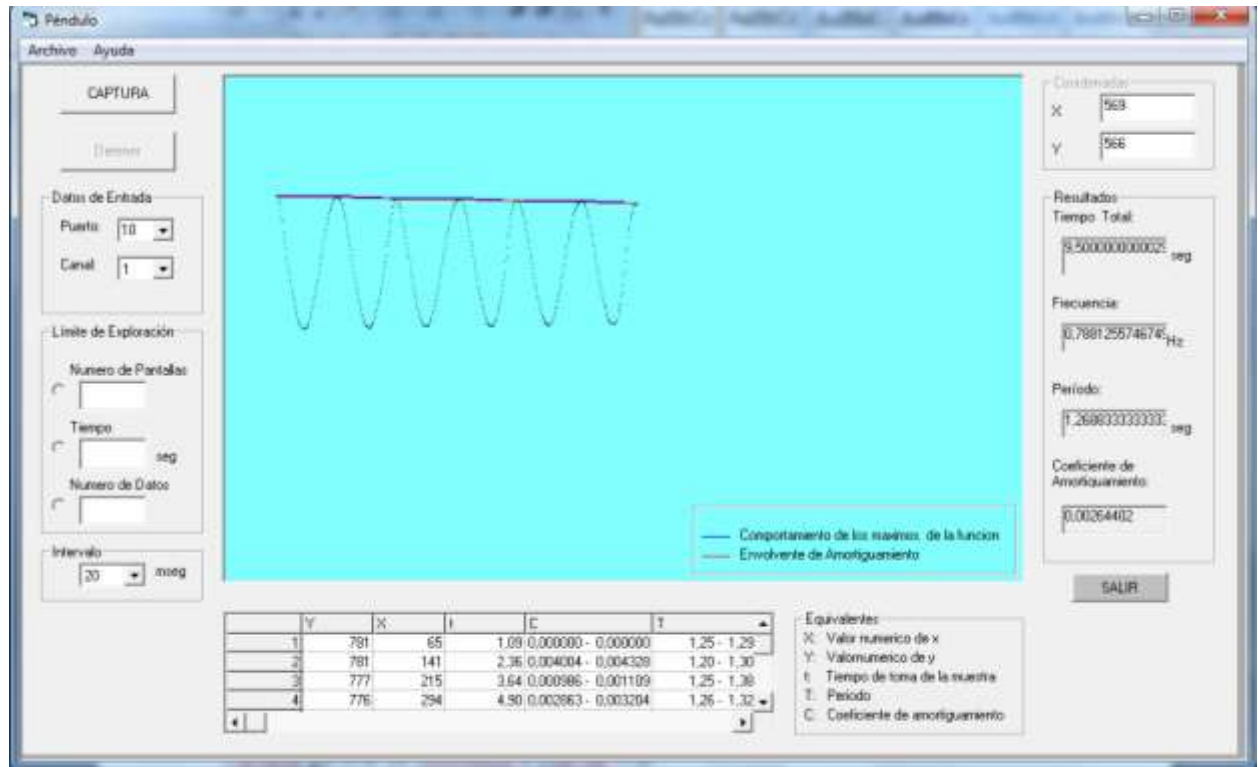


Figura 0-12

SENSOR DE LUZ

Introducción

Un PID (Proporcional Integral Derivativo) es un mecanismo de control por realimentación que calcula la desviación o error entre un valor medido y el valor que se quiere obtener, para aplicar una acción correctora que ajuste el proceso.

El algoritmo de cálculo del control PID se da en tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo. El valor Proporcional determina la reacción del error actual. El Integral genera una corrección proporcional a la integral del error, esto nos asegura que aplicando un esfuerzo de control suficiente, el error de seguimiento se reduce a cero. El Derivativo determina la reacción del tiempo en el que el error se produce. La suma de estas tres acciones es usada para ajustar al proceso vía un elemento de control en

nuestro caso la iluminación generada por la luz. Ajustando estas tres variables en el algoritmo de control del PID, el controlador puede proveer un control diseñado para lo que requiera el proceso a realizar.

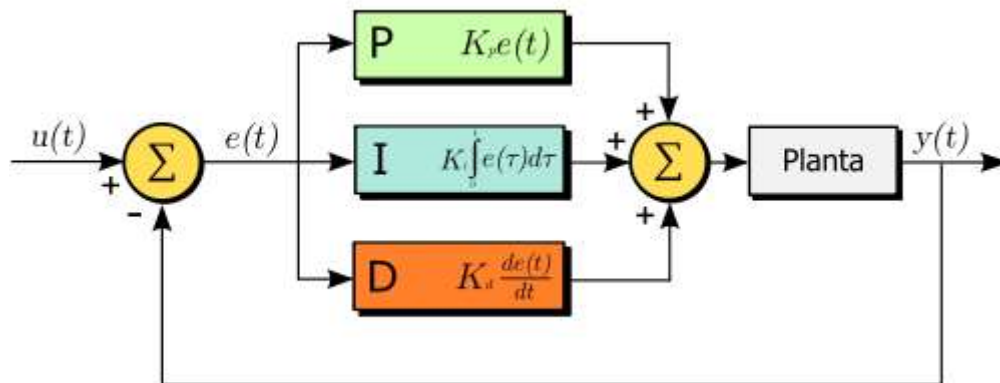


Figura 0-13

Para el correcto funcionamiento de un controlador PID que regule un proceso o sistema se necesita, al menos:

1. Un sensor, que determine el estado del sistema (sensor luminoso).
2. Un controlador, que genere la señal que gobierna al actuador.
3. Un actuador, que modifique al sistema de manera controlada (resistencia eléctrica).

El sensor proporciona una señal o digital al controlador, la cual representa el *punto actual* en el que se encuentra el proceso o sistema. La señal puede representar ese valor en tensión eléctrica

El controlador lee una señal externa que representa el valor que se desea alcanzar. Esta señal recibe el nombre de punto de referencia, la cual es de la



misma naturaleza y tiene el mismo rango de valores que la señal que proporciona el sensor.

El controlador resta la señal de punto actual a la señal de punto de consigna, obteniendo así la señal de error, que determina en cada instante la diferencia que hay entre el valor deseado (consigna) y el valor medido. La señal de error es utilizada por cada uno de los 3 componentes del controlador PID. Las 3 señales sumadas, componen la señal de salida que el controlador va a utilizar para gobernar al actuador. La señal resultante de la suma de estas tres se llama **variable manipulada** y no se aplica directamente sobre el actuador, sino que debe ser transformada para ser compatible con el actuador utilizado.

Se pretenderá lograr que el bucle de control corrija eficazmente y en el mínimo tiempo posible los efectos de las perturbaciones.

Control proporcional

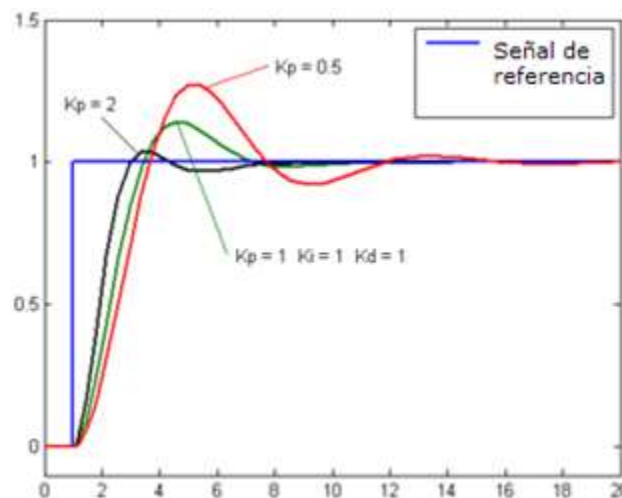


Figura 0-7

La parte proporcional consiste en el producto entre la señal de error y la constante proporcional como para que hagan que el error en estado estacionario sea casi nulo, pero en la mayoría de los casos, estos valores solo



serán óptimos en una determinada porción del rango total de control, siendo distintos los valores óptimos para cada porción del rango. Sin embargo, existe también un valor límite en la constante proporcional a partir del cual, en algunos casos, el sistema alcanza valores superiores a los deseados. Este fenómeno se llama sobreoscilación y, por razones de seguridad, no debe sobrepasar el 30%, aunque es conveniente que la parte proporcional ni siquiera produzca sobreoscilación. La parte proporcional no considera el tiempo, por lo tanto, la mejor manera de solucionar el error permanente y hacer que el sistema contenga alguna componente que tenga en cuenta la variación respecto al tiempo, es incluyendo y configurando las acciones integral y derivativa.

La fórmula del proporcional está dada por: $P_{sal} = K_p e(t)$

El error, la banda proporcional y la posición inicial del elemento final de control se expresan en tanto por uno. Nos indicará la posición que pasará a ocupar el elemento final de control

Proporcional integral

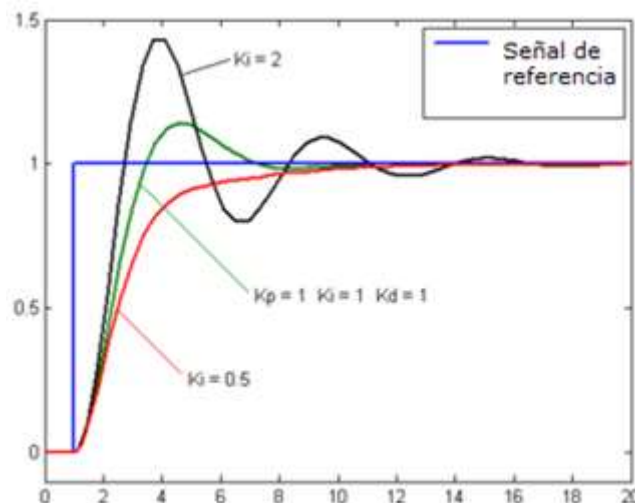


Figura 0-8



El modo de control Integral tiene como propósito disminuir y eliminar el error en estado estacionario, provocado por el modo proporcional. El control integral actúa cuando hay una desviación entre la variable y el punto de consigna, integrando esta desviación en el tiempo y sumándola a la acción proporcional. El *error* es integrado, lo cual tiene la función de promediarlo o sumarlo por un período determinado; Luego es multiplicado por una constante **I**. Posteriormente, la respuesta integral es adicionada al modo Proporcional para formar el control P + I con el propósito de obtener una respuesta estable del sistema sin error estacionario.

La fórmula del integral está dada por:

$$I_{\text{sal}} = K_i \int_0^t e(\tau) d\tau$$

Proporcional derivativo

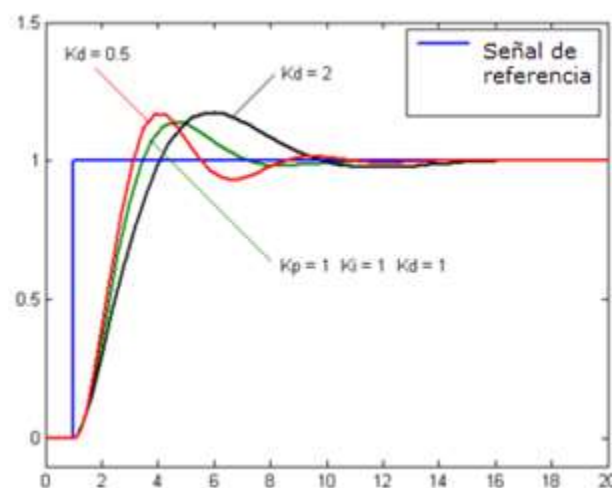


Figura 0-16

Derivativo.

La acción derivativa se manifiesta cuando hay un cambio en el valor absoluto del error; (si el error es constante, solamente actúan los modos proporcional e integral).



El *error* es la desviación existente entre el punto de medida y el valor consigna, o "*Set Point*".

La función de la acción derivativa es mantener el error al mínimo corrigiéndolo proporcionalmente con la misma velocidad que se produce; de esta manera evita que el error se incremente.

Se deriva con respecto al tiempo y se multiplica por una constante **D** y luego se suma a las señales anteriores (P+I). Es importante adaptar la respuesta de control a los cambios en el sistema ya que una mayor derivativa corresponde a un cambio más rápido y el controlador puede responder acordemente.

La fórmula del derivativo está dada por:

$$D_{sal} = K_d \frac{de}{dt}$$

El control derivativo se caracteriza por el tiempo de acción derivada en minutos de anticipo. La acción derivada es adecuada cuando hay retraso entre el movimiento de la válvula de control y su repercusión a la variable controlada.

Cuando el tiempo de acción derivada es grande, hay inestabilidad en el proceso. Cuando el tiempo de acción derivada es pequeño la variable oscila demasiado con relación al punto de consigna. Suele ser poco utilizada debido a la sensibilidad al ruido que manifiesta y a las complicaciones que ello conlleva.

Por tener una exactitud mayor a los controladores proporcional, proporcional derivativo y proporcional integral se utilizan en aplicaciones más cruciales tales como control de presión, flujo, fuerza, velocidad, en muchas aplicaciones química, y otras variables. Además es utilizado en reguladores de velocidad de automóviles (control de cruceo o cruise control), control de ozono residual en tanques de contacto.

Planta: SENSOR DE LUZ



Sensor con foco de 40 w \approx 500 lumens

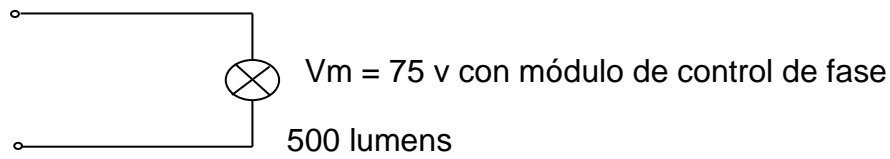


Figura 0-17

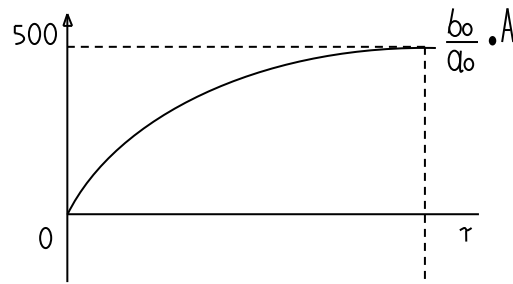


Figura 0-18

$$\tau = 0,05 \text{ useg}$$

$$F(s) = \frac{b_0}{s + a_0}$$

$$a_0 = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{0,05} = 20$$

A : amplitud del escalón de entrada

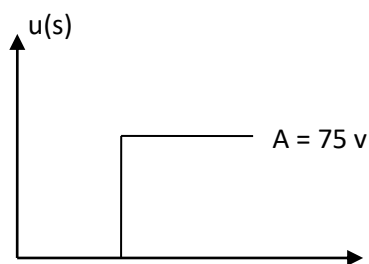
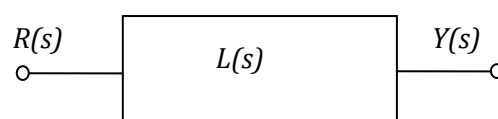


Figura 0-19 Umbral





$$\frac{b_0}{a_0} \cdot A = \text{valor final de } Y(s)$$

$$\frac{b_0}{a_0} A = 500 \text{ lumens}$$

$$\frac{b_0}{20} 75v = 500 \text{ lumens}$$

$$b_0 = \frac{500 \cdot 20}{75}$$

$$b_0 = 133.33$$

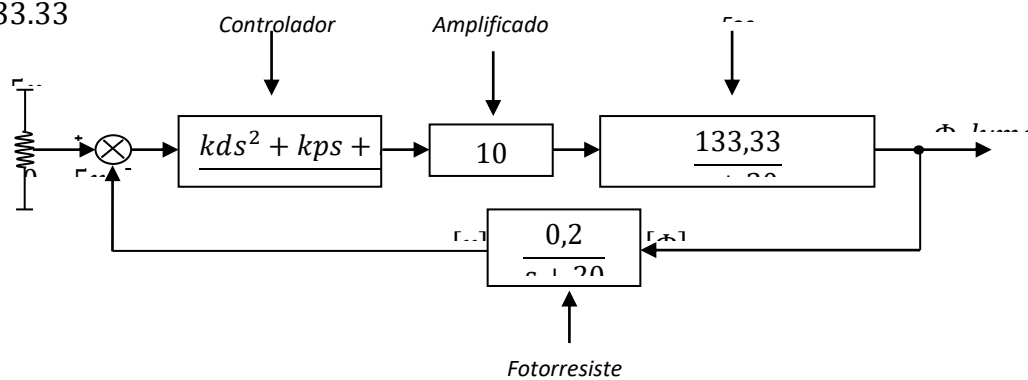


Figura 0-90

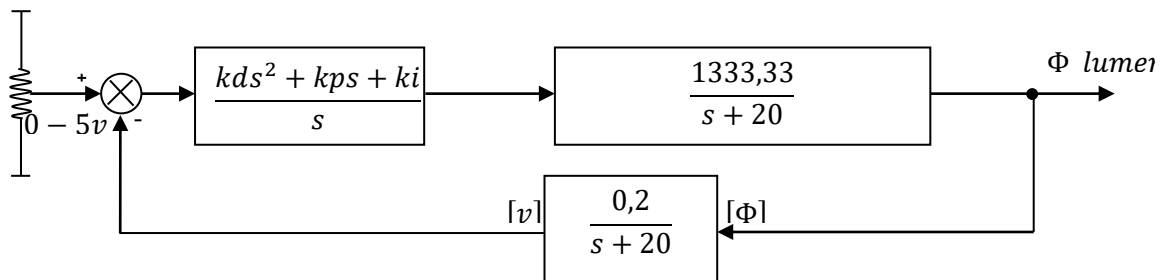


Figura 0-101 Diagrama de Bloques

$$T(s) = \frac{\frac{kds^2 + kps + ki}{s} \cdot \left(\frac{1333.33}{s + 20}\right)}{1 + \left(\frac{kds^2 + kps + ki}{s}\right) \cdot \left(\frac{1333.33}{s + 20}\right) \cdot \left(\frac{0.2}{s + 20}\right)}$$



$$T(s) = \frac{\frac{kds^2 + kps + ki}{s} \cdot \left(\frac{1333,33}{s + 20}\right)}{1 + \left(\frac{kds^2 + kps + ki}{s}\right) \cdot \left(\frac{1333,33 \cdot 0,2}{(s + 20) \cdot (s + 20)}\right)}$$

$$T(s) = \frac{\frac{1333,333(kds^2 + kps + ki)}{s(s + 20)}}{1 + \frac{266,666(kds^2 + kps + ki)}{s(s + 20)^2}}$$

$$T(s) = \frac{\frac{1333,333(kds^2 + kps + ki)}{s(s + 20)}}{\frac{s(s + 20)^2 + 266,666(kds^2 + kps + ki)}{s(s + 20)^2}}$$

$$T(s) = \frac{1333,333(kds^2 + kps + ki)}{s(s + 20)} \cdot \frac{s(s + 20)^2}{s(s + 20) + 266,666(kds^2 + kps + ki)}$$

$$T(s) = \frac{1333,333(kds^2 + kps + ki)(s + 20)}{s(s + 20) + 266,666(kds^2 + kps + ki)}$$

$$T(s) = \frac{1333,333(kds^2 + kps + ki)(s + 20)}{s^2 + 20s + 266,666(kds^2 + kps + ki)}$$

$$T(s) = \frac{1333,333(kds^2 + kps + ki)(s + 20)}{s^2 + 20s + 266,666kds^2 + 266,666kps + 266,666ki}$$

$$T(s) = \frac{1333,333(kds^2 + kps + ki)(s + 20)}{(1 + 266,66kd)s^2 + (20 + 266,66kp)s + 266,66ki}$$

$$T(s) = \frac{1333,333kds^2 + 1333,333kps + 1333,333ki(s + 20)}{(1 + 266,66kd)s^2 + (20 + 266,66kp)s + 266,66ki}$$



$T(s)$

$$= \frac{1333,333kds^3 + 1333,333kps^2 + 1333,333kis + 26666,66kds^2 + 26666,66kps + 26666,66ki}{(1 + 266,66kd)s^2 + (20 + 266,66kp)s + 266,66ki}$$

$T(s)$

$$= \frac{1333,333kds^3 + (kp + 20kd)1333,33s^2 + (ki + 20kp)1333,3s + 26666,66ki}{(1 + 266,66kd)s^2 + (20 + 266,66kp)s + 266,66ki}$$

Ecuación foco

$$\Phi = \frac{1333,33}{s + 20}$$

Ecuación fotorresistencia (sensor de luz)

$$\frac{v}{\Phi} = \frac{0,2}{s + 20}$$

Diagrama de Bloques -Simulación

Sensor de luz

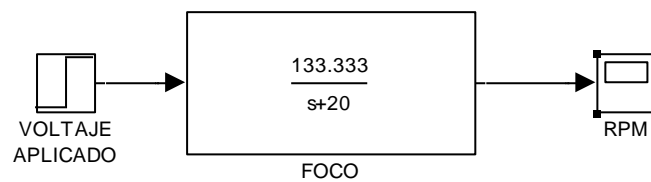


Figura 0-112 Diagrama de Bloques -Simulación

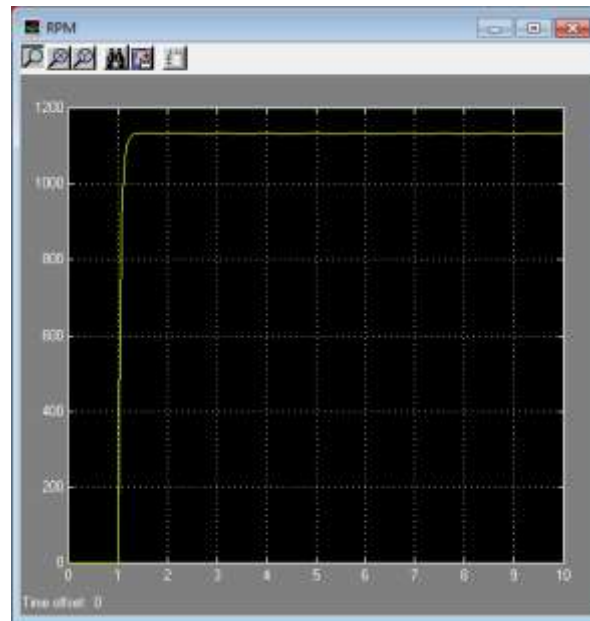


Figura 0-123 Simulación

Sensor de Luz con PID

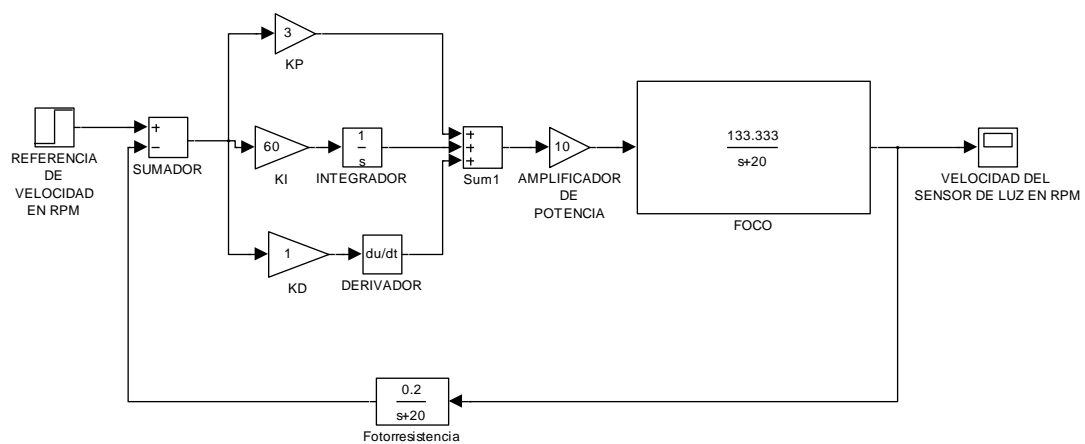


Figura 0-133



Figura 0-24 Simulación

Sensor de luz con valores establecidos para PID

Constantes PID.

$$k_p = 0,8$$

$$k_i = 45$$

$$k_d = 1.5$$

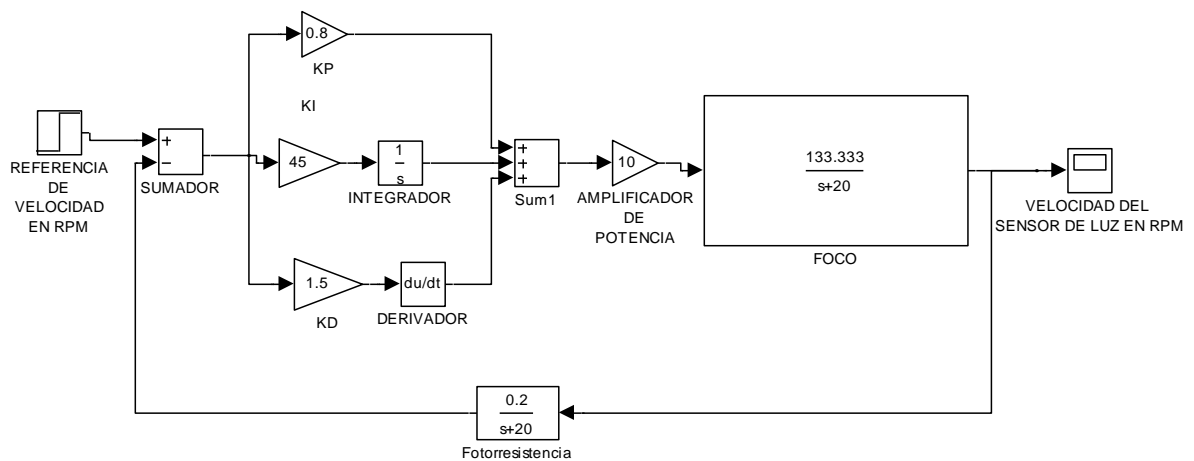


Figura 0-145 Diagrama de Bloques

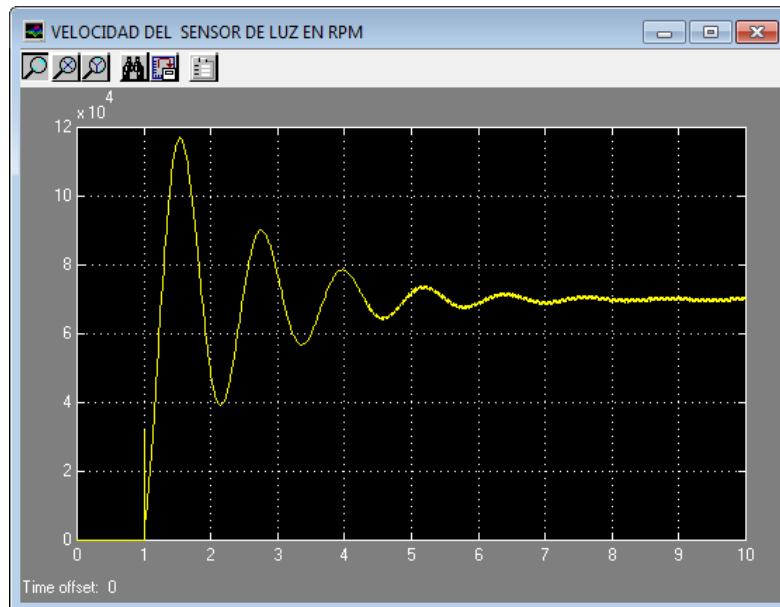


Figura 0-156 Diagrama de Bloques -Simulación

En la planta sensor de luz se simula movimiento armónico simple, en este caso se utiliza un controlador proporcional integral derivador (PID), lo cual hace que la señal se estabilice rápidamente, es decir se produce una señal subamortiguada pero con un alto coeficiente de amortiguamiento.

El sistema es probado en un computador con Windows XP (32 bits), procesador Intel Core 2Duo, 2.4Ghz; 3 Gb en Ram.

Conectamos la planta la encendemos, y procedemos a revisar el numero de Puerto USB, una vez que se conoce el número de Puerto y se ha seleccionado el canal de comunicación se procede probar el sistema, la captura de información inicial se presenta normalmente, sin embargo, en esta planta se genera datos validos solamente cuando el usuario ha estabilizado el sistema y ha inyectado un voltaje a la misma.

El comportamiento y la estabilidad de un sistema dependen de los parámetros del sistema, cualquier parámetro del sistema que sea modificado provocará un cambio en el comportamiento del sistema. El objetivo es ver las posibilidades que ofrece el sistema para estudiar el efecto que sobre la estabilidad produce la variación de algún de parámetro.



Intuitivamente, consideramos estable a un sistema que siempre da respuestas apropiadas a los estímulos. Dicho de otra forma, un sistema estable es aquel en el cual las perturbaciones se amortiguan con el tiempo.

Debemos ser cuidadosos en la definición de los términos estímulo y respuesta, por ejemplo, es posible que un sistema tenga una salida con buen comportamiento, mientras que una variable interna crece sin límite. Si consideramos solo la salida como respuesta, podemos considerar estable al sistema en estudio. Pero si la variable interna es la respuesta el sistema sería inestable. Un estímulo podría ser una señal que persiste en el tiempo, o solamente un conjunto de condiciones iniciales

La condición de estabilización puede estar sujeto criterios personales, puesto que es necesario definir en qué momento se va a considerar que la función entra en el rango de estabilización quedando a criterio del individuo el valor numérica de dicho rango.

CATURA DE INFORMACION

En la planta sensor de luz no se puede dar un valor numérico exacto y fijo para el rango de estabilización en adelante llamado RE, pues cada vez que se capture los datos es posible variar alguno de sus parámetros, lo cual producirá un estímulo en la respuesta. Por este motivo se ha visto óptimo que el cálculo del RE se obtenga cada vez que se tome datos de la planta.

Para definir el valor del rango primero se tomara como dato numérico una muestra del valor de referencia, es decir de los datos que entran a la planta, y se tomará también una muestra de la señal de realimentación; el numero de datos para el muestreo de ambos valores deberá ser el mismo, al calcular una media de estos dos valores tenemos un valor aproximado del error y por tanto del rango valido de estabilización. Sin embargo por motivos de comprobación se deja abierta al usuario la posibilidad de modificarlo hasta un 70 %.



Un segundo aspecto a considerar es que una vez que se tiene un RE, se pueden variar los parámetros de la planta de acuerdo a las necesidades del estudiante y los datos generados durante el proceso de estabilización no son útiles para los cálculos; el usuario puede tardar varios minutos en hacer que la planta de la señal requerida y en vista de que este sistema tomará datos cada 20 mseg, la cantidad de información no útil sería exageradamente grande y terminaría por confundir al usuario. En solución a este tema se ha visto como solución no almacenar los datos que estén dentro del RE.

Es decir el estudiante tardara el tiempo necesario en lograr la respuesta deseada por el sistema, a mas podrá modificar el RE. Solo cuando haya logrado la salida deseada podrá inyectar a la planta un voltaje y generar la señal de salida valida.

Una vez que los datos se pueden capturar y observar de mejor manera se encuentra otro aspecto de importancia que consideramos debe modificarse, debido a que se usa un controlador PID la señal se estabiliza rápidamente y es difícil observar a simple vista las oscilaciones, para corregir este aspecto se consideran dos opciones, incrementar el intervalo de captura o generar un valor intermedio cada dos datos lo cual duplicaría el ancho de la señal

Al modificar el intervalo de captura, se pierden los datos y se disminuye la nitidez de la señal, esta aparece totalmente deformada. Al generar un valor intermedio no se pierden datos, el intervalo de captura se reduce a la mitad, y la grafica mejora su aspecto por tanto se toma esta como solución definitiva

Con las modificaciones necesarias para validar la captura y visualización de información, el sistema captura los datos, los procesa y muestra los resultados de manera óptima.

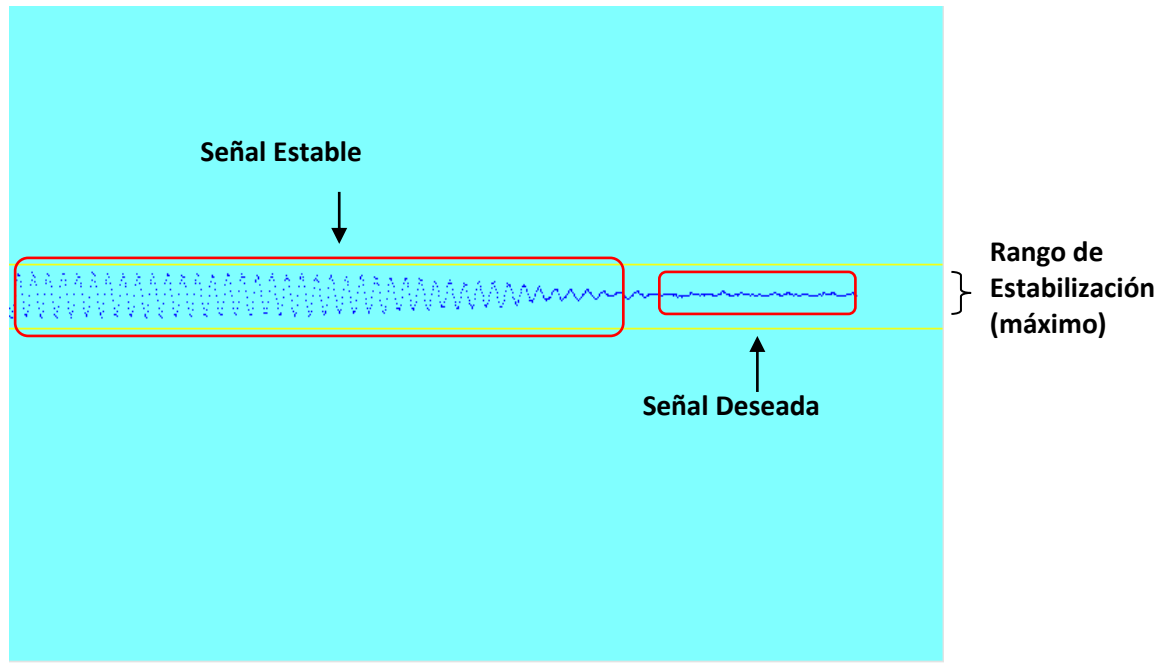


Figura 0-27 Estabilización

Como se puede observar en la imagen él al inicio se tiene un una señal que está dentro del rango de estabilización, sin embargo no es la salida deseada, al mover los parámetros de la planta se logra una salida optima y se procede a modificar RE; en la siguiente imagen se puede observar que todos los parámetros han sido modificados quedando listo el sistema para iniciar la captura real de datos

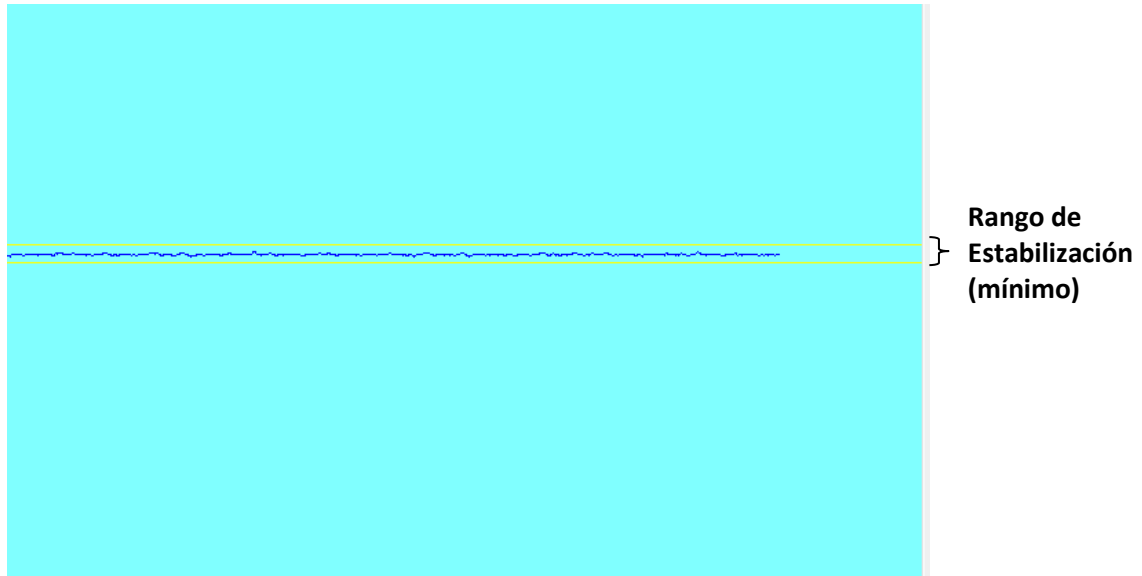


Figura 0-28

Para tomar datos reales se procede a inyectar un voltaje, claramente se puede observar que la grafica cambia de color; lo de color rojo son los datos que nos servirán para los cálculos correspondientes, mientras que los de color azul son innecesarios y temporales.

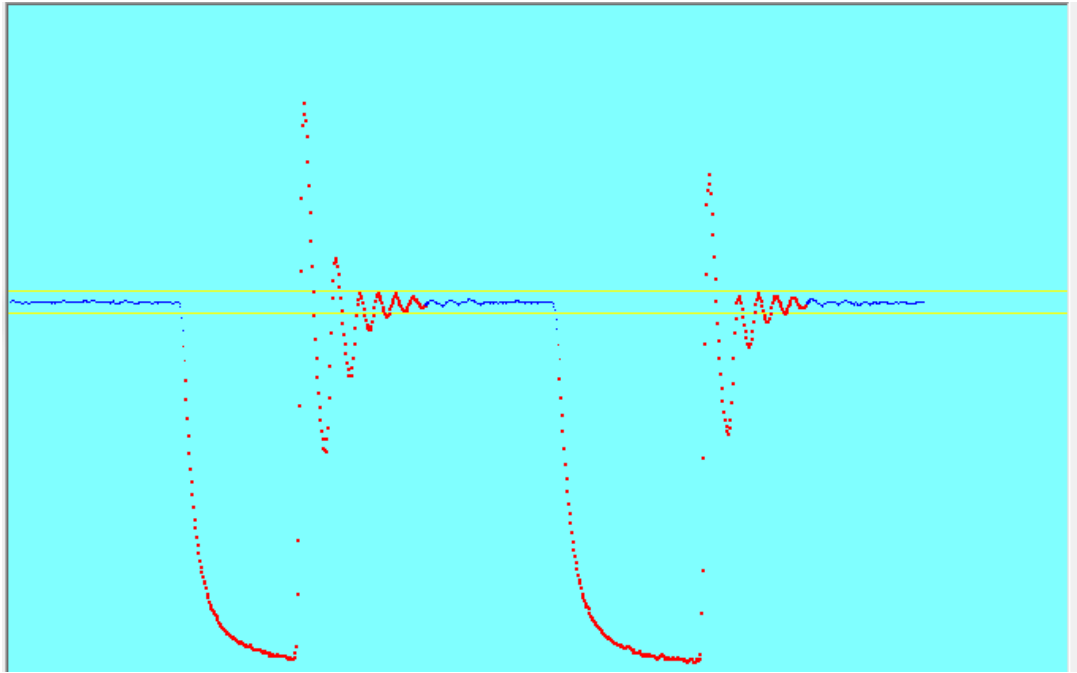


Figura 0-29

Con los datos capturados es posible general la tabla de resultados y hacer la grafica de la envolvente de amortiguamiento, donde solo se considera a los datos validos.

