



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN**

**DESARROLLO DE MATERIALES AUDIOVISUALES COMO
REFUERZO DE LOS CONCEPTOS ESENCIALES DE LA
ASIGNATURA DE SISTEMAS DE CONTROL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA CARRERA INGENIERÍA
ELÉCTRICA ELECTRÓNICA EN LA MODALIDAD ACTIVIDAD
DE APOYO A LA DOCENCIA**

Que para obtener el título de:

INGENIERO ELÉCTRICO-ELECTRÓNICO

PRESENTA:

ABRAHAM DE LA CRUZ CAMACHO

ASESOR:

MTRO. ALEJANDRO ANDRÉS SERAPIO CARMONA

SINODALES:

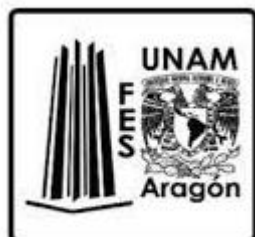
MTRO. JUAN GASTALDÍ PÉREZ

ING. ADRIÁN PAREDES ROMERO

DR. ISMAEL DÍAZ RANGEL

ING. FERNANDO XAVIER VÁZQUEZ MARTÍNEZ

Ciudad Nezahualcóyotl, Estado de México, 2023





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

Han pasado ya algunos años desde que comencé esta etapa de mi vida y hoy al ver tan cerca los resultados me siento inmensamente feliz, bendecido y sobre todo agradecido, quiero aprovechar este espacio para agradecer a todas aquellas personas que han estado conmigo a lo largo de este proceso que está a punto de concluir.

A mi padre Juan por su apoyo incondicional, por siempre atender a mis necesidades y enseñarme a no rendirme, a dar mi mejor esfuerzo, pero sobre todo a disfrutar de la vida y los pequeños momentos.

A mi madre Jeanette por su amor y cariño, por siempre estar abierta a hablar conmigo de cualquier cosa sin miedo a ser juzgado, por enseñarme a ser una buena persona, a tomar riesgos y a ser independiente, pero sobre todo por sus cuidados y atenciones.

A mis hermanas que son el motivo de muchos momentos de felicidad y siempre han estado a mi lado, acompañándome en los momentos más difíciles, dándome ánimos y siendo las primeras en celebrar muchas de mis victorias.

A mis tíos Claudia e Iván que con mucho cariño me han extendido su confianza y apoyo incondicional, además de ser un ejemplo para seguir tanto en mi vida personal como en mi vida profesional.

A todas aquellas personas que me han ayudado en esta etapa, compañeros que conocí a lo largo de esta etapa y hoy se han convertido en amigos, les agradezco pues todo su apoyo me ha permitido llegar hasta este punto y han sido parte de mi crecimiento como persona.

A todos los profesores que han sido parte de mi etapa universitaria, les agradezco por todos los conocimientos que me han transmitido y por todas las experiencias que viví junto a ellos.

A mis asesores, el Mtro. Alejandro Andrés Serapio Carmona y al Lic. Julio Carrillo Pérez por invertir su tiempo y esfuerzo, por darme las herramientas y los conocimientos que fueron esenciales en el desarrollo de este proyecto, y les agradezco por ser parte de esta increíble etapa.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, le agradezco por permitirme ser parte de la máxima casa de estudios, por todo el conocimiento que he adquirido a lo largo del tiempo, por los buenos momentos que he vivido, por las personas con las que compartí esta etapa y aquellas que seguirán siendo parte de mi vida.

Quiero dedicar este trabajo a toda mi familia, por su confianza, cariño, apoyo y por transmitirme todos aquellos valores que han sido base para que todo esto sea posible.

Contenido

Introducción	3
Objetivo general.....	4
Marco teórico general	4
Diseño	4
Estructura	5
Contraste	5
Color.....	6
Tipografías	7
Los doce principios de la animación	8
Herramientas	10
Organización del trabajo.....	12
Capítulo 1. Introducción a los sistemas de control.....	13
1.1 Objetivos	13
1.2 Marco Teórico.....	13
1.2.1 Sistemas de una entrada y una salida.....	13
1.2.2 Sistemas de múltiple entrada y múltiple salida	13
1.2.3 Los sistemas lineales.....	14
1.2.4 Sistemas de control de lazo abierto y de lazo cerrado.....	14
1.3 Descripción de escenas – Tema 1.1 Sistemas de una entrada y una salida.....	16
1.4 Descripción de escenas – Tema 1.2 Sistemas de múltiple entrada y múltiple salida	19
1.5 Descripción de escenas - Tema 1.3 Los sistemas lineales	21
1.6 Descripción de escenas - Tema 1.4 Sistemas de control de lazo abierto y de lazo cerrado	23
1.7 Conclusiones	25
Capítulo 2. Efectos de la retroalimentación.....	27
2.1 Objetivos	27
2.2 Marco Teórico.....	27
2.3 Descripción de escenas – Tema 1.5 Efectos de la retroalimentación	29
2.4 Conclusiones	33
Capítulo 3. Representación de sistemas mediante diagramas de bloques.....	34
3.1 Objetivos	34
3.2 Marco Teórico.....	34
3.3 Descripción de escenas – Tema 1.6 Representación de sistemas mediante diagramas de bloques.....	36
3.4 Conclusiones	41
Conclusiones generales.....	42
Referencias.....	44
Anexo	46

Introducción

“El control automático ha desempeñado un papel vital en el avance de la ingeniería y la ciencia. El control automático se ha convertido en una parte importante e integral en los sistemas de vehículos espaciales, en los sistemas robóticos, en los procesos modernos de fabricación y en cualquier operación industrial que requiera el control de temperatura, presión, humedad, flujo, etc. Es deseable que la mayoría de los ingenieros y científicos estén familiarizados con la teoría y la práctica del control automático.” (Ogata, Sistemas de control de lazo abierto, 2010).

Desde hace mucho tiempo el ser humano ha buscado simplificar sus tareas e incluso reducir el tiempo en el que se llevan a cabo, así como los peligros potenciales a la integridad de las personas. A lo largo del tiempo se han ideado muchas maneras para lograr el control de muchas actividades y ha dado como resultado un gran avance en tecnologías que son capaces de ser implementadas en muchas áreas, por ejemplo, en la industria, sistemas de fabricación modernos, sistemas que monitorean y controlan variables físicas como lo son la temperatura, presión, humedad, velocidad, fuerza, etc.

A partir del constante desarrollo nacen los sistemas de control, cuya tarea es obtener el control de la salida o respuesta de los mismos, esto se logra a través de etapas de control que ayudan a que se obtengan los resultados deseados, por ejemplo, un sistema que regula la temperatura de un horno industrial, el horno será considerado como el sistema, la salida es la temperatura deseada y la etapa de control son todos aquellos componentes en general que actúan juntos para regular la entrada de aire y combustibles para obtener una temperatura adecuada y constante.

En la Facultad de Estudios Superiores Aragón se imparte la asignatura de Sistemas de Control para la carrera de Ingeniería Eléctrica Electrónica, la cual está situada en el sexto semestre. A raíz de la pandemia, y de las clases en línea se observó un área de oportunidad, que es la generación de materiales audiovisuales que sirvan como una herramienta de apoyo para el refuerzo de los temas abordados en las asignaturas, pues de una manera visual se pueden obtener mejores resultados en cuanto a la comprensión de un tema. Debido a ello, se desarrollaron una serie de videos que mediante animaciones, ilustraciones y explicaciones brindan un refuerzo a los temas del primer capítulo del plan de estudios de la asignatura de Sistemas de Control, así servirán de apoyo para los estudiantes que se encuentren cursando o por cursar dicha asignatura. Esta área de desarrollo es conocida como “sistemas de control” y es muy importante que los jóvenes que se preparan para ser profesionales en las áreas de control, ingeniería y ciencias la conozcan, ya que los sistemas de control son los conocimientos que ayudaran a los futuros profesionistas a desarrollar y diseñar todas aquellas soluciones en el rubro del control y automatización de tareas.

Objetivo general

Desarrollo de materiales audiovisuales para dar apoyo académico a la asignatura Sistemas de Control de la carrera de Ingeniería Eléctrica Electrónica de la Facultad de Estudios Superiores Aragón en los siguientes temas:

Tema 1.1 Sistemas de una entrada y una salida, Tema 1.2 Sistemas de múltiple entrada y múltiple salida, Tema 1.3 Los sistemas lineales, Tema 1.4 Sistemas de control de lazo abierto y de lazo cerrado, Tema 1.5 Efectos de la retroalimentación y Tema 1.6 Representación de sistemas mediante diagramas de bloques.

Marco teórico general

El desarrollo de este proyecto está completamente enfocado en la creación de materiales audiovisuales, para cubrir las necesidades que son requeridas para el trabajo se realizaron investigaciones enfocadas al diseño y animación, la investigación fue utilizada para crear videos, con el objetivo de que el proyecto sea de calidad en su parte visual.

Diseño

“Muchos piensan en el diseño como en algún tipo de esfuerzo dedicado a embellecer la apariencia exterior de las cosas. Ciertamente, el solo embellecimiento es una parte del diseño, pero el diseño es mucho más que eso.

Miremos nuestro alrededor. El diseño no son adornos. La silla bien diseñada no solo posee una apariencia exterior agradable, sino que se mantiene firme sobre el piso y da un confort adecuado a quien se siente en ella. Además, debe ser segura y bastante duradera, puede ser producida a un coste comparativamente económico, puede ser embalada y despachada en forma adecuada y, desde luego, debe cumplir una función específica, sea para trabajar, para descansar, para comer o para otras actividades humanas.

El diseño es un proceso de creación visual con un propósito. A diferencia de la pintura y de la escultura, que son la realización de las visiones personales y los sueños de un artista, el diseño gráfico crea un lienzo que transmite al público un mensaje prefijado, por ejemplo, la imagen de un fresco que con solo verlo se te antoja un vaso del mismo.

En pocas palabras, un buen diseño es la mejor expresión visual de la esencia de <<algo>>, ya sea esto un mensaje o un producto. Para hacerlo fiel y eficazmente, el diseñador debe buscar la mejor forma posible para que ese <<algo>> sea conformado, fabricado, distribuido, usado y relacionado con su ambiente. Su creación no debe ser sólo estética sino también funcional, mientras refleja o guía el gusto de su época.” (Wong, 1. Introducción, 2021).