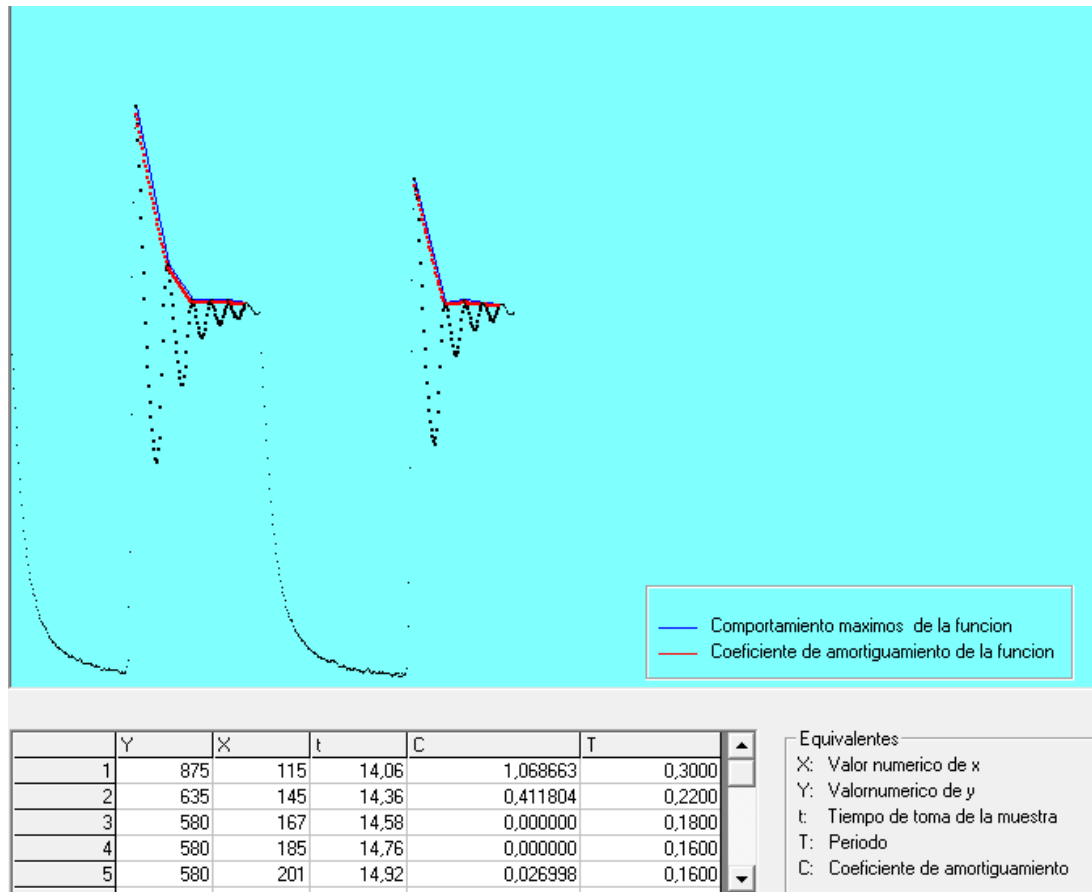


Figura 0-30

Finalmente la interfaz del sistema de captura de datos del sensor de luz

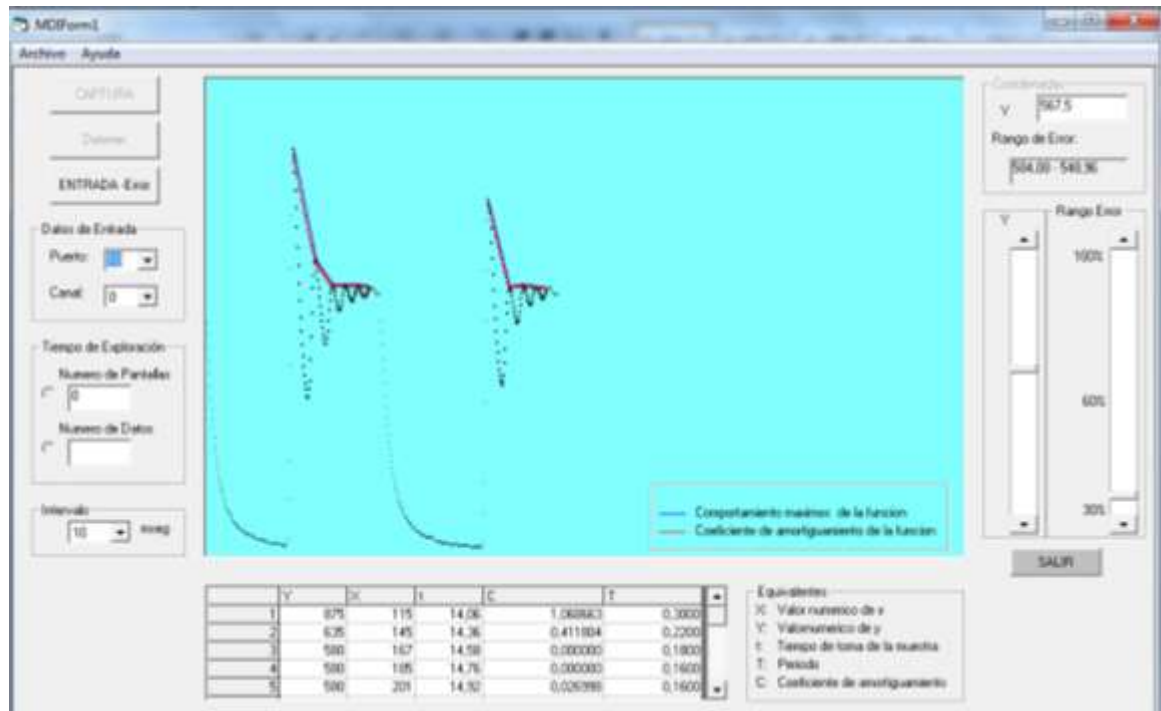


Figura 0-31

MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA

Introducción

MOTOR CONTROLADO POR ARMADURA

El diagrama esquemático se puede usar para obtener la relación entre el voltaje de entrada y el desplazamiento angular de salida a un motor.

Empezaremos por describir el comportamiento de las corrientes eléctricas en presencia de campos magnéticos a partir de la siguiente figura

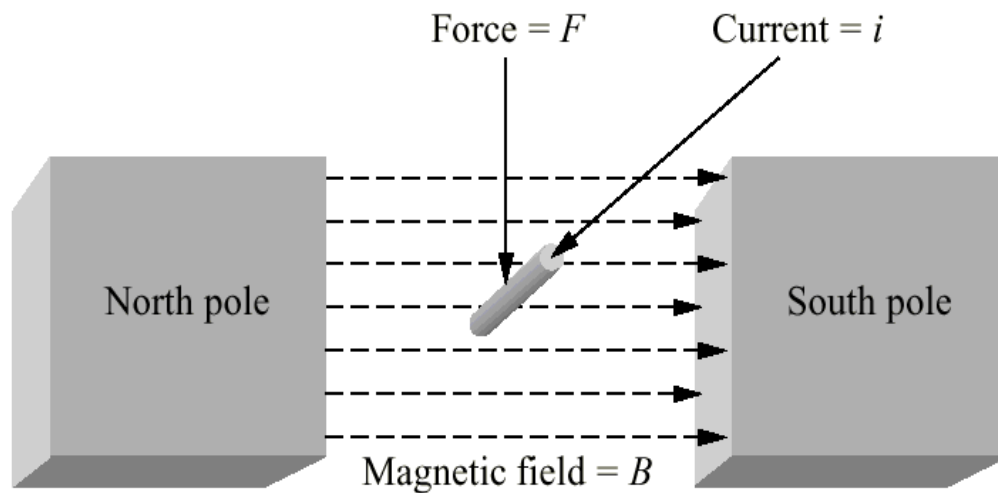


Figura 0-32

Una corriente eléctrica i , que fluye en un alambre de longitud l , en presencia de un campo magnético de intensidad B experimenta una fuerza $F = Bli$

Este principio se puede usar para mover un motor, debido a que la fuerza producida se puede usar para mover un miembro rotatorio denominado rotor. Básicamente se adjunta el alambre al rotor; se crea un campo magnético con imanes y se permite a la fuerza actuar para mover el rotor. En la siguiente figura en el apartado a) se muestra el alambre enredado longitudinalmente alrededor del rotor cilíndrico al cual se denomina armadura.

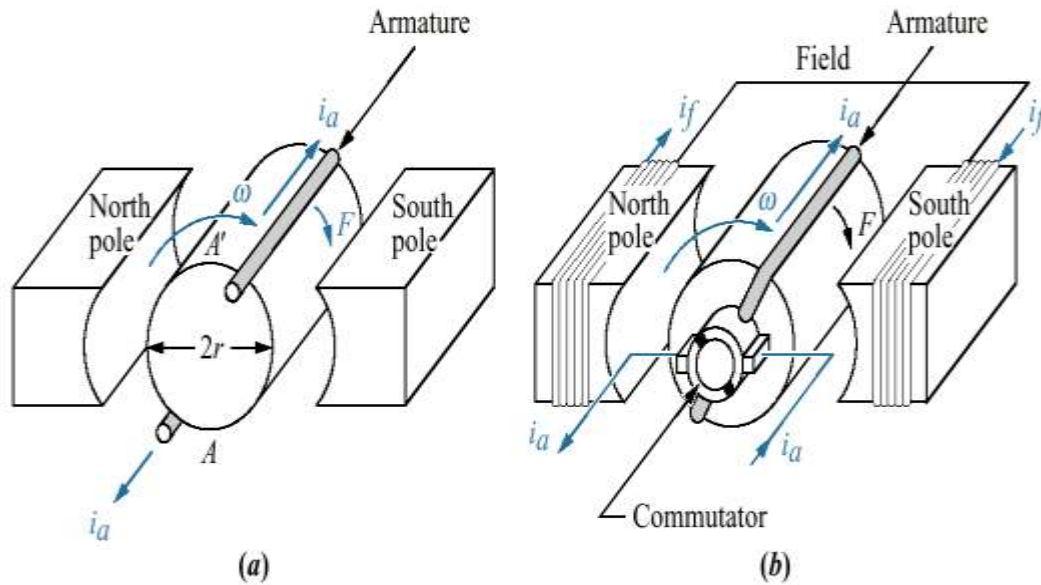


Figura 0-33

El núcleo está hecho de hierro suave que conduce líneas magnéticas de fuerza. Los imanes están cortados de modo que en la superficie del rotor las líneas de flujo magnético son perpendiculares. La fuerza producida es tangente al rotor y origina que la armadura gire, cada uno de los lados del lazo experimenta una fuerza dada por la ecuación $F = Bli$. De esta manera la fuerza total F que actúa tangencialmente al núcleo es

$$F = 2 Bli_a$$

Donde i_a es la corriente a través del alambre de la armadura. Si el radio es r , entonces el par desarrollado, T_m , es

$$T_m = rF = r2Bli_a = k_t i_a$$

Donde $k_t = 2Blr$ se denomina constante de par e i_a es la corriente de armadura. Para desarrollar más par se puede incrementar la intensidad del campo magnético B , o de manera equivalente K , enrollando una bobina alrededor de los imanes permanentes como se muestra en la figura apartado B.



Existe un problema con el motor en el apartado a, a medida que el segmento de alambre que se muestra cerca del punto A' pasa el punto A, la fuerza aún esta hacia abajo y la armadura empezara a girar en la dirección opuesta. Para corregir esto necesitamos invertir el sentido del flujo de la corriente, i_a , cuando el segmento del alambre alcance el punto A se requiere otra inversión en el punto A'

El apartado b) de la figura muestra como se puede invertir la corriente en el alambre cada media vuelta para mantener girando a la armadura en la misma dirección, al usar anillos de deslizamiento a los que están conectadas las puntas de los alambres y escobillas, las cuales están estacionarias y descansan sobre los anillos de deslizamiento, cerrando el circuito para que fluya i_a , la corriente se invierte cada media vuelta. Este arreglo de anillos de deslizamiento y escobillas se le denomina conmutador.

Hasta ahora se ha visto que la fuerza existe sobre un alambre enrollado sobre a armadura. Ahora exploramos la posibilidad de que el voltaje este también inducido a través de las terminales del alambre. El conocimiento de este voltaje permite establecer un modelo del circuito para el motor de acuerdo con la ley de Faraday, si una espira de alambre, tal como un solo lazo enrollado en la armadura, se sitúa en un campo magnético cambiante se inducirá un voltaje

$$v_b(t) = -\frac{d\phi}{dt}$$

donde $v_b(t)$ es el voltaje inducido y ϕ es el flujo que pasa a través de la malla. Suponiendo que la densidad de flujo B es constante en cualquier punto a lo largo de la superficie de un medio cilíndrico encerrado por la espira, y usando $\phi = BA$, donde A es el área de la superficie del medio cilíndrico encerrado, el voltaje inducido para nuestra sola espira es

$$v_b(t) = -B \frac{dA}{dt}$$



Para determinar el área superficial del medio cilíndrico encerrado por la espira, se examina la siguiente figura que es una vista terminal de la armadura que muestra los extremos terminales de los alambres y las líneas de flujo magnético.

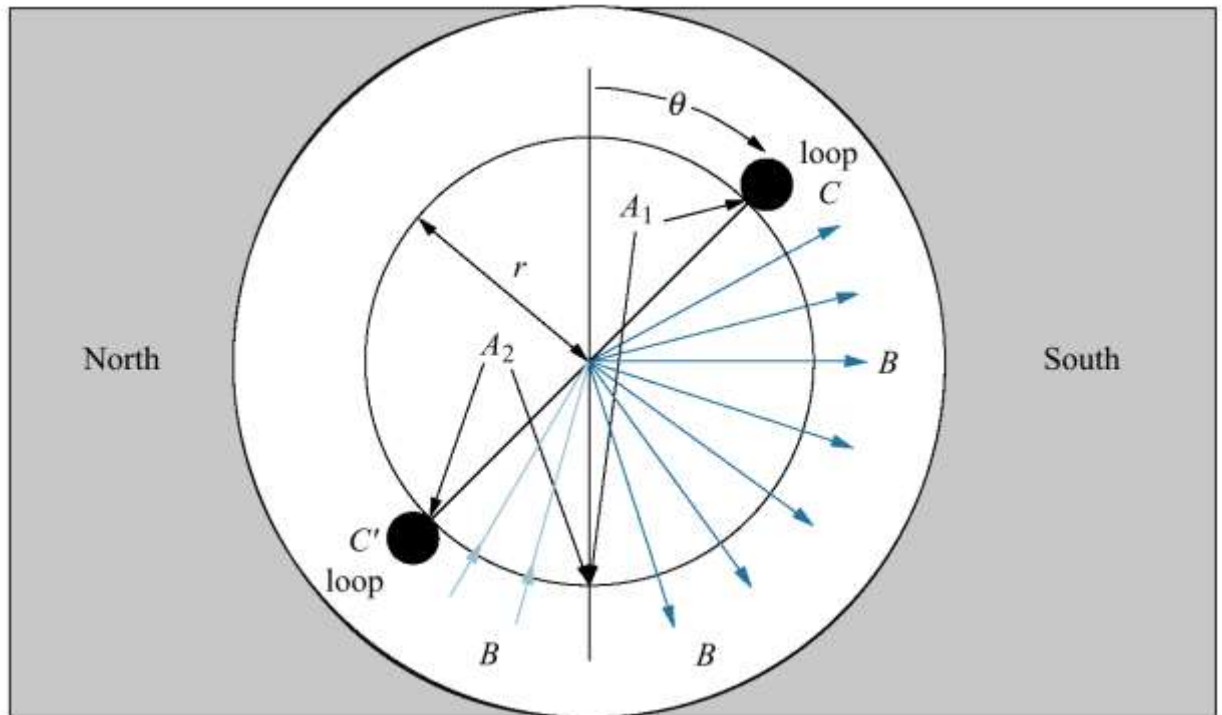


Figura 0-34

El área A_1 , a través de la cual el flujo que pasa del centro a la superficie es el producto de la circunferencia y la longitud del cilindro, o bien

$$A_1 = r(\pi - \theta)l$$

El área A_2 , a través de la cual pasa el flujo de la superficie al centro es

$$A_2 = r\theta l$$

De esta manera



$$v_b(t) = -\frac{dB(A_1 - A_2)}{dt} = -Brl \frac{d(\pi - 2\theta)}{dt} = 2Brl \frac{d\theta}{dt} = 2Brl\omega = K_b\omega$$

Para el motor, este voltaje inducido $v_b(t)$ se denomina fuerza contra electromotriz o contra fem. La constante $K_b = 2Brl$ se denomina constante de contra fem. Observe que $K_t = K_b$ en un conjunto de unidades consistente.

Por último, el par desarrollado se puede incrementar devanando mas espiras sobre la armadura. Esto se denomina devanado de armadura; la contra fem también se incrementa debido a que estas espiras se pueden pensar como conexiones de una serie donde el voltaje en cada una de las espiras se sumara.

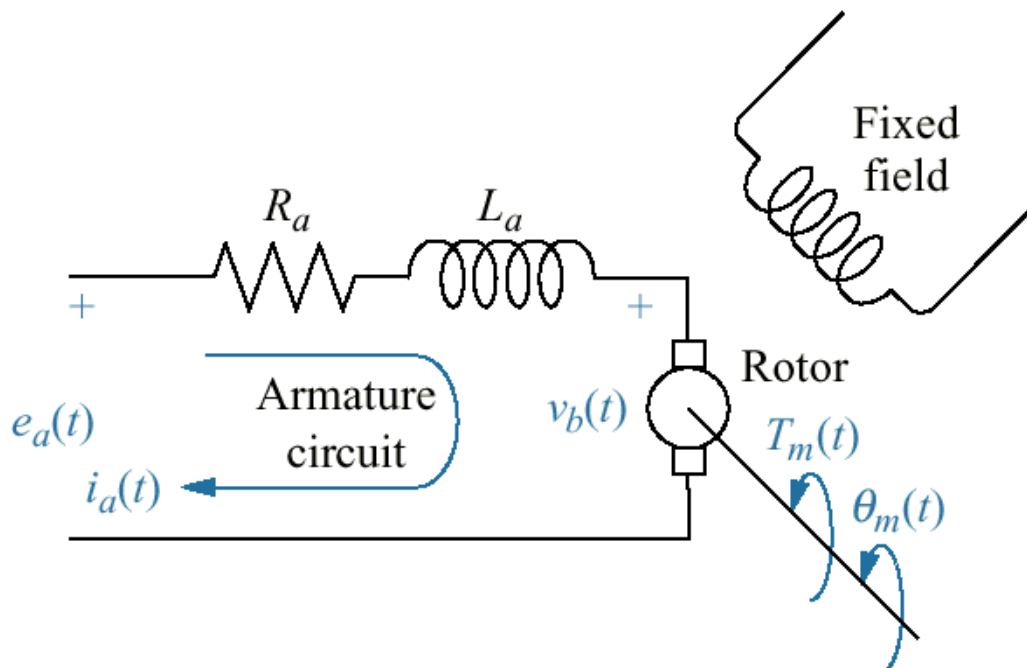


Figura 0-35

En resumen si un alambre que acarrea la corriente $i_a(t)$ pasa a través de un campo magnético se desarrollara un par $T_m(t) = k_t i_a(t)$, además a partir de la ley de Faraday el alambre tendrá un voltaje inducido denominado contra fem. Este voltaje esta dado por $v_b(t) = K_b \omega(t)$.

A partir de las relaciones que se desarrollaron se puede crear un modelo de circuito para un motor como el que se muestra en la siguiente figura. El devanado de armadura se representa como si tuviera una resistencia R_a , y debido a que este se desarrolla alrededor de la armadura tiene una inductancia L_a . La contra fem se muestra como $v_b(t)$ a través del rotor. Se crea un campo fijo mediante electroimanes. A la salida del rotor se encuentran el par desarrollado $T_m(t)$ y el desplazamiento angular de salida $\theta_m(t)$

Planta: MOTOR

Motor de Corriente Continua

B = Coeficiente de Fricción

$T(t_i)$ = Constante del Motor

i_a = corriente de armadura

e_m = Fuerza contra electromotriz

ϕ = Flujo Magnético Principal

ω_m = Velocidad angular del motor

$K_1 \cdot \phi = k_b$ = Constante de fuerza Contraelectromotriz

I = Momento de inercia de carga

R_a = Resistencia de armadura

L_a = Inductancia de Armadura

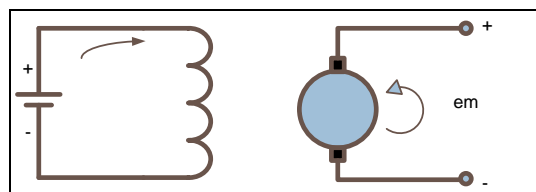


Figura 0-36 Diagrama de Bloques -Simulación

$$T(t) = k_{T_1} \cdot \phi \cdot i_a$$



Cuando $\phi = \text{Constante}$

$$k_{T1} \cdot \theta = k_T = \text{Constante con Flujo Constante}$$

$$T(t) = k_T \cdot i_a$$

$$e(m) = k_1 \cdot \phi \cdot \omega_m = k_b \cdot \omega_m = e_m$$

$$L_a \frac{di_a}{dt} + R_a i_a + e_m = e_a$$

$$T(t) = k \cdot i_a$$

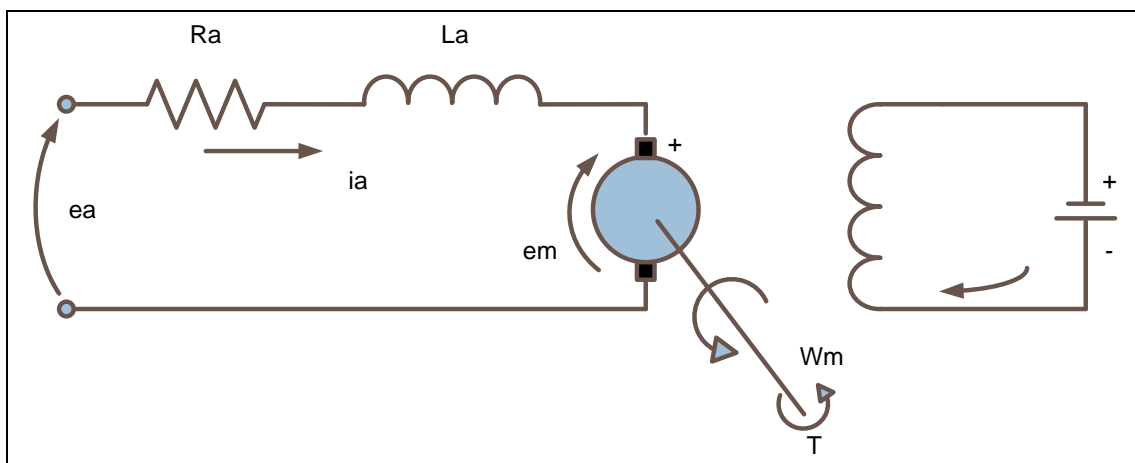


Figura 0-37

La carga en el eje es:

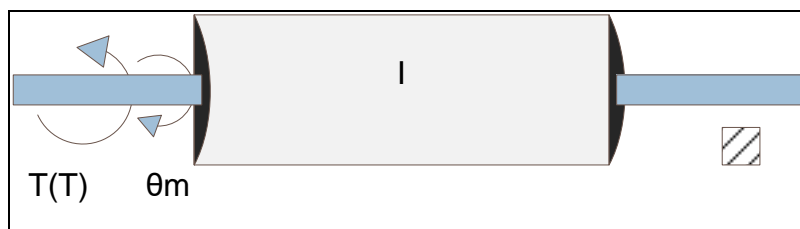


Figura 0-38



$$I \frac{d^2 \theta_m}{dt^2} + B \frac{d\theta_m}{dt} = T(t)$$

$$I \ddot{\theta}_m + B \dot{\theta}_m = T(t)$$

$$I \dot{\omega}_m + B \omega_m = T(t)$$

$$I \dot{\omega}_m + B \omega_m = k_T \cdot i_a \quad (1)$$

$$L_a \frac{di_a}{dt} + R_a i_a + k_b \omega_m = e_a \quad (2)$$

Despejamos de (1):

$$i_a = \frac{I \dot{\omega}_m + B \omega_m}{k_T}$$

$$\frac{di_a}{dt} = \frac{I \ddot{\omega}_m + B \dot{\omega}_m}{k_T}$$

Reemplazamos en (2)

$$L_a \left(\frac{I \ddot{\omega}_m + B \dot{\omega}_m}{k_T} \right) + R_a \left(\frac{I \dot{\omega}_m + B \omega_m}{k_T} \right) + k_b \omega_m = e_a$$

$$L_a I \ddot{\omega}_m + \left(\frac{L_a B + R_a I}{k_T} \right) \dot{\omega}_m + \left(\frac{R_a B}{k_T} + k_b \right) \omega_m = e_a$$

Ponemos en Términos $\theta_m \rightarrow$ Posición Angular; $\omega_m = \dot{\theta}_m$

$$\frac{L_a I \ddot{\theta}_m}{k_T} + \left(\frac{L_a B + R_a I}{k_T} \right) \ddot{\theta}_m + \left(\frac{R_a B + k_b \cdot k_T}{k_T} \right) \dot{\theta}_m = e_a$$

$$L_a I \ddot{\theta}_m + (L_a B + R_a I) \ddot{\theta}_m + (R_a B + k_b \cdot k_T) \dot{\theta}_m = e_a k_T$$

Aplicamos la Transformada de Laplace:

$$L_a I s^3 \theta(s) + (L_a B + R_a I) s^2 \theta(s) + (R_a B + K_b k_T) s \theta(s) = e_a(s) k_T$$

$$\theta(s) [L_a I s^3 + (L_a B + R_a I) s^2 + (R_a B + K_b k_T) s] = e_a(s) k_T$$

$$\frac{\theta(s)}{e_a(s)} = \frac{k_T}{L_a I s^3 + (L_a B + R_a I) s^2 + (R_a B + K_b k_T) s} = \frac{\text{Posicion del Eje}}{\text{Voltaje Aplicado}}$$



Ahora en términos de Velocidad

$$\frac{\theta(s)}{e_a(s)} = \frac{k_T}{s[L_a I s^2 + (L_a B + R_a I)S + (R_a B + K_b k_T)]}$$

$$\frac{s\theta(s)}{e_a(s)} = \frac{W(s)}{e_a(s)} = \frac{k_T}{s[L_a I s^2 + (L_a B + R_a I)S + (R_a B + K_b k_T)]} = \frac{\text{Velocidad}}{\text{Volaje Aplicado}}$$

Parámetros

$$L_a = 12 \text{ mH} = 12 \times 10^{-3} \text{ H}$$

$$R_a = 7\Omega$$

$$I = 0,02 \text{ Kgm}^2$$

$$K_t = 1,25 \text{ Nm/A}$$

$$K_b = 0,57 \text{ V/(rad/seg)}$$

$$B = 0,1 \text{ Nm/(rad/seg)}$$

Ecuación del Motor

$$\frac{\omega(s)}{e_a(s)} = \frac{125}{(L_a * I)s^2 + (L_a * B + R_a * I)s + (R_a * B + k_b * k_t)}$$

$$\frac{\omega(s)}{e_a(s)} = \frac{125}{((12 * 10^{-3}) * (0,02))s^2 + ((12 * 10^{-3}) * 0,1 + 7 * 0,02)s + (7 * 0,01 + 0,57 * 1,25)}$$

$$\frac{\omega(s)}{e_a(s)} = \frac{125}{(2,4 * 10^{-4})s^2 + 0,1412 s + 1,4125} = \frac{\text{radianes/seg}}{\text{voltaje aplicado}}$$

Diagrama de bloques Simulación

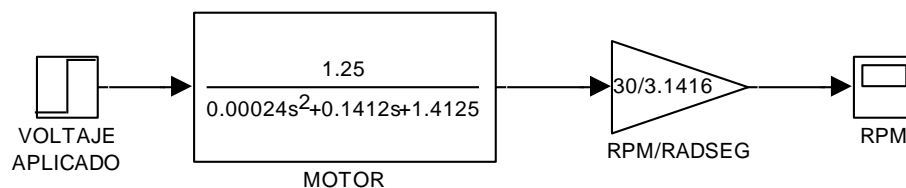




Figura 0-39

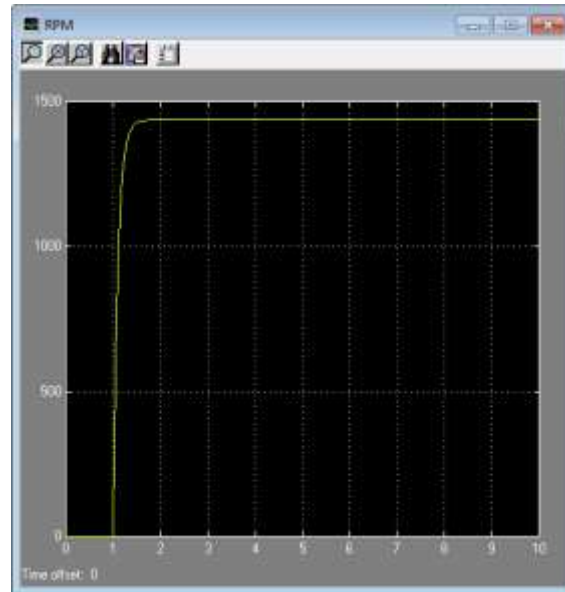


Figura 0-40 Diagrama de Bloques -Simulación

Motor con PID

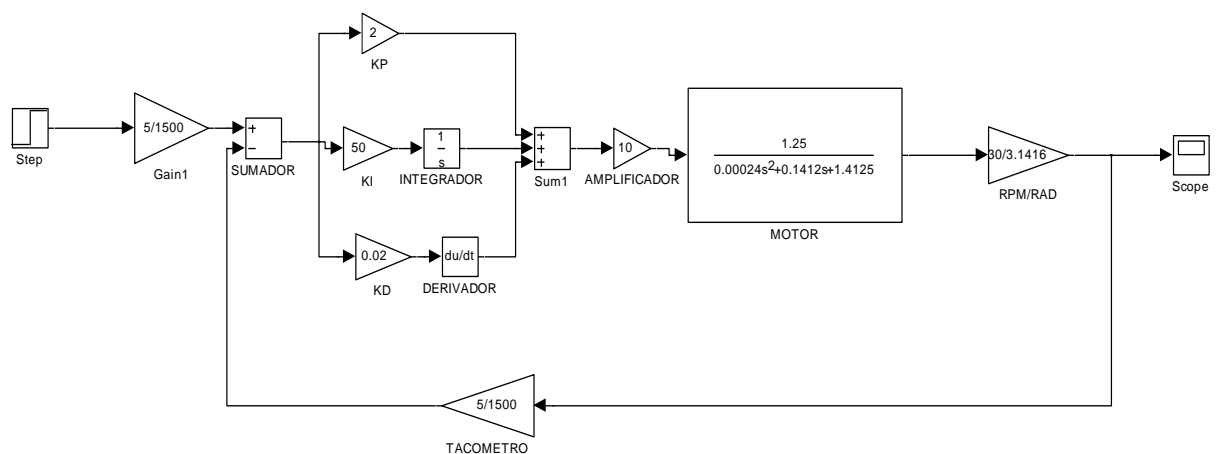


Figura 0-41

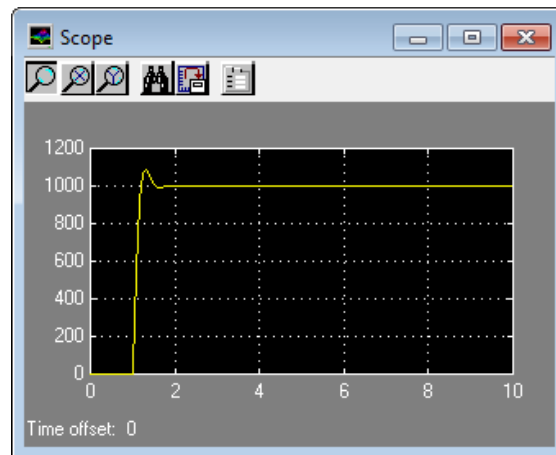


Figura 0-42 Diagrama de Bloques -Simulación

Motor con valores establecidos para PID

Constantes PID.

$$k_p = 0,8$$

$$k_i = 25$$

$$k_d = 1.5$$

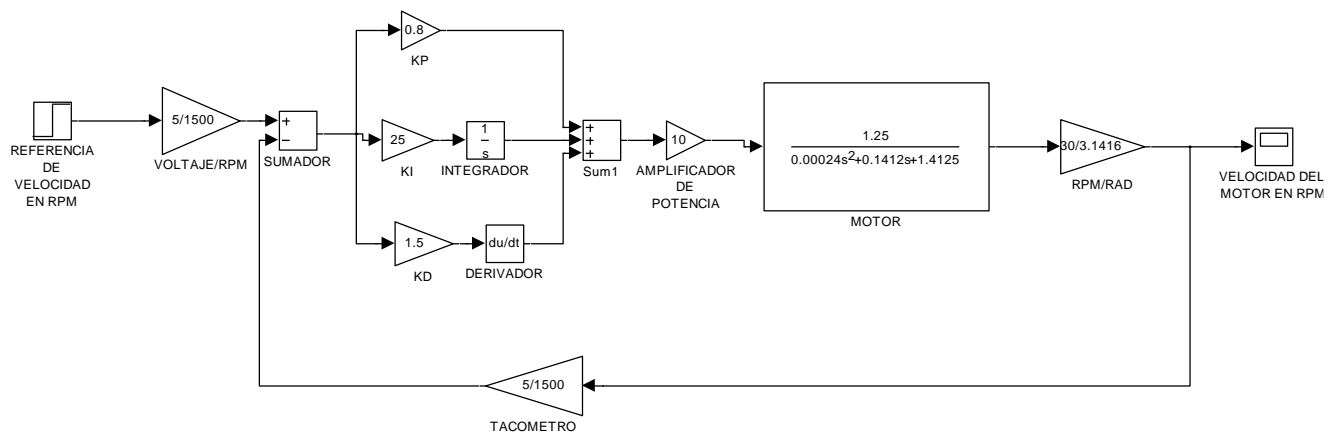


Figura 0-43

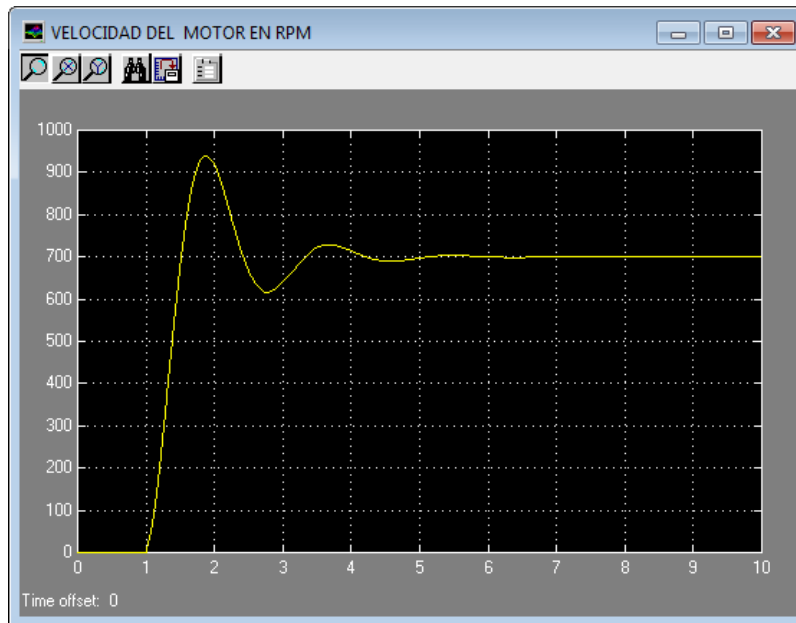


Figura 0-44

El sistema es probado en un computador con Windows XP (32 bits), procesador Intel Core 2Duo, 2.4Ghz; 3 Gb en Ram.

Se conecta la planta, se verifica el puerto USB y el canal con el que se va a trabajar con este equipo, considerando que los cambios realizados para la planta sensor de luz se mantiene para esta, se procede a implementar el sistema en este dispositivo.

En la planta motor se trabaja con una señal subamortiguada, cuenta con un controlador proporcional integral derivativo para estabilizar la señal rápidamente.

Cuando se trabajó con la planta sensor de luz, esta respondía muy rápidamente produciendo varias oscilaciones antes de que la señal se estabilice donde la amplitud de las mismas era corta permitiendo una observación sencilla en nuestra pantalla de captura de datos, a diferencia de esta planta en el motor se presenta una respuesta mucho más lenta, es



imposible que el motor reaccione a la misma velocidad que el sensor de luz ya sea ante una perturbación o ante una señal de corrección emitida por el PID, debido a que la respuesta es lenta el motor logra estabilizarse ante la primera o segunda oscilación.

CAPTURA DE DATOS

Todos los datos capturados y calculados son correctos pero no permiten una optima visualización, como ya se dijo se trata de una planta de respuesta lenta; tarda demasiado tiempo en generar una oscilación completa y la interfaz del sistema de captura solo permite la visualización de 1000 datos por pantalla, es así que se resulta difícil que el motor pueda capturar más de dos oscilaciones en la misma pantalla

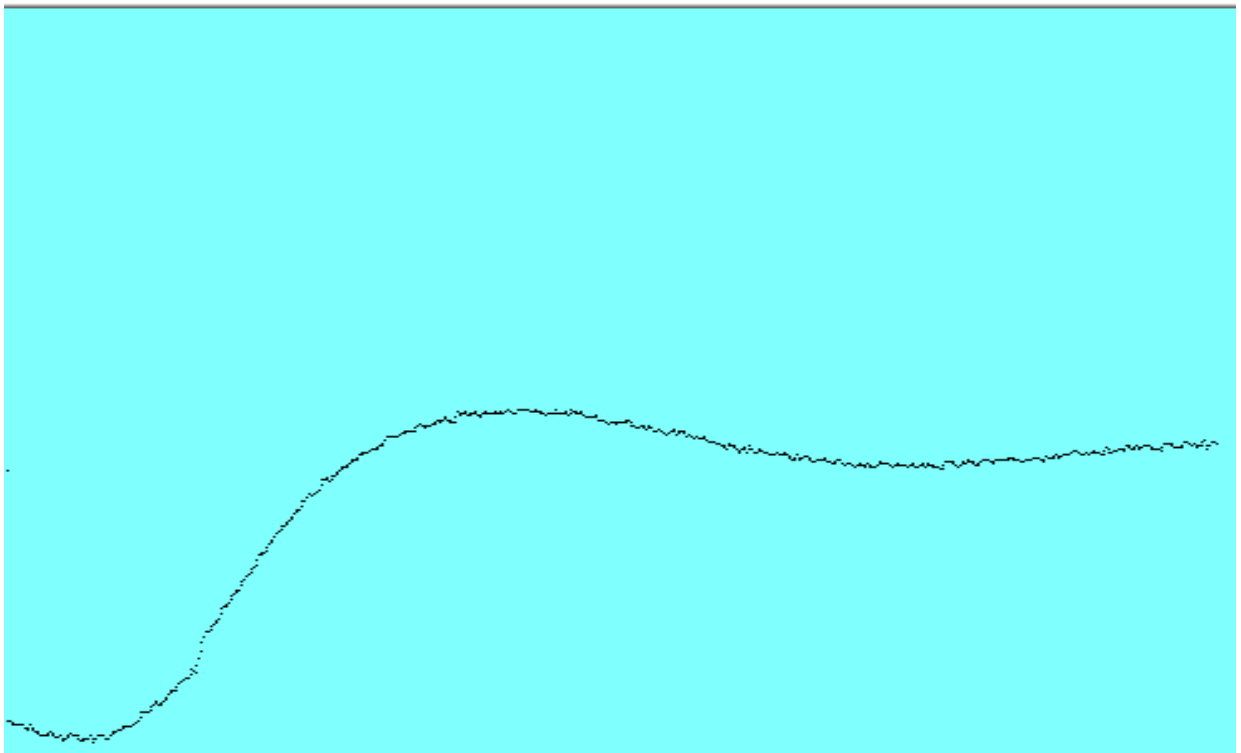


Figura 0-45

En este caso se ha procedido a modificar el rango de los intervalos de captura, si bien en el sensor de luz el intervalo mínimo era de 10 mseg, en esta planta



se va a trabajar con un mínimo de 20 mseg, por tanto los intervalos de captura validos son:

- 20mseg
- 30mseg
- 40mseg
- 50mseg
- 60mseg
- 70mseg
- 80mseg
- 90mseg
- 100mseg

En el sistema de manejo de este dispositivo no se despreciara ningún dato con el objetivo de evitar pérdidas de información útil que se encuentra en el rango de variación válido. En la siguiente pantalla se puede observar que a pesar de la señal ha entrado en el rango de variación aun no se ha estabilizado por completo por tanto aun puede orecer información útil si se continua con la captura..

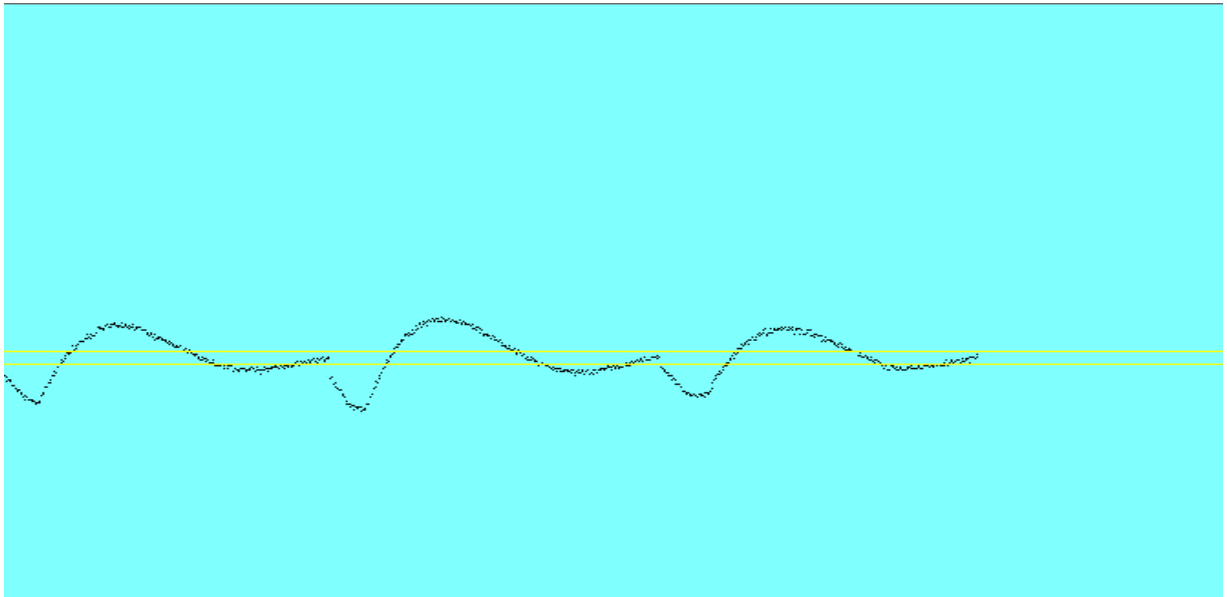


Figura 0-46



Es necesario considerar que en esta planta el ruido ⁵ es un compañero inevitable y molesto con el que tiene que convivir.

Los circuitos electrónicos trabajan con señales eléctricas, que son, por sí mismas, señales electromagnéticas; por ello, los circuitos son sensibles a cualquier señal electromagnética y, al recibir señales externas son perturbados por ellas; se ven afectados por interferencias que pueden alterar su buen funcionamiento, causando errores. Además, los propios circuitos producen señales electromagnéticas parásitas que son generadores de interferencias que los afectan y que afectan también al resto de los circuitos de su entorno.

Como punto de partida de tienen los fenómenos físicos que pueden dar lugar a perturbaciones para llegar a señales con ruido

El problema del ruido aparece como consecuencia de que el comportamiento de los circuitos electrónicos los cuales no se reduce a los términos de teoría de circuitos; no queda confinado en el simple análisis circuital resultante del diseño; sino que la realidad física actúa en forma de campos electromagnéticos, con una doble incidencia: las ondas y los campos externos presentes en el entorno actúan como interferencias sobre el circuito y, además, su propio funcionamiento produce perturbaciones que también le afectan.

Los circuitos electrónicos procesan energía electromagnética para poder llevar a cabo la función para la que han sido diseñados. El diseñador, habitualmente, maneja el problema teniendo en cuenta tensiones y corrientes en el circuito.

Pero las leyes físicas ignoran las fronteras conceptuales que el diseñador impone a su

circuito y cualquier energía de tipo electromagnético presente en el entorno interfiere sobre el mismo; además, por causa de esas mismas leyes físicas, los

⁵ Ruido es toda perturbación electromagnética que afecta a un circuito, toda señal no propia del comportamiento booleano del circuito y que, por tanto, puede producir errores.



componentes no se comportan de forma ideal (no se limitan a ser los elementos de circuito en los que el diseñador piensa).

De esta forma los sistemas digitales se encuentran sometidos a interferencias que les llegan desde el medio ambiente en que se encuentran (motores, transformadores, radiofrecuencias, emisiones de los cables de red, deformaciones y perturbaciones de la propia red eléctrica, etc.,...) y a perturbaciones debidas a los campos electromagnéticos que ellos mismos producen

El ruido puede proceder del exterior o puede ser producido en el propio circuito y puede ser conducido, se propaga a través de conductores y componentes del mismo circuito o de sus líneas de alimentación, de entrada o de salida, o radiado, se acopla a través de campos eléctricos, magnéticos o electromagnéticos.

Para dar solución a este inconveniente se ha implementado un filtro de promedio móvil, este es el más común debido a su fácil implementación y uso, es un filtro óptimo para reducir ruido aleatorio conservando una respuesta a escalera rápida.

El promedio móvil funciona promediando cierto número de puntos en la señal de entrada para producir cada punto de la señal de salida

$$y[i] = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{M-1} x[i+j]$$

A pesar de ser tan sencillo, el promedio móvil es muy útil para reducir el ruido mientras mantiene la forma de la señal, de todos los filtros lineales posibles, el promedio móvil es el que más reduce el ruido preservando más los cambios en la señal.

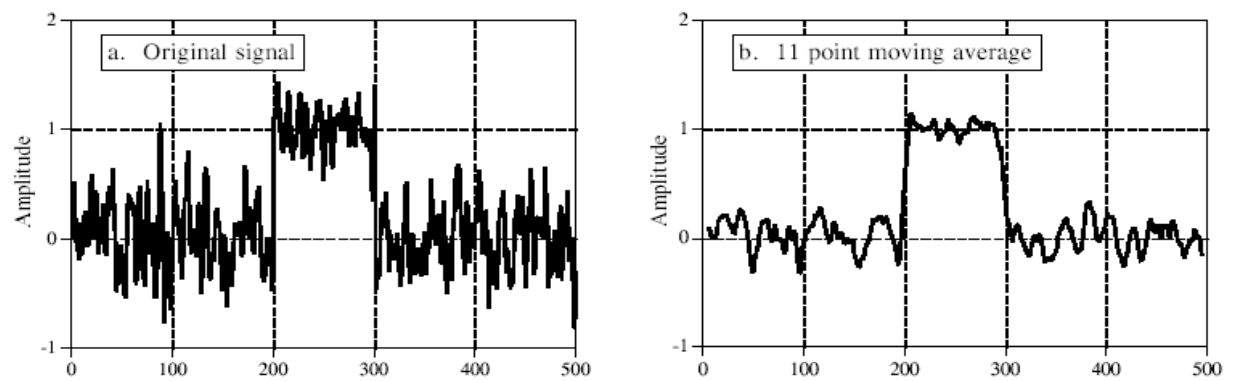
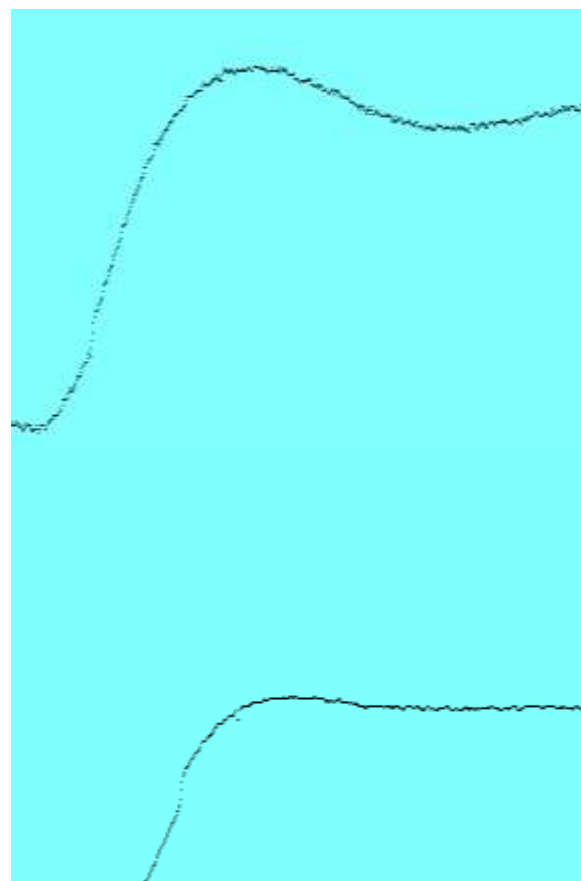


Figura 0-47

El filtro ha sido implementado con tres valores, siendo suficiente para obtener una señal más nítida.



Señal con ruido

Señal Filtrada

Figura 0-48



CALCULO DE RESULTADOS Y PRESENTACION DE LA INFORMACION

Con la información correctamente capturada es posible calcular los resultados, presentarlos y generar la gráfica de la envolvente de amortiguamiento.

Al calcular los resultados se detecta que el sistema calcula varios máximos, todos estos son reales pero no son observables, perdiéndose por completo el significado de máximos de la función. Este problema se da debido a que el controlador PID hace que la señal se estabilice a lo sumo en la segunda oscilación.

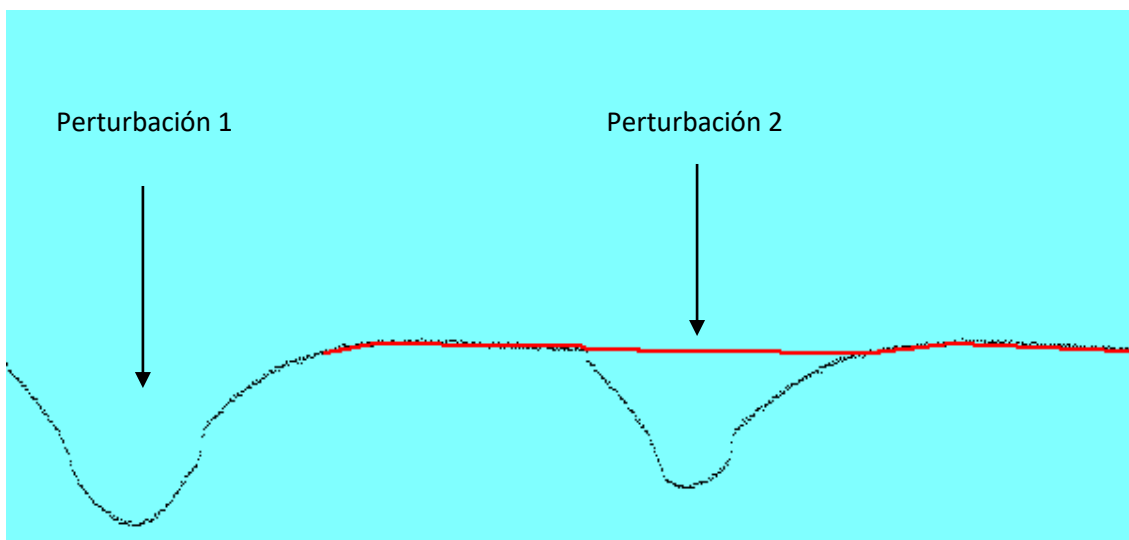


Figura 0-49

En el gráfico se muestra una señal que ha sido sometida a dos perturbaciones; ante la primera perturbación la señal se estabiliza de una manera muy rápida, a simple vista es imposible establecer donde se encuentran los puntos de inflexión y responde de igual forma ante la segunda perturbación, como se indica en la siguiente tabla de resultados el número de máximos de la función es de 5, pero ninguno es observable en la gráfica.



	Y	X	t	C	T
1	257,5	255	14,82	-0,056431	0,8400
2	270	297	15,66	0,004180	11,3400
3	257,5	689	27,00	-0,034855	1,3600
4	270	757	28,36	0,013383	2,8200
5	260	898	31,18	0,000000	0,0000

Figura 0-50

Desde este punto de vista se pierde la objetividad del sistema puesto que aunque los resultados estén bien calculados no son verificables visualmente.

Por esta razón en la planta del motor a mas de los cálculos correspondientes al coeficiente y envolvente de amortiguamiento, período y puntos de inflexión de la señal, que bajo determinadas circunstancias son útiles se ha implementado el análisis de respuesta ante una señal escalón unitario.

Por tanto el sistema posee una interfaz de captura libre con las funciones y procedimientos ya definidos anteriormente y una interfaz para la señal escalón unitario con otros parámetros adicionales que son de suma importancia. Con este agregado al sistema se pretende utilizar todas las funciones y procedimientos ya existentes, tanto para la captura como para el procesamiento de la información; donde la diferencia con este nuevo tipo de captura radica en los datos adicionales que se calculan.

Para poder activar una u otra interfaz de captura se agrega una pestana correspondiente al Diseño de interfaz

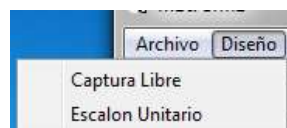


Figura 0-51



Interfaz Captura libre



Figura 0-52

Interfaz Escalón unitario



Figura 0-54

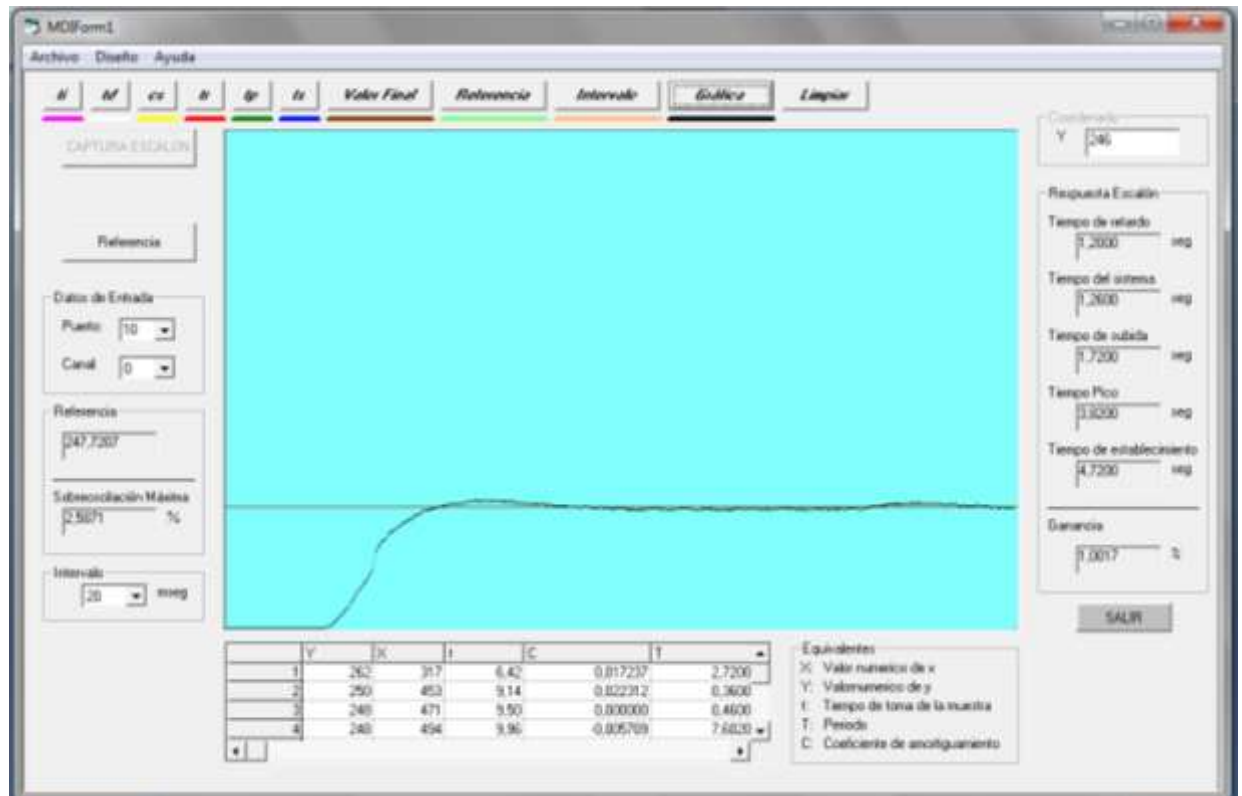


Figura 0-55

Para la captura del escalón unitario se trabajará con una pantalla de datos, es decir con 1000.

ANÁLISIS DE INFORMACION Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Al igual que en las demás plantas se calculan los valores correspondientes al periodo y coeficiente de amortiguamiento, pero se le ha agregado algunas variables como:

Tiempo de inicio

- T_i
- Tiempo de inicio, es el tiempo a partir del cual se inicia la señal real, el tiempo en el que se inserta la señal el escalón.



Tiempo de retardo

- T_d
- Tiempo de retardo (delay time) es el tiempo requerido para que la respuesta alcance la primera vez la mitad del valor final, es decir para que la respuesta alcance el 50% del valor final.

Tiempo del sistema o constante de tiempo

- C_s
- Se denomina constante de tiempo de la respuesta, es el tiempo que toma la respuesta al escalón desde t_i hasta que se alcanza el 63 % del valor final de la respuesta.

Tiempo de subida

- T_r
- Tiempo de levantamiento o tiempo de subida es el tiempo requerido para que la respuesta pase del 10 al 90%, del 5 al 95% o del 0 al 100% de su valor final. Para sistemas subamortiguada de segundo orden, por lo común se usa el tiempo de levantamiento de 0 a 100% o de 10 a 90%.

Tiempo pico

- T_p
- Tiempo pico es el tiempo requerido para que la respuesta alcance el primer pico del sobrepaso o sobreimpulso.

Tiempo de establecimiento

- T_s
- Tiempo de establecimiento t_s . Es el tiempo necesario para que la respuesta alcance y permanezca dentro de un porcentaje (del 5%) del error alrededor del valor final



Ganancia

- EL valor final en el que se estabiliza la señal dividido para la señal de referencia

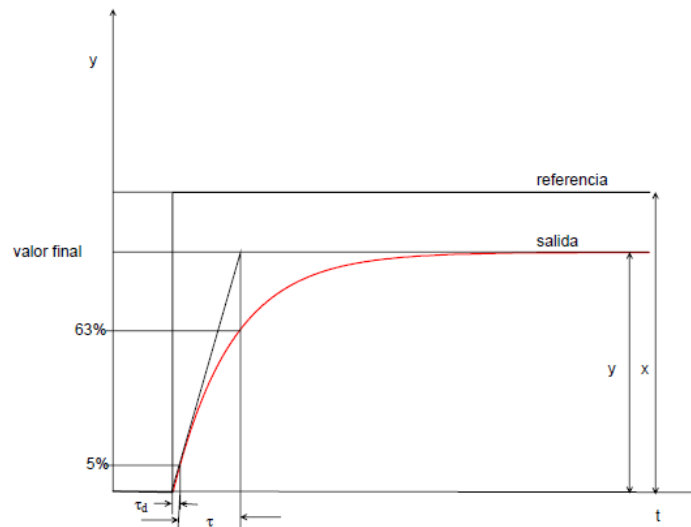


Figura 0-56

Sobreoscilación máxima

- Es la magnitud del primer sobrepaso el cual ocurre en el tiempo pico, medido desde la señal de referencia.

Referencia

- Magnitud de la señal de referencia antes de inyectarle el escalón unitario

Intervalo

- Porcentaje del 5% del error permitido alrededor del valor final

Cuando se han establecido todos estos valores se los muestra en una tabla resumen ubicada en la parte derecha de la pantalla; al igual que en los sistemas anteriores en la parte inferior se presenta una tabla resumen con los puntos de inflexión, la coordenada correspondiente en x, tiempo, coeficiente de



amortiguamiento y frecuencia; estos valores se muestran al momento de calcular los valores aproximados, pero a mas de mostrarlos es posible graficarlos, para esto se ha incluido una barra de herramientas en la parte superior que contiene varios botones con cada una de las abreviaturas correspondientes.



Figura 0-57

Barra de herramientas que permite graficar los valores calculados, debido a que son varios datos es posible limpiar la pantalla e iniciar la gráfica nuevamente desde el punto que el estudiante desee.

En resumen los cambios que encontramos en esta nueva pantalla son :

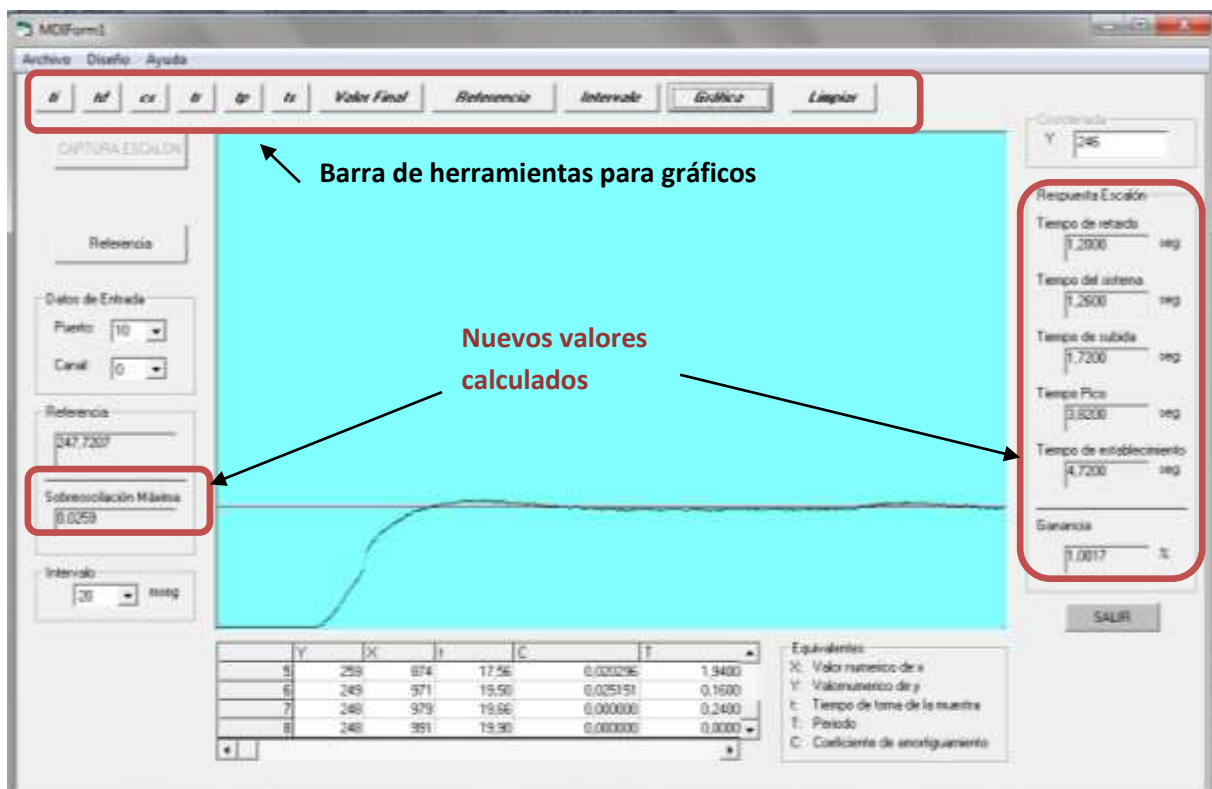


Figura 0-58



En las siguientes pantallas se muestra los resultados obtenidos y sus correspondientes gráficos.

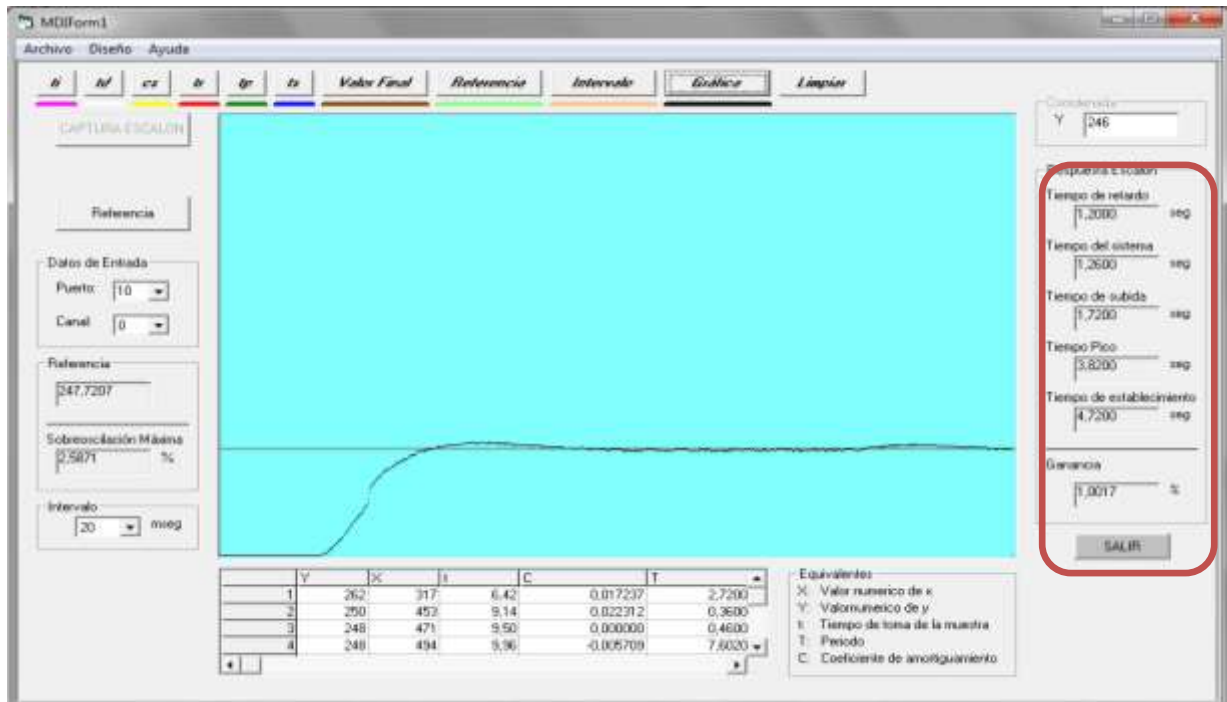


Figura 0-59

Con todos los valores ya calculados se activa la barra de herramientas y es posible graficar los resultados