El diseño es todo aquel proceso creativo con el objetivo de crear un sinfín de cosas, entre ellas puede ser la creación de objetos como una mesa, un mueble o un conjunto de sofás, también puede ser la creación de contenido audiovisual como una imagen, un logo o un video.

Hablar de diseño es una forma de englobar varias herramientas y conocimientos para crear algo, ese algo debe ser atractivo, sí, pero también podemos hacer que el diseño vuelva algo más sencillo o complejo a un objeto o representación de “algo”, también puede hacer simétrico o asimétrico a ese “algo”, siempre y cuando ese “algo” atienda las necesidades por las que se está creando y tenga la capacidad por sí solo de transmitir un mensaje al espectador. Cuando hablamos de transmitir un mensaje hacemos referencia principalmente a que, si nosotros queremos presentar algo, debe ser reconocible y entendible sin mucho esfuerzo, por ejemplo, si nuestra intención es mostrar una televisión, es necesario diseñarlo a manera de que se entienda que es una televisión, sería algo ilógico mostrar algo diferente y de esta manera atendemos las necesidades del diseño.

Estructura

“Casi todos los diseños tienen una estructura. La estructura debe gobernar la posición de las formas en un diseño. ¿Por qué un grupo de módulos aparece dispuesto en fila, equidistantes uno del otro? ¿Por qué otro grupo de módulos sugiere un dibujo circular? La estructura es la disciplina que subyace bajo tales disposiciones.

La estructura, por regla general, impone un orden y predetermina las relaciones internas de las formas en un diseño. Podemos haber creado un diseño sin haber pensado conscientemente en la estructura, pero la estructura esta siempre presente cuando hay una organización.

La estructura puede ser formal, semiformal o informal. Puede ser activa o inactiva. También puede ser visible o invisible.” (Wong, 4. Estructura, 2021).

La estructura es una forma de darle un orden a un conjunto de cosas que están conviviendo en un mismo entorno o espacio. Existen varios tipos de estructuras, pero en general todas nos ayudan a mantener el orden y mantener el orden también significa tener un balance, tener un control, cuando se tiene un control de lo que presentamos obtenemos formas ordenadas que obedecen a nuestro criterio.

Contraste

“El contraste ocurre siempre, aunque su presencia pueda no ser advertida. Existe el contraste cuando una forma está rodeada de un espacio blanco. Hay un contraste cuando una línea recta se cruza con una curva. Lo hay cuando una forma es mucho mayor que otra. Lo hay cuando coexisten direcciones verticales y horizontales.

Experimentamos toda suerte de contrastes en nuestra vida cotidiana. El día contrasta con la noche; el pájaro que vuela contrasta con el cielo; una vieja silla contrasta con un moderno sofá.

El contraste llega mucho más allá de las oposiciones comúnmente reconocidas. Es muy flexible: puede ser suave o severo, difuso u obvio, simple o complejo. La forma A puede parecer contrastante con la B, pero cuando se introduce la C, las formas A y B pueden parecer más similares que contrastantes entre sí, y ambas pueden contrastar con la C en grados variados.

El contraste es sólo una clase de comparación, por la cual las diferencias se hacen claras. Dos formas pueden ser similares en algunos aspectos y diferentes en los otros. Sus diferencias quedan enfatizadas cuando hay un contraste. Una forma puede no parecer grande si es vista por sí sola, pero puede parecer gigantesca junto a formas vecinas diminutas.” (Wong, 9. Contraste, 2021).

Estamos acostumbrados a pensar que el contraste es solamente la forma en que un color es el opuesto a otro en el círculo cromático, por ejemplo, el rojo y el verde, sin embargo, el contraste es mucho más que colores contrarios. El contraste es la manera en que nosotros identificamos que algo es diferente a otra cosa, en otras palabras, el contraste es una forma de identificar cuando hay cosas que son opuestas conviviendo en un mismo lugar. Estas diferencias pueden ser muy sutiles y otras pueden ser muy evidentes, todo va a depender también del contexto en el que se estén, por ejemplo, un objeto pequeño y uno grande es un contraste, el invierno y el verano son un contraste, la luna y el sol son un contraste, y existen más ejemplos. La existencia de contrastes en una animación o diseño es una forma de hacer más rico el contenido, también es una forma de hacer más dinámico lo que se quiere presentar y en algunos casos, ser muy específico, como cuando queremos mostrar que algo es evidentemente muy diferente a otra cosa.

Color

“Conocemos muchos más sentimientos que colores. Por eso, cada color puede producir muchos efectos distintos, a menudo contradictorios. Un mismo color actúa en cada ocasión de manera diferente. El mismo rojo puede resultar erótico o brutal, inoportuno o noble. Un amarillo, radiante o hiriente. ¿A qué se deben tan particulares efectos? Ningún color aparece aislado; cada color está rodeado de otros colores. En un efecto intervienen varios colores – un acorde de colores.

Un acorde cromático se compone de aquellos colores más frecuentemente asociados a un efecto particular. Los resultados de nuestra investigación ponen de manifiesto que colores iguales se relacionan siempre con sentimientos e impresiones semejantes. Por ejemplo, a la algarabía y a la animación se asocian los mismos colores que a la actividad y la energía. A la fidelidad, los mismos colores que a la confianza. Un acorde cromático no es ninguna combinación accidental de colores, sino un todo inconfundible. Tan importantes como los colores aislados más nombrados son los colores asociados. El rojo con el amarillo y el naranja produce un efecto diferente al del rojo combinado con el negro o el violeta; el efecto del verde con el negro no es el mismo que el verde con el azul. El acorde cromático determina el efecto del color principal.” (Heller, 2022).

Los colores y su significado es una de las tareas más complicadas a la hora de presentar algo, pues existen una gran variedad de colores y cada uno tiene significados muy diferentes. Se vuelve una tarea a un más complicada cuando hablamos de combinar colores pues por lo regular un color por separado tiene un significado, pero combinar colores puede darnos resultados incluso contrarios.

Elegir el color adecuado para un proyecto puede ser una de las partes más importantes, pues esta va a definir como será recibido por el espectador, afortunadamente, existen muchos estudios que nos pueden auxiliar para hacer una elección correcta.

Tipografías

“Al conducir, necesita saber de un vistazo si una señal es oficial y debe reaccionar rápidamente, o si es simplemente un anuncio que puede leer en su tiempo libre (o elegir ignorar). Las señales de tráfico oficiales se ajustan a un conjunto establecido de convenciones visuales. Utilizan tipos claros y neutrales que son muy legibles y, por lo general, en un estilo Sans Serif porque en las pruebas han demostrado ser los más legibles a distancia.” (Hyndman, Fonts keep you safe, 2016).

“Hay reglas para la tipografía, que se pueden encontrar en muchos libros y biografías sobre el tema. Encima la página son algunos de los más importantes.

1. El tamaño de punto ideal para el cuerpo del texto es entre 8,5-12 puntos (impresión) o 15-25 píxeles (web).
2. La longitud de la línea debe ser un máximo de alrededor 80 caracteres (incluyendo espacios); si tus líneas son más largas entonces considere más columnas.
3. Compra buenas tipografías para trabajos profesionales. No use los gratuitos ya que obtiene lo que paga.
4. El texto del cuerpo puede ser difícil de leer cuando está centrado o justificado.
5. Utilice mayúsculas con moderación: es menos legible y parece que estás GRITANDO.
6. La combinación de varios tipos de letra de pantalla puede parecer como si estuvieras organizando una fiesta de disfraces.
7. Texto pálido invertido sobre un fondo oscuro puede llenarse cuando se imprime y puede ser difícil de leer.
8. Nunca estire ni comprima artificialmente el tipo; elija una fuente extendida o condensada.
9. Tenga cuidado con el kerning incorrecto (el espacio entre letras). Esto puede parecer poco profesional y se sabe que crea palabrotas inesperadas.” (Hyndman, Type is functional, 2016).

La tipografía es un apartado muy importante cuando hacemos contenido que va enfocado a la educación, pues una parte del conocimiento que queremos mostrar es necesario presentarlo por medio de texto. Existen algunas reglas de cómo utilizar las tipografías de manera adecuada, entre las reglas se destaca el uso de un tamaño adecuado, la longitud de línea y el uso de las mayúsculas.

Otro punto muy importante es el uso de tipografías de tipo Sans Serif, pues estas son más legibles desde lejos, además, por cómo están hechas reducen mucho la distracción del espectador y esto es muy importante en el desarrollo de videos educativos, tratar de retener la atención del espectador.

Los doce principios de la animación

“Los llamados «doce principios básicos de la animación» fueron presentados en 1981 por los animadores Ollie Johnston y Frank Thomas de Walt Disney Animation Studio en su libro *The Illusion of Life: Disney Animation* basándose en el trabajo de los animadores de Disney desde 1930 en adelante.

Muchos animadores llaman a este libro la «biblia de la animación» y en 1999 fue votado como el mejor de los libros de animación de todos los tiempos.

El objetivo de documentar estos principios fue crear guías para producir animaciones más realistas y que las animaciones se apegaran un poco más a las leyes básicas de la física, aunque también se tratan temas más abstractos, como la sincronización emocional y el atractivo de un personaje.

Aunque los 12 principios originalmente fueron desarrollados para usarse en animación tradicional, estos también pueden utilizarse como guías en diseño interactivo para la creación de transiciones y micro interacciones en productos digitales:

1. Estirar y encoger

El principio de estirar y encoger agrega a una animación la idea de peso y flexibilidad. Puede ser aplicado a objetos simples, como un círculo rebotando o algo más complejo como tarjeta o una pantalla completa. Lo más importante de este principio es que el volumen del objeto no cambia cuando se estira o se encoge.

2. Anticipación

La anticipación se usa para preparar al observador para una acción y que la animación se sienta más realista. Esta técnica también se utiliza en momentos en que va a ocurrir un evento importante para preparar al observador y que este preste atención a lo que está a punto de suceder.

3. Puesta en escena

Este principio está basado en lo que en teatro y en cine se conoce como «puesta en escena». El propósito es dirigir la atención del observador y definir qué es lo más importante en su campo de visión. Esto puede hacerse de diferentes maneras, como colocar lo que queremos que el usuario centre su atención dentro del cuadro, usando luces y sombra, o la perspectiva del punto de visión del observador.

Lo importante es mantener la atención del observador en lo que es relevante, evitando los detalles innecesarios. En diseño interactivo, la definición de affordances es parte de la puesta en escena.