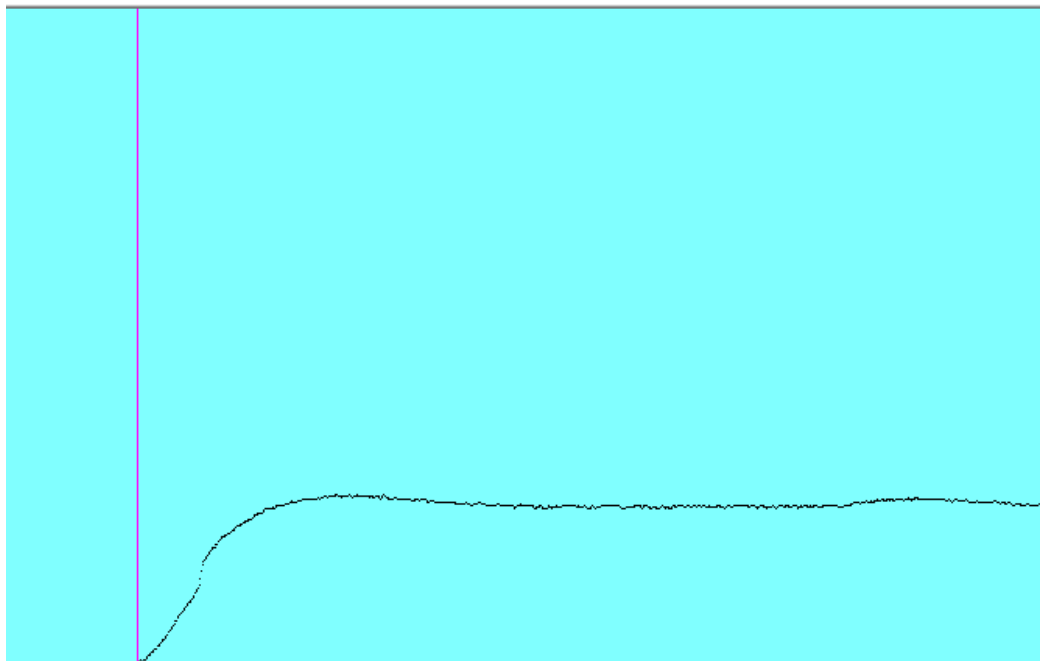


Figura 0-60 Grafica de t_i ; tiempo de inicio del escalón unitario

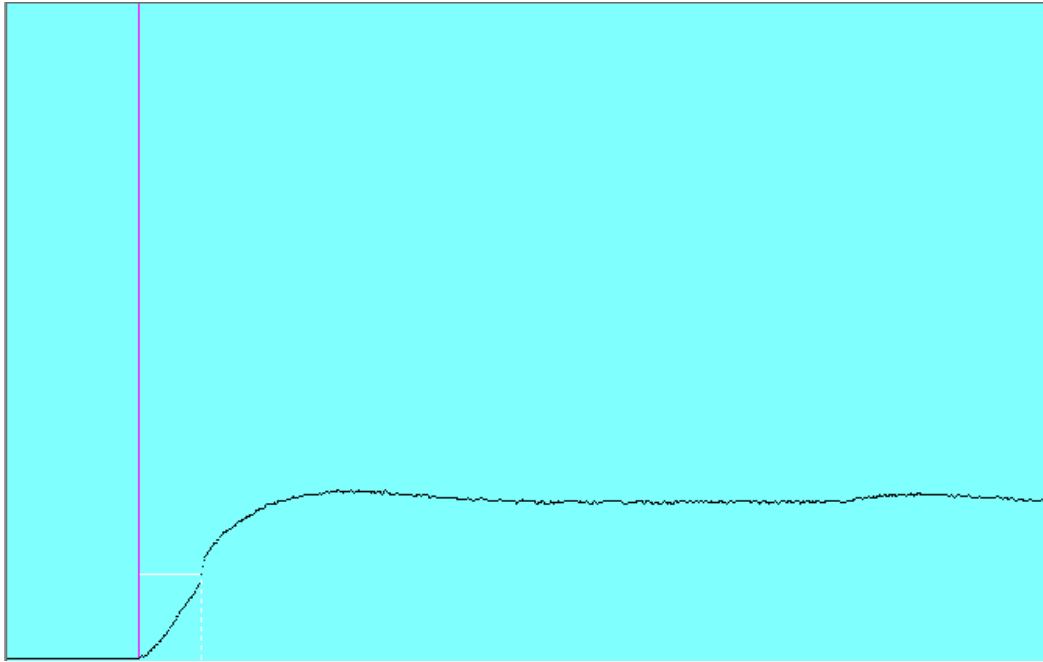


Figura 0-61 Gráfica de t_d ; tiempo de retardo

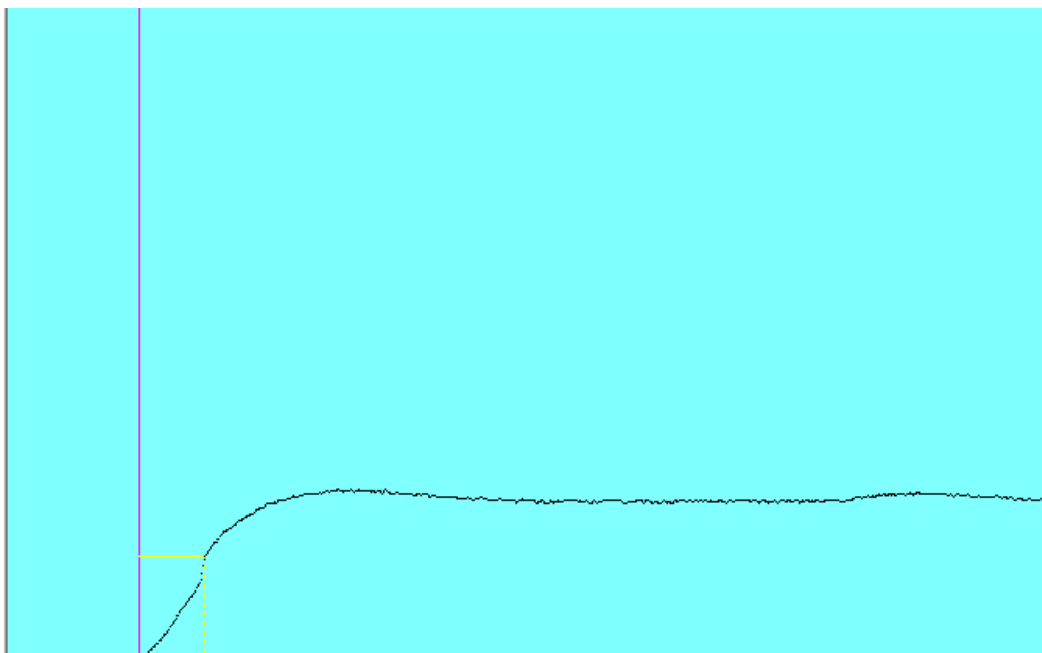


Figura 0-62 Gráfica de t_s ; tiempo del sistema

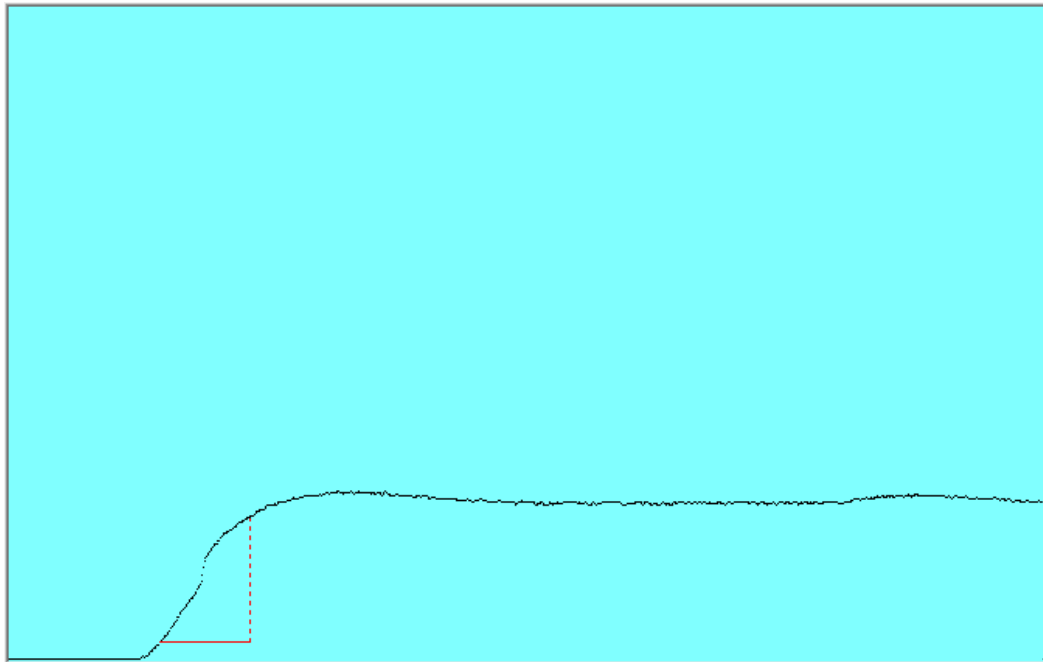


Figura 0-63 Gráfica de t_r ; tiempo de subida

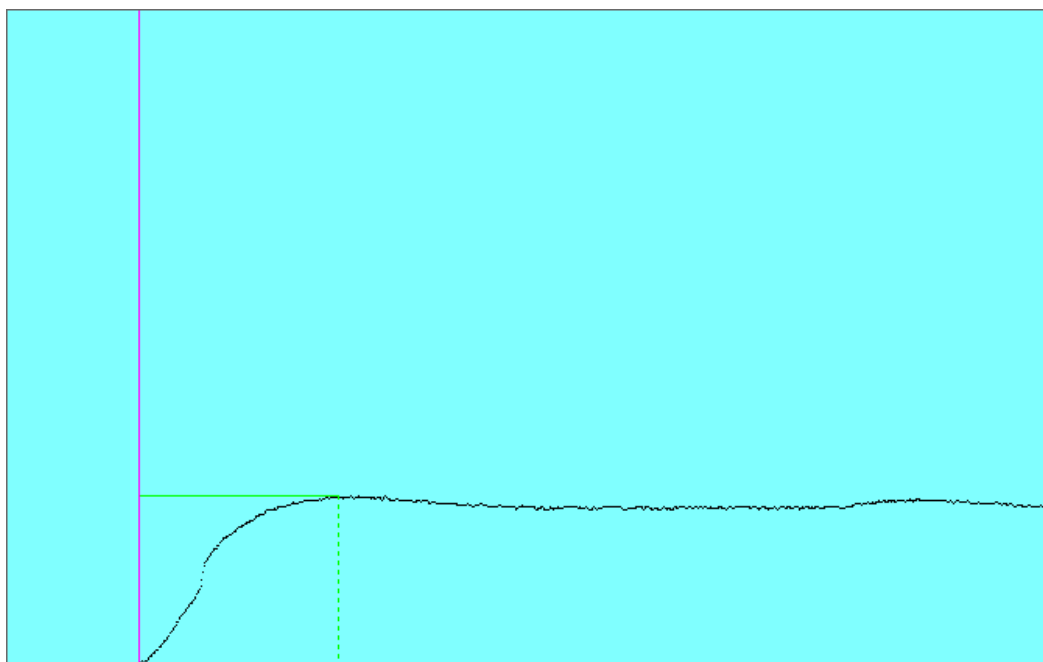


Figura 0-64 Gráfica de t_p ; tiempo pico

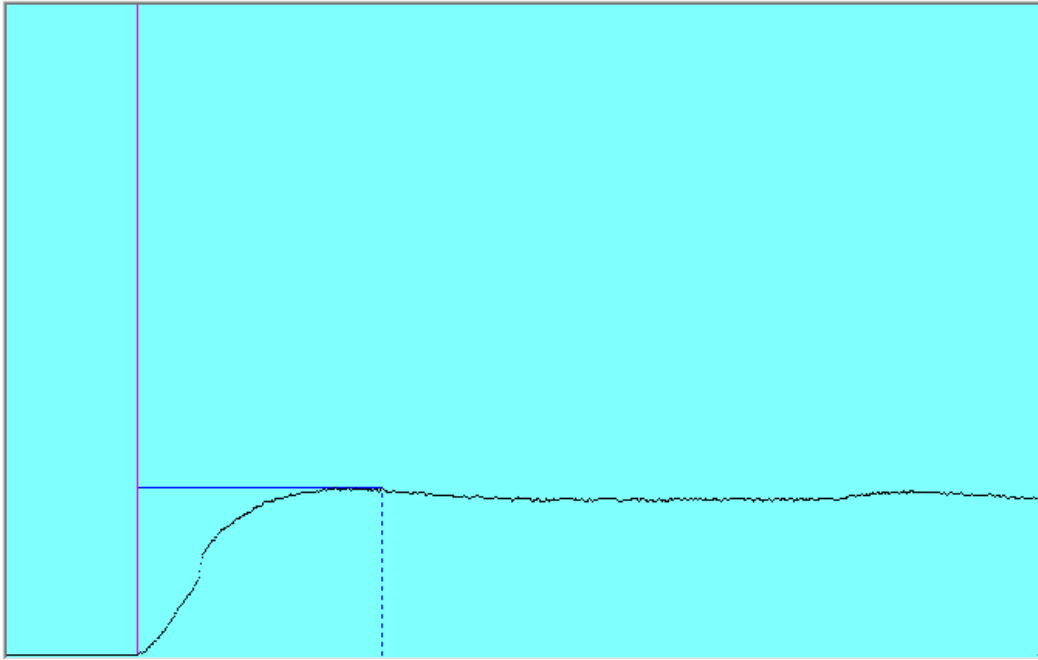


Figura 0-65 Gráfica de t_s ; tiempo de establecimiento

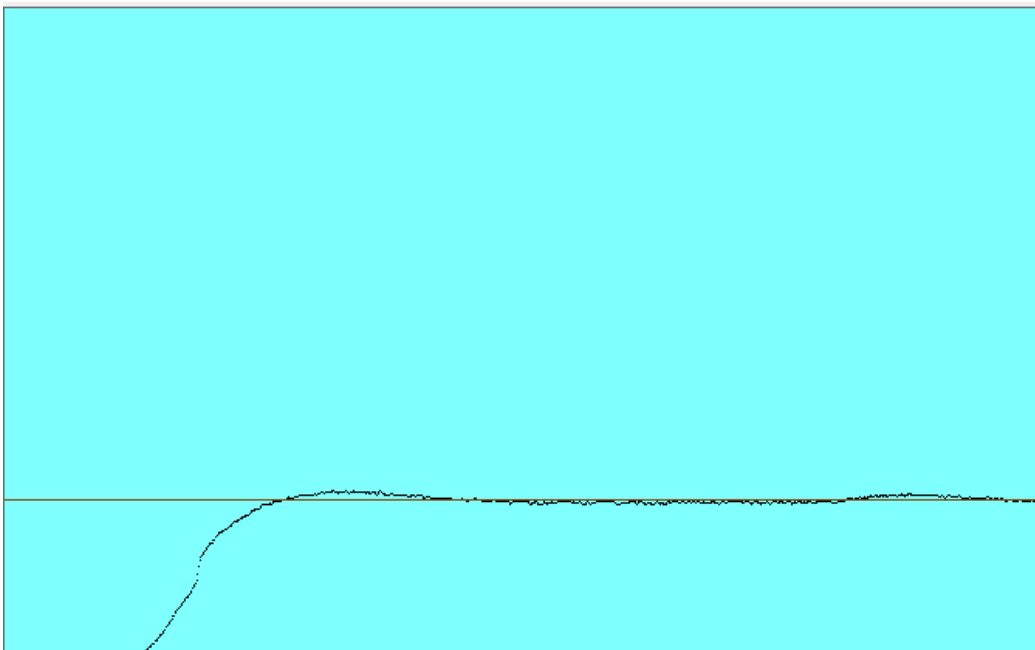


Figura 0-66 Gráfica del valor final en el cual se estabiliza la función y el rango de variación



Gráficas en una misma pantalla

Es posible graficar todos los valores que son calculados en una misma pantalla, dependiendo solamente de las necesidades del usuario

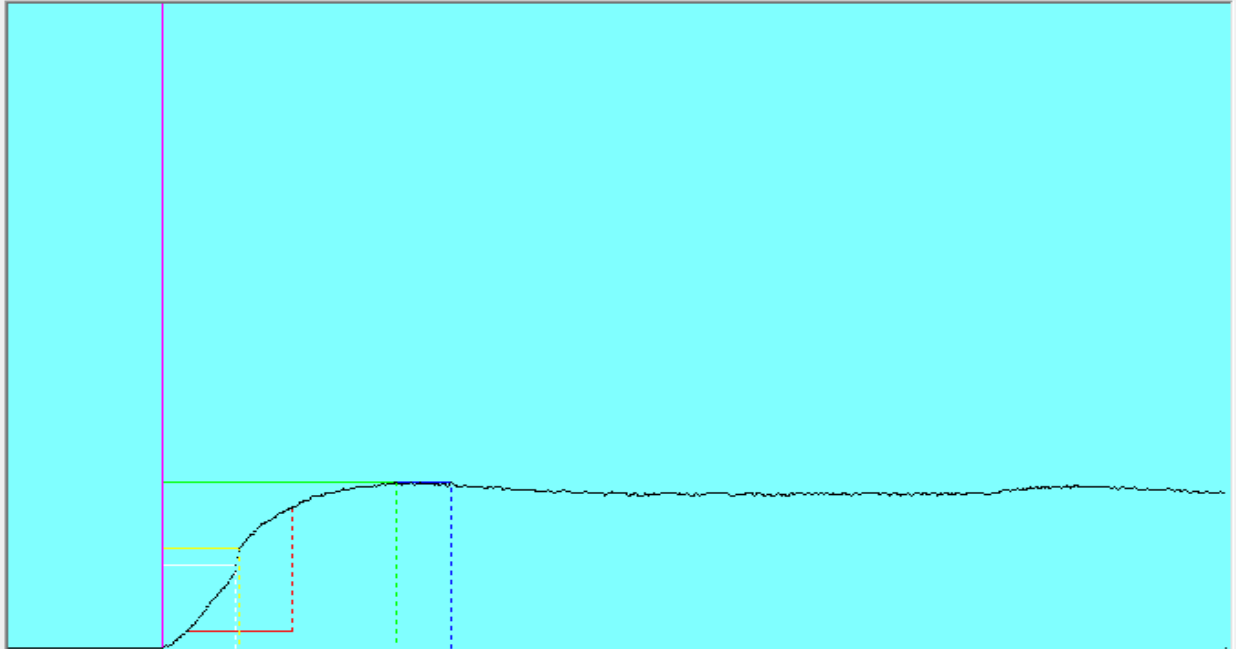


Figura 0-67 Resumen de gráfica de valores calculados

Se puede graficar también el intervalo de variación; el valor de la señal de referencia y compararlo con el valor final en el que se estabiliza la señal.

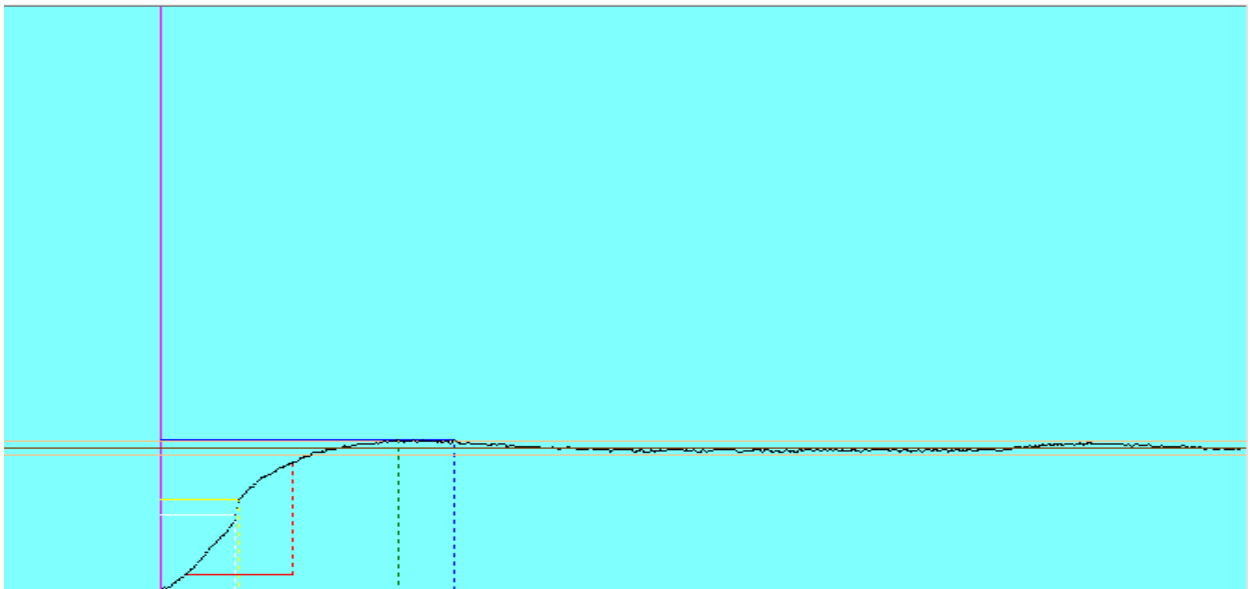


Figura 0-68 Pantalla final de interfaz escalón unitario con todos los cálculos y gráficos correspondientes

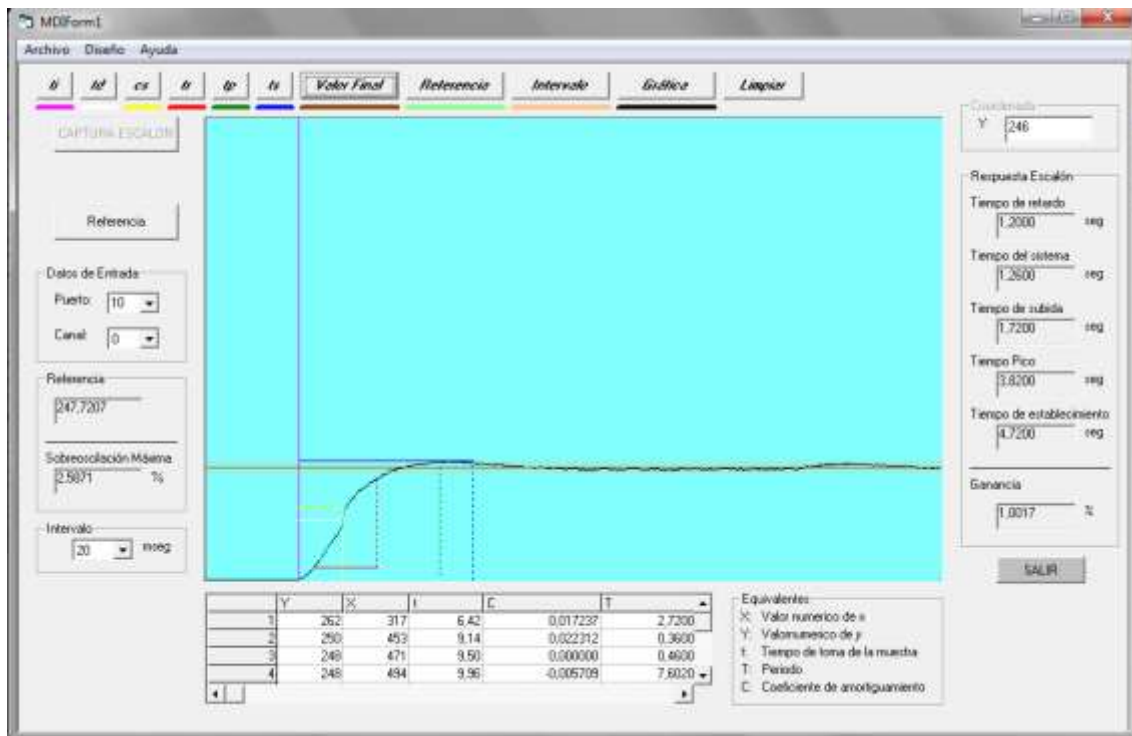


Figura 0-69



Verificación de Funcionamiento

Pruebas De Funcionamiento Del Proyecto

En todo software, las pruebas constituyen una parte muy importante, ya que con ellas podemos detectar los errores existentes antes de ser entregados al usuario final.

En nuestro sistema, las pruebas se fueron realizando desde la etapa de creación de los prototipos, ya que es ahí donde se ve de manera global como va a ser el funcionamiento del producto, y es importante ir corrigiendo los errores para que en el futuro el usuario no tenga inconvenientes.

A continuación se describirá las pruebas realizadas al sistema:

Pruebas de Usuario

Las pruebas de usuario se deben realizar antes de la etapa de producción, ya que si existen cambios de interfaz o de navegación, sería complicado realizarlos sin afectar la funcionalidad del sistema, además de que se gastaría más tiempo de lo que se consideró en un inicio.

En nuestro caso realizamos una prueba con un grupo de estudiantes antes de comenzar con la implementación del sistema mediante la realización de encuestas sobre el grupo más representativo de nuestro universo y se fijaron los objetivos que debería cumplir el sistema así como también se definió el diseño de interfaz del mismo con la posterior presentación de los prototipos, en donde se especificó los elementos de estudio que se debía introducir en las actividades, como estudio de funciones de comportamiento: amortiguamiento y envolventes.

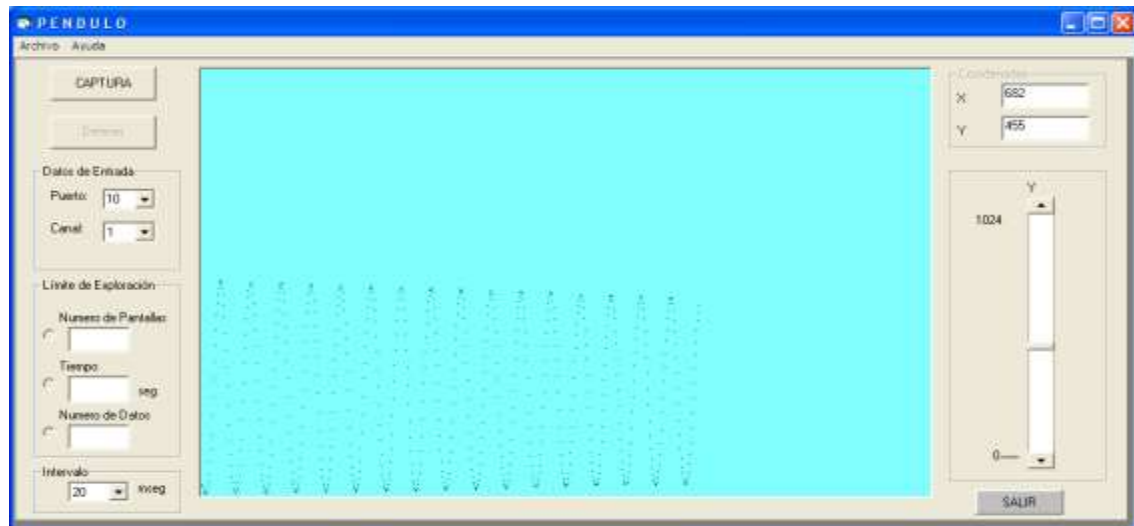


Figura 0-1 Manejo De Graficas Pendulo

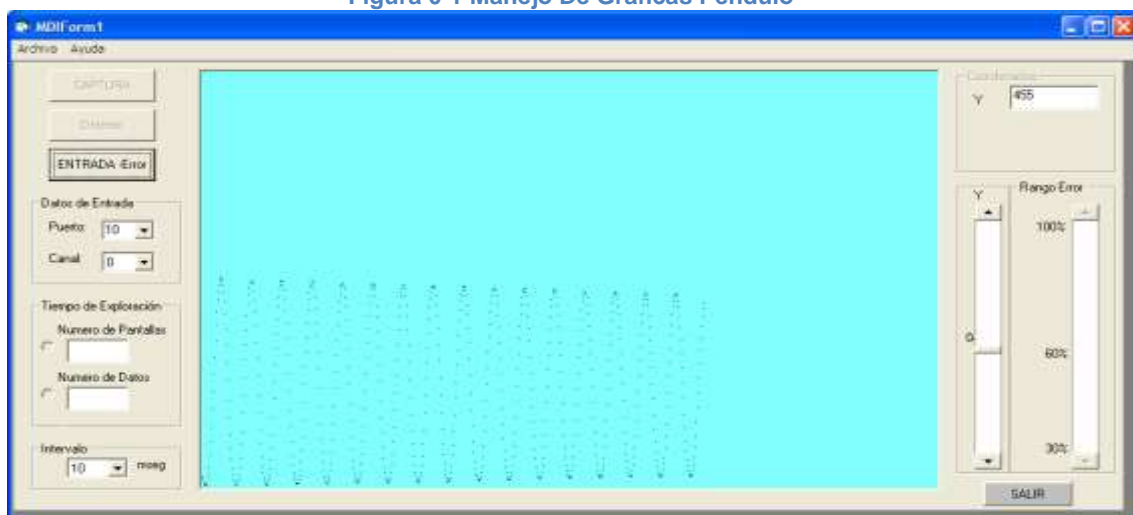


Figura 0-2 Manejo de Graficas Sensor de Luz

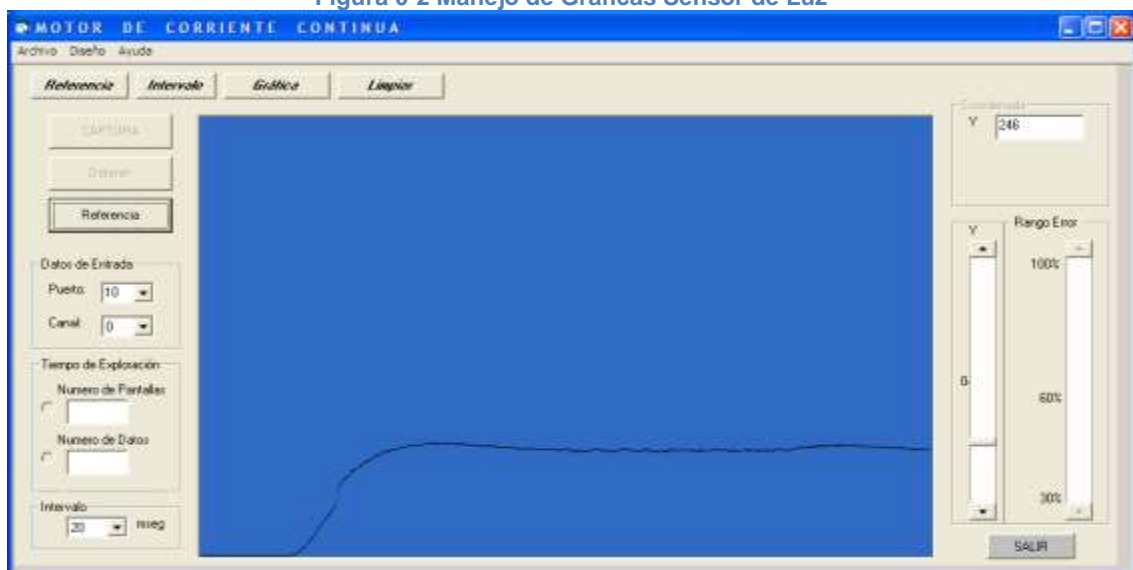


Figura 0-3 Manejo de Graficas Motor



Pruebas Funcionales

Las pruebas funcionales nos permiten verificar que se cumplan los requerimientos fijados para este proyecto.

Las áreas a probar el desempeño funcional incluyen:

- Pruebas de Unidad
- Pruebas de Integración
- Pruebas de Medios
- Pruebas de Presión
- Pruebas de Configuración
- Pruebas de Entorno

Con estas pruebas se podrán resolver problemas desde los de tipos estético hasta otros de mayor importancia.

Pruebas de Unidad

Las pruebas de unidad nos permiten comprobar que la estructura del sistema sea correcta, ya que de esta manera se puede controlar que el flujo de la información y la interacción con el usuario se realicen de forma adecuada, antes de incluir todo el contenido de medias.

Para nuestro proyecto este mecanismo de comprobación lo realizamos con un número mínimo de actividades hasta comprobar que las señales sean continuas al momento de graficar la señal en tiempo real, que las graficas de las envolventes se carguen en forma adecuada sobre la onda de la grafica en funcionamiento, sin interrupciones y comprobando también que los resultados finales sean correctos.

Adicionalmente se comprobó que la adaptación de cada planta con la comunicación del software es el correcto, esto quiere decir que la captura de cada señal se hace a la velocidad adecuada, comprobando que los bits se adquieran de manera óptima.



Pruebas de Integración

Las pruebas de integración nos permiten verificar que las secuencias de pantallas se muestren de forma adecuada en el tiempo.

Este proceso de presentación de pantallas, en nuestros sistemas sería, verificar que en la captura de datos la grafica de la señal sea la adecuada es decir, que los datos capturados se visualicen en tiempo real. Además de esto, las pruebas de Integración se relacionan todo el conjunto de pantallas que en nuestro caso son los anexos de ayuda del sistema.

Pruebas de Medios

Las pruebas de Medios aseguran que la funcionalidad de los medios del producto sea correcta.

Para nuestro sistema, debemos asegurarnos de crear correctamente el instalador de la aplicación, esto quiere decir que debe funcionar correctamente al ser ejecutado y transportado. Además debe cubrir el requerimiento de ser liviano y flexible.

Pruebas de Presión

Las pruebas de presión o pruebas de fallos se aseguran de que la integridad del producto permanece intacta bajo condiciones extremas.

Por ejemplo se pueden presentar casos de intervalos inestables en el flujo de energía, o que el usuario cierre la aplicación inadecuadamente, para lo cual nuestro sistema está preparado ya que en caso estar realizándose una evaluación y se produce cualquiera de los dos casos indicados, las respuestas de las actividades realizadas hasta ese momento se descartan, de tal forma que al volver a iniciar la práctica, ésta ejecuta un nuevo procedimiento.

Pruebas de Configuración

Estas pruebas verifican que el producto funcione correctamente sobre varios tipos de computadoras, de dispositivos y de configuraciones de software y hardware, lo cual puede alterar el rendimiento del sistema.



Pruebas en Windows XP

Para realizar las pruebas sobre el sistema operativo Windows XP, hemos creado el instalador portable, esto hace que los requerimientos de portabilidad y de compatibilidad se cumplan. Ejecutamos el instalador y accedemos al sistema.

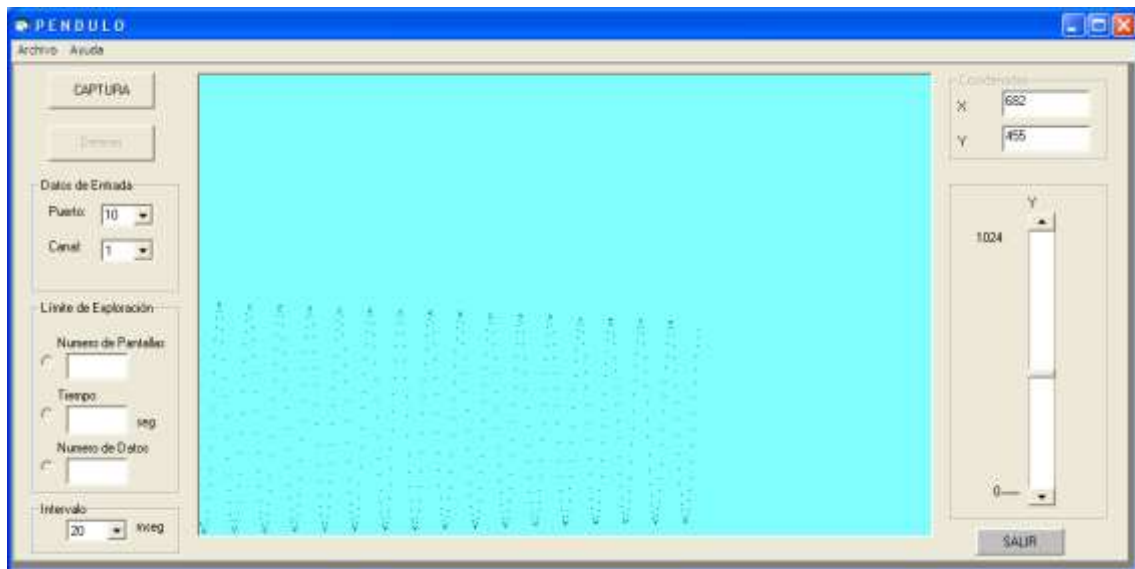
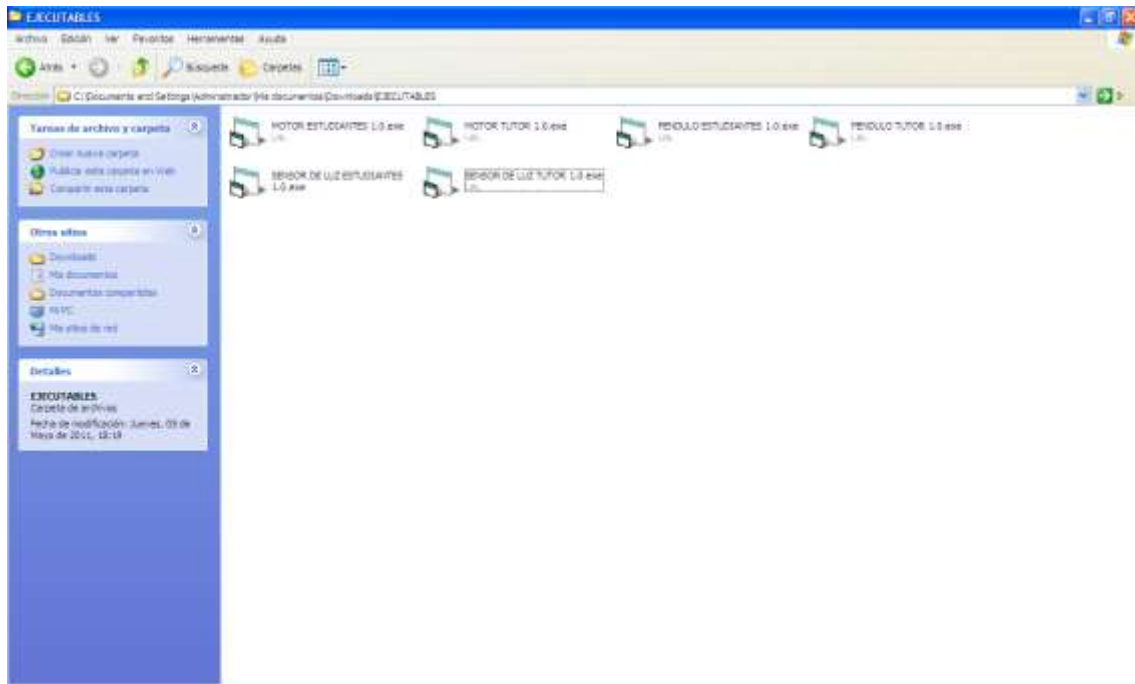


Figura 0-2 Manejo De Graficas Pendulo

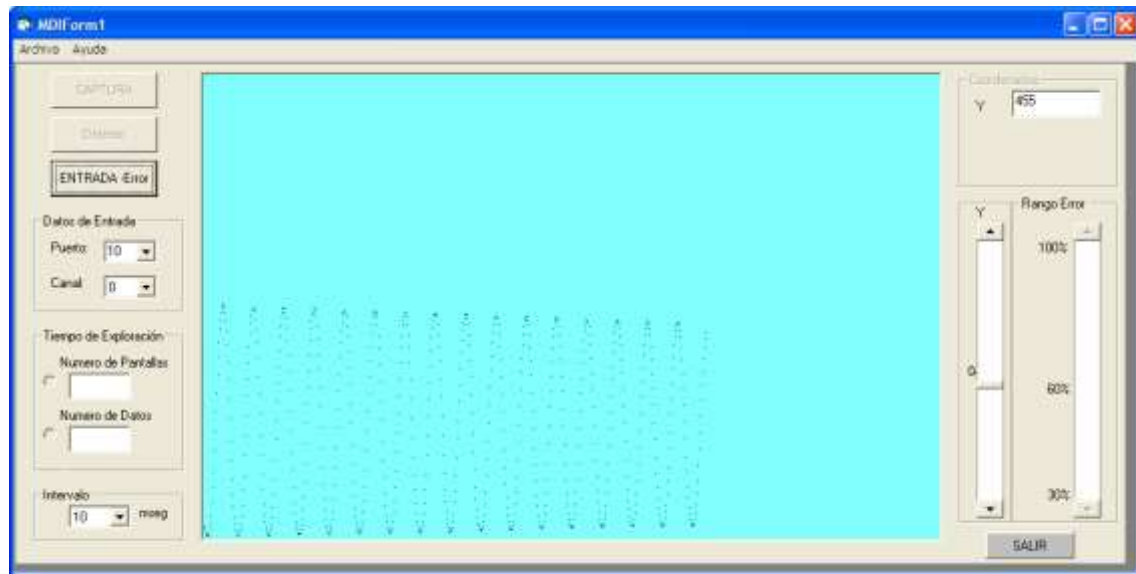


Figura 0-2 Manejo de Graficas Sensor de Luz

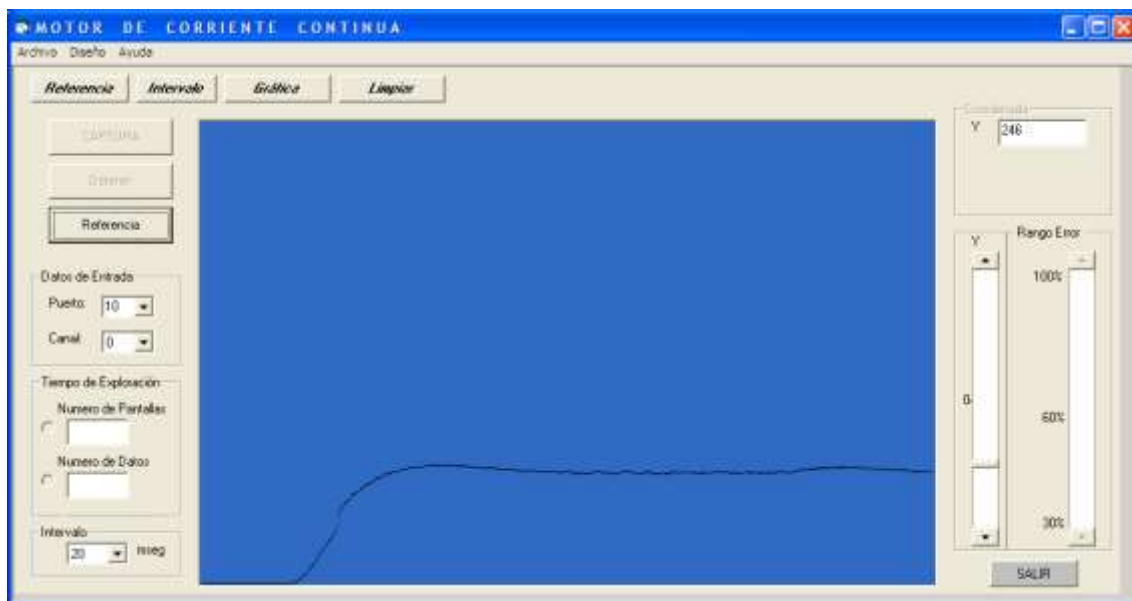


Figura 0-3 Manejo de Graficas Motor

Pruebas en Windows 7

Al igual que en Windows XP, el sistema es portable y para su ejecución basta con ejecutar con doble clic.

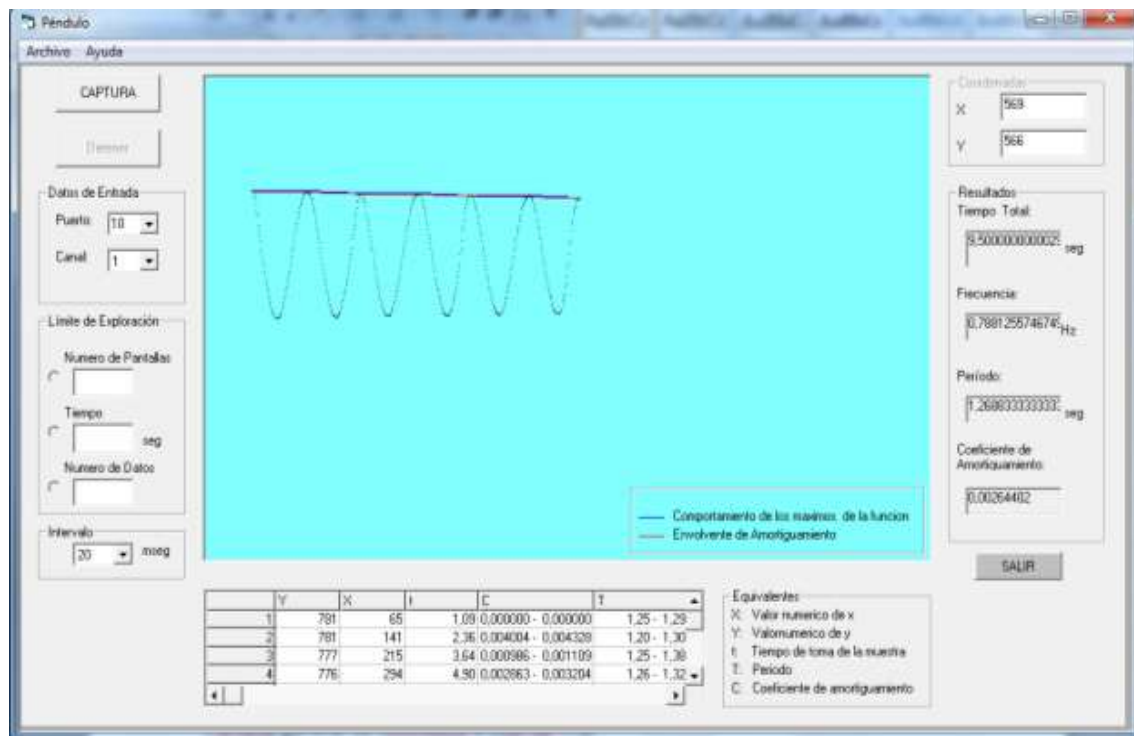


Figura 0-1 Grafica Pendulo

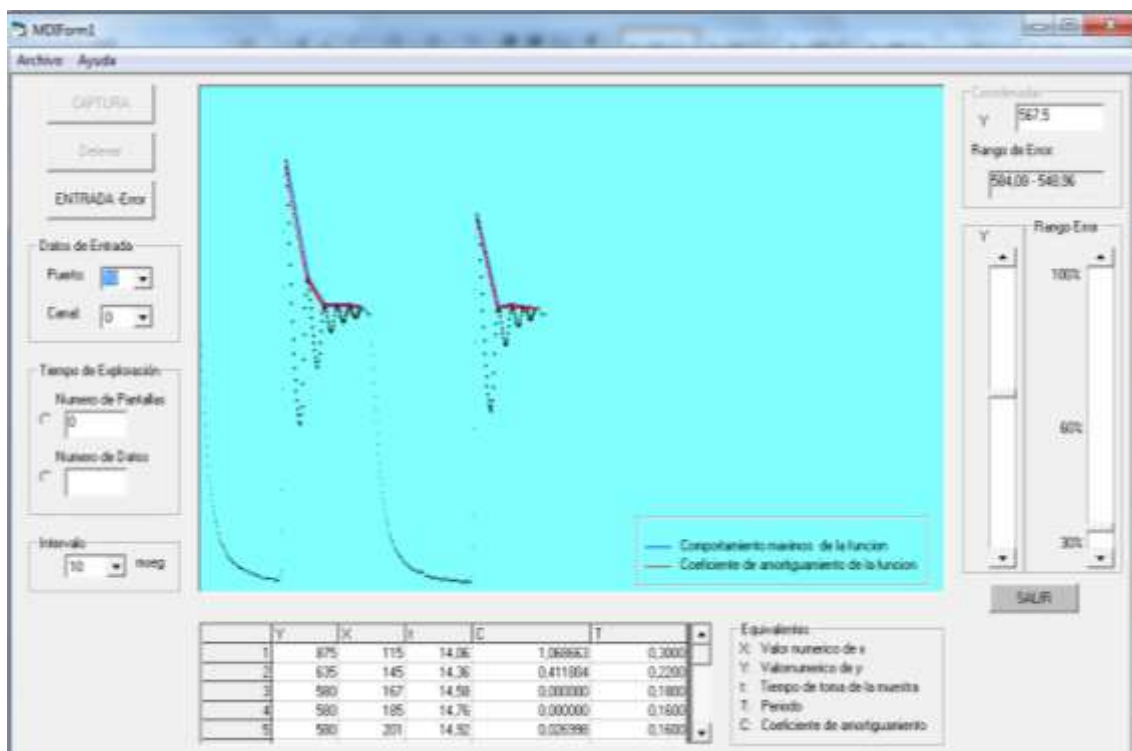


Figura 0-2 Grafica Sensor de Luz

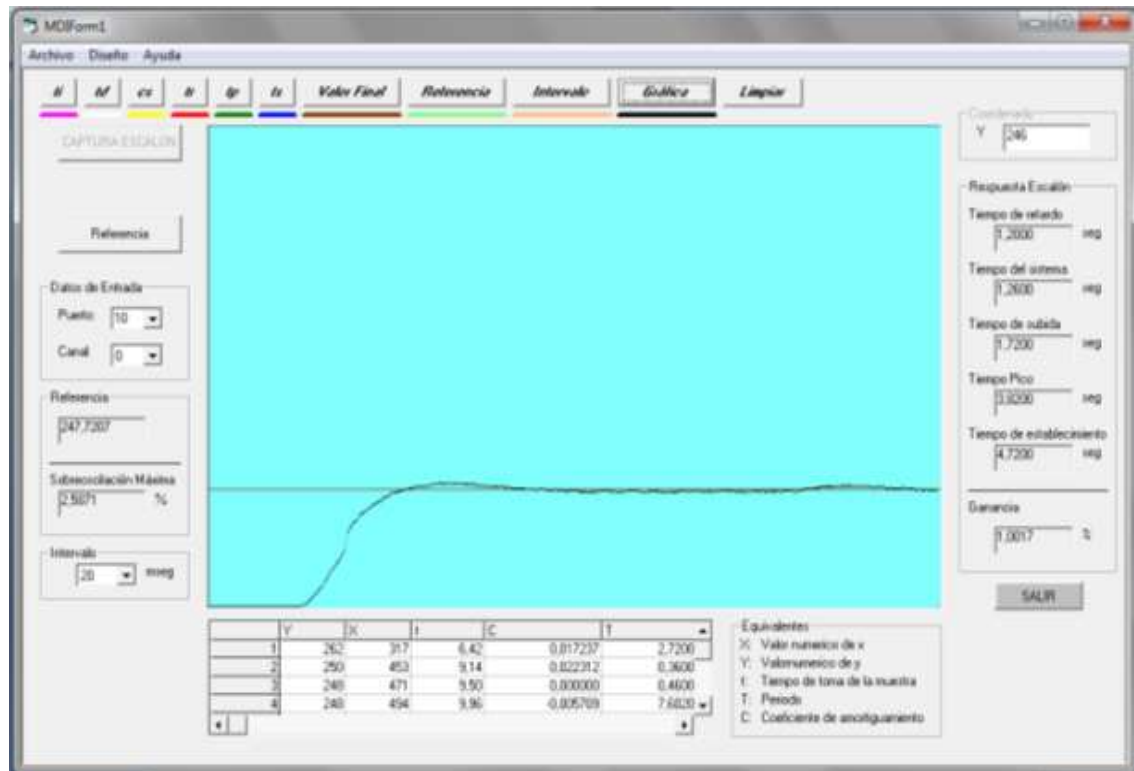


Figura 0-3 Grafica Motor

Pruebas de Entorno

Consisten en el chequeo funcional del entorno en el que se instala y se usa el producto.

Ya que nuestra aplicación se ha desarrollado para un centro educativo, el entorno en el que se ejecutará serán las aulas de clase, que son lugares pequeños y donde la computadora está ubicada en un lugar estratégico y con sus dispositivos de audio de forma correcta, por lo cual al momento de correr la aplicación no existieron problemas de ningún tipo ya que el sonido se escucha bien desde todas partes del aula.

Pruebas de Contenido

El objetivo de estas pruebas es chequear tanto el tipo de letra como las consignas, aunque también se chequea el contenido de las ilustraciones, los sonidos y las animaciones.



Este proceso de verificar los elementos multimedia se realizó antes de la producción del sistema, con las personas expertas en el tema de la Dislexia, quienes nos supieron indicar como debían ser las consignas, el tipo de letra, los colores y sonidos que se debían utilizar, de tal manera que no afecte al proceso de evaluación de los niños.

En cuanto a las ilustraciones, se utilizaron imágenes estándar que nos proporcionó el centro educativo.

Pruebas Finales

Pruebas Alfa

Las pruebas alfa, se realizan para chequear la funcionalidad del sistema, es decir comprobar que el diseño que se planteó en un inicio, trabaja correctamente. Estas pruebas se deben realizar en un entorno controlado, es decir con el desarrollador supervisando las pruebas pero sin intervenir en las mismas.

Estas pruebas se realizaron en conjunto con el Ing. Fabián Cabrera y un grupo de estudiantes que ejecutaron las principales funciones del programa, en donde se pudo observar que el manejo del sistema por parte del tutor y de los estudiantes fue correcto ya que no tuvo inconvenientes al momento de utilizar la parte administrativa del sistema.

Al momento de realizar las evaluaciones a los estudiantes, se encontraron algunos problemas como por ejemplo:

- Cada planta tiene una finalidad diferente y los estudiantes asocian el software.
- Las Graficas del comportamiento de cada planta se realizan correctamente, sin embargo es importante aclarar la parte matemática de las mismas. Este punto fue tratado con el tutor y se fijo como parte del estudiante modelar la ecuación de comportamiento de las ondas graficadas en cada planta.



Nosotros como desarrolladores, estuvimos pendientes de todos estos errores, sin embargo tomar en cuenta la percepción de cada estudiante mediante encuestas nos ayudo a mejorar el software.

Pruebas Beta

Estas pruebas se realizan sin la presencia de los desarrolladores, en un entorno incontrolado. Posteriormente se reciben sugerencias y comentarios por parte de los usuarios, tomando en cuenta que los errores fueron solucionados en las pruebas alfa.

Una vez que solucionamos los errores, se realizó una nueva sesión en donde solo participaron el tutor y los estudiantes y el método más cómodo para evaluar la percepción final de los estudiantes fue una encuesta, que evalúa la parte perceptiva de los mismos. Esto se refleja en el Capitulo Nueve de este trabajo de graduación.



9 Capitulo

Evaluación de Beneficios

Evaluación de los Beneficios

La implementación de los sistemas expuestos a lo largo de este trabajo de graduación, tienen como meta servir de manera eficiente a los estudiantes en la práctica de conceptos dentro de la Teoría de Control, todo esto refleja la importancia del conocimiento. Así es como la finalidad de este capítulo es evaluar la percepción de los usuarios finales y determinar en qué medida contribuye al crecimiento sostenido del conocimiento

Esta tarea se la realiza mediante la aplicación de una encuesta a un grupo de estudiantes que serán nuestra muestra para la evaluación final del sistema.

Una parte importante también para esta evaluación, es determinar de manera eficiente las preguntas que evaluaran nuestro software y por supuesto la aplicación a evaluar que de igual manera será una muestra del software realizado.

Análisis del Grupo de Muestreo.

Para la evaluación del software se determino un grupo especial de estudiantes que reúna características como:

- Conocimientos sobre Teoría de Control
- Estudiantes que actualmente cursen una materia afín.



Con estas características se determinó que el grupo de estudiantes que califican son los estudiantes de la Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones que cursan actualmente Teoría de Control en tercer año

Análisis del software a evaluar

La determinación de la mejor planta a ser evaluada la realizó el tutor de la materia, el Ing. Fabián Cabrera Albornoz, elección que se hizo fundamentado tres requisitos primordiales.

- Nivel de Complejidad
- Análisis de Datos
- Familiaridad con los estudiantes

Con estos criterios, y en base a los temas cursados en la asignatura Teoría de Control, la planta a evaluarse fue: "Monitoreo de un Motor DC". Esta planta reúne el nivel de complejidad necesario para que los estudiantes no solo se familiaricen con el software, sino que encuentren inconsistencias en su funcionamiento por la cantidad de datos calculados.

Además de esto, el motor DC, tiene un nivel de interactividad superior con respecto a las otras plantas.

Determinación del Cuestionario de Evaluación

El cuestionario de Evaluación se basa en la experiencia del Usuario, en la claridad de los conceptos adquiridos en la asignatura, y en el análisis de comportamiento según el modelo matemático de la planta.



Cuestionario de Evaluación

ENCUESTA SOBRE UNA DEMOSTRACION DE FUNCIONAMIENTO DE PLANTA CONTROLADA DE VELOCIDAD DE MOTOR CC.

NOMBRE:.....

CARRERA:.....

FECHA:.....

- 1) Según la demostración observada, indique si se han observado con claridad cada uno de los bloques que constituyen un controlador PID de velocidad.
- 2) Según su criterio, esquematice el diagrama de bloques del controlador observado, y cuáles son las típicas señales de entrada y de salida.
- 3) Plantee los modelos matemáticos básicos de cada uno de los bloques del controlador observado, por ejemplo, controlador PID, modulo de potencia, etc.
- 4) Exprese sus opiniones al respecto de un sistema de enseñanza utilizando demostraciones con sistemas de control prácticos.



- 5) Indique en forma resumida, cuales son los conceptos teóricos revisados en el aula de clase y que le han causado dificultad en su comprensión, y trate dar las razones.

- 6) Indique que conceptos de la teoría de control de los sistemas en lazo cerrado se han clarificado luego de observar la demostración con la planta controlada.

- 7) Exprese sus opiniones al respecto del tipo de planta controlada usada para la demostración, indique si usted piensa necesario usar otro tipo de plantas controladas, por ejemplo, temperatura, nivel, presión, etc.

- 8) Exprese sus comentarios sobre la técnica de enseñanza utilizada en esta demostración.

- 9) Presente sugerencias y comentarios tendientes a lograr una mejora en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la Teoría de Control.





Evaluación de las Pruebas Beta

Dado que la encuesta muestra el criterio de los estudiantes, es necesario cuantificar sus respuestas de tal manera que se determine el completo desempeño del software. Este análisis se basa en la comprensión de las respuestas de los estudiantes para su posterior tabulación y cuantificación.

Análisis de Respuestas.

La mayoría de estudiantes expresan sus criterios en cada una de las preguntas, cada una de estas coinciden en las siguientes respuestas:

En la primera pregunta se hace hincapié en el hecho de que si se han observado con claridad cada uno de los bloques que constituye un controlador PID de velocidad, la mayoría de los estudiantes presentan una respuesta positiva diciendo que: se pudo observar claramente y diferenciar cada uno de los bloques ya que el circuito tenía una interface gráfica clara.

En la segunda pregunta se pide determinar las señales típicas de entrada y salida, aquí los estudiantes realizaron un correcto análisis de las señales y del esquema del motor, la entrada es un valor de voltaje controlado por un potenciómetro en el tablero de control. La señal de error es también voltaje y sale de un comparador de la señal de referencia y la de retroalimentación. La señal $V(s)$ es la que sale del PID y esta es similar a la del error pero algo reducida. La señal de Salida es voltaje directo que se proporciona al motor ya que; se puede decir que en el bloque de $G(s)$ está incluida la etapa de potencia.

En la tercera pregunta se plantea los correctos modelos matemáticos:

a) Controlador Proporcional:

Se utiliza para contrarrestar la sobreactuación tras un cambio brusco en el error el modelo es.



$$V(t) = K * e(t) + C$$

Donde se ve una relación lineal y proporcional de la salida $V(t)$ al error $e(t)$ mas una constante C .

También se puede expresar a su salida como la función de transferencia.

$$V(s) = K_p$$

b) Integrador

Nos indica la acción de control, está en función de un error acumulado. Lo que hace su acción de control lenta.

$$V(t) = k \int_0^t e(t) dt$$

Se ve que si el error es cero la salida es constante. Su función de transferencia está representada como:

$$V(s) = K/s$$

c) Derivador

Tiene la ventaja de anticiparse a los resultados, por su acción de cálculo de la variación le da una alta sensibilidad y calidad de previsión. Aunque a veces estas acciones amplifican el ruido y pueden saturar el controlador. Su modelo matemático y función de transferencia son:

$$V(t) = K_d \{e(t)\}/dt \quad V(s) = K_d * s$$

En la cuarta pregunta se pide opiniones al respecto de un sistema de enseñanza utilizando demostraciones con sistemas de control prácticos.



Los estudiantes expresaron que para poder entender de mejor manera los conocimientos prácticos es necesario también introducir la parte practica para ver el funcionamiento de lo que se está estudiando y aclarar cosas que no se pueden ver un modelo teórico. De hecho este tipo de sistemas de enseñanza incentiva al estudiante a interesarse aun mas por la ingeniería y el desarrollo de nuevos sistemas, ya que se nos pone a consideración intentar desarrollar circuitos, sistemas, comandos, etc.

En la quinta pregunta el estudiante indica cuales son los conceptos teóricos revisados en el aula de clase y que le han causado dificultad en su comprensión. El estudiante indico los distintos tipos de respuesta de la siguiente manera:

Distintos tipos de respuesta de un sistema:

Por no estar en capacidad de diferenciar cuando un sistema tiene una respuesta sub amortiguada o críticamente amortiguada. Otra confusión es el diferenciar cuál de ellos produce un mayor número de picos ya que en muchos libros las gráficas de ambos se ven con un número igual de perturbaciones a escalas diferentes.

Inestabilidad

Se hace difícil ver por que en ocasiones cuando el sistema queda con oscilaciones permanentes se dice que es inestable. A demás cuando se habla que colapsan los sistemas no se explica bien el por qué se colapsan. Sino más bien solo se analiza la inestabilidad.

También hay problemas cuando se habla de que si la frecuencia del sistema es igual a la frecuencia de las fuentes. El sistema se vuelve inestable, pero aquí también se hablo de que en ocasiones se necesita igualar estas frecuencias. Y se presentan problemas para diferenciar cuando si se necesita igualar y cuando no.



En la pregunta seis se pregunta si los conceptos de la teoría de control de los sistemas en lazo cerrado se han clarificado luego de observar la demostración con la planta controlada. Los estudiantes coinciden en que se aclaró los conceptos ya que mientras se iban variando los parámetros del PID en el tablero. ***En la computadora se podía observar en forma clara la gráfica de las respuestas deseadas y se vio con facilidad las ventajas y desventajas de las distintas respuestas.*** Además la escala de las gráficas tanto para el sistema subamortiguado como el críticamente amortiguado era la misma y se podía diferenciar en forma clara la forma de onda de estas respuestas.

Inestabilidad

Este tema también quedó aclarado, ya que la práctica nos permitió sacar de estabilidad al controlador. Y se vio como el motor sufría en mucho las consecuencias de este estado. Y se analizó como a largo plazo sistemas con oscilaciones permanentes pueden dañar componentes importantes del sistema, así estas no tengan valores elevados de corriente o voltaje. Otra cosa interesante fue el ver como la inestabilidad se presentaba cuando el sistema no está bien diseñado esto cuando se quitaba la señal de error y el motor se disparaba al máximo. Finalmente se interaccionó un poco con los tiempos de respuesta y la inestabilidad, por que en muchas ocasiones estos tiempos nos pueden permitir ejecutar acciones de protección.

En la séptima pregunta se le pide al usuario sus opiniones al respecto del tipo de planta controlada usada para la demostración, además se le pide al estudiante indicar si usted piensa necesario usar otro tipo de plantas controladas, por ejemplo, temperatura, nivel, presión, etc. Aquí los estudiantes opinan que la planta del Motor era muy dinámica. Ya que en todo aspecto tenía un tablero con dibujos de los diagramas muy fácil



de entender. Y además cumplió con el objetivo de permitirnos practicar y abarcar todos los temas aprendidos hasta el momento.

En la pregunta ocho se pide exprese los comentarios sobre la técnica de enseñanza utilizada en esta demostración. Aquí los estudiantes opinan que la técnica usada es muy buena, primero porque es práctica y se puede ir probando el circuito. Y se utilizaron buenas herramientas demostrativas como la computadora y la planta circuital que nos mostraban toda la interacción de un sistema de control.

Por último se pide al estudiante que presente sugerencias y comentarios tendientes a lograr una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Teoría de Control. Aquí el estudiante aclara que se debería hacer mas practica, pero implementadas por los estudiantes para ir desarrollando la destreza en el manejo de componentes electrónicos y sobretodo ir aplicando la teoría en la práctica.

9.1. Tabulación de Datos y Pruebas de Aceptación

La tabulación de datos se la hace analizando las respuestas y asignando un rango de valores al conjunto de respuestas, luego asociando este rango de respuestas determinan una respuesta positiva o negativa.

Rango de Respuestas

El rango de respuestas asignado es de 3 a 1 siendo, 3 el valor que imprime mejor experiencia de usuario y uno la respuesta que describe mas deficiencias.

Bueno	Regular	Malo
3	2	1

Tabla 0-1 Asignación De Rangos

Resultados Finales

Sobre un grupo de 14 estudiantes de la Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones se presentan los siguientes Resultados:

Numero	Objetivo de la Pregunta	Calificación Promedio
--------	-------------------------	-----------------------



de Pregunta		Bueno	Regular	Malo
1	Claridad de los bloques de un controlador PID de velocidad	11	3	
4	Opinión del sistema de enseñanza	12	1	1
6	Conceptos Claros con la practica	13	1	
7	Opinión con respecto al tipo de planta controlada	10	3	1
8	Técnica de enseñanza	13	1	
9	Sugerencias y Opiniones de la Planta Controlada	11	2	1

Tabla 0-2 Tabla de Resultados

Podemos ver el comportamiento de la aceptación sobre los estudiantes en la siguiente grafica:

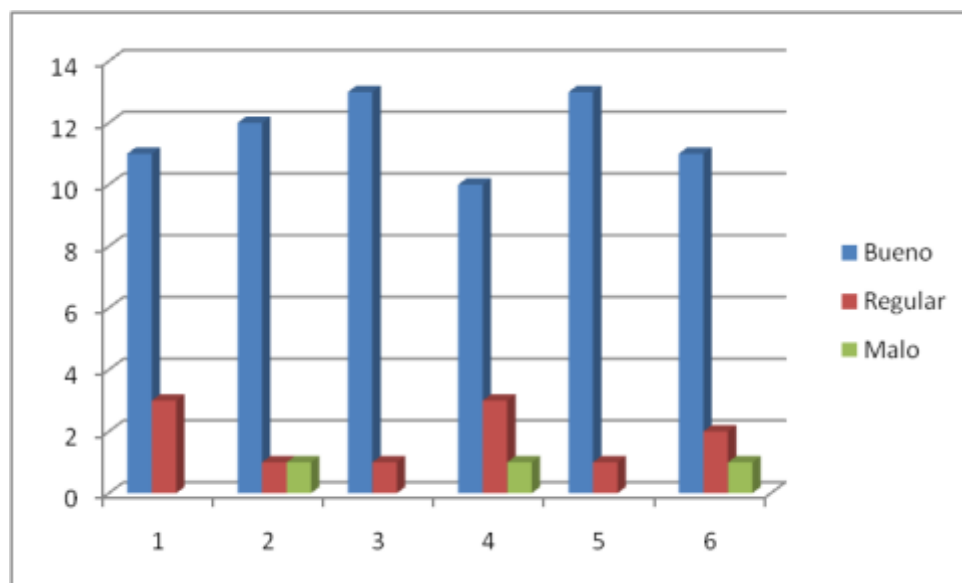


Figura 0-1 Grafica de Resultados

Es así como podemos observar que la práctica se realizó de manera satisfactoria, y la aceptación de los usuarios es la correcta.



10 Capitulo Conclusiones y Recomendaciones



Conclusiones

- Cuando se inicio con este tema de grado, se plantearon objetivos los cuales fueron cumplidos a cabalidad, y el resultado se refleja en un sistema de captura y análisis de datos que da a los estudiantes la oportunidad observar la puesta en marcha de los conceptos adquiridos en las asignaturas relacionadas a la Teoría de Control.
- El proceso de asociación de imágenes con teorías, permiten la interacción del estudiante con la computadora, dando como resultado una estrecha comunicación entre ambos, lo cual atrae la atención del estudiante, ayudándole en su proceso de aprendizaje.
- El sistema que hemos implementado contribuye en cierta medida a la resolución de diversos problemas al momento de la ejecución de prácticas, debido a la falta de software específico para esta actividad, con nuestro software pretendemos mejorar la comprensión del estudiante hacia ciertos conceptos teóricos para incentivar el desarrollo de una nueva visión con respecto a las aplicaciones que se pueden ejecutar en un ámbito profesional.
- Es importante mencionar que se ha logrado automatizar y simplificar la captura y monitoreo de datos que antiguamente eran visualizados mediante dispositivos externos, donde no era posible su almacenamiento ni posterior verificación.
- Por otro lado cabe señalar que en cuanto al área de informática se refiere, nuestra tesis contribuye al constante incremento de desarrollo de software educativo, innovador y económico en diversas áreas del conocimiento.
- El uso de la aplicación es fácil ya que incluye un modulo de contenidos de ayuda orientada al usuario en la que se describe cada una de las tareas y la forma optima de realizarlas; las



pruebas realizadas a los usuarios sobre el funcionamiento determinan que al momento en que el éste identifica la manera de recibir ayuda ante una tarea empieza a consultar constantemente al momento que tiene una duda.

- El enviar la información capturada y los valores resultantes al e-mail ofrece movilidad al sistema, permitiendo así que el estudiante pueda acceder a la información, trabajar con la misma desde cualquier parte, en cualquier momento contando siempre con información confiable y sobre todo real.
- En el presente trabajo se cubrió el desarrollo de una herramienta para software educativo con manejo de plantas controladas específicas con la posibilidad de generalizar al software hacia otras plantas siempre y cuando estas presenten una señal de salida de comportamiento similar dentro de un voltaje de 0v a 5 v.
- El software es liviano por tanto de fácil distribución.

Comentarios

- La aplicación se puede complementar con módulos extras conforme vaya creciendo la perspectiva del análisis y se requieran mayores especificaciones.
- El sistema ha sido creado de manera que sea una herramienta que permita al estudiante trabajar independiente del SO y de las características de la máquina, a diferencia de software comercial de control que necesita de maquinas muy potentes.
- Al ser un software cuyo propósito específico es la captura y monitoreo de información en tiempo real, se vuelve más eficiente que simuladores, puesto que en estos solo se puede visualizar una respuesta aproximada, y en muchos casos presenta respuestas erróneas, ante las cuales es necesario ciertos conocimientos para poder dar una interpretación correcta.



- Los software de control existentes en el mercado son herramientas muy potentes, con muchísimas funciones pero de propósito general que exigen maquinas poderosas, y en muchos de los casos el estudiante termina por utilizar quizá hasta un 10% de las verdaderas capacidades del software, puesto esto es suficiente para realizar todas las tareas que se requiere.
- El costo elevado es otro aspecto a considerar; ya que para que la distribución a los estudiantes sea posible es necesario que la Universidad pague las licencias correspondientes, siendo estas muy costosa. EL software desarrollado no presenta costo elevado y es de libre distribución para los estudiantes.
- Es importante mencionar que se ha logrado automatizar y simplificar la captura y monitoreo de datos que antiguamente eran visualizados mediante dispositivos, donde no era posible su almacenamiento ni posterior verificación.
- Dispositivos modernos tales como osciloscopios permiten la visualización en tiempo real de los datos, a mas permiten almacenar cierta información gráfica pero dispositivos como estos son muy costosos; si bien ofrecen variaciones en cuanto al tipo de dato que muestra, no permite al estudiante trabajar directamente con la información numérica, otro inconveniente es que el estudiante puede realizar las pruebas solamente dentro de la Universidad y bajo ciertas restricciones debido al número de estudiantes y al total de equipos útiles disponibles. El software desarrollado en esta tesis permite la captura de información de una manera muy rápida de forma que el estudiante puede realizar varias capturas y almacenarlas en un dispositivo externo o enviarlas al mail para su posterior revisión. Así, si el estudiante no cuenta con hardware de prueba en su lugar de estudio, puede realizar las practicas casi como si tuviera el dispositivo presente, puesto que trabaja con información real. Otro aspecto importante es que proporciona al estudiante los datos en un sistema de coordenadas y con



un tiempo de captura para cada uno de los datos capturados y al estar esta información disponible ofrece un sin número de aplicaciones y cálculos de verificación, donde cada uno de los cálculos realizados conlleva una serie de conocimientos teóricos que serán aplicados.

Recomendaciones

- Las recomendaciones que puedo hacer tanto para el uso de la herramienta, como el desarrollo de prácticas con los estudiantes son las siguientes:
- Revisar detenidamente los modelos matemáticos, conceptos teóricos, etc. antes de proceder a las prácticas con el software.
- Realizar demostraciones tanto del funcionamiento del software como del hardware para mejorar la comprensión de lo que se hace con el sistema
- Considerar el grado de dificultad de cada una de los sistemas estableciendo en base a esto un orden determinado para la elaboración de prácticas; así se logra que el estudiante se involucre de manera incremental en el desarrollo.
- En base a las dificultades encontradas en cuanto a comprensión de las plantas y su funcionamiento durante el proceso de desarrollo de la presente tesis, nos permitimos plantear una guía de prácticas opcional para el primer sistema “Péndulo”, recomendando tomar esta como guía para el diseño de nuevas prácticas. Revisar Anexo C para guía de prácticas
- Recomendar a los estudiantes revisar el módulo de contenidos antes de la elaboración la práctica.
- Se debería invertir mas en proyectos de investigación dentro de la universidad, las soluciones no se encuentran en un poderoso software de marca a un alto costo, el cual acoplamos para cubrir en algún porcentaje nuestras necesidades educativas, sino en



software sencillo de bajo costo desarrollado dentro de la institución que a mas de responder a necesidades específicas nos da la oportunidad de generar una cultura de investigación por parte de quienes desarrollan y construyen equipos o software y mejorar la calidad de enseñanza al disponer de material elaborado para responder el 100% de las necesidades del estudiante.

Bibliografía

[1] Sistemas de Control para la Ingeniería, Tercera edición - México 2002, Norman s. Nise, Compañía editorial Continental

[2] Dinámica, Segunda edición - España 1976, J. L. Meriam, Editorial Reverté, S. A.

[3] Sistemas de Control Digital, Primera edición en español - México 1999, Benjamin C. Kuo, Compañía Editorial Continental, S. A. De C.V.

[4] Microsoft Visual Basic 6.0 Manual del programador, Primera versión en español - España 1998, Microsoft Corporation, McGRAW-HILL/INTERAMERICADA DE ESPAÑA

[5] Ecuaciones diferenciales con aplicaciones y notas históricas, Primera edición es español - México 1972, George F. Simmons, McGRAW-HILL



Anexos



Descripción de componentes

EL sistema presenta una interfaz general a todos los usuarios, desde aquí se generan todas las solicitudes y se da respuesta a las mismas. Para el ingreso solamente es necesario correr la aplicación e inmediatamente se despliega la pantalla principal



Figura 7. 1

Menú


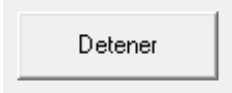


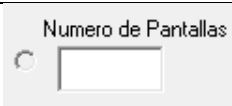
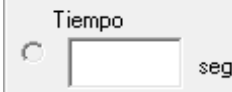
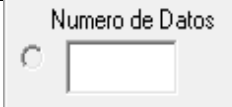
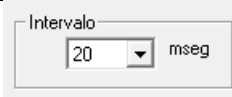
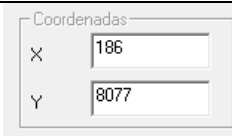
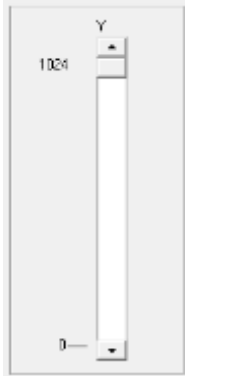

Tabla de menú	
Archivo Ayuda	Contenido de la Tabla de menú
Archivo	Menú Archivo



	Contenido del menú Archivo
	Permite Abrir un documento Excel almacenado y cargarlo en el sistema.
	Almacena los datos capturados y el resultados de los valores calculados enviándolos a un archivo xmls; a demás presenta la opción al usuario para enviar los datos como información definitiva de la práctica
	Realiza los cálculos y los muestra en la Tabla de resultados.
	Grafica la envolvente de amortiguamiento con base a los datos presentados en la tabla de resultados
	Cierra la ventana y sale del sistema
	Menú Ayuda
	Contenido del menú ayuda
	Abre la ventana contenido, la cual posee información del funcionamiento del sistema
	Presenta información del sistema

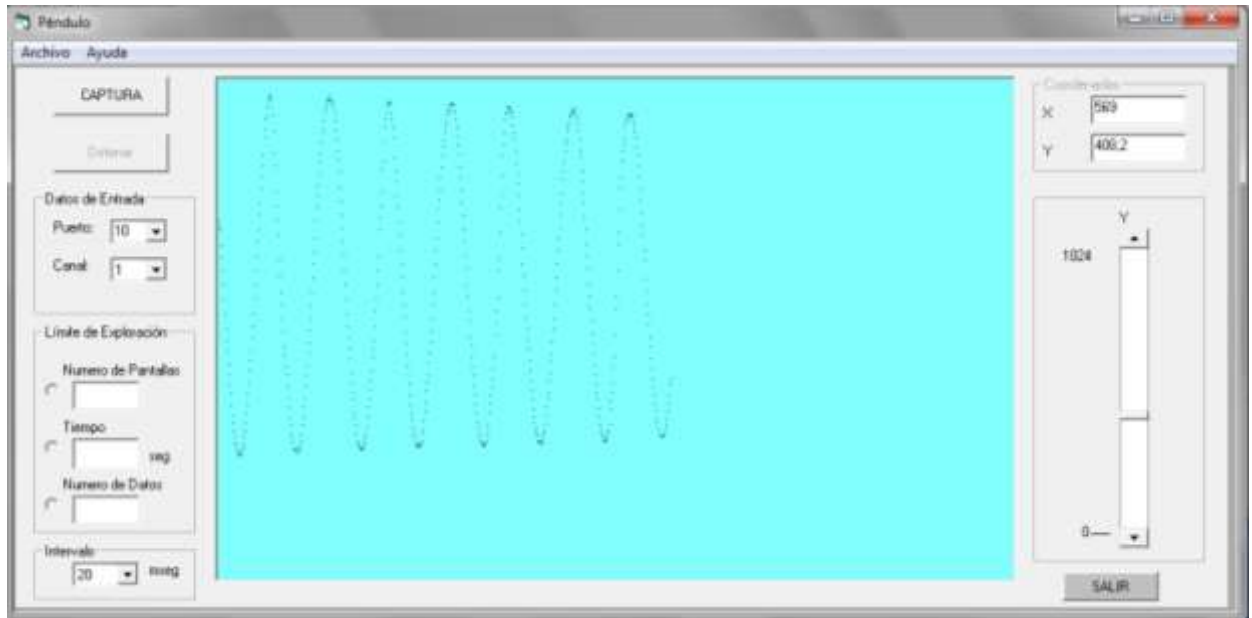
Una vez que se ha identificado la pantalla principal procederemos a explicar brevemente cada uno de sus componentes pertenecientes a esta vista



Pantalla Principal		
	Botón captura	Inicia la captura de información desde la planta
	Botón detener	Detiene la captura de información desde la planta
		Identifica el numero de puerto en el que se ha conectado la planta
		Identifica el numero de canal que usará la planta para el intercambio de datos
		Limita la captura de datos por número de pantallas
		Limita la captura de datos por tiempo determinado en segundos
		Limita la captura de datos por número finito de datos
		Indica el intervalo de captura entre un dato y el siguiente
		Representa las coordenadas X, y Y que se van graficando en tiempo real
	Barra Coordenada Y	Representación grafica de la coordenada Y en tiempo real
	Botón Salir	Cierra la pantalla y sale del sistema



Pantalla de captura



Pantalla con cálculo de resultados

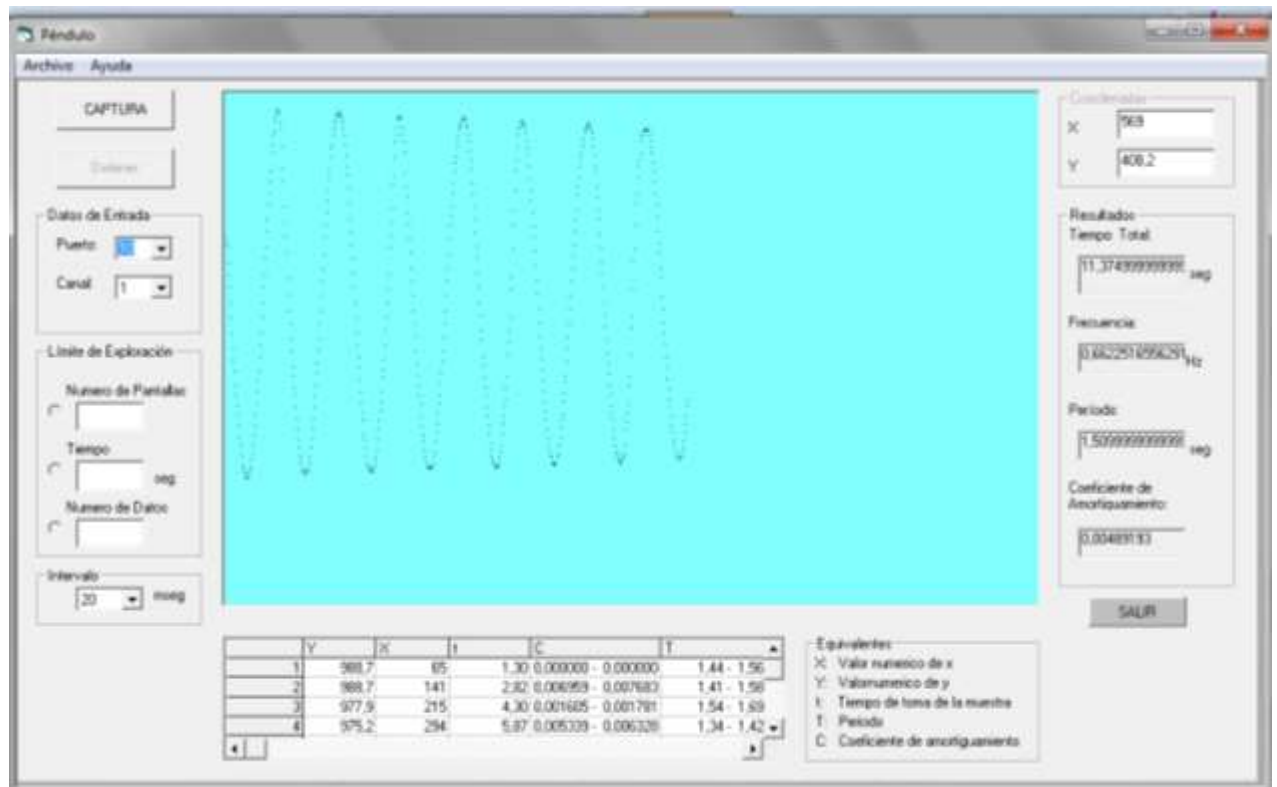
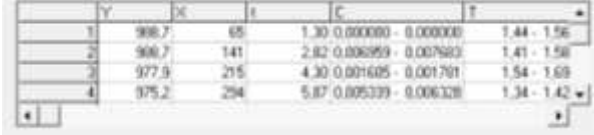
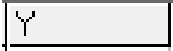