4. Animación directa y pose a pose

Estas son dos aproximaciones distintas al proceso de crear una animación: la animación directa significa dibujar directamente una escena cuadro por cuadro de principio a fin. La

animación directa crea una ilusión de fluidez y dinamismo en el movimiento y es mejor para producir secuencias realistas, aunque en esta técnica es más difícil mantener proporciones y perspectivas precisas.

La animación pose a pose implica empezar el proceso de animación dibujando los cuadros clave y posteriormente llenando los espacios (algo que los diseñadores familiarizados con Adobe Flash conocen como tweening). Por lo general, se usa una combinación de ambas técnicas para mejores resultados.

5. Acciones complementarias y superpuestas

Las acciones complementarias y las superpuestas son técnicas de animación que se relacionan estrechamente, ya que ambas ayudan a que el movimiento sea más realista y dé la ilusión de que un objeto se mueve respetando el principio físico de la inercia:

- La acción complementaria significa que las piezas desvinculadas del objeto deben continuar su movimiento incluso después de que el objeto dejó de moverse, y deben mostrar el movimiento de amortiguación.
- La acción superpuesta se aplica cuando las partes de un objeto se mueven en diferentes rangos o momentos según su relación con el objeto principal y a la velocidad en que éste se mueva.

6. Acelerar y desacelerar

En el mundo real ningún objeto pasa del reposo absoluto al movimiento continuo en un paso: todos los objetos necesitan tiempo para acelerar o disminuir su velocidad. En animación, los objetos se mueven más despacio al principio y más lentamente al final de una acción, para crear un efecto de arranque y frenado que haga la animación más realista.

7. Arcos

Casi nada en el mundo real se mueve en línea recta, y tampoco en la animación. La de los objetos, incluyendo seres vivos y personas se mueven en caminos circulares llamados arcos.

Los arcos operan a lo largo de una trayectoria curva que agrega la ilusión de vida a un objeto animado en acción. Sin arcos, las animaciones se sienten rígidas y mecánicas.

8. Acción secundaria

Agregar movimientos adicionales a la acción principal le agrega más vida y la enfatiza en lugar de desviar la atención de ellas. Las acciones secundarias funcionan mejor si se agregan al principio y al final del movimiento principal.

9. Sincronización

La sincronización en animación se refiere a los momentos (o tiempos) en que ocurre algo en ella. El éxito de una animación depende de cómo se represente el paso del tiempo, ya que una buena sincronización le agrega ritmo y emoción.

En ocasiones es bueno agregar un sonido incidental temprano, ya que el oído está más en sintonía con las sutilezas de la sincronización que el ojo.

10. Exageración

En animación, a veces más es mejor. La exageración presenta las características y acciones de un objeto de una manera extrema para obtener un efecto cómico o dramático. Esto puede incluir distorsiones en la forma del objeto o en su movimiento.

La exageración es un excelente recurso para aumentar el atractivo emocional de la animación y mejorar su narrativa.

11. Dibujo sólido

El principio de dibujo sólido significa representar formas de manera tridimensional dando la ilusión de volumen y peso en una pantalla plana.

Para lograrlo es necesario comprender y aplicar correctamente conceptos básicos de perspectiva, volumen, peso, equilibrio, iluminación, etc. en referencia de la experiencia del observador en el mundo real.

12. Atractivo

Las personas recuerdan a los personajes que sienten reales, interesantes y atractivos. Los objetos y personajes animados deben ser agradables a la vista y tener un aspecto placentero. El atractivo en un objeto animado es lo que en los actores humanos se llama carisma.

El atractivo en la animación puede ser difícil de cuantificar porque cada persona tiene una idea y expectativas diferentes sobre lo que consideran atractivo, y esta percepción también cambia entre culturas y con el paso del tiempo.” (Angulo S, 2019).

Como su nombre lo indica, son los recursos elementales a los que podemos recurrir cuando estamos animando algún objeto. Estos recursos nos ayudan a que la animación sea más dinámica en cuanto a los movimientos y a las transiciones.

Cada principio tiene su propósito a la hora de animar, pues existen varios casos, por ejemplo, si queremos animar cuando cae una pelota podemos recurrir al principio 1 estirar y encoger, esto provocara que la pelota se estire cuando toque el suelo y se encoja para después volver a su tamaño normal, hacer esto da más valor a nuestra animación y a su vez la vuelve más atractiva.

Herramientas

Adobe Photoshop

“Es un programa que se utiliza para la edición, a nivel profesional, de imágenes y archivos, composición de diseños digitales, edición de fotos e incluso para diseño de páginas web, aplicaciones y programas. Permite realizar desde pintura digital hasta animación y diseño gráfico. También incluye herramientas para editar fácilmente y de manera rápida imágenes

en 3D, vídeos y mucho más, aunque generalmente se utiliza para fotografía y edición. Es muy empleada en moda, revistas, publicidad, cartelería, diseño gráfico, marketing e imagen de marca, etc.” (Esdima, 2018).

Adobe Illustrator

“Es un programa similar a Photoshop en cuanto a interfaz y utilización de las herramientas, aunque muy diferente. En este caso no trabajaremos con imágenes o vídeos, sino con gráficos vectoriales e ilustraciones de ámbito personal. Es un programa más centrado en el entorno de las empresas y diseñadores gráficos, no tanto en el del público en general o los usuarios no profesionales, aunque estos también pueden beneficiarse de sus ventajas una vez aprendan a utilizar el programa y lo dominen.

Permite la creación de logotipos, iconos, ilustraciones para libros, paquetes de productos y afiches. Gracias a la integración con la nube puede usarse en el escritorio o dispositivos móviles como iPad.” (Esdima, 2018).

Adobe Premiere Pro

“Es un programa creado con el fin de ayudar y ser la herramienta ideal para la edición y creación de archivos multimedia. Todo tipo de vídeos, películas, cortos, anuncios y demás archivos o proyectos pueden ser trabajados con Adobe Premiere Pro. Muy utilizado en la industria profesional para producciones cinematográficas, televisivas y pequeños proyectos cuyo destino final es la web o plataformas digitales y aplicaciones. Incluso viene dotado de herramientas de inteligencia artificial, que, por ejemplo, permiten detectar escenas editadas e identificar los puntos de edición originales de manera automática.” (Esdima, 2018).

Adobe After Effects

“Este es un programa dedicado a la creación de gráficos animados y efectos visuales. Es la mejor aliada de la aplicación Adobe Premier, pues te ayudará a llevar más lejos tus proyectos audiovisuales. Es muy buena para la introducción de efectos especiales y la edición especializada de estos elementos. Al igual que la anterior, se utiliza para películas, televisión, vídeos y páginas web.” (Esdima, 2018).

Organización del trabajo

La elaboración de este proyecto se planifico abarcar los primeros 6 subtemas del temario de la asignatura Sistemas de Control de la carrera Ingeniería Eléctrica Electrónica de la Facultad de Estudios Superiores Aragón, estos subtemas fueron abordados en 3 videos que fueron desarrollados a lo largo de este trabajo, por lo que la organización del trabajo consta de 3 partes.

Cada parte del proyecto ha sido denominada como capitulo y estos pueden contener más de un subtema, por lo tanto, el trabajo se organizó de la siguiente manera:

Capítulo 1. Sirve como introducción a los sistemas de control, se muestra y explica de manera verbal y visual las definiciones esenciales. Es necesario señalar que este capítulo está dividido en 4 partes, pues son presentados 4 subtemas y corresponden a los sistemas de control de una entrada y una salida, los sistemas de control de múltiple entrada y salida, los sistemas lineales y los sistemas de lazo abierto y lazo cerrado, cada uno abarcando sus respectivas definiciones y con ejemplos gráficos.

Capítulo 2. En este capítulo se profundiza la explicación de los sistemas de lazo abierto y lazo cerrado, proporcionando al espectador definiciones más detalladas, además, se hacen comparaciones entre los dos tipos de sistemas para explicar los 3 efectos que existen cuando el sistema es retroalimentado.

Capítulo 3. Presentamos un ejemplo de un sistema, se muestra paso a paso como se puede obtener la función de transferencia y se muestra la representación gráfica de la misma. Es importante hacer la observación de que en este se dan algunas definiciones que deben conocerse para comprender mejor el ejemplo.

La modalidad de titulación solicita un trabajo escrito que fue desarrollado para documentar el proceso de elaboración de los objetos de aprendizaje, pues los videos son la actividad fundamental y estos son el resultado de mucho trabajo, planeación y aprendizaje. Por esta razón el presente documento es un complemento a todo el trabajo realizado y nos ayuda a conocer el panorama general del desarrollo y contenido de cada objeto de aprendizaje.

Por último, es importante mencionar que los videos ya se encuentran disponibles en el sitio oficial de objetos de aprendizaje de la carrera de Ingeniería Eléctrica Electrónica en la plataforma YouTube, específicamente en la lista de reproducción denominada “Sistemas de control”¹ para que puedan ser consultados en cualquier momento.

¹ https://youtube.com/playlist?list=PL-mt_nQM5yqjHJyJpdl2vDz09rIjfHVX&si=7GLhdgRDwxibFRGg

Capítulo 1. Introducción a los sistemas de control

Este objeto de aprendizaje es un material audiovisual creado para dar apoyo académico a la materia de Sistemas de Control de la carrera de Ingeniería Eléctrica Electrónica de la Facultad de Estudios Superiores Aragón en el Tema 1.1 Sistemas de una entrada y una salida, Tema 1.2 Sistemas de múltiple entrada y múltiple salida, Tema 1.3 Los sistemas lineales y Tema 1.4 Sistemas de control de lazo abierto y de lazo cerrado.

1.1 Objetivo

- Mostrar los conceptos esenciales relacionados con los sistemas de control.

1.2 Marco Teórico

1.2.1 Sistemas de una entrada y una salida

“El término sistema se emplea para describir un conjunto de componentes que interactúan, alrededor de los cuales se dibuja una frontera imaginaria de modo que sólo es de interés la interacción entre la entrada o entradas y su salida o salidas, sin la necesidad de estudiar en detalle las interacciones entre los componentes que lo forman.” (Bolton, Sistemas, 2001).

“En su forma más sencilla, un sistema de control produce una salida o respuesta para una entrada o estímulo dado.” (Nise, 2004).

Si tomamos en cuenta que a un sistema lo definimos como un conjunto de subprocesos y componentes que interactúan del cual solo nos interesan la relación entre sus entradas y salidas, podemos encontrar que en su forma más simple solamente tendremos una entrada, una salida y la interacción con el sistema.

Por lo tanto, un sistema de control de una entrada y una salida es la forma más simple, donde solamente encontraremos una entrada o estímulo y su respectiva respuesta o salida.

1.2.2 Sistemas de múltiple entrada y múltiple salida

“Según el número de entradas y salidas del sistema, se definen por su comportamiento.

De una entrada y una salida o SISO, que quiere decir: single input, single output.

También de una entrada y muchas salidas o SIMO, que significa: múltiple input, single output.

De múltiples entradas y múltiples salidas o MIMO: múltiple input, múltiple output” (Vidabytes, 2021).

Si utilizamos las definiciones anteriores podemos hacer la siguiente observación:

Un sistema de múltiple entrada y múltiple salida es una forma más compleja, donde encontraremos múltiples entradas o estímulos, una etapa de subprocesos y múltiples salidas o respuestas.

1.2.3 Los sistemas lineales

“Estrictamente hablando, los sistemas lineales no existen en la práctica, ya que todos los sistemas físicos son no lineales en algún grado. La mayoría de los sistemas de la vida real tienen características no lineales. Los sistemas de control realimentados son modelos ideales fabricados por el analista para simplificar el análisis y diseño” (Perez, Perez Hidalgo, & Perez Berenguer, 2008).

Sistema lineal

“Matemáticamente, hablando los sistemas lineales son aquellos sistemas que están representado por ecuaciones diferenciales lineales” (Perez, Perez Hidalgo, & Perez Berenguer, 2008).

Sistema no lineal

“Los sistemas no lineales son todos los demás, regidos por ecuaciones no lineales, por ejemplo, ecuaciones diferenciales con coeficientes que son función de la variable dependiente, ecuaciones diferenciales parciales, multiplicación entre variables, funciones senoidales con argumentos en función de la variable dependiente, o cualquier otro tipo de ecuación funcional” (Perez, Perez Hidalgo, & Perez Berenguer, 2008).

Basándonos en las definiciones anteriores hacemos las siguientes observaciones:

Hablando de forma general, es muy difícil que los fenómenos y sistemas físicos se puedan representar por medio de ecuaciones diferenciales lineales, esto se debe a que por lo regular los fenómenos físicos dependen de muchos factores externos y esto principalmente es lo que complica su estudio. Tomando en cuenta las dificultades de estudiar solamente un fenómeno físico es claro que al estudiar un sistema este resulte muy complejo, esto se debe a la naturaleza de un sistema pues si recordamos la definición de un sistema este es un conjunto de procesos y componentes del cual podemos reconocer una entrada y salida.

Por lo que al estudiar este tipo de sistemas se intenta realizar diseños y modelos en condiciones ideales, al estudiarlo de esta manera se reducen significativamente los factores externos, esto nos da como resultado la posibilidad de representar estos procesos con ecuaciones diferenciales lineales y a su vez simplificar el análisis.

1.2.4 Sistemas de control de lazo abierto y de lazo cerrado

Sistema de lazo abierto

“Los sistemas en los cuales la salida no tiene efecto sobre la acción de control se denominan sistemas de control en lazo abierto. En otras palabras, en un sistema de control en lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada.” (Ogata, Sistemas de control de lazo abierto, 2010).

“En cualquier sistema de control en lazo abierto, la salida no se compara con la entrada de referencia. Así, a cada entrada de referencia le corresponde una condición de operación fija; como resultado de ello, la precisión del sistema depende de la calibración. Ante la presencia de perturbaciones, un sistema de control en lazo abierto no realiza la tarea deseada. En la práctica, el control en lazo abierto sólo se usa si se conoce la relación entre la entrada y la salida y si no hay perturbaciones internas ni externas. Es evidente que estos sistemas no son de control realimentado.” (Ogata, Sistemas de control de lazo abierto, 2010).

Partiendo de las definiciones anteriores, un sistema de lazo abierto es aquel que no depende de la retroalimentación, pues su funcionamiento se basa en condiciones de operación fijas, el no depender de una señal de comparación da como resultado un funcionamiento continuo y sin modificaciones. Es por esto que estos sistemas están reservados para tareas específicas en donde no se necesiten modificaciones en su funcionamiento,

Sistema de lazo cerrado

“Los sistemas de control realimentados se denominan también sistemas de control en lazo cerrado. En la práctica, los términos control realimentado y control en lazo cerrado se usan indistintamente. En un sistema de control en lazo cerrado, se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación (que puede ser la propia señal de salida o una función de la señal de salida y sus derivadas y/o integrales), con el fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor deseado. El término control en lazo cerrado siempre implica el uso de una acción de control realimentado para reducir el error del sistema.” (Ogata, Sistemas de control de lazo cerrado, 2010).

Los sistemas de lazo cerrado son aquellos que, si dependen de la retroalimentación para su funcionamiento, esto quiere decir que estos sistemas van a necesitar una constante comparación de la salida respecto a la entrada, solamente así se obtendrán los valores deseados.

1.3 Descripción de escenas – Tema 1.1 Sistemas de una entrada y una salida

Escena 1 (figura 1.1). Es presentado el título del primer tema que será abordado durante el objeto de aprendizaje.

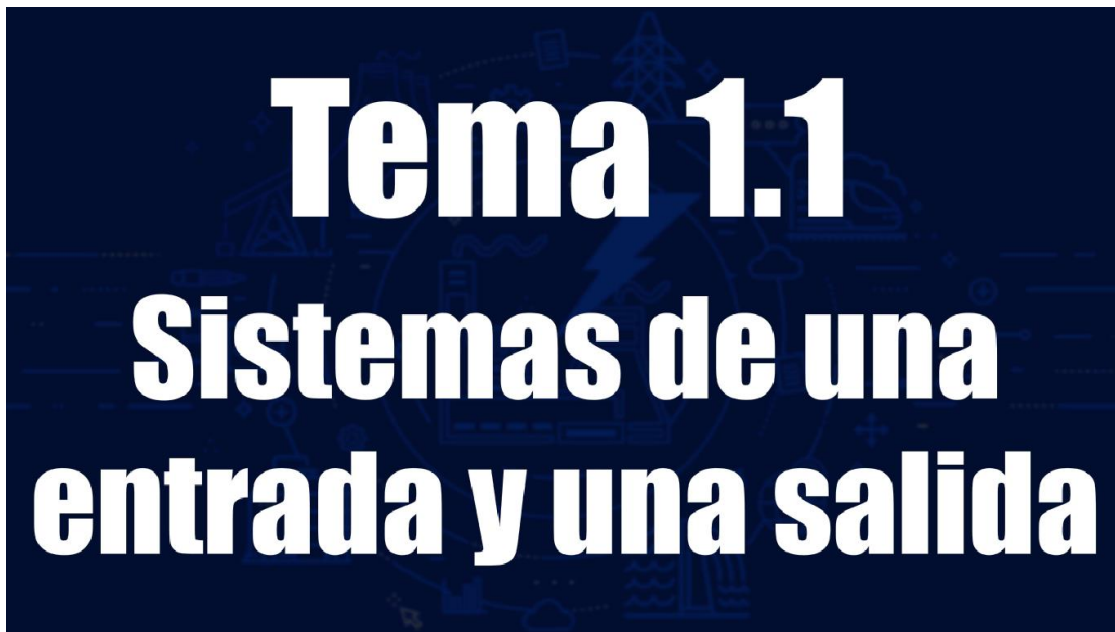


Figura 1.1 Escena 1 del tema 1.1

Escena 2 (figura 1.2). Comenzamos el tema 1.1 presentando una breve definición de la palabra control, acompañado con recursos visuales.



Figura 1.2 Escena 2 del tema 1.1

Escena 3 (figura 1.3). Mencionamos la definición de lo que es un sistema y hacemos énfasis en las palabras “Acción” y “Función”, también presentamos una imagen que está relacionada con la definición.



Figura 1.3 Escena 3 del tema 1.1

Escena 4 (figura 1.4). Se explica que es un sistema de control y hacemos énfasis en las palabras “Entrada” y “Respuesta” ya que son parte de la explicación y sirven de apoyo visual para una mayor comprensión de lo que se está explicando.



Figura 1.4 Escena 4 del tema 1.1

Escena 5 (figura 1.5). Compartimos un ejemplo visual de lo que es un sistema de una entrada y una salida, de esta forma reforzamos la definición teórica acompañada de un evento cotidiano.



Figura 1.5 Escena 5 del tema 1.1

1.4 Descripción de escenas – Tema 1.2 Sistemas de múltiple entrada y múltiple salida

Escena 1 (figura 1.6). Continuamos el objeto de aprendizaje abordando el siguiente tema, el cual es mencionado y presentado en pantalla.



Figura 1.6 Escena 1 de tema 1.2

Escena 2 (figura 1.7). Se presenta una breve definición de los sistemas de múltiples entradas y salidas, además hacemos énfasis en las palabras “Entradas” y “Respuestas” junto a una figura representativa para reforzar la definición de manera visual.