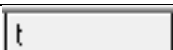


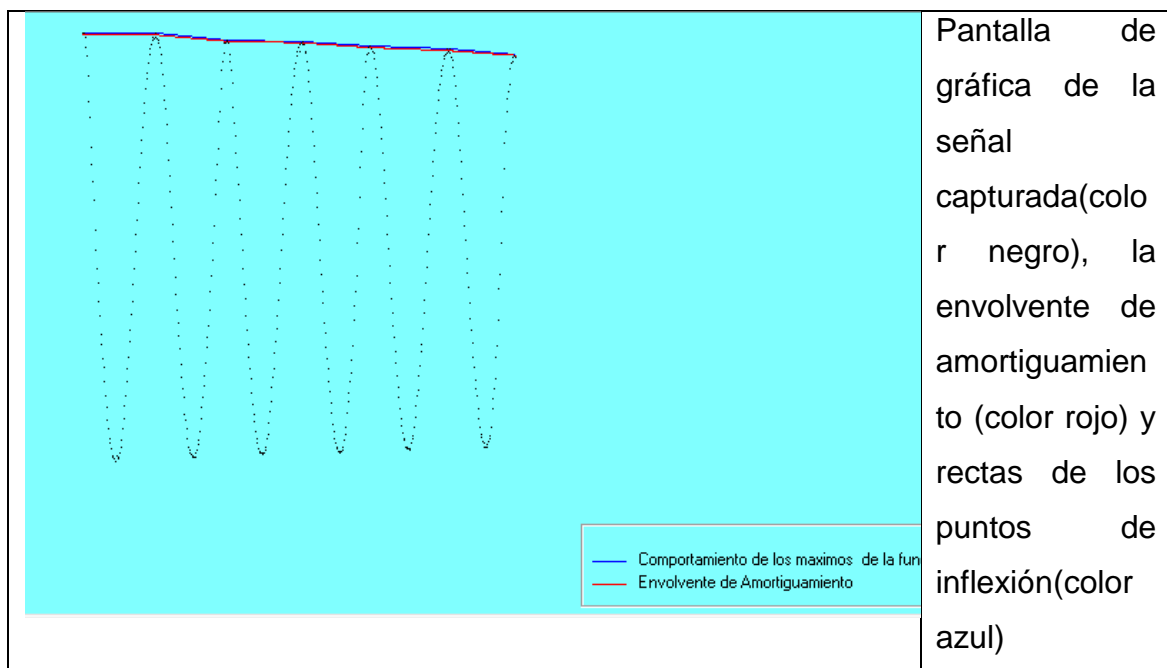
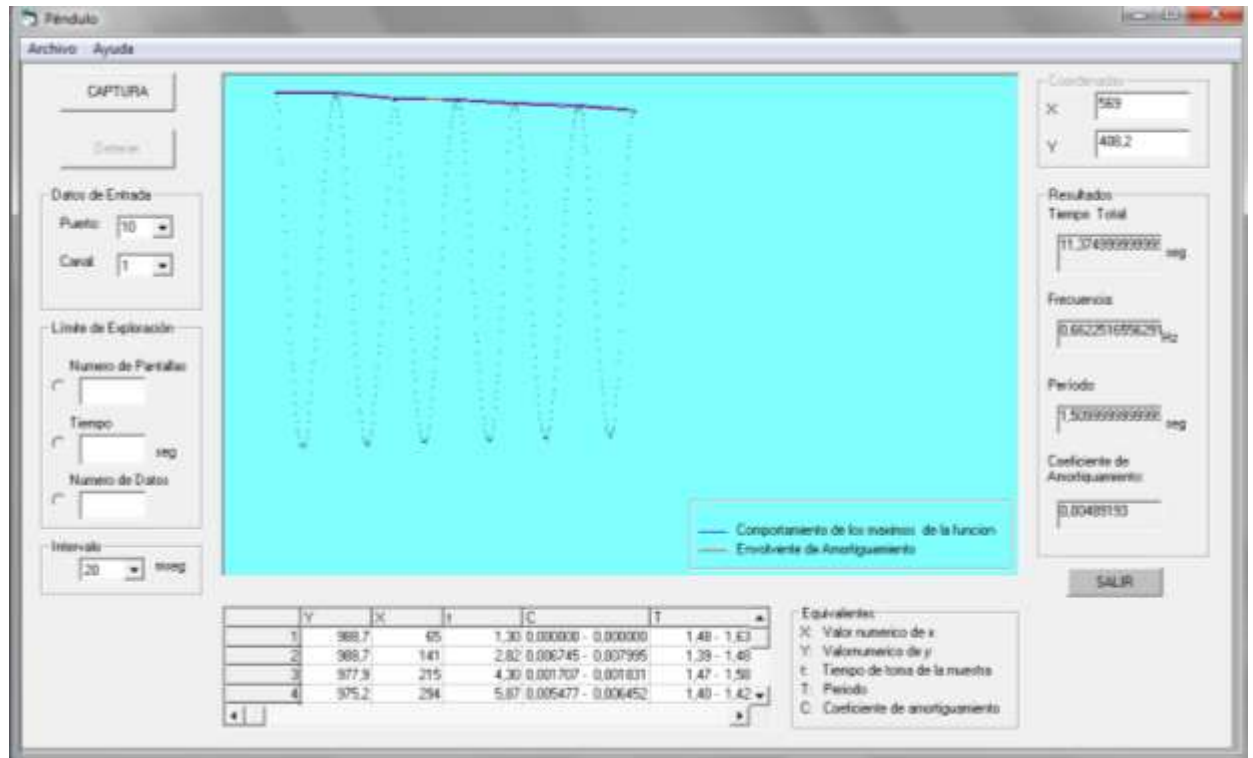
Tabla de resultados

	Tabla de resultados con los puntos de inflexión de la gráfica, generados por la opción “Calcular Aproximados” desde el menú “Archivo”
	Representa el valor de la coordenada Y del para el punto determinado
	Representa el valor de la coordenada X del para el punto determinado
	Tiempo de captura del dato en



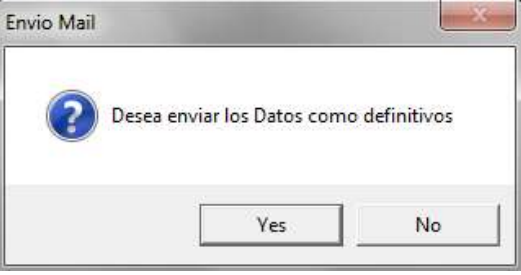
	mseg						
<input type="text" value="C"/>	Rango que contiene el valor del coeficiente de amortiguamiento en el punto de inflexión determinado						
<input type="text" value="T"/>	Rango válido para el valor de la frecuencia						
<table><tr><td>988,7</td><td>65</td></tr><tr><td>988,7</td><td>141</td></tr><tr><td>977,9</td><td>215</td></tr></table>	988,7	65	988,7	141	977,9	215	Valores calculados
988,7	65						
988,7	141						
977,9	215						

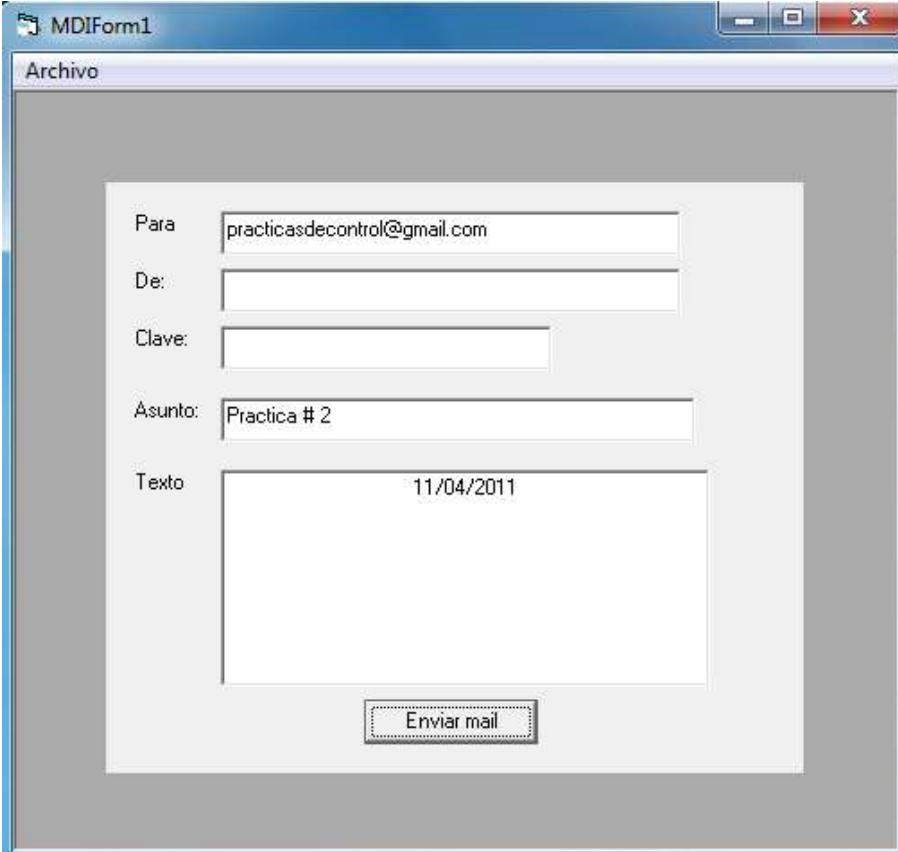
Pantalla de Gráfica de resultados





Pantallas de envío de información


	Ventana generada por el botón guardar; verifica si el usuario desea enviar los datos como información definitiva para la realización de la práctica
---	---



Envío de la información

Para	Contiene el mail del destinatario; se encuentra precargado la dirección para el envío de practicas
------	--



De:	Mail del remitente, en este caso del estudiante quien envía la práctica
Clave:	Solicita la clave del mail de remitente
Asunto:	Título de la práctica, el título se encuentra precargado, pero puede ser modificado
Texto	Contiene la fecha de envío del mail; el estudiante puede ingresar texto adicional
	Botón que envía el mail

Descripción de acciones

CAPTURA DE DATOS

1. Verificar el número de puerto en el Administrador de Dispositivos del computador
2. Identificar el canal a usar en la planta
3. Especificar el intervalo de captura.
El intervalo por defecto es 20 mseg
4. Hacer click en el botón CAPTURA
5. Para terminar con la captura de datos hacer click en el botón DETENER.
El sistema refresca la pantalla de captura cada 1000 datos.

CAPTURA LIMITADA DE DATOS

1. Verificar el número de puerto en el Administrador de Dispositivos del Computador
2. Identificar el canal a usar en la planta
3. Establecer el criterio por el que se desea limitar la captura de datos; se tiene tres criterios.
 - Captura por número limitado de pantallas
 - Captura de datos por tiempo fijo.



- Captura de número limitado de datos.

Al seleccionar uno de los tres criterios, el sistema detendrá la captura automáticamente cuando se haya cumplido con el criterio especificado

4. Especificar el intervalo de captura.

El intervalo por defecto es 20 mseg

5. Hacer click en el botón CAPTURA

6. Se puede detener la captura antes de que se cumpla con el límite especificado

RESULTADOS

Los resultados se presentan bajo dos esquemas:

- Gráfico: Los resultados en formato gráfico representan la envolvente de amortiguamiento.
- Numérico. Los resultados numéricos hacen referencia a los valores correspondientes a:
 - Coordenada Y de captura
 - Coordenada X de Captura
 - Tiempo de captura del dato en mseg.
 - Coeficiente de amortiguamiento
 - Período.

Se presenta en la parte derecha de la pantalla un resumen de resultados que incluye las siguientes variables:

- Tiempo total de exploración.

Promedios de:

- Frecuencia
- Período
- Coeficiente de amortiguamiento



CALCULO DE RESULTADOS

1. Hacer click en Archivo / Calcular valores aproximados
2. Se despliega una tabla en la parte inferior de la pantalla que contiene la tabla de resultados

PRESENTACION DE RESULTADOS

La tabla de resultados está organizada en 5 columnas donde cada una está representada de la siguiente manera:

- Y - Coordenada Y de captura
- X - Coordenada X de Captura
- t - Tiempo de captura del dato en mseg.
- C - Coeficiente de amortiguamiento
- t - Período.

Los valores Y, X y t, son los datos reales de la captura por lo que se puede observar un solo número, mientras que los correspondientes a C y T se encuentran dentro de un rango aleatorio de variación, por lo que se presentan dos valores, siendo estos el valor numérico mínimo y máximo que puede tomar el resultado real.

Y	X	t	C	T
728	20	0,45	0,000988 - 0,001124	1,22 - 1,37
727	103	1,76	0,003352 - 0,003437	1,19 - 1,26
724	182	3,00	0,002100 - 0,002234	1,20 - 1,35
722	266	4,31	0,001083 - 0,001129	1,13 - 1,26
721	335	5,54	0,000000 - 0,000000	0,00 - 0,00

GRAFICA DE LA INFORMACION

1. Hacer click en Archivo / Graficar envolvente de amortiguamiento
2. En la pantalla principal donde se visualizan los datos que son capturados, se grafica la envolvente de amortiguamiento.



GRÁFICA DE LA ENVOLVENTE DE AMORTIGUAMIENTO

La curva de la envolvente de amortiguamiento se grafica en base a la ecuación obtenida con los coeficientes de amortiguamiento presentados en la Tabla de Resultados. Es posible verificar la exactitud de la ecuación al graficar las rectas que unen los máximos de la función y compararlas.

Dentro del sistema se presenta las dos gráficas donde la Gráfica de los máximos de la función está representado con una línea azul (), mientras que la gráfica de la envolvente de amortiguamiento se la puede observar con línea roja ().

ALMACENAMIENTO DE INFORMACION

1. Hacer click en Archivo / Guardar
2. Se despliega una ventana en la que se debe indicar el directorio en que se desea almacenar y el nombre que se dará el archivo.
3. En la siguiente ventana se confirmara si se desea que los datos se consideren como los datos definitivos de la práctica y sean enviados al Profesor, o solamente son de prueba para práctica del estudiante.

La información pueden ser enviados al Profesor una sola vez al momento de su captura, si los datos fueron solamente almacenados y no enviados, no se los podrá enviar posteriormente.

Para enviar la información al mail del Profesor se encuentra definida una dirección de correo, no se la debe modificar a menos que el tutor solicite el cambio. Se solicita también al estudiante ingresar su correo



electrónico y su clave, esta información es confidencial y segura, no es almacenada en ningún momento durante la ejecución.

Una vez que la información ha sido enviada al Profesor se almacena en la ubicación especificada por el estudiante y el documento se abre automáticamente.

CONTENIDO DEL DOCUMENTO EXCEL

El documento de Excel consta de tres hojas.

Hoja 1: Representación gráfica de la información almacenada

Hoja 2: Datos correspondientes a:

- Columna 1: Coordenada Y
- Columna 2: Coordenada X
- Columna 3: Tiempo de captura del dato

Hoja 3: Almacena una copia de la tabla de resultados.

Todos los datos presentes en la tabla de resultados son calculados en base a los datos presentados en la Hoja 2; cualquier modificación a los datos de dicha hoja afectaría los cálculos.

SENSOR DE LUZ

Descripción de componentes

EL sistema presenta para la planta sensor de luz maneja una interfaz similar a la del péndulo, al igual que en la anterior es en la pantalla principal donde se inician cada una de las solicitudes

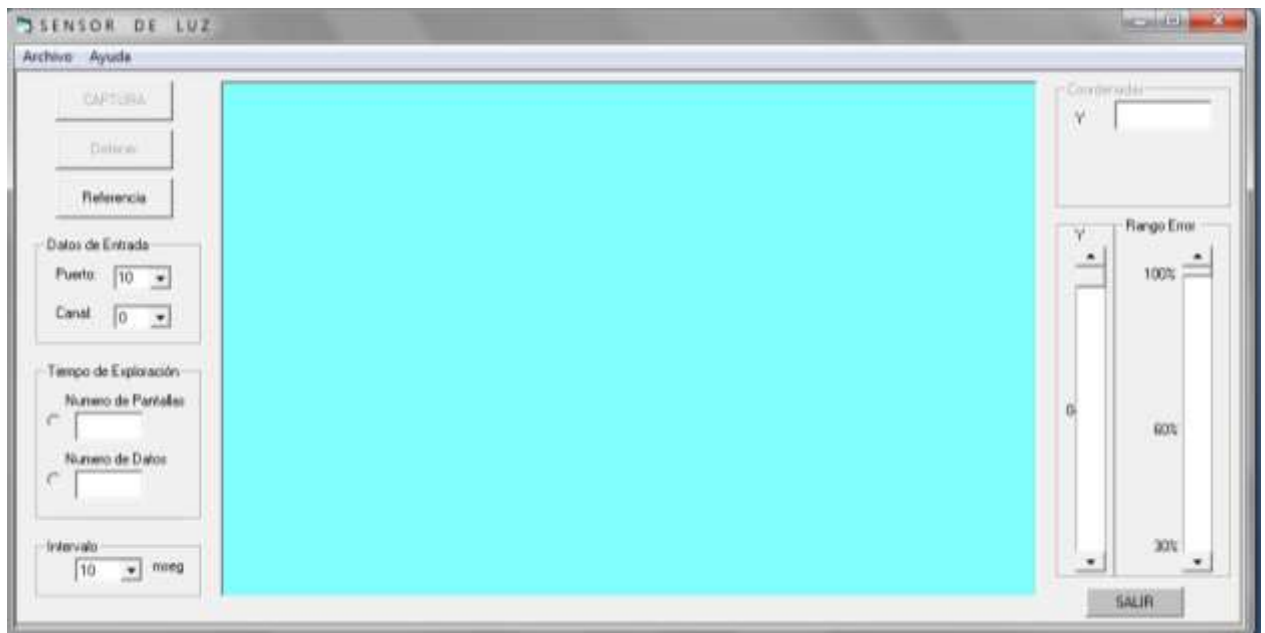
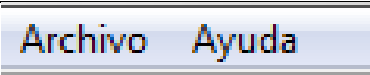

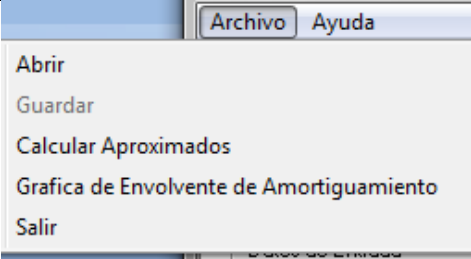
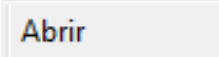



Figura 7. 1

Menú

Tabla de menú	
	Contenido de la Tabla de menú
	Menú Archivo
	Contenido del menú Archivo
	Permite Abrir un documento Excel almacenado y cargarlo en el sistema.
	Almacena los datos capturados y el resultados de los valores calculados enviándolos a un archivo xmls; a demás presenta la opción al usuario para enviar los datos como información


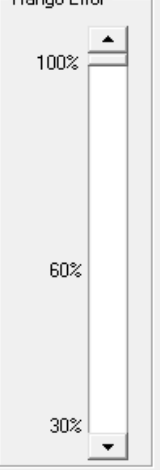



	definitiva de la práctica
	Realiza los cálculos y los muestra en la Tabla de resultados.
	Grafica la envolvente de amortiguamiento con base a los datos presentados en la tabla de resultados
	Cierra la ventana y sale del sistema
	Menú Ayuda
	Contenido del menú ayuda
	Abre la ventana contenido, la cual posee información del funcionamiento del sistema
	Presenta información del sistema

A continuación se describen los componentes de esta pantalla

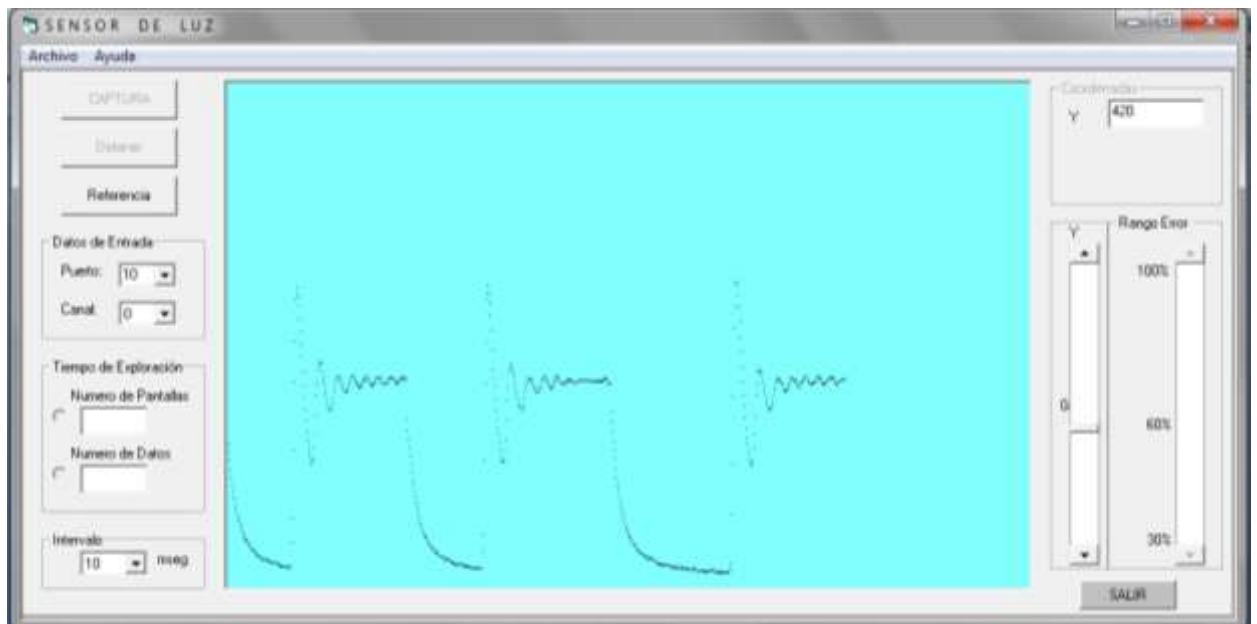
Pantalla Principal		
	Botón captura	Inicia la captura de información desde la planta
	Botón detener	Detiene la captura de información desde la planta
	Botón Referencia	Permite capturar la señal de referencia y la señal de realimentación para el establecimiento del rango de variación
		Identifica el numero de puerto en el que se ha conectado la planta



<p>Canal: <input type="text" value="1"/></p>		<p>Identifica el numero de canal que usará la planta para el intercambio de datos</p>
<p>Numero de Pantallas <input type="text"/></p>		<p>Limita la captura de datos por número de pantallas</p>
<p>Numero de Datos <input type="text"/></p>		<p>Limita la captura de datos por número finito de datos</p>
<p>Intervalo <input type="text" value="20"/> msec</p>		<p>Indica el intervalo de captura entre un dato y el siguiente</p>
<p>Coordenadas Y <input type="text"/></p>		<p>Representa las coordenadas Y que se van graficando en tiempo real</p>
	<p>Barra Coordenada Y</p>	<p>Representación grafica de la coordenada Y en tiempo real</p>
	<p>Barra Rango de error</p>	<p>Una vez que se ha capturado la señal de referencia y la de realimentación. Se tiene un rango de error o de variación. La barra rango de error permite modificar dicho rango de acuerdo a las necesidades del usuario</p>
	<p>Botón Salir</p>	<p>Cierra la pantalla y sale del sistema</p>



Pantalla de captura



Pantalla con cálculo de resultados

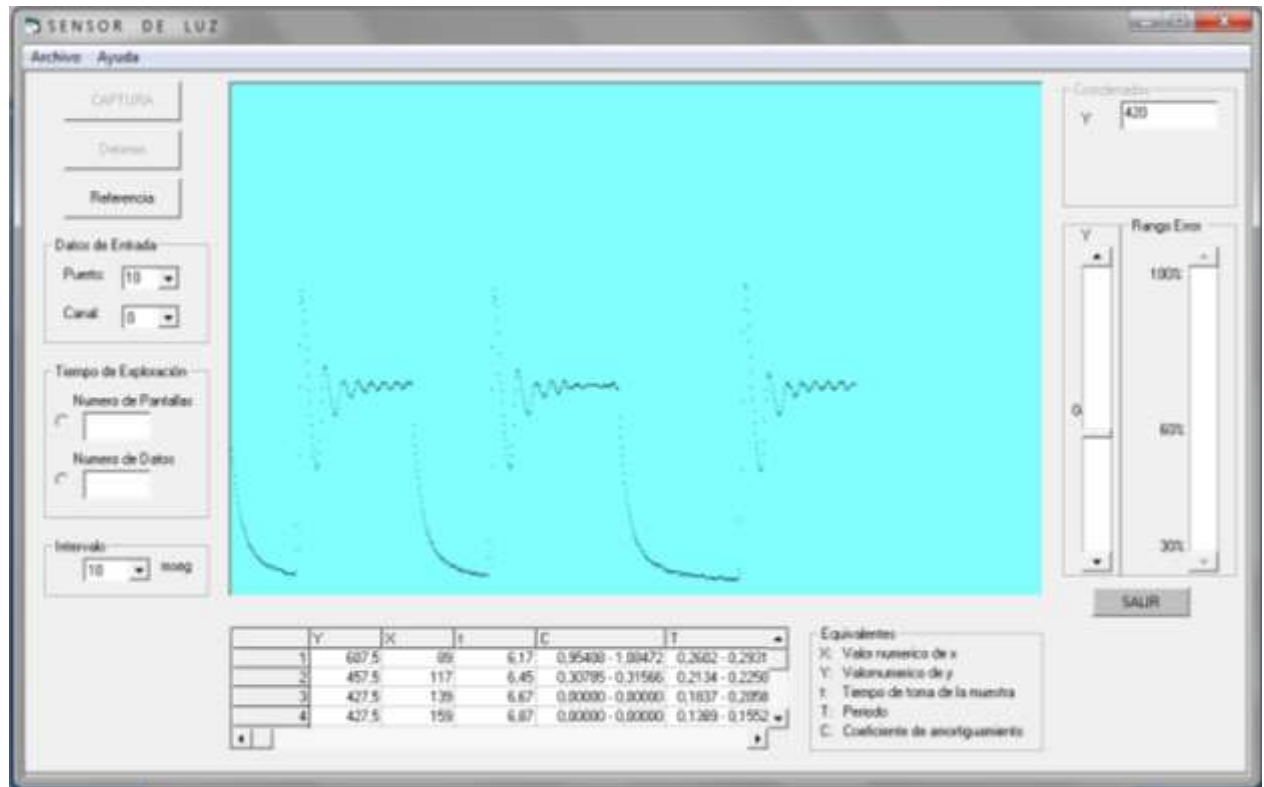
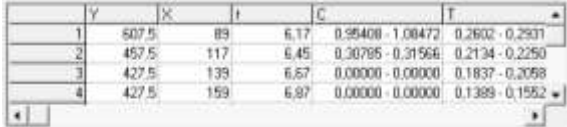
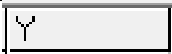

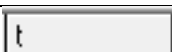


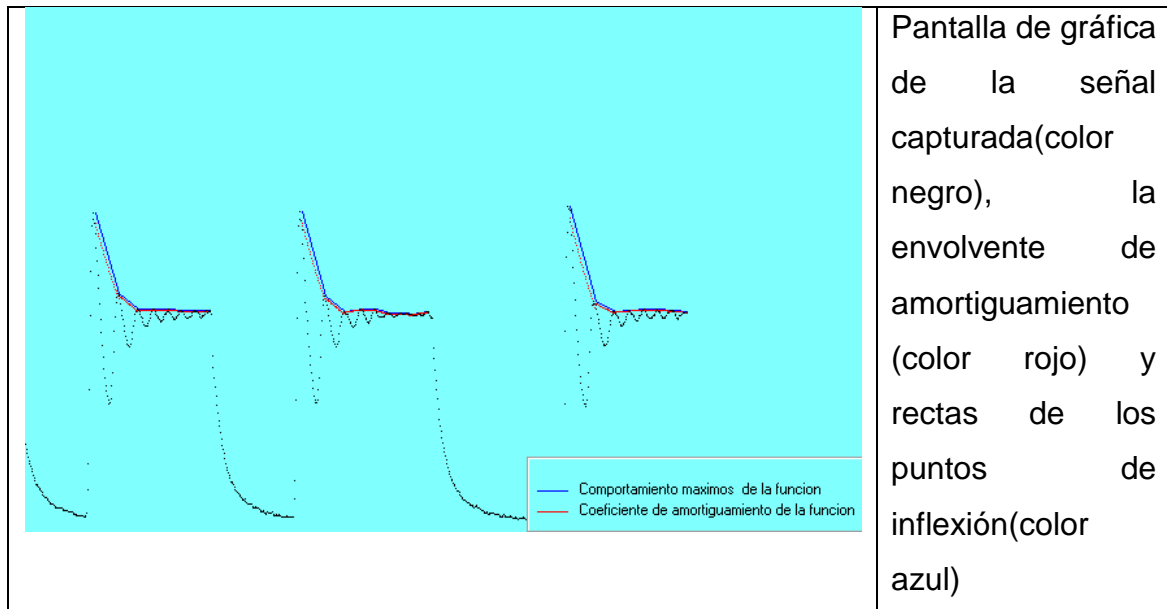
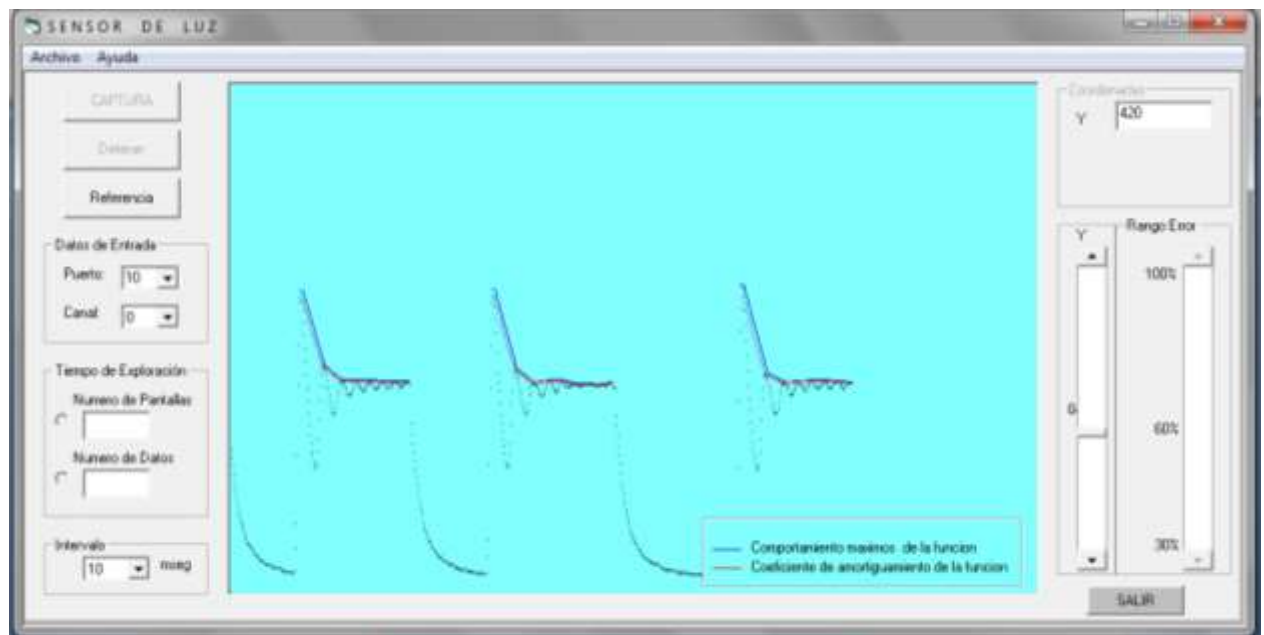
Tabla de resultados

	Tabla de resultados con los puntos de inflexión de la gráfica, generados por la opción “Calcular Aproximados” desde el menú “Archivo”
	Representa el valor de la coordenada Y del para el punto determinado
	Representa el valor de la coordenada X del para el punto determinado
	Tiempo de captura del dato en mseg



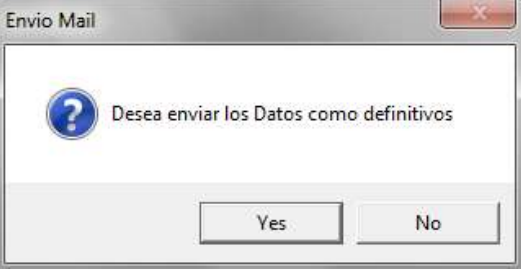
<div>C</div>	Rango que contiene el valor del coeficiente de amortiguamiento en el punto de inflexión determinado						
<div>T</div>	Rango válido para el valor de la frecuencia						
<table><tr><td>988,7</td><td>65</td></tr><tr><td>988,7</td><td>141</td></tr><tr><td>977,9</td><td>215</td></tr></table>	988,7	65	988,7	141	977,9	215	Valores calculados
988,7	65						
988,7	141						
977,9	215						

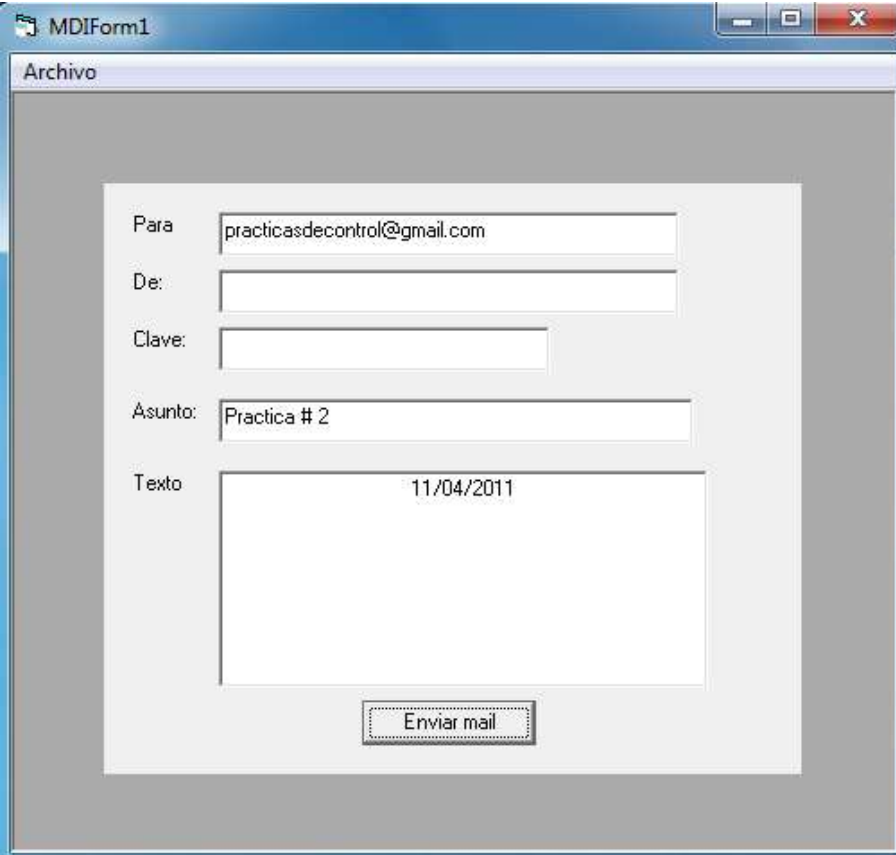
Pantalla de Gráfica de resultados



Pantallas de envío de información




	Ventana generada por el botón guardar; verifica si el usuario desea enviar los datos como información definitiva para la realización de la práctica
---	---



Envío de la información

Para	Contiene el mail del destinatario; se encuentra precargado la dirección para el envío de practicas
De:	Mail del remitente, en este caso del estudiante quien



	envía la práctica
Clave:	Solicita la clave del mail de remitente
Asunto:	Título de la práctica, el título se encuentra precargado, pero puede ser modificado
Texto	Contiene la fecha de envío del mail; el estudiante puede ingresar texto adicional
	Botón que envía el mail

Descripción de acciones

ESTABLECIMIENTO DEL ERROR

La captura de información inicia con el cálculo del Error; este valor establece el rango dentro del cual se considera que la señal se ha estabilizado.

Como establecer el Error:

- Hacer click en "Referencia"
- Hacer click en detener
- Hacer en "SI" como respuesta a la ventana que pregunta si se desea capturar la señal de referencia

Es necesario capturar la Señal de Referencia, y la Señal de Realimentación.

El sistema está diseñado para capturar 1000 datos de cada una de las señales y establecer un valor promedio para el Error; sin embargo el estudiante puede detener antes la captura de las señales, de igual forma el sistema calculará un valor aproximado.

El valor numérico correspondiente al Error se presenta en la parte superior central.

Cuando se ha establecido el valor del Error, se puede proceder a la captura de datos



CAPTURA DE DATOS

1. Verificar el número de puerto en el Administrador de Dispositivos del Computador
2. Identificar el canal a usar en la planta
3. Especificar el intervalo de captura.
El intervalo por defecto es 10 mseg
4. Hacer click en el botón "ERROR".
Captura la Señal de referencia, la señal de realimentación, y calcula el Error
5. Modificar Rango de Estabilización de señal
6. Hacer click en "CAPTURA"

En la pantalla principal de captura aparecen dos líneas amarillas; estas líneas representan el rango dentro del cual se considera estable a la señal.

El valor del Rango puede ser modificado acorde al comportamiento de la señal, al mover el scroll de la barra ubicado en la parte inferior derecha de la pantalla.

7. Para terminar con la captura de datos hacer click en el botón DETENER.
El sistema refresca la pantalla de captura cada 1000 datos.

CAPTURA LIMITADA DE DATOS

1. Verificar el número de puerto en el Administrador de Dispositivos del Computador
2. Identificar el canal a usar en la planta



3. Establecer el criterio por el que se desea limitar la captura de datos; se tiene dos criterios.

- a. Captura por número limitado de pantallas
- b. Captura de número limitado de datos.

Al seleccionar uno de los dos criterios, el sistema detendrá la captura automáticamente cuando se haya cumplido con el criterio especificado.

4. Especificar el intervalo de captura

El intervalo por defecto es 10 mseg

5. Hacer click en el botón CAPTURA.

6. Para terminar con la captura de datos hacer click en el botón DETENER.

RESULTADOS

Los resultados se presentan bajo dos esquemas:

- Gráfico: Los resultados en formato gráfico representan la envolvente de amortiguamiento.
- Numérico. Los resultados numéricos hacen referencia a los valores correspondientes a:
 - Coordenada Y de captura
 - Coordenada X de Captura
 - Tiempo de captura del dato en mseg.
 - Coeficiente de amortiguamiento
 - Período.

Se presenta en la parte derecha de la pantalla un resumen de resultados que incluye las siguientes variables:

- Tiempo total de exploración.



Promedios de:

- Frecuencia
- Período
- Coeficiente de amortiguamiento

CALCULO DE RESULTADOS

3. Hacer click en Archivo / Calcular valores aproximados
4. Se despliega una tabla en la parte inferior de la pantalla que contiene la tabla de resultados

PRESENTACION DE RESULTADOS

La tabla de resultados está organizada en 5 columnas donde cada una está representada de la siguiente manera:

- Y - Coordenada Y de captura
- X - Coordenada X de Captura
- t - Tiempo de captura del dato en mseg.
- C - Coeficiente de amortiguamiento
- T - Período.

Los valores Y, X y t, son los datos reales de la captura por lo que se puede observar un solo número, mientras que los correspondientes a C y T se encuentran dentro de un rango aleatorio de variación, por lo que se presentan dos valores, siendo estos el valor numérico mínimo y máximo que puede tomar el resultado real.

Y	X	t	C	T
728	20	0,45	0,000988 - 0,001124	1,22 - 1,37
727	103	1,76	0,003352 - 0,003437	1,19 - 1,26
724	182	3,00	0,002100 - 0,002234	1,20 - 1,35
722	266	4,31	0,001083 - 0,001129	1,13 - 1,26
721	335	5,54	0,000000 - 0,000000	0,00 - 0,00

GRAFICA DE LA INFORMACION



3. Hacer click en Archivo / Graficar envolvente de amortiguamiento



4. En la pantalla principal donde se visualizan los datos que son capturados, se grafica la envolvente de amortiguamiento.

GRÁFICA DE LA ENVOLVENTE DE AMORTIGUAMIENTO

La curva de la envolvente de amortiguamiento se grafica en base a la ecuación obtenida con los coeficientes de amortiguamiento presentados en la Tabla de Resultados. Es posible verificar la exactitud de la ecuación al graficar las rectas que unen los máximos de la función y compararlas.

Dentro del sistema se presenta las dos gráficas donde la Gráfica de los máximos de la función está representado con una línea azul (), mientras que la gráfica de la envolvente de amortiguamiento se la puede observar con línea roja ().

ALMACENAMIENTO DE INFORMACION

1. Hacer click en Archivo / Guardar
2. Se despliega una ventana en la que se debe indicar el directorio en que se desea almacenar y el nombre que se dará el archivo.
3. En la siguiente ventana se confirmara si se desea que los datos se consideren como los datos definitivos de la práctica y sean enviados al Profesor, o solamente son de prueba para práctica del estudiante.

La información pueden ser enviados al Profesor una sola vez al momento de su captura, si los datos fueron solamente almacenados y no enviados, no se los podrá enviar posteriormente.



CONTENIDO DEL DOCUMENTO EXCEL

El documento de Excel consta de tres hojas.

Hoja 1: Representación gráfica de la información almacenada

Hoja 2: Datos correspondientes a:

- Columna 1: Coordenada Y
- Columna 2: Coordenada X
- Columna 3: Tiempo de captura del dato
- Columna 4: Aproximado del valor de la señal de realimentación
- Columna 5: Aproximado del error máximo
-

Hoja 3: Almacena una copia de la tabla de resultados.

Todos los datos presentes en la tabla de resultados son calculados en base a los datos presentados en la Hoja 2; cualquier modificación a los datos de dicha hoja afectaría los cálculos.

MOTOR

Descripción de componentes

Para el motor el sistema presenta dos interfaz, la primera se enfoca en los valores de la envolvente de amortiguamiento y los puntos de inflexión de la función, mientras que la otra interfaz se orienta hacia la respuesta del motor a una señal tipo escalón unitario.



Po defecto se carga la interfaz de Captura Libre; sin embargo se ha incluido una pestaña llamada Diseño en la tabla de menú, para poder cambiar de interfaz.

A continuación se presenta una descripción de la pantalla inicial y de los componentes comunes a las dos interfaz.

INTERFAZ INCIAL

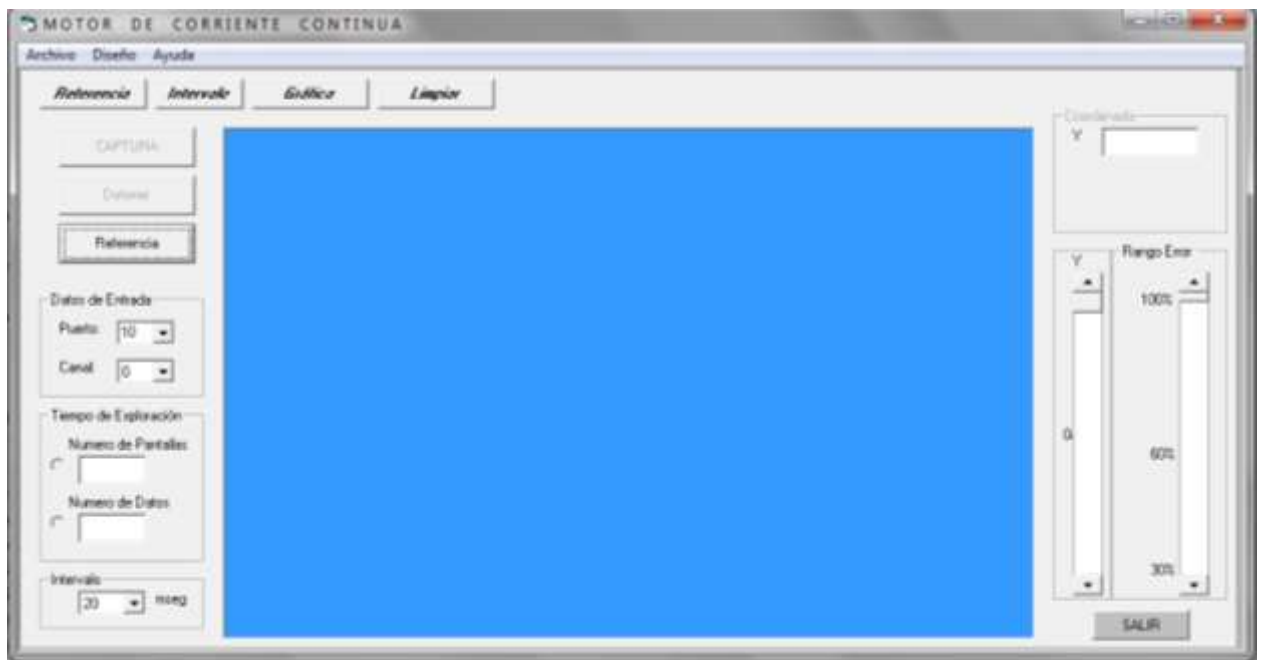
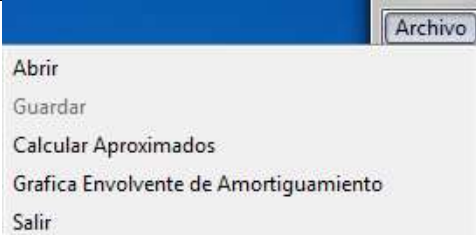
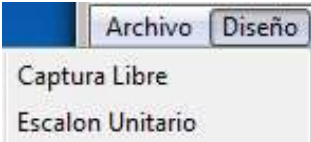


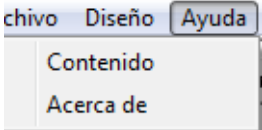
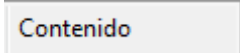
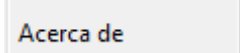
Figura 7. 1

Menú




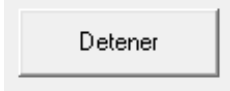

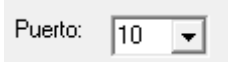

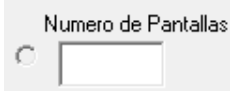
Tabla de menú	
Archivo Diseño Ayuda	Contenido de la Tabla de menú
Archivo	Menú Archivo
	Contenido del menú Archivo
Abrir	Permite Abrir un documento Excel almacenado y cargarlo en el sistema.
Guardar	Almacena los datos capturados y el resultados de los valores calculados enviándolos a un archivo xmls; a demás presenta la opción al usuario para enviar los datos como información definitiva de la práctica
Calcular Aproximados	Realiza los cálculos y los muestra en la Tabla de resultados.
Grafica de Envolvente de Amortiguamiento	Grafica la envolvente de amortiguamiento con base a los datos presentados en la tabla de resultados
Salir	Cierra la ventana y sale del sistema
Diseño	Menú diseño
	Contenido del menú diseño
Captura Libre	
Escalon Unitario	
Ayuda	Menú Ayuda



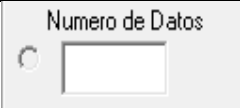
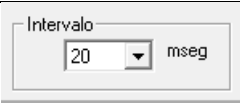
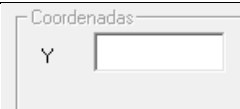

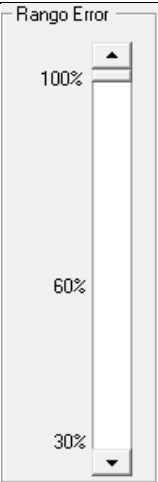

	Contenido del menú ayuda
	Abre la ventana contenido, la cual posee información del funcionamiento del sistema
	Presenta información del sistema

BARRA DE GRÁFICOS (Específica para cada una de la interfaz)

A continuación se describen los componentes de esta pantalla


Pantalla Principal		
	Botón captura	Inicia la captura de información desde la planta
	Botón detener	Detiene la captura de información desde la planta
	Botón Referencia	Permite capturar la señal de referencia y la señal de realimentación para el establecimiento del rango de variación
		Identifica el numero de puerto en el que se ha conectado la planta
		Identifica el numero de canal que usará la planta para el intercambio de datos
		Limita la captura de datos por número de pantallas

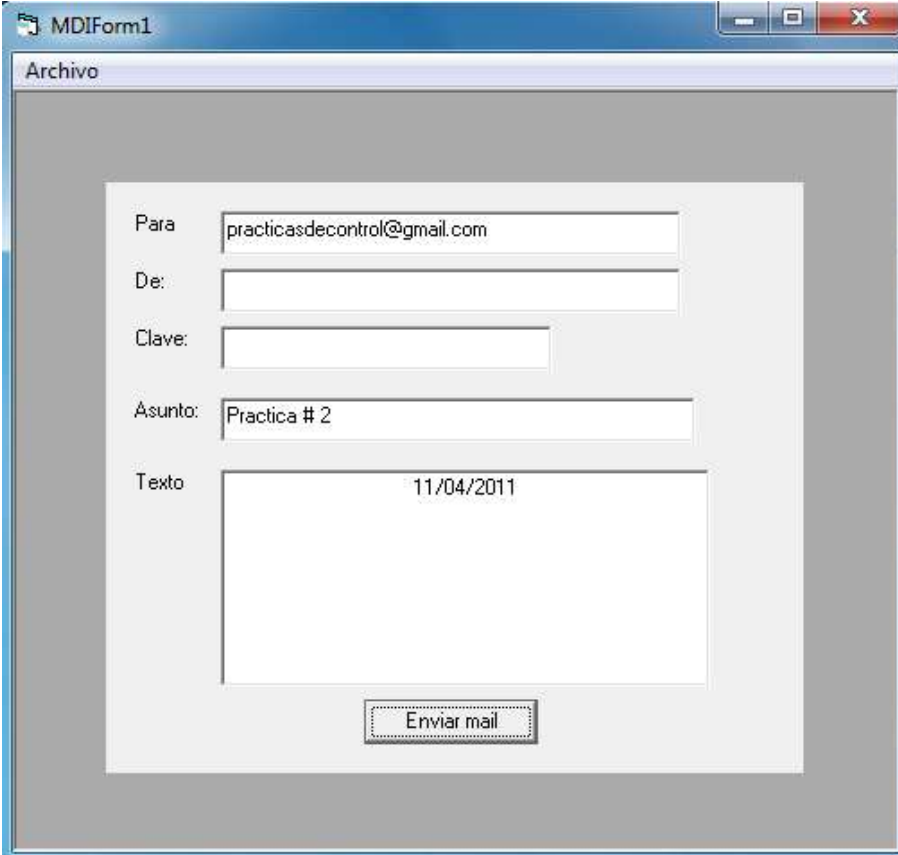


		Limita la captura de datos por número finito de datos
		Indica el intervalo de captura entre un dato y el siguiente
		Representa las coordenadas Y que se van graficando en tiempo real
	Barra Coordenada Y	Representación grafica de la coordenada Y en tiempo real
	Barra Rango de error	Una vez que se ha capturado la señal de referencia y la de realimentación. Se tiene un rango de error o de variación. La barra rango de error permite modificar dicho rango de acuerdo a las necesidades del usuario
	Botón Salir	Cierra la pantalla y sale del sistema

Pantallas de envió de información




	Ventana generada por el botón guardar; verifica si el usuario desea enviar los datos como información definitiva para la realización de la práctica
---	---



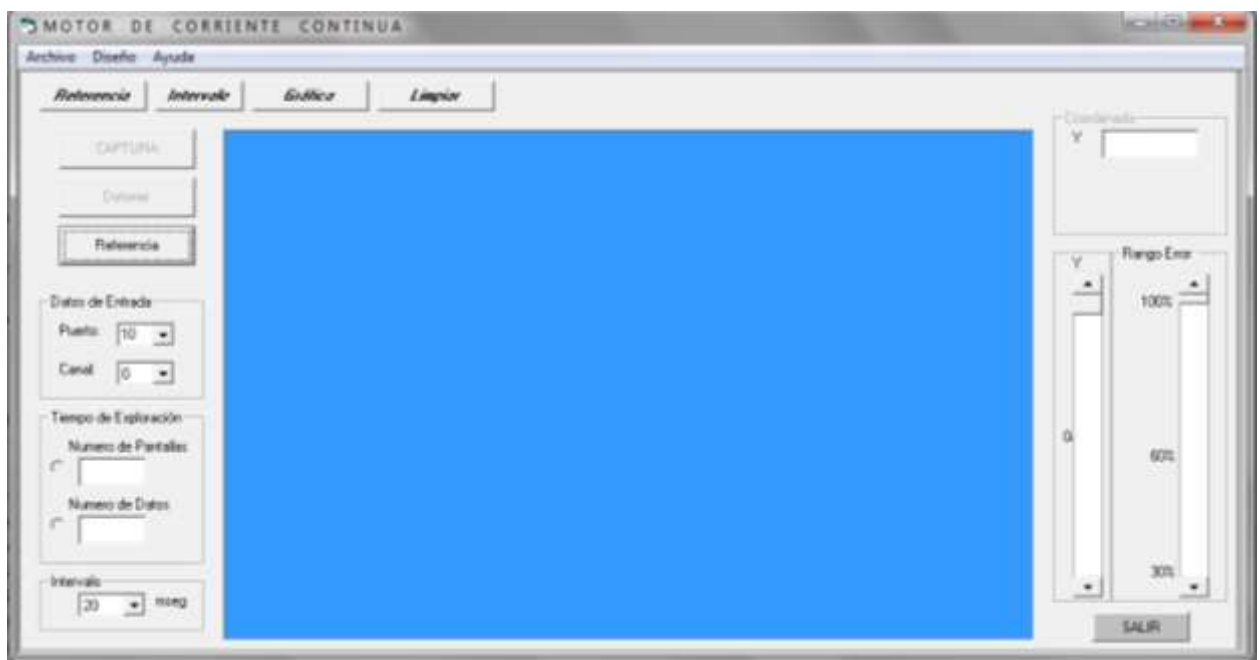
Envío de la información

Para	Contiene el mail del destinatario; se encuentra precargado la dirección para el envío de practicas
De:	Mail del remitente, en este caso del estudiante quien envía la práctica
Clave:	Solicita la clave del mail de remitente



Asunto:	Titulo de la práctica, el título se encuentra precargado, pero puede ser modificado
Texto	Contiene la fecha de envío del mail; el estudiante puede ingresar texto adicional
	Botón que envía el mail

INTERFAZ CAPTURA LIBRE



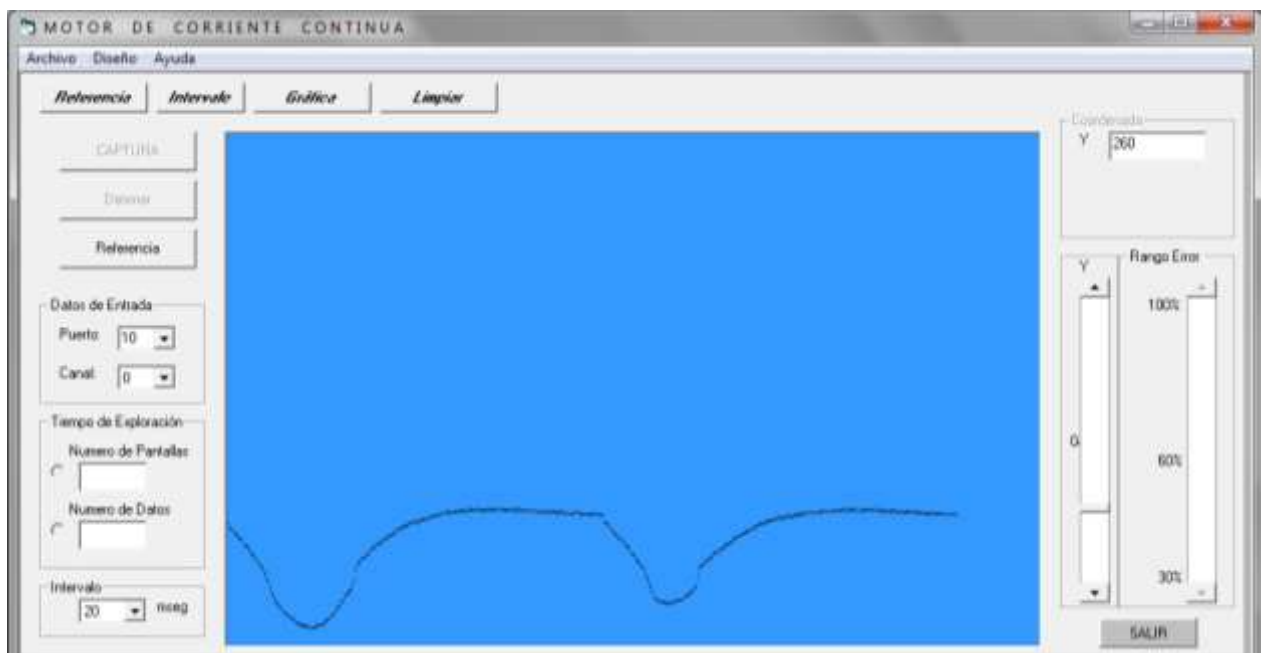
Barra de gráficos





<i>Referencia</i>	Permite graficar la señal de referencia
<i>Intervalo</i>	Grafica el intervalo de variación
<i>Gráfica</i>	Repite la gráfica
<i>Limpiar</i>	Limpia la pantalla

Pantalla de captura



Pantalla con cálculo de resultados

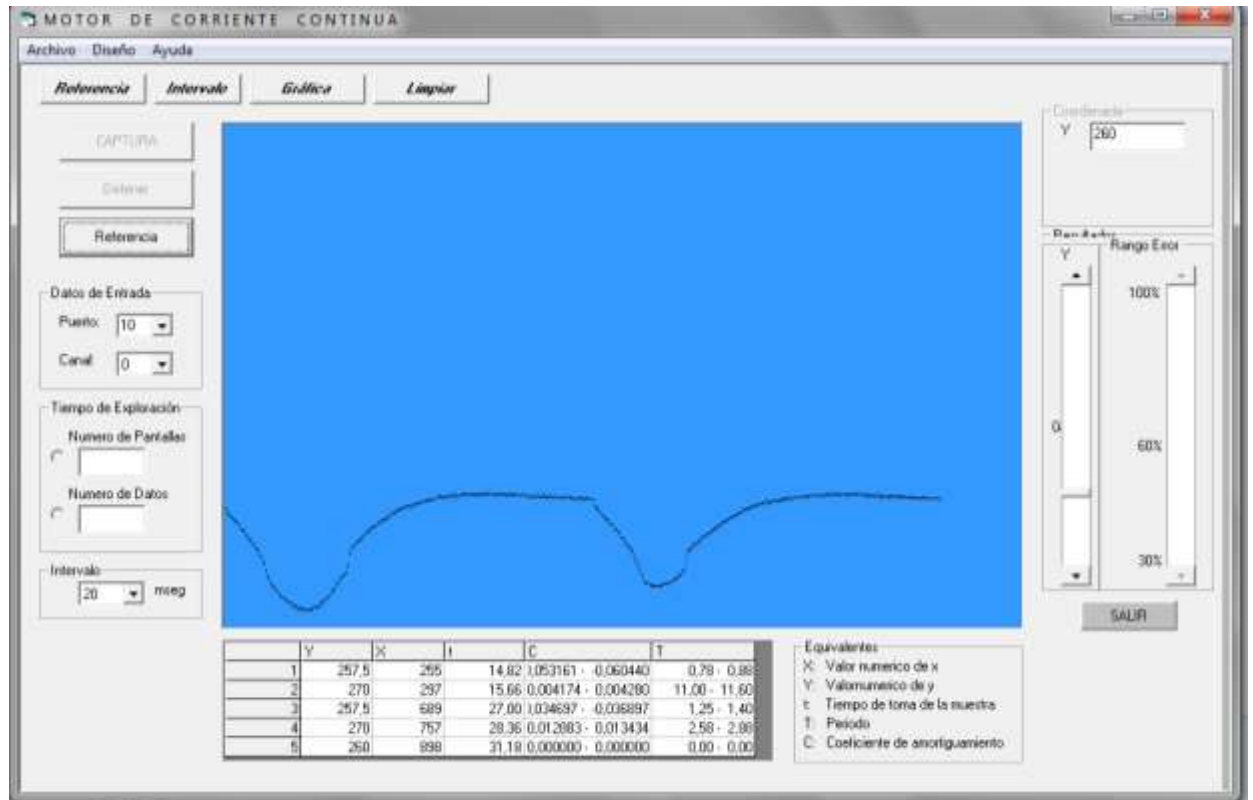
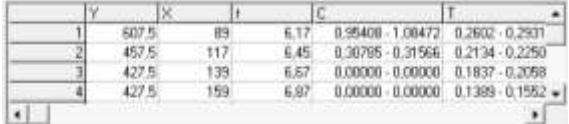


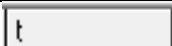


Tabla de resultados

	Tabla de resultados con los puntos de inflexión de la gráfica, generados por la opción “Calcular Aproximados” desde el menú “Archivo”
	Representa el valor de la coordenada Y del para el punto determinado
	Representa el valor de la coordenada X del para el punto determinado
	Tiempo de captura del dato en msec



<div>C</div>	Rango que contiene el valor del coeficiente de amortiguamiento en el punto de inflexión determinado						
<div>T</div>	Rango válido para el valor de la frecuencia						
<table><tr><td>988,7</td><td>65</td></tr><tr><td>988,7</td><td>141</td></tr><tr><td>977,9</td><td>215</td></tr></table>	988,7	65	988,7	141	977,9	215	Valores calculados
988,7	65						
988,7	141						
977,9	215						

Pantalla de Gráfica de resultados

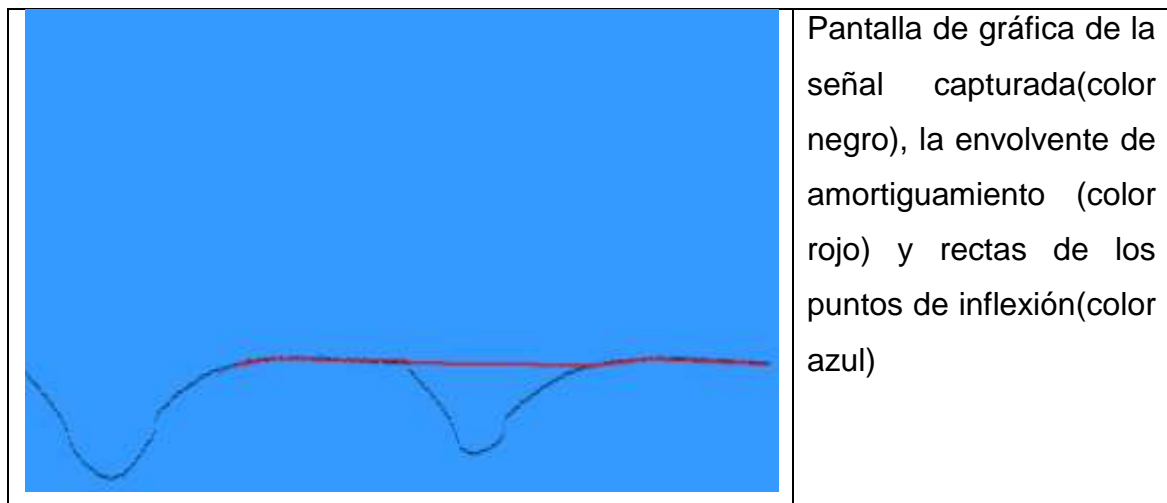
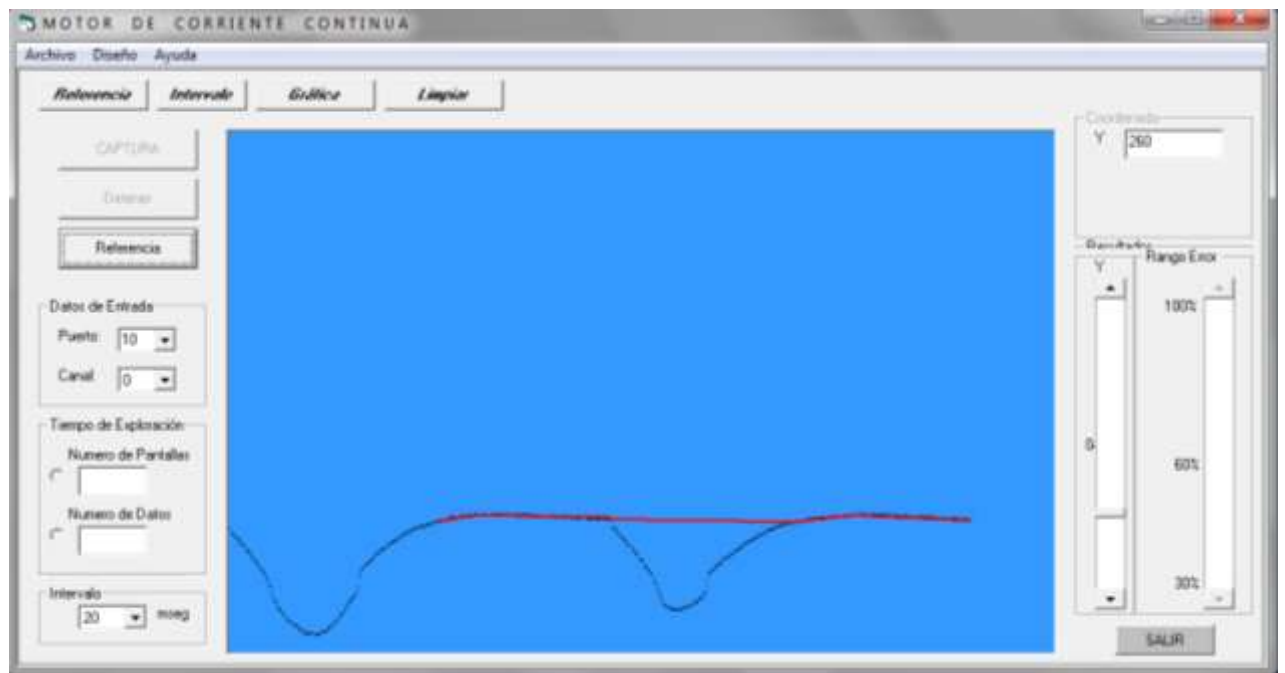
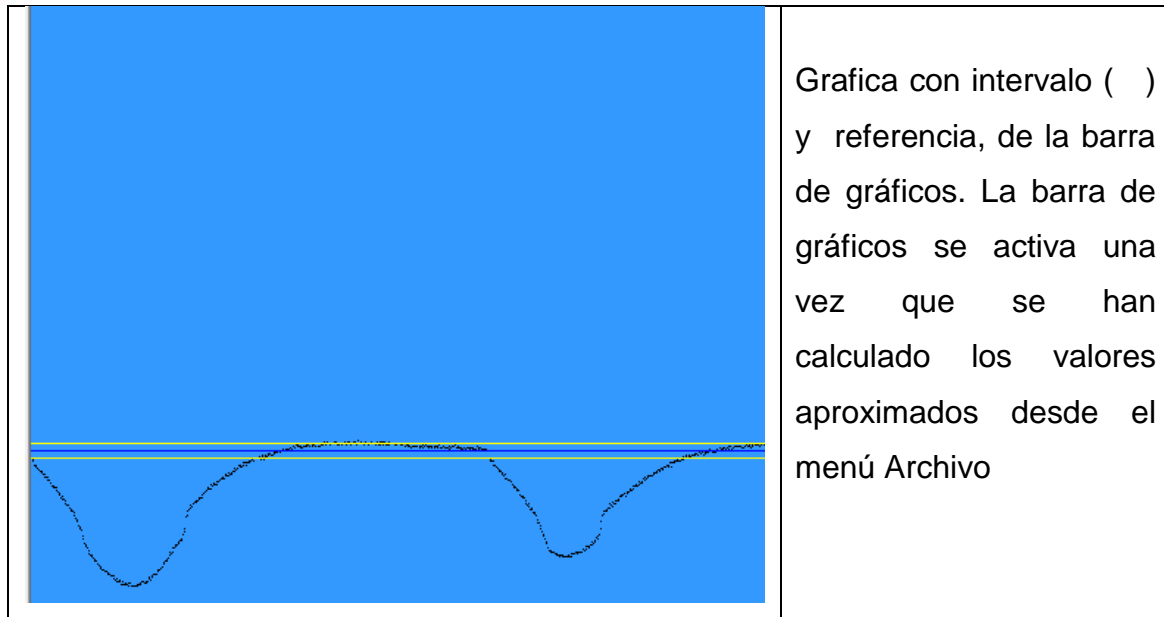


Gráfico generado por Barra de gráficos	
--	--



Descripción de acciones

PARÁMETROS BÁSICOS

Para la captura de información ya sea la señal de referencia la de realimentación, etc. es necesario establecer antes los siguientes parámetros

1. Verificar el número de puerto en el Administrador de Dispositivos del Computador
2. Identificar el canal a usar en la planta
3. Especificar el intervalo de captura (intervalo por defecto es 10 mseg.)

Con estos tres parámetros definidos se procede a la captura de la información deseada.

ESTABLECIMIENTO DEL ERROR

La captura de información inicia con el cálculo del Error; este valor establece el rango dentro del cual se considera que la señal se ha estabilizado.



Para obtener el error es necesario

Como establecer el Error:

- Hacer click en "Referencia"
- Hacer click en detener
- Hacer en "SI" como respuesta a la ventana que pregunta si se desea capturar la señal de referencia

Es necesario capturar la Señal de Referencia, y la Señal de Realimentación. El sistema está diseñado para capturar 1000 datos de cada una de las señales y establecer un valor promedio para el Error; sin embargo el estudiante puede detener antes la captura de las señales, de igual forma el sistema calculará un valor aproximado.

El valor numérico correspondiente al Error se presenta en la parte superior central. Cuando se ha establecido el valor del Error, se puede proceder a la captura de datos

CAPTURA DE DATOS

Con los parámetros básicos establecidos, y el error calculado se puede proceder a la captura de información

1. Establecer parámetros básicos
2. Obtener el error para establecer el rango de variación
3. Hacer click en el botón "CAPTURA"

En la pantalla principal de captura aparecen dos líneas amarillas; estas líneas representan el rango dentro del cual se considera estable a la señal.



El valor del Rango puede ser modificado acorde al comportamiento de la señal, al mover el scroll “Rango de Variación” ubicado en la parte inferior derecha de la pantalla.

4. Para terminar con la captura de datos hacer click en el botón DETENER.
El sistema refresca la pantalla de captura cada 1000 datos.

Con los parámetros básicos establecidos, y el error calculado se puede proceder a la captura de información

CAPTURA LIMITADA DE DATOS

1. Establecimiento de parámetros básicos
2. Establecer el criterio por el que se desea limitar la captura de datos; se tiene dos criterios.
 - a. Captura por número limitado de pantallas
 - b. Captura de número limitado de datos.

Al seleccionar uno de los dos criterios, el sistema detendrá la captura automáticamente cuando se haya cumplido con el criterio especificado.

3. Especificar el intervalo de captura
El intervalo por defecto es 10 mseg
4. Obtener el error para establecer el rango de variación
5. Hacer click en el botón "CAPTURA"

RESULTADOS

Los resultados se presentan bajo dos esquemas:



- Gráfico: Los resultados en formato gráfico representan la envolvente de amortiguamiento; valor de referencia e intervalo de variación
- Numérico. Los resultados numéricos hacen referencia a los valores correspondientes a:
 - Coordenada Y de captura
 - Coordenada X de Captura
 - Tiempo de captura del dato en mseg.
 - Coeficiente de amortiguamiento
 - Período.

CALCULO DE RESULTADOS

Gráfico

- Hacer click en Archivo / Graficar envolvente de amortiguamiento.
- Para graficar los valores correspondientes a valor de referencia, e intervalo de variación se tiene la barra de gráficos con los botones correspondientes. Esta barra se activa una vez que se han calculado los valores aproximados

Numérico

1. Hacer click en Archivo / Calcular valores aproximados
2. Se despliega una tabla en la parte inferior de la pantalla que contiene la tabla de resultados

PRESENTACION DE RESULTADOS NUMERICOS

La tabla de resultados está organizada en 5 columnas donde cada una está representada de la siguiente manera:

- Y - Coordenada Y de captura



- X - Coordenada X de Captura
- t - Tiempo de captura del dato en mseg.
- C - Coeficiente de amortiguamiento
- t - Período.

Los valores Y, X y t, son los datos reales de la captura por lo que se puede observar un solo número, mientras que los correspondientes a C y T se encuentran dentro de un rango aleatorio de variación, por lo que se presentan dos valores, siendo estos el valor numérico mínimo y máximo que puede tomar el resultado real.

Y	X	t	C	T
728	20	0,45	0,000988 - 0,001124	1,22 - 1,37
727	103	1,76	0,003352 - 0,003437	1,19 - 1,26
724	182	3,00	0,002100 - 0,002234	1,20 - 1,35
722	266	4,31	0,001083 - 0,001129	1,13 - 1,26
721	335	5,54	0,000000 - 0,000000	0,00 - 0,00

PRESENTACION DE RESULTADOS GRÁFICOS

Gráfica de la envolvente de amortiguamiento

La curva de la envolvente de amortiguamiento se grafica en base a la ecuación obtenida con los coeficientes de amortiguamiento presentados en la Tabla de Resultados.

ALMACENAMIENTO DE INFORMACION

1. Hacer click en Archivo / Guardar
2. Se despliega una ventana en la que se debe indicar el directorio en que se desea almacenar y el nombre que se dará el archivo.



3. En la siguiente ventana se confirmara si se desea que los datos se consideren como los datos definitivos de la práctica y sean enviados al Profesor, o solamente son de prueba para práctica del estudiante.

La información pueden ser enviados al Profesor una sola vez al momento de su captura, si los datos fueron solamente almacenados y no enviados, no se los podrá enviar posteriormente.

CONTENIDO DEL DOCUMENTO EXCEL

El documento de Excel consta de tres hojas.

Hoja 1: Representación gráfica de la información almacenada

Hoja 2: Datos correspondientes a:

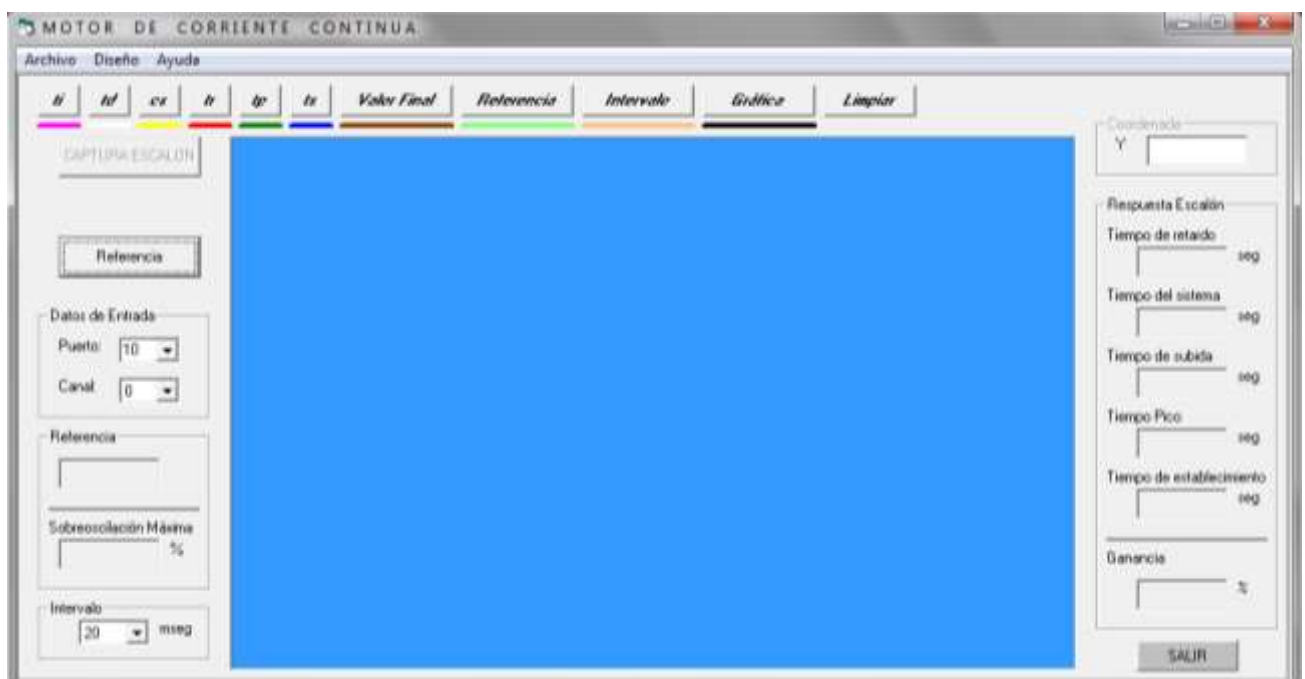
- Columna 1: Coordenada Y
- Columna 2: Coordenada X
- Columna 3: Tiempo de captura del dato
- Columna 4: Aproximado del valor de la señal de realimentación
- Columna 5: Aproximado del error máximo
-

Hoja 3: Almacena una copia de la tabla de resultados.


















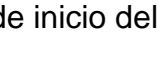
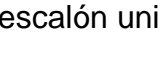
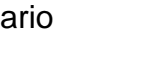
Todos los datos presentes en la tabla de resultados son calculados en base a los datos presentados en la Hoja 2; cualquier modificación a los datos de dicha hoja afectaría los cálculos.