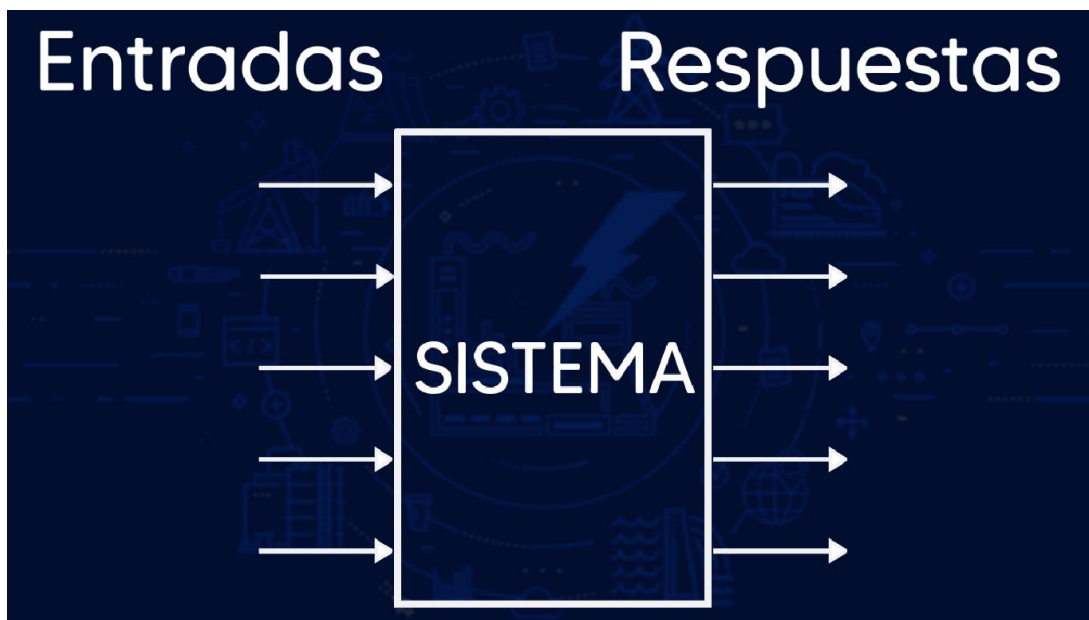


Figura 1.7 Escena 2 del tema 1.2

Escena 3 (figura 1.8). Para complementar la definición anterior son compartidos algunos ejemplos de sistemas con múltiples entradas y salidas, nuevamente, haciendo referencia a objetos que se utilizan cotidianamente, para que el espectador pueda relacionar las definiciones con su entorno.



Figura 1.8 Escena 3 del tema 1.2

1.5 Descripción de escenas - Tema 1.3 Los sistemas lineales

Escena 1 (figura 1.9). Continuamos con el objeto de aprendizaje haciendo la presentación del tema 1.3.

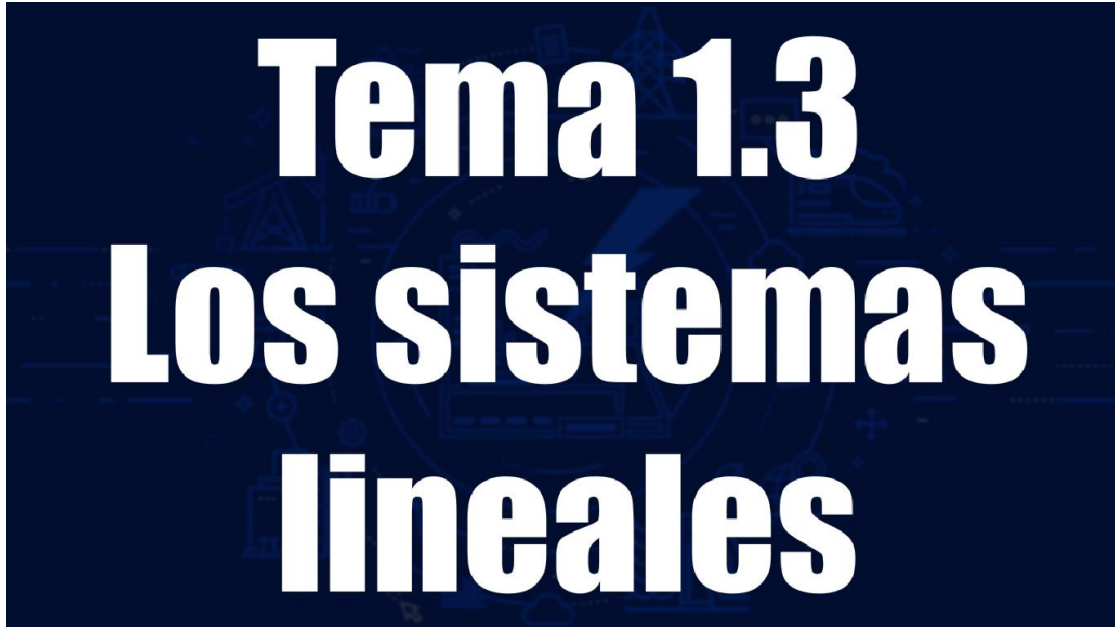


Figura 1.9 Escena 1 del tema 1.3

Escena 2 (figura 1.10). Mostramos en pantalla una ilustración y texto que nos van a apoyar en la explicación de lo que es un sistema de control lineal.



Figura 1.10 Escena 2 del tema 1.3

Escena 3 (figura 1.11). Continuando con el formato anterior, mostramos una imagen y texto que nos apoyan con la explicación de lo que es un sistema no lineal.

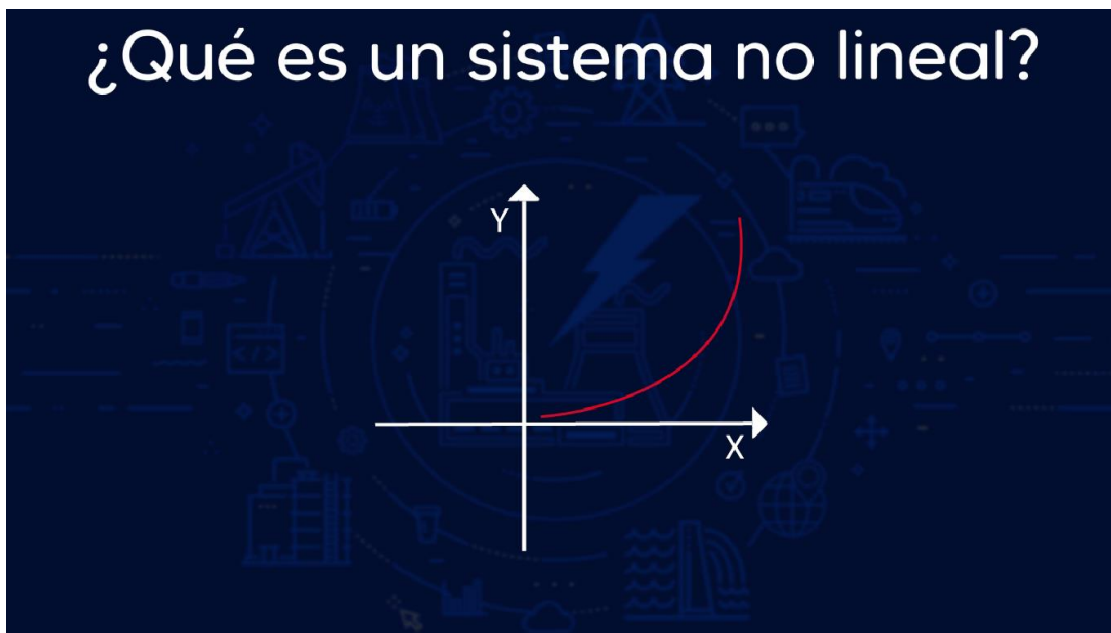


Figura 1.11 Escena 3 del tema 1.3

Escena 4 (figura 1.12). Presentamos en pantalla un ejemplo de ecuación lineal y ecuación no lineal.

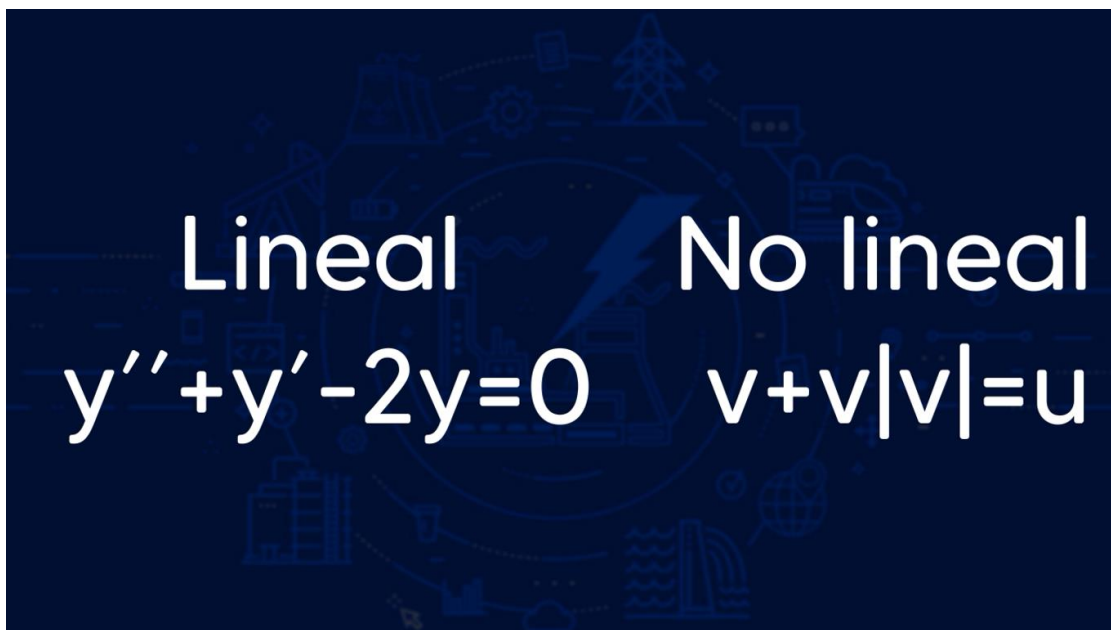


Figura 1.12 Escena 4 del tema 1.3

1.6 Descripción de escenas - Tema 1.4 Sistemas de control de lazo abierto y de lazo cerrado

Escena 1 (figura 1.13). Presentamos el título del último tema abordado en este primer objeto de aprendizaje.

Tema 1.4 Sistemas de control de lazo abierto y de lazo cerrado

Figura 1.13 Escena 1 del tema 1.4

Escena 2 (figura 1.14). Se da una breve definición de un sistema de control de lazo abierto que es acompañado de un diagrama de bloques.



Figura 1.14 Escena 2 del tema 1.4

Escena 3 (figura 1.15). Se expone un ejemplo de un sistema de control de lazo abierto, con el que se explica más a detalle cómo funciona un sistema con dichas características.



Figura 1.15 Escena 3 del tema 1.4

Escena 4 (figura 1.16). Mostramos un diagrama de bloques acompañado de la definición de un sistema de control de lazo cerrado.



Figura 1.16 Escena 4 del tema 1.4

Escena 5 (figura 1.17). Al igual que en la definición anterior, es mostrado en pantalla un ejemplo de un sistema de control de lazo cerrado, complementando la definición con un recurso visual.