INTERAZ ESCALON UNITARIO



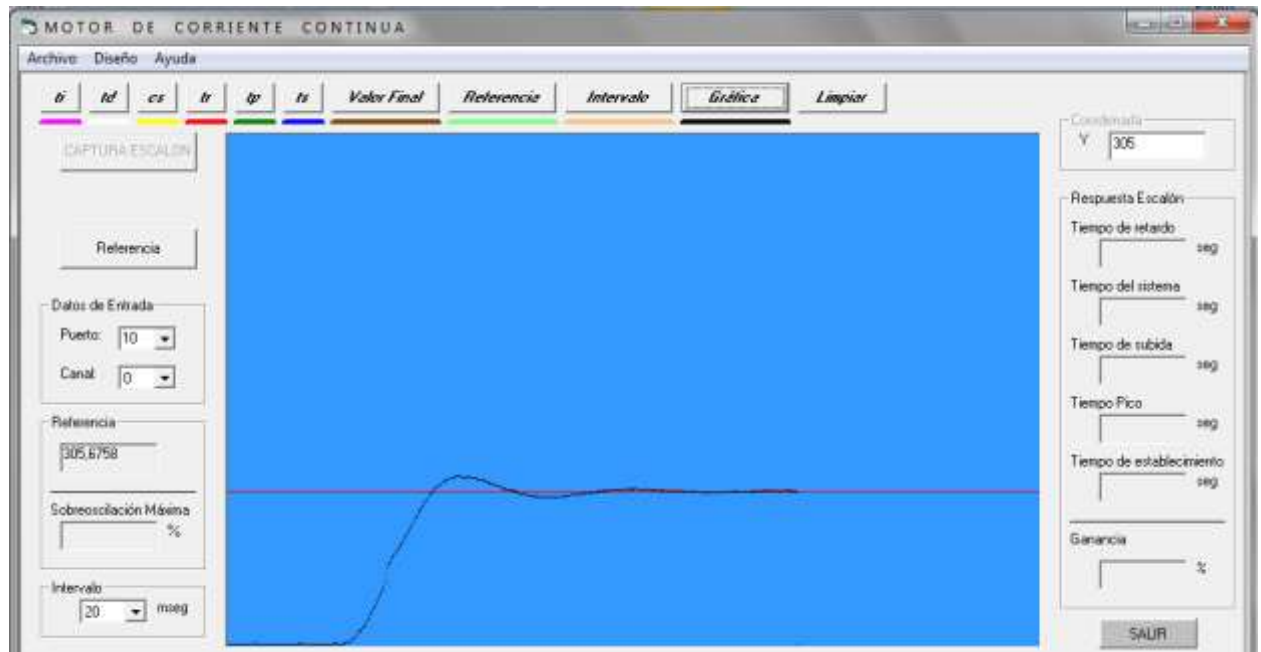
Barra de gráficos

         	
         	Gráfica del instante de inicio del escalón unitario



	Gráfica del tiempo de retardo
	Gráfica del tiempo del sistema
	Gráfica de tiempo de subida
	Gráfica del tiempo pico
	Gráfica del tiempo de establecimiento
	Gráfica del valor final alcanzado por la señal al estabilizarse
	Permite graficar la señal de referencia
	Grafica el intervalo de variación
	Repite la gráfica
	Limpia la pantalla

Pantalla de captura



Pantalla con cálculo de resultados

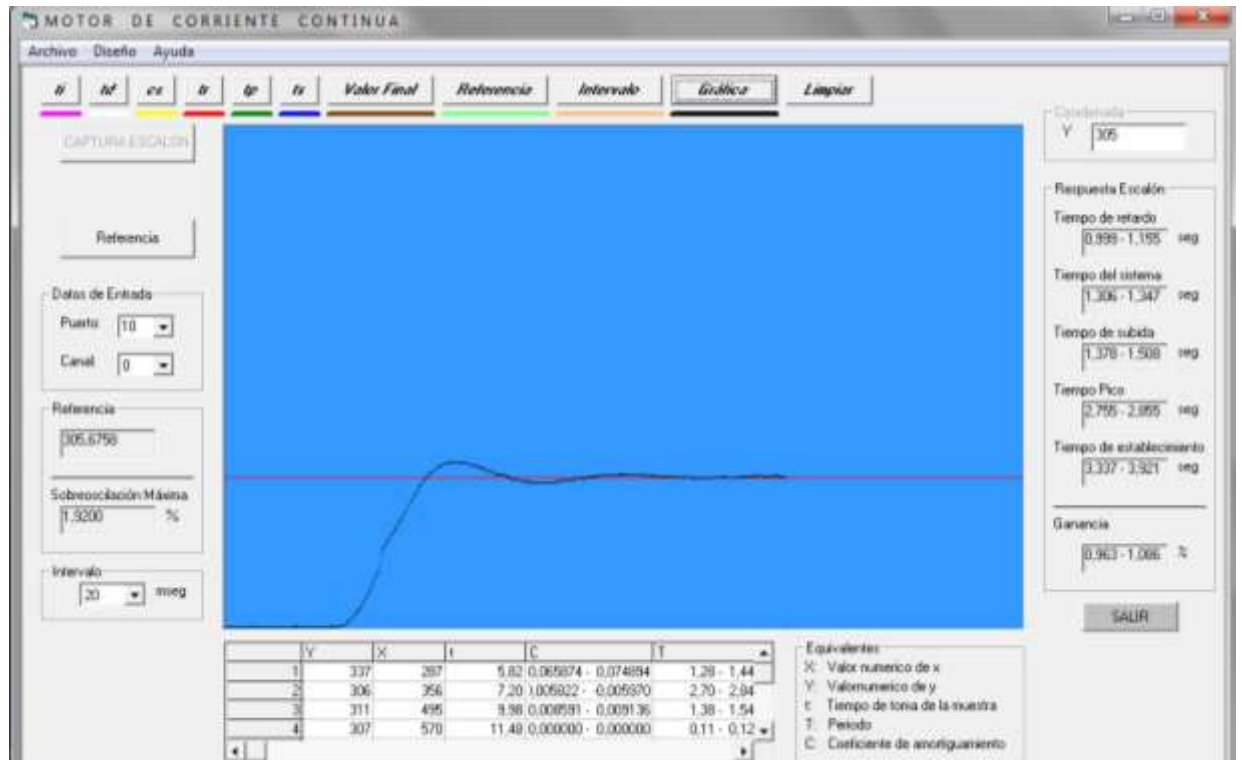


Tabla de resultados

Y	X	t	C	T
337	287	5,82	0,065874 - 0,074894	1,28 - 1,44
306	356	7,20	0,005822 - 0,005970	2,70 - 2,84
311	495	9,98	0,008591 - 0,009136	1,38 - 1,54
307	570	11,48	0,000000 - 0,000000	0,11 - 0,12

Y	Tabla de resultados con los puntos de inflexión de la gráfica, generados por la opción “Calcular Aproximados” desde el menú “Archivo”
X	Representa el valor de la coordenada Y del para el punto determinado
t	Representa el valor de la coordenada X del para el punto determinado
	Tiempo de captura del dato en



						mseg
C						Rango que contiene el valor del coeficiente de amortiguamiento en el punto de inflexión determinado
T						Rango válido para el valor de la frecuencia
337	287	5,82	0,065874	0,074894	1,28 - 1,4	Valores calculados
306	356	7,20	0,005822	- 0,005970	2,70 - 2,8	
311	495	9,98	0,008591	0,009136	1,38 - 1,5	
307	570	11,48	0,000000	0,000000	0,11 - 0,1	

Tabla Respuesta Escalón

<p>Respuesta Escalón</p> <p>Tiempo de retardo 0,999 - 1,155 seg</p> <p>Tiempo del sistema 1,306 - 1,347 seg</p> <p>Tiempo de subida 1,378 - 1,508 seg</p> <p>Tiempo Pico 2,755 - 2,855 seg</p> <p>Tiempo de establecimiento 3,337 - 3,921 seg</p> <p>Ganancia 0,963 - 1,086 %</p>	Tabla de Respuesta escalón, , generados por la opción "Calcular Aproximados" desde el menú "Archivo"
<p>Tiempo de retardo 0,999 - 1,155 seg</p>	Intervalo del tiempo de retardo
<p>Tiempo del sistema 1,306 - 1,347 seg</p>	Intervalo del tiempo del sistema
<p>Tiempo de subida 1,378 - 1,508 seg</p>	Intervalo del tiempo de subida
<p>Tiempo Pico 2,755 - 2,855 seg</p>	Intervalo del tiempo pico
<p>Tiempo de establecimiento 3,337 - 3,921 seg</p>	Intervalo del tiempo de establecimiento



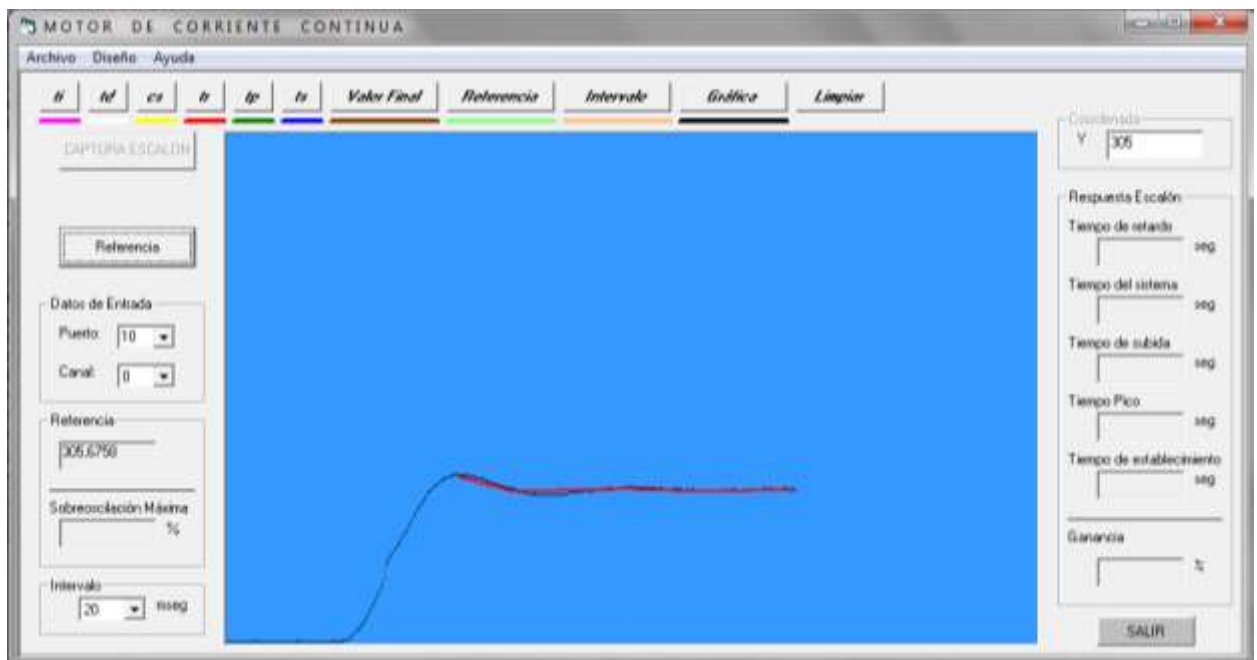
Ganancia 0,963 - 1,086 %	Intervalo de la ganancia
-----------------------------	--------------------------

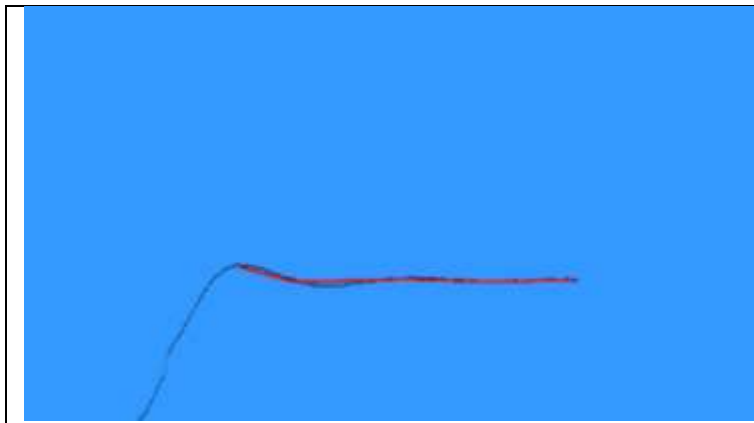
Tabla referencia

- Referencia 305,6758 Sobreoscilación Máxima 1,9200 %	Contenido de la tabla referencia
- Referencia 305,6758	Valor exacto de la referencia
Sobreoscilación Máxima 1,9200 %	Valor exacto en porcentaje de la sobreoscilacion máxima

Pantalla de Gráfica de resultados

Gráfica envolvente de amortiguamiento





Pantalla de gráfica de la señal capturada(color negro), la envolvente de amortiguamiento (color rojo)

GRAFICA RESPUESTA ESCALON UNITARIO

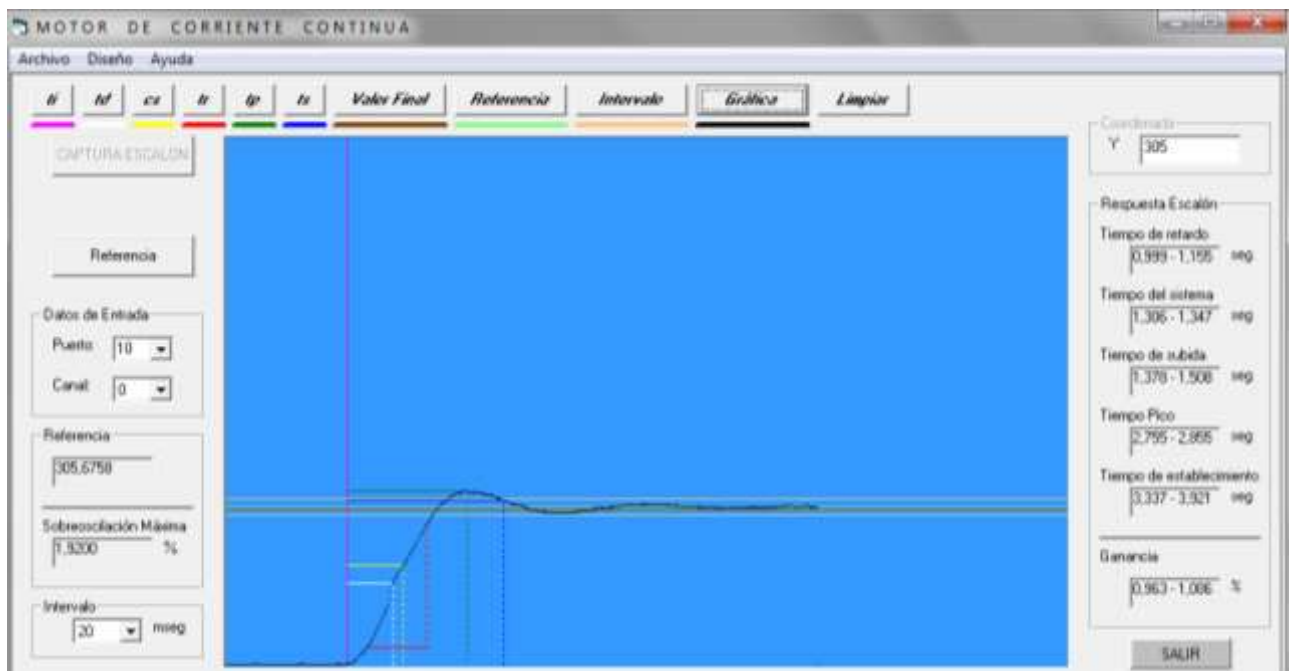


Gráfico generado por Barra de gráficos



	Grafico de:	Color
	Señal capturada	Negro
	Inicio Señal Escalón	Rosa
	Tiempo de retardo	Blanco
	Tiempo del sistema	Amarillo
	Tiempo de Subida	Rojo
	Tiempo Pico	Verde
	Tiempo de Establecimiento	Azul
	Grafico de:	Color
	Señal capturada	Negro
	Valor Final	Café
	Referencia	Verde Claro
	intervalo	Naranja

Descripción de acciones

CAPTURA DE DATOS



1. Verificar el número de puerto en el Administrador de Dispositivos del computador
2. Identificar el canal a usar en la planta
3. Especificar el intervalo de captura
El intervalo por defecto es 20 mseg
4. Hacer click en el botón "REFERENCIA" para capturar la Señal de referencia
5. Quitar la alimentación al motor hasta que se detenga
6. Hacer click en el botón "Captura", y activar la alimentación al motor
7. La captura se detendrá automáticamente al capturar 1000 datos.

Con los parámetros básicos establecidos, y el error calculado se puede proceder a la captura de información

RESULTADOS

Los resultados se presentan bajo dos esquemas:

- Gráfico: Los resultados en formato gráfico los presenta en dos partes:
 - Grafico de Envolvente de amortiguamiento
 - Representación gráfica de la tabla "Respuesta escalón"
- Numérico. Se presentan tres tablas
 - Tabla de resultados
 - Coordenada Y de captura
 - Coordenada X de Captura
 - Tiempo de captura del dato en mseg.
 - Coeficiente de amortiguamiento
 - Período.
 - Tabla Respuesta escalón
 - Tiempo de retardo
 - Tiempo del sistema



- Tiempo de subida
- Tiempo Pico
- Tiempo de establecimiento
- Ganancia
- Tabla Referencia :
 - Referencia
 - Sobreoscilación máxima

Gráfico

- Hacer click en Archivo / Graficar envolvente de amortiguamiento.
- La Barra de gráficos correspondientes a la respuesta escalón se activa una vez que se han calculado los valores aproximados (Archivo / Calcular valores aproximados).

Numérico

3. Hacer click en Archivo / Calcular valores aproximados
4. Se despliega una tabla en la parte inferior de la pantalla que contiene la tabla de resultados

PRESENTACION DE RESULTADOS NUMERICOS

Tabla de resultados:

- Y - Coordenada Y de captura
- X - Coordenada X de Captura
- t - Tiempo de captura del dato en mseg.
- C - Coeficiente de amortiguamiento
- t - Período.

Tabla Respuesta escalón



- Tiempo de retardo
- Tiempo del sistema
- Tiempo de subida
- Tiempo Pico
- Tiempo de establecimiento
- Ganancia

Tabla Referencia:

- Referencia
- Sobreoscilación máxima

PRESENTACION DE RESULTADOS GRÁFICOS

Gráfica de la envolvente de amortiguamiento

La curva de la envolvente de amortiguamiento se grafica en base a la ecuación obtenida con los coeficientes de amortiguamiento presentados en la Tabla de Resultados.

Barra de gráficos

Los botones de la barra de gráficos se corresponden a los valores generados por la tabla de resultados, y a la tabla referencia, cada uno de los botones de la barra de gráficos permite representar gráficamente cada uno de los valores obtenidos en dichas tablas

ALMACENAMIENTO DE INFORMACION

1. Hacer click en Archivo / Guardar
2. Se despliega una ventana en la que se debe indicar el directorio en que se desea almacenar y el nombre que se dará el archivo.



3. En la siguiente ventana se confirmara si se desea que los datos se consideren como los datos definitivos de la práctica y sean enviados al Profesor, o solamente son de prueba para práctica del estudiante.

La información pueden ser enviados al Profesor una sola vez al momento de su captura, si los datos fueron solamente almacenados y no enviados, no se los podrá enviar posteriormente.

CONTENIDO DEL DOCUMENTO EXCEL

El documento de Excel consta de tres hojas.

Hoja 1: Representación gráfica de la información almacenada.

Hoja 2: Datos correspondientes a:

- Columna 1: Coordenada Y
- Columna 2: Coordenada X
- Columna 3: Tiempo de captura del dato
- Columna 4: Valor aproximado de Señal de Realimentación
- Columna 5: Valor Aproximado del Error Máximo
- Columna 6: Tiempo de inicio de señal escalón
- Columna7: Tiempo de retardo
- Columna8 : Tiempo de sistema
- Columna9: Tiempo de Subida
- Columna10: Tiempo Pico
- Columna11: Tiempo de establecimiento
- Columna12: Ganancia

Hoja 3: Almacena una copia de la tabla de resultados.



Todos los datos presentes en la tabla de resultados son calculados en base a los datos presentados en la Hoja 2; cualquier modificación a los datos de dicha hoja afectaría los resultados.

Anexo B Generalidades del Puerto Serie

Los puertos serie, también llamados **puertos de comunicación (COM)**, son **bidireccionales**. La comunicación bidireccional permite a cada dispositivo



recibir datos, así como también transmitirlos. Los dispositivos seriales usan distintos pines para recibir y transmitir datos.

Estándar RS-232

RS-232.C significa literalmente "Recomended Standard 232 revisión C" (también conocida como EIA 232), define las características eléctricas que deben presentar los elementos de conexión para la comunicación serie entre ordenadores y equipos periféricos y comprende diversos apartados:

- Características eléctricas de la conexión
- Características mecánicas de la conexión
- Descripción funcional del intercambio, proporcionando nombres a las señales utilizadas.
- Conexiones ejemplo para una selección de sistemas de comunicación

En la comunicación serie se distinguen dos tipos de dispositivos:

1. Equipos terminales de datos DTE ("Data Terminal Equipment").
2. Equipos de comunicación de datos DCE ("Data Communication Equipment").

1.1.1. Funcionamiento del puerto serial

En la comunicación serial existen dos aspectos importantes:

1. **Características físicas de la conexión:** Características eléctricas y mecánicas, aspectos que están contemplados en el estándar RS-232 (capa física).
2. **Protocolos de comunicación:** Sistemas de codificación de la señal que

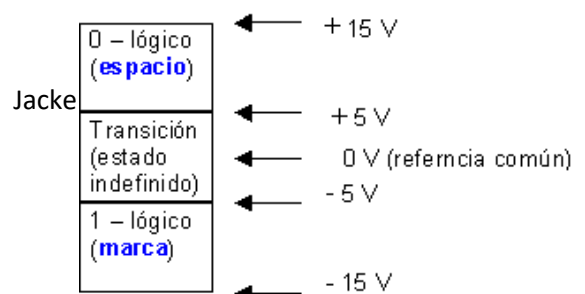


Fig. 1 niveles lógicos para salidas RS-232-C



se enviará por la capa física (**capa lógica**).

Capa Física.

Los datos se transmiten en binario, pero no es frecuente referirse a ceros y unos como en la informática convencional, sino a espacios y marcas.

En la figura 1 se muestran los niveles de voltaje correspondientes a las salidas.

La lógica utilizada es poco convencional, utiliza una lógica bipolar con voltajes negativos para los "1" lógicos.

En la figura 2 se muestran los niveles correspondientes a las entradas. Puede verse que su espacio de transición es más reducido que para las salidas.

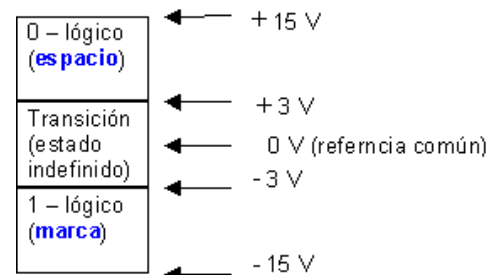


Fig. 2 niveles lógicos para entradas RS-232-C

Capa Lógica.

En la comunicación serie los bits se transmiten uno detrás de otro, lo que hace que sean mucho más lentas. La ventaja es que puede utilizarse un solo par de hilos, o incluso uno solo.

Existen varias formas de transmisiones serie:

- **Simplex:** Un equipo transmite, el otro recibe.
- **Half-duplex:** Transmiten ambos equipos pero no simultáneamente; los equipos se alternan en la transmisión, uno transmite mientras el otro recibe.
- **Full-duplex:** Ambos equipos transmiten simultáneamente. Para ello se requieren dos líneas independientes, transmisión y recepción; la línea de transmisión de un equipo se conecta a la entrada de recepción del otro y viceversa.



- **Síncronas:** Los dispositivos que comunican se sincronizan en el momento inicial de la transmisión y constantemente se intercambian información a una cadencia predefinida. Con objeto de mantener la sincronización, cuando no existen datos que enviar se transmiten caracteres sin valor. Esta transmisión es más rápida que la asíncrona porque no es necesario transmitir señales de inicio o fin de dato; constantemente se reciben caracteres que pueden ser de datos o sin valor.
- **Asíncronas:** En este modo de transmisión no existe sincronización; no es necesario enviar caracteres de relleno, pero hay que indicar cuando empieza un dato y cuando termina. Esto se hace incluyendo en la transmisión señales de inicio y fin de dato (bits de "start" y "stop"). En la comunicación asíncrona, la información (cada carácter) es enviada en el interior de un cuadro ("Frame") de tamaño variable, que comienza con la mencionada señal de inicio y termina con la de final.

Los parámetros que caracterizan estas comunicaciones son: Velocidad; **paridad; bits de datos y bits de parada.**

Velocidad de transmisión: ("Connection speed") es la cantidad de datos transmitidos en unidad de tiempo. Se expresa en bits por segundo (bps).

Longitud del carácter: ("Char length"). Se han utilizado caracteres de 5, 6, 7 y 8 bits, aunque actualmente los datos son enviados como caracteres ASCII, por lo que pueden utilizarse 7 u 8 bits según se trate del juego de caracteres US-ASCII o el extendido

Paridad: ("Parity"). Para poder comprobar la calidad de la transmisión se suele utilizar un sistema de control de paridad que añade un bit a los bits de datos.

Los sistemas utilizados son:

- Paridad par ("Even")



- Paridad impar ("Odd")
- Paridad marca ("Marck")
- Paridad espacio ("Space")
- Sin paridad (no se añade ningún bit de paridad al datagrama)

Los sistemas de paridad par e impar se ha explicado al tratar de la memoria; ambos métodos cuentan el número de unos contenidos en los bits de datos y añade un uno o un cero según el resultado. Por su parte la paridad Mark indica que se incluirá siempre una marca (bit de valor "1") como bit de paridad, mientras que la paridad Space añade siempre un espacio ("0"). Evidentemente estos dos últimos sistemas no aportan absolutamente ninguna información, por lo que son usados muy raramente.

Bits de parada: ("Stop bits"). Después que se envía un carácter se envía un bits de parada, que tienen el valor "1" (marca); la duración de este bit puede ser 1, 1.5 o 2 periodos.

1.1.2. Pines y Descripción de cada uno

El estándar RS-232 define unos conectores DB de 25 pines del que solo se utilizan 22; las señales están pensadas para la comunicación remota de teleimpresores, y actualmente no son realmente necesarios para comunicar ordenadores, por lo que se han estandarizado el uso de 8 (las ocho grandes) que pueden ser utilizadas en conectores de 25 pines o de 9.

CONECTOR DE 9 PINES

1. **Carrier Detect** (Portador detector)- Determina si el modem está conectado a una línea telefónica en funcionamiento.
2. **Receive Data** (Receptor)- La computadora recibe la información enviada por el modem.



3. **Transmit Data** (Transmisor)- La computadora envía información al modem.
4. **Data Terminal Ready** - La computadora le dice al modem que está listo para hablar.
5. **Signal Ground** (Tierra)- Este pin es aterrizado.
6. **Data Set Ready** - El Modem le dice a la computadora que esta listo para hablar.
7. **Request To Send** (Solicitar para envió)- La computadora le pregunta al modem si esta puede enviar información.
8. **Clear To Send** - El modem le dice a la computadora que ya le puede enviar información.
9. **Ring Indicator** - Una vez que una llamada ha tomado lugar, la computadora reconoce por esta señal (enviada por el modem) que una llamada es detectada.

CONECTOR DE 25 PINES

1. **No utilizado**
2. **Transmit Data (Transmisor)**- La computadora envía información al modem.
3. **Receive Data (Receptor)**- La computadora recibe la información enviada por el modem.
4. **Request To Send (Solicitar para envio)**- La computadora le pregunta al modem si esta puede enviar información.
5. **Clear To Send** - El modem le dice a la computadora que ya le puede enviar información.
6. **Data Set Ready** - El Modem le dice a la computadora que esta listo para hablar.
7. **Signal Ground** - Este pin es aterrizado.



8. **Received Line Signal Detector** - Determina si el modem está conectado a una línea telefónica en funcionamiento.

9. – 20 **No utilizado**

20. **Data Terminal Ready** - La computadora le dice al modem que está lista para hablar.

21. **No utilizado**

22. **Ring Indicator** - Una vez que una llamada ha tomado lugar, la computadora reconoce por esta señal (enviada por el modem) que una llamada es detectada.

23. **No utilizado**

24. **No utilizado**

25. **No utilizado**

1.1.3. Esquema de las conexiones empleadas

Pin	DB9	DB25
1	CD	GND
2	RXD	TXD
3	TXD	RXD
4	DTR	RTS
5	GND	CTS
6	DSR	DSR
7	RTS	GND
8	CTS	CD
9	RI	N.C.
10	N.A.	N.C.
11	N.A.	N.C.
12	N.A.	N.C.
13	N.A.	N.C.
14	N.A.	N.C.
15	N.A.	N.C.
16	N.A.	N.C.
17	N.A.	N.C.
18	N.A.	N.C.
19	N.A.	N.C.
20	N.A.	DTR
21	N.A.	N.C.
22	N.A.	RI
23	N.A.	N.C.
24	N.A.	N.C.
25	N.A.	N.C.

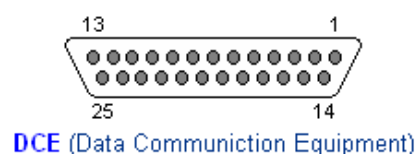
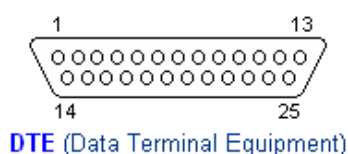
Las conexiones externas de los puertos serie del PC se han estandarizado en 2 tipos de conectores de 9 y 25 pines (DB9 y DB25), con el macho del lado del ordenador.

En la tabla de la izquierda se muestran los nombres las señales y la asignación de pines utilizada en el estándar para un DTE (se han resaltado las señales correspondientes a las ocho grandes, el nivel de referencia y a la protección).

Básicamente el DTE transmite por la patilla 2 y recibe por la 3. El significado de las flechas es el siguiente:

➡ señal originada en el DTE

⬅ señal originada en el DCE.





Pin	Nombre	RS232	Direc.	Descripción				
1	GND	n/a	—	Shield Ground (tierra de protección)				
2	TXD	BA	→	Transmit Data				
3	RXD	BB	←	Receive Data				
4	RTS	CA	→	Request to Send				
5	CTS	CB	←	Clear to Send				
6	DSR	CC	←	Data Set Ready				
7	GND	AB	—	System Ground (nivel de referencia)				
8	CD	CF	←	Carrier Detect				
9	-	-	-	RESERVADO				
10	-	-	-	RESERVADO				
11	STF		→	Select Transmit Channel				
12	S.CD	SCF	←	Secondary Carrier Detect				
13	S.CTS	SCB	←	Secondary Clear to Send				
14	S.TXD	SBA	→	Secondary Transmit Data				
15	TCK	DB	←	Transmission Signal Element Timing				
16	S.RXD	SBB	←	Secondary Receive Data				
17	RCK	DD	←	Receiver Signal Element Timing				
18	LL	LL	→	Local Loop Control				
19	S.RTS	SCA	→	Secondary Request to Send				
20	DTR	CD	→	Data Terminal Ready				
21	RL	RL	→	Remote Loop Control				
22	RI	CE	←	Ring Indicator				
23	DSR	CH	→	Data Signal Rate Selector				
24	XCK	DA	→	Transmit Signal Element Timing				
25	TI	TM	←	Test Indicator				

1.1.4. Tipos de Cables Nulos y pasos para la construcción de un cable nulo

Un cable null-modem pasa algunas señales, como “tierra”, normalmente, pero cambia otras señales. Por ejemplo, el pin “envío de datos” en un extremo va al pin “recepción de datos” en el otro.

Tipos de Cables Nulos

1. NULL MODEM de 3 hilos
2. NULL MODEM de 3 hilos con protocolo por hardware
3. NULL MODEM de 7 hilos con protocolo por hardware

NULL MODEM de 3 hilos: El cable Null-módem más básico que existe es el siguiente:



GND-----GND
RX-----TX
TX-----RX

NULL MODEM de 3 hilos con protocolo por hardware: Otro cable null-módem es el siguiente:

```
GND -----GND
RX-----TX
TX-----RX
RTS-----.          .-----RTS
                )          (
CTS-----'          `-----CTS
DSR-----.          .-----DSR
                )          (
DTR-----'          `-----DTR
```

Este emula el protocolo CTS/RTS y DSR/DTR por hardware, aunque sólo es eso, una emulación. Para controlar el flujo de datos se sigue recurriendo al protocolo software XON/XOFF.

NULL MODEM de 7 hilos con protocolo por hardware

GND ----- GND
RX----- TX
TX----- RX
RTS----- CTS
CTS----- RTS
DSR----- DTR
DTR----- DSR



Este cable usa el protocolo CTS/RTS para controlar el flujo por hardware e incluye las líneas DSR-DTR para saber si el terminal está conectado. Sigue funcionando si se usa protocolo por software.

Construcción física del cable

Las patillas físicas en los pines son las siguientes:

Signal	Patilla en DB9	Patilla en DB25
--------	----------------	-----------------

GND:	patilla 5	patilla 7
RX:	patilla 2	patilla 3
TX:	patilla 3	patilla 2
RTS:	patilla 7	patilla 4
CTS:	patilla 8	patilla 5
DSR:	patilla 6	patilla 6
DTR:	patilla 4	patilla 20

Localización física de las patillas en un DB9

Los conectores suelen llevar una chuleta numerando los pines en el plástico que rodea a los susodichos, ese plástico que a veces es azul, o a veces en negro o a veces es blanco. Vista desde el LADO DE FUERA DEL PC, que también concuerda con la vista desde la CARA DE LAS SOLDADURAS de un DB9 Hembra usado para construir el cable:

```

.------.
\ 1 2 3 4 5 /
\ 6 7 8 9 /
`-----'

```

Vista desde el lado de fuera de un DB9 Hembra usado para construir el cable:

```

.------.

```



\ 5 4 3 2 1 /
\ 9 8 7 6 /
'-----'

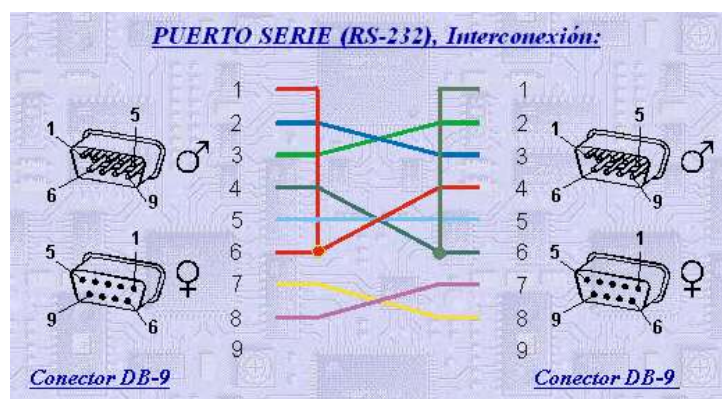
Localización física de las patillas de un DB25

Vista desde el exterior del PC, que también concuerda con la vista desde la cara de las soldaduras de un DB25 hembra usado para construir el cable:

\ 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 /
\ 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 /
'-----'

Vista desde el lado de fuera de un DB25 hembra usado para construir el cable:

\ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 /
\ 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 /
'-----'





Anexo C Practica Propuesta Pendulo

UNIVERSIDAD DE CUENCA
PRACTICAS DE LABORATORIO DE CONTROL

TEMA: ECUACIONES DE PRIMER Y SEGUNDO GRADO MODELACION
MATEMATICA DE UN PENDULO

OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA:

- 1) Aprender los pasos a seguir para obtener un modelo matemático de un sistema físico
- 2) Familiarizarse con la forma de obtener parámetros físicos de sistemas dinámicos



3) Contrastar las observaciones prácticas con lo presentado por un simulador

PROCEDIMIENTO DE PREPARACION:

- 1) Montaje del péndulo
- 2) Conexión de interface serial o USB
- 3) Verificación de software comunicación con la interface, selección del puerto de comunicaciones adecuado
- 4) Verificación de adquisición de datos desde canales analógicos

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

- 1) Colocar o suspender desde el punto pivote un péndulo simple de una longitud de 45 cm.
- 2) Iniciar el software de adquisición de datos, y proceder a realizar una prueba de toma de datos, pulsando en la tecla "XXXXXXX", de la pantalla; para lo cual puede seleccionar el canal uno del modulo, y variando el potenciómetro observar una señal variable de 0 a 5 voltios.
- 3) Realizar la medición de la masa del péndulo
- 4) Llevar manualmente la masa del péndulo, a una posición aproximada de 45 grados, proceder a soltarlo, en ese momento iniciar la captura de datos con el software de adquisición.
- 5) Observe las oscilaciones en la pantalla, y trate de establecer el tipo de oscilación (sobre, sub, o críticamente amortiguada). Puede realizar estas pruebas, cuantas veces crea necesario para una mejor observación.
- 6) Plantee el modelo matemático del péndulo simple utilizando las leyes de Newton. Para este punto, se deberá realizar una revisión bibliográfica de los conceptos básicos que se exponen en la teoría de las oscilaciones. Se aconseja modelar considerando el caso sin amortiguamiento y el caso con amortiguamiento



- 7) Una vez planteado el modelo, proceda a discutir la forma en la cual se podrían determinar los parámetros del modelo: Período, frecuencia, coeficiente de amortiguamiento, y demás que puedan ser necesarios.
- 8) Utilizando la gráfica en la pantalla, realice la medición del período y la frecuencia, y contrástelo con alguna otra forma de medición que pueda usted ejecutar sin la necesidad del equipo de adquisición de datos.
- 9) Repita el procedimiento de captura de datos, pero para una inclinación inicial de aproximadamente 30 grados, y realice de nuevo la medición del período de oscilación.
- 10) Pruebe con distintos ángulos máximos, y discuta sobre, la variación o constancia del período de oscilación.
- 11) Determine el período de oscilación en forma matemática, partiendo de un sistema sin amortiguamiento y compárelo con el período de oscilación medido. Explique las razones de las diferencias observadas.
- 12) Discuta sobre la forma de obtener el coeficiente de amortiguamiento, y las razones de su presencia en el sistema.
- 13) En base a los datos graficados en pantalla, trate de determinar el coeficiente de amortiguamiento del sistema.
- 14) Analice el efecto de la imprecisión del coeficiente gravitacional en el modelo matemático planteado.
- 15) Discuta sobre la forma en la cual se podría realizar la medición del coeficiente gravitacional. Para eso podría tomar en cuenta mediciones con diferentes longitudes del péndulo simple. Adicionalmente, tome en



cuenta las ecuaciones de ajuste del péndulo simple, a sabiendas, del modelo aproximado.

- 16) Acorde al punto anterior, determine el coeficiente gravitacional.
- 17) Con los parámetros obtenidos, plantee el modelo matemático del péndulo simple con amortiguamiento.
- 18) Realice el diagrama de bloques del sistema y especifique cada uno de sus componentes.