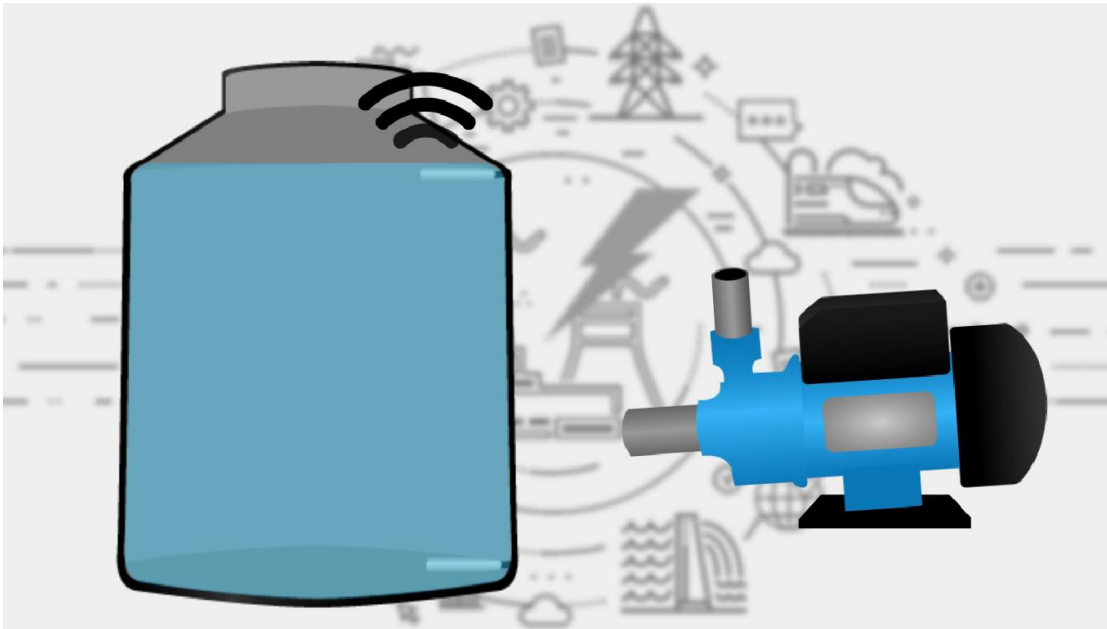


Figura 1.17 Escena 5

1.7 Conclusiones

El objetivo principal de este material audiovisual es mostrar los conceptos esenciales de los subtemas que forman parte del tema 1 de la asignatura Sistemas de Control, para que esto fuese posible se realizaron varias actividades que describiré a continuación:

Se abordaron los conceptos más relevantes de cada subtema dentro del tema 1, esto quiere decir que se realizó una investigación y análisis del contenido del temario, posterior a la investigación se fueron simplificando los subtemas hasta encontrar el concepto más relevante, de esta manera se presenta lo más esencial.

Se brindaron explicaciones cortas y objetivas, con ayuda de lo mencionado anteriormente, lo que se va presentando en el proyecto es corto pero rico en contenido teórico.

Se abordaron explicaciones con ejemplos audiovisuales, los ejemplos que se han presentado son en su mayoría elementos de actividades cotidianas, por lo tanto, el espectador pueda relacionar las definiciones con aquellos elementos. Además, se ha aprovechado el formato del proyecto para que los elementos tengan movimiento y sonido.

Los elementos visuales que son presentados durante el proyecto fueron completamente diseñados por mí y fueron implementados varios programas de diseño y animación para lograr el resultado final.

Se realizaron investigaciones de diseño básico para lograr que el proyecto sea de calidad, aquí se cuidaron los siguientes puntos de diseño:

El equilibrio de lo que se presenta en pantalla, con equilibrio se hace referencia a que todo lo que se presenta en pantalla es distribuido correctamente, evitando saturar algún punto de la pantalla con mucho contenido, ya sean ilustraciones, animaciones o textos.

La correcta implementación del color, la elección del color va a depender del elemento presentado, pues dependiendo el color del fondo fueron elegidos colores con alto contraste para los textos y el color de las ilustraciones también fue elegido para que hiciera contraste con el fondo.

Se eligieron fuentes de texto adecuadas para el objeto de aprendizaje, parte de la investigación respecto al diseño fue el uso de las tipografías del texto, es importante su uso ya que con el texto transmitimos una buena cantidad de información, por lo tanto, debe ser una fuente de texto legible, de tamaño adecuado y que el color haga contraste con el fondo.

Es por esto que el objetivo del objeto de aprendizaje se cumple, ya que se presentan los conceptos esenciales de la asignatura, pero también se realizó un excelente desarrollo del proyecto tanto en su parte teórica como en su parte de diseño y todo esto en conjunto nos da como resultado un proyecto de calidad.

El video que fue descrito en este capítulo se encuentra disponible como “Introducción a los sistemas de control”² en YouTube, el recurso se puede consultar en cualquier momento y por cualquier persona ya que es público.

² <https://youtu.be/tKR3M49le-A?si=df2pGfaHV674rApt>

Capítulo 2. Efectos de la retroalimentación

Este objeto de aprendizaje es un material audiovisual creado para dar apoyo académico a la materia de Sistemas de Control de la carrera de Ingeniería Eléctrica Electrónica de la Facultad de Estudios Superiores Aragón en el Tema 1.5 Efectos de la retroalimentación.

2.1 Objetivos

- Complementar los conocimientos esenciales de los sistemas de control.
- Mostrar los efectos que existen en un sistema con retroalimentación.

2.2 Marco Teórico

“En ciertas circunstancias (por ejemplo, si no hay perturbaciones o la salida es difícil de medir) pueden ser deseables los sistemas de control en lazo abierto. Por tanto, es conveniente resumir las ventajas y desventajas de utilizar sistemas de control en lazo abierto. Las ventajas fundamentales de los sistemas de control en lazo abierto son las siguientes:

1. Construcción simple y facilidad de mantenimiento.
2. Menos costosos que el correspondiente sistema en lazo cerrado.
3. No hay problemas de estabilidad.
4. Convenientes cuando la salida es difícil de medir o cuando medir la salida de manera precisa no es económicamente viable. (Por ejemplo, en el caso de la lavadora, sería bastante costoso proporcionar un dispositivo para medir la calidad de la salida de la lavadora, es decir, la limpieza de la ropa lavada.)” (Ogata, Sistemas de control en lazo cerrado en comparación con sistemas en lazo abierto, 2010).

“Las ventajas de tener una trayectoria de realimentación y, por lo tanto, un sistema en lazo cerrado en lugar de un sistema en lazo abierto se pueden resumir de la manera siguiente:

1. Más exacto en la igualación de los valores real y requerido para la variable.
2. Menos sensible a las perturbaciones.
3. Menos sensible a cambios en las características de los componentes.
4. La velocidad de la respuesta se incrementa y, por lo tanto, el ancho de banda es mayor, es decir, el intervalo de frecuencias en los que el sistema responderá.

Pero hay algunas desventajas:

1. Hay una pérdida en la ganancia en cuanto a que la función de transferencia de un sistema en lazo abierto, se reduce de G a $G/(1+GH)$ por una trayectoria de realimentación con una función de transferencia H .
2. Existe una gran posibilidad de inestabilidad.
3. El sistema es más complejo y, por lo tanto, no solo más caro, sino más propenso a descomposturas.” (Bolton, Lazo cerrado contra lazo abierto, 2001).

Los efectos de la retroalimentación son una continuación directa al tema anterior, pues estos efectos están completamente ligados a los sistemas de lazo abierto y lazo cerrado.

Es muy importante mencionar que los efectos se presentan cuando estamos ante un sistema retroalimentado que también conocemos como sistema de lazo cerrado, estos también son mencionados como desventajas por algunos autores y son los siguientes:

- Aumento de costo.

Se dice que existe un aumento de costo en estos sistemas ya que al ser comparados con su equivalente en lazo abierto notamos una diferencia de precio. Existen algunas razones por las que el valor de dichos sistemas aumenta, pero la más notable es el aumento en la complejidad del sistema, pues un sistema en lazo abierto tiene menos piezas y componentes que un sistema en lazo cerrado ya que a este último le estamos dando la capacidad de medir y ajustar sus valores.

El mantenimiento también es un factor por el que se puede encarecer un sistema ya que al depender de más componentes es más propenso a descomponerse.

- Disminución de la ganancia.

Es necesario hacer una breve comparación de la ganancia entre un sistema de lazo cerrado y lazo abierto para entender este efecto. En un sistema de lazo abierto el valor de la ganancia es G , mientras que en un sistema de lazo cerrado el valor de la ganancia es de $G/1+G$, siendo este un valor más pequeño y es el resultado de tener retroalimentación en nuestro sistema.

La ganancia es un valor importante, pues este pasará a ser la sensibilidad del sistema, en otras palabras, la cantidad mínima entre parámetros que puede medir y con base en estos pueda actuar.

- Inestabilidad.

Cuando hablamos de inestabilidad en un sistema de lazo cerrado nos referimos principalmente a que son sistemas que están en constante medición y ajuste, por lo tanto, el sistema va a estar en constante cambio hasta que llegue al valor deseado y estos cambios son los que dan como resultado la existencia de inestabilidad.

Teniendo en cuenta estos efectos podemos hacer algunas observaciones:

A pesar de las desventajas que pueden existir en los sistemas de lazo cerrado estos también tienen sus ventajas, una de ellas es que son muy exactos en las mediciones que realizan, las perturbaciones no afectan mucho al sistema y su velocidad de respuesta es muy buena.

Los sistemas de lazo abierto son una excelente alternativa si son utilizados en escenarios donde no existen perturbaciones y si se quiere realizar mediciones complicadas de obtener, de esta manera tendremos un sistema funcional, más barato y sin problemas de estabilidad.

2.3 Descripción de escenas – Tema 1.5 Efectos de la retroalimentación

Escena 1 (figura 2.1). Presentamos el título del objeto de aprendizaje.

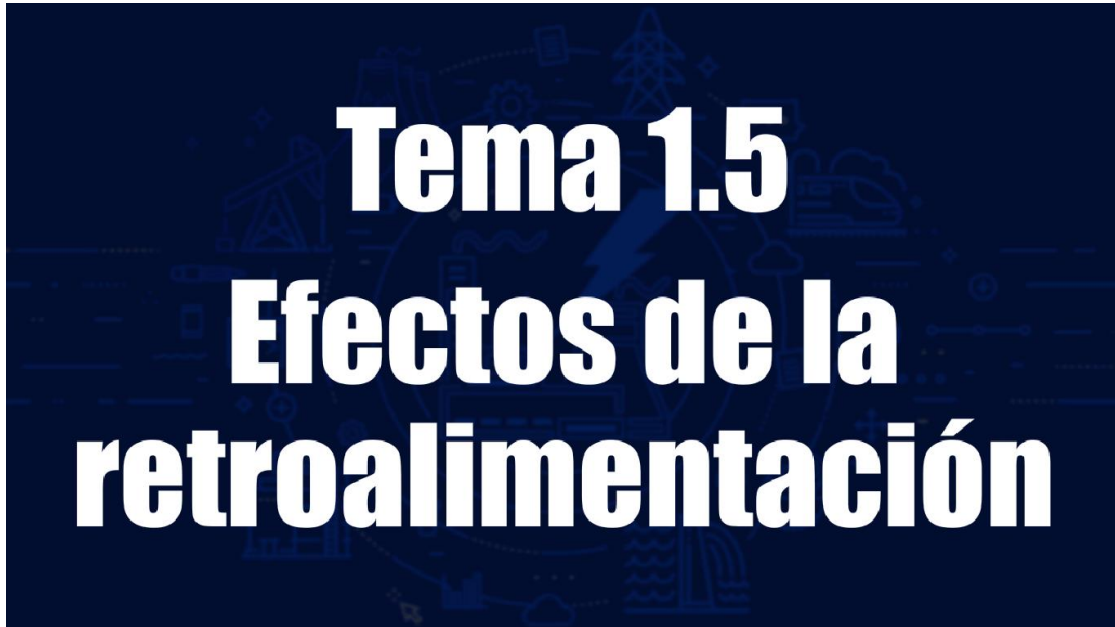


Figura 2.1 Escena 1

Escena 2 (figura 2.2). Damos una explicación detallada de lo que es el primer efecto de la retroalimentación, además, presentamos un par de ejemplos en donde hacemos una comparación de un sistema retroalimentado y un sistema no retroalimentado.



Figura 2.2 Escena 2

Escena 3 (figura 2.3). Se explica el segundo efecto de la retroalimentación y como afecta a los sistemas de lazo abierto y lazo cerrado.



Figura 2.3 Escena 3

Escena 4 (figura 2.4). Mostramos brevemente que es la ganancia y presentamos algunas palabras clave que nos ayudaran a entender mejor la definición.



Figura 2.4 Escena 4

Escena 5 (figura 2.5). Se explica cómo se representa la ganancia en lazo abierto y en lazo cerrado, además, se hace mención de que el segundo efecto de la retroalimentación es la reducción de la ganancia en el sistema.

Segundo efecto de la Retroalimentación

$$\frac{X_2(S)}{X_1(S)} = G(S) \quad \frac{X_2(S)}{X_1(S)} = \frac{G(S)}{1+G(S)}$$

Figura 2.5 Escena 5

Escena 6 (figura 2.6). Complementamos la información anterior explicando la importancia de la ganancia.

Segundo efecto de la Retroalimentación

¿Por qué es importante la ganancia en lazo cerrado?

$$\text{Ganancia} = \text{Sensibilidad}$$
$$\text{Sensibilidad} = \text{Cantidad mínima}$$

Figura 2.6 Escena 6

Escena 7 (figura 2.7). Se explica el tercer efecto de la retroalimentación, complementamos la explicación con una comparación entre los sistemas de lazo abierto y lazo cerrado

Tercer efecto de la Retroalimentación	
Sistemas de lazo abierto	Siempre es estable
Sistemas de lazo cerrado	No siempre es estable

Figura 2.7 Escena 7

Escena 8 (figura 2.8). Complementando la explicación del tercer efecto, es presentado una gráfica con la que se espera que se entienda mejor cómo funciona cada sistema y porque existe inestabilidad en el sistema de lazo cerrado.

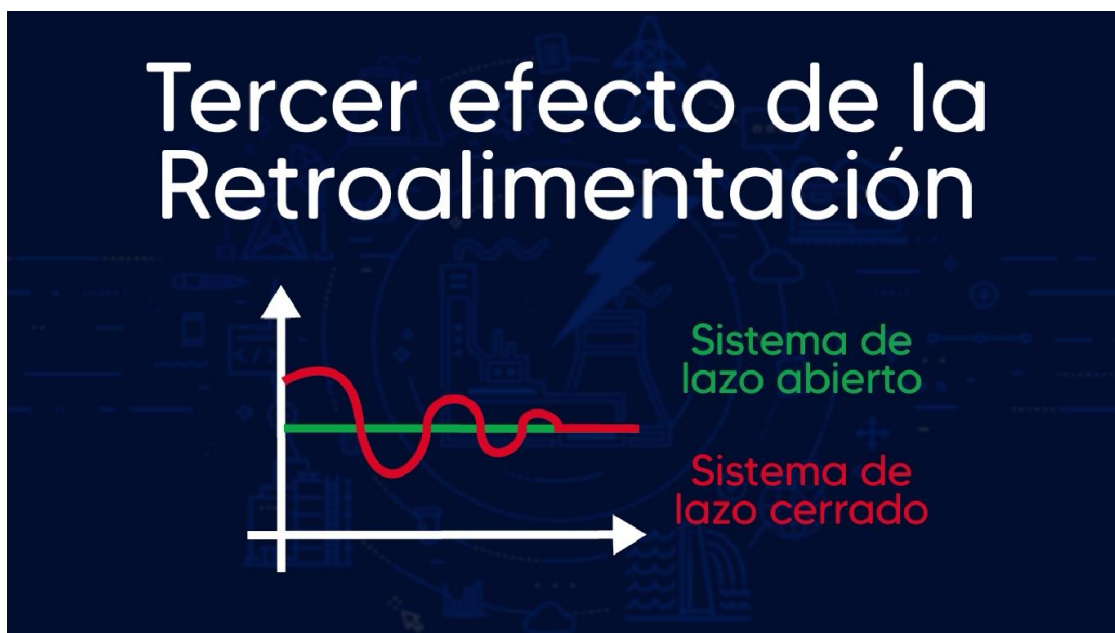


Figura 2.8 Escena 8

2.4 Conclusiones

El objetivo de este objeto de aprendizaje es mostrar los efectos de la retroalimentación y que sea complementada la información del objeto de aprendizaje anterior, por lo que se realizaron las siguientes actividades para lograrlo:

Se realizó la investigación de los efectos de la retroalimentación para obtener la información esencial que es presentada en este proyecto, también se complementó información de los sistemas de lazo abierto y lazo cerrado, pues son temas muy recurrentes en este recurso audiovisual.

El material audiovisual es un elemento muy importante dentro del proyecto, pues este es el medio donde se está presentando todo, por esta razón fue importante planificar los elementos que se fueron presentando ya que estos son muy importantes en cada explicación, brindando al espectador un proyecto rico en contenido teórico y audiovisual.

El desarrollo visual está fundamentado con los principios básicos de la animación, además se le ha dado continuidad al desarrollo visual que se implementó en el objeto de aprendizaje anterior, por lo que el proyecto tiene una correcta secuencia entre cada video.

Con continuidad me refiero a que se han respetado los colores y contrastes que se han utilizado en el proyecto anterior, también se ha respetado el balance de lo que presentamos en pantalla, los tipos de fuentes que son utilizadas también fueron elegidas siguiendo los principios básicos de la animación y a su vez el color de estas ha sido elegido dependiendo de la situación, por lo tanto, se ha realizado un proyecto audiovisual de calidad.

En el proyecto se cumplen los objetivos planteados ya que se están complementando los conocimientos esenciales de los sistemas de control, esto es posible ya que en todo momento se mencionan y relacionan los términos ya vistos en el objeto de aprendizaje anterior, además, también se cumple nuestro segundo objetivo el cual es mostrarle al espectador los tres efectos de la retroalimentación de una manera muy detallada, esto se logra gracias a que por cada efecto se ofrecen explicaciones objetivas acompañadas de ejemplos teóricos y audiovisuales.

A lo largo de este capítulo se describió el desarrollo y contenido del video “Efectos de la retroalimentación”³ que se puede consultar actualmente en la plataforma de YouTube, el video es público, por lo tanto, cualquier persona puede acceder a él en cualquier momento.

³ <https://youtu.be/CYfbkPszW8s?si=pI2mtgkL46QovyEn>

Capítulo 3. Representación de sistemas mediante diagramas de bloques

Este objeto de aprendizaje es un material audiovisual creado para dar apoyo académico a la materia de Sistemas de Control de la carrera de Ingeniería Eléctrica Electrónica de la Facultad de Estudios Superiores Aragón en el Tema 1.6 Representación de sistemas mediante diagramas de bloques.

3.1 Objetivos

- Mostrar un ejemplo de cómo se obtiene la función de transferencia de un ejercicio.

3.2 Marco Teórico

“La función de transferencia de un sistema descrito mediante una ecuación diferencial lineal e invariante en el tiempo se define como el cociente entre la transformada de Laplace de la salida (función de respuesta) y la transformada de Laplace de la entrada (función de excitación) bajo la suposición de que todas las condiciones iniciales son cero.” (Ogata, Función de transferencia, 2010).

“Para un sistema lineal e invariante en el tiempo, la función de transferencia $G(s)$ es

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$$

donde $X(s)$ es la transformada de Laplace de la entrada e $Y(s)$ es la transformada de Laplace de la salida, y se supone que todas las condiciones iniciales involucradas son cero.” (Ogata, Integral de convolución, 2010).

“Un diagrama de bloques de un sistema es una representación gráfica de las funciones que lleva a cabo cada componente y el flujo de señales. Tales diagramas muestran las relaciones existentes entre los diversos componentes. A diferencia de una representación matemática puramente abstracta, un diagrama de bloques tiene la ventaja de indicar de forma más realista el flujo de las señales del sistema real. En un diagrama de bloques todas las variables del sistema se enlazan unas con otras mediante bloques funcionales. El bloque funcional o simplemente bloque es un símbolo para representar la operación matemática que sobre la señal de entrada hace el bloque para producir la salida. Las funciones de transferencia de los componentes por lo general se introducen en los bloques correspondientes, que se conectan mediante flechas para indicar la dirección del flujo de señales. Obsérvese que la señal sólo puede pasar en la dirección de las flechas. Por tanto, un diagrama de bloques de un sistema de control muestra explícitamente una propiedad unilateral.” (Ogata, Diagramas de bloques, 2010).

“Las ventajas de la representación mediante diagramas de bloques de un sistema estriban en que es fácil formar el diagrama de bloques general de todo el sistema con sólo conectar los

bloques de los componentes de acuerdo con el flujo de señales y en que es posible evaluar la contribución de cada componente al desempeño general del sistema. En general, la operación funcional del sistema se aprecia con más facilidad si se examina el diagrama de bloques que si se revisa el sistema físico mismo. Un diagrama de bloques contiene información relacionada con el comportamiento dinámico, pero no incluye información de la construcción física del sistema. En consecuencia, muchos sistemas diferentes y no relacionados pueden representarse mediante el mismo diagrama de bloques. Debe señalarse que, en un diagrama de bloques, la principal fuente de energía no se muestra explícitamente y que el diagrama de bloques de un sistema determinado no es único. Es posible dibujar varios diagramas de bloques diferentes para un sistema, dependiendo del punto de vista del análisis.” (Ogata, Diagramas de bloques, 2010).

La función de transferencia es una expresión muy importante dentro de los sistemas de control, es una ecuación diferencial lineal e invariable en el tiempo y es el cociente de la transformada de Laplace de la salida de un sistema entre la transformada de Laplace de la entrada de un sistema suponiendo que todas las condiciones iniciales son cero.

La función de transferencia es la siguiente (ver Ec. 1).

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde $Y(s)$ es la transformada de Laplace de la salida del sistema y $X(s)$ es la transformada de Laplace de la entrada del sistema.

La función es utilizada generalmente para conocer el funcionamiento que puede llegar a tener un sistema y conocer si este va a cumplir con los parámetros de funcionamiento requeridos por nosotros. Podemos conocer el funcionamiento mediante simulaciones y así determinar si cumple o no con los objetivos planteados.

El diagrama de bloques es una herramienta que es utilizada para el análisis de los sistemas de control, con él es posible describir a un sistema de una manera menos matemática y más fácil de comprender, cada parte significativa del sistema es representada con un bloque que se va interconectando con las demás partes, de esta manera obtenemos una representación completa del sistema.

Cuando se tiene un sistema completamente representado con bloques es posible reducirlo mediante algunas técnicas, al finalizar las reducciones obtenemos un único bloque con el cual podemos obtener la función de transferencia y con ella analizar el funcionamiento que puede llegar a tener el sistema.

Por lo tanto, los diagramas de bloques y la función de transferencia están completamente relacionados ya que con el diagrama de bloques entendemos como está constituido el sistema y nos ayuda a obtener la función de transferencia, con la que podremos hacer un análisis de como funcionara el sistema.

3.3 Descripción de escenas – Tema 1.6 Representación de sistemas mediante diagramas de bloques

Escena 1 (figura 3.1). Se presenta el título del objeto de aprendizaje.

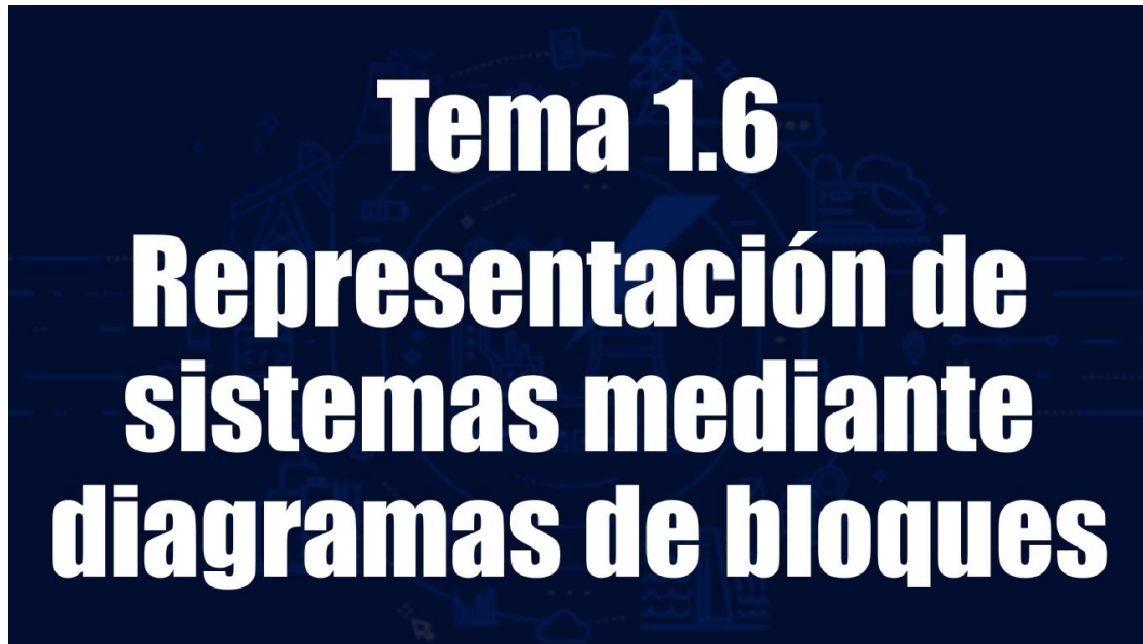


Figura 3.1 Escena 1

Escena 2 (figura 3.2). Mostramos en pantalla el ejercicio que se va a resolver durante este video.

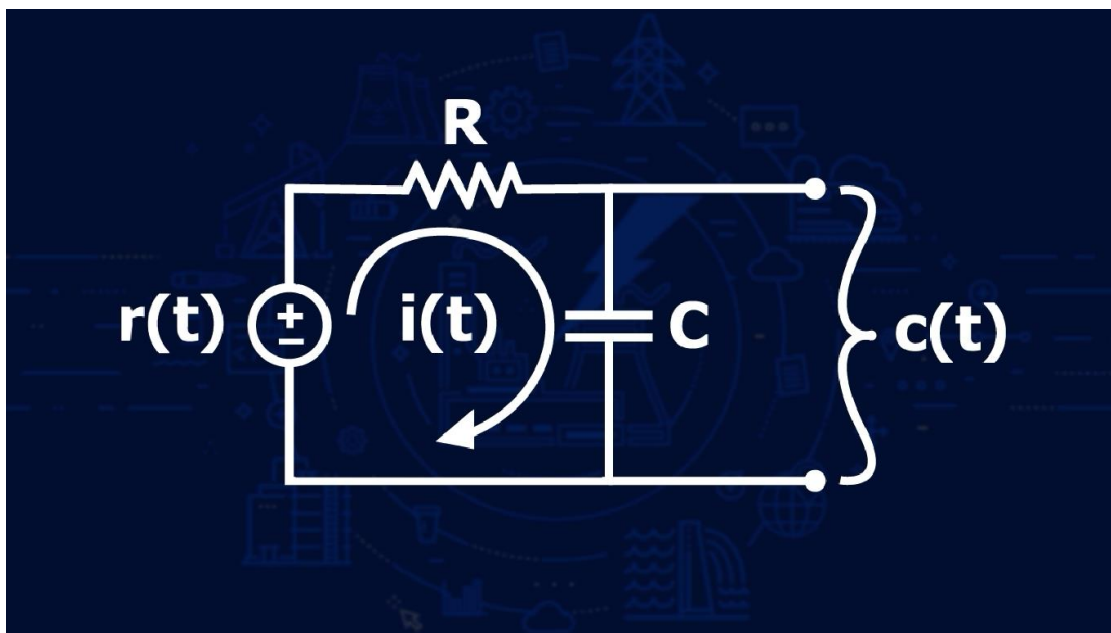


Figura 3.2 Escena 2

Escena 3 (figura 3.3). Es mostrado en pantalla como se van obteniendo las ecuaciones 1 y 2 para el desarrollo del ejercicio.

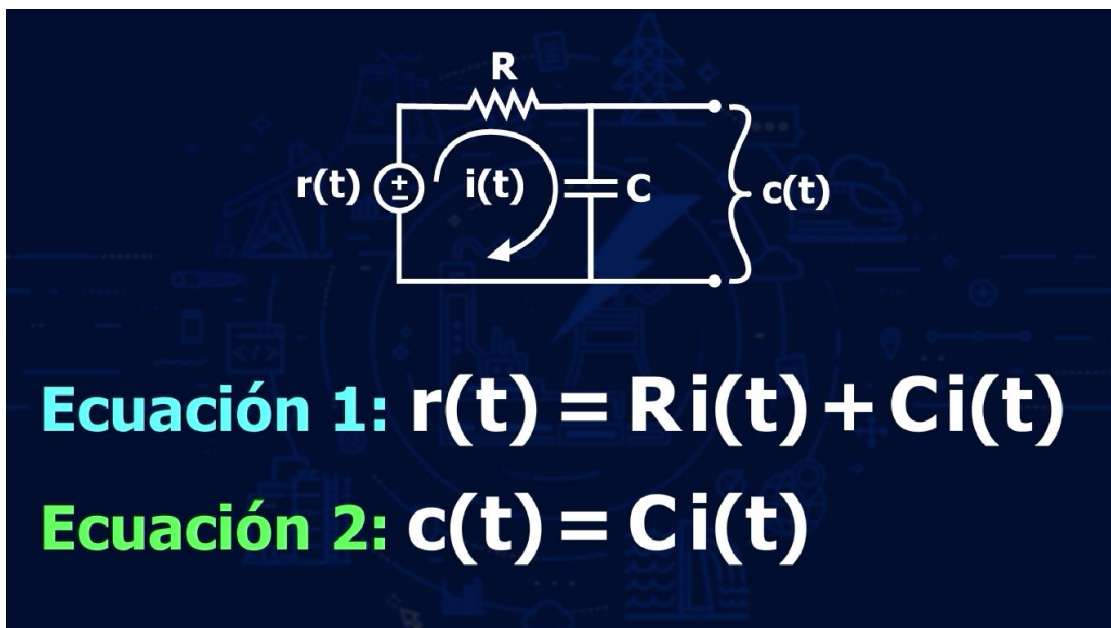


Figura 3.3 Escena 3

Escena 4 (figura 3.4). Mencionamos brevemente lo que es la transformada de Laplace.



Figura 3.4 Escena 4

Escena 5 (figura 3.5). Se le aplica la transformada de Laplace a las ecuaciones 1 y 2, posteriormente se renombran las ecuaciones a ecuación 3 y ecuación 4.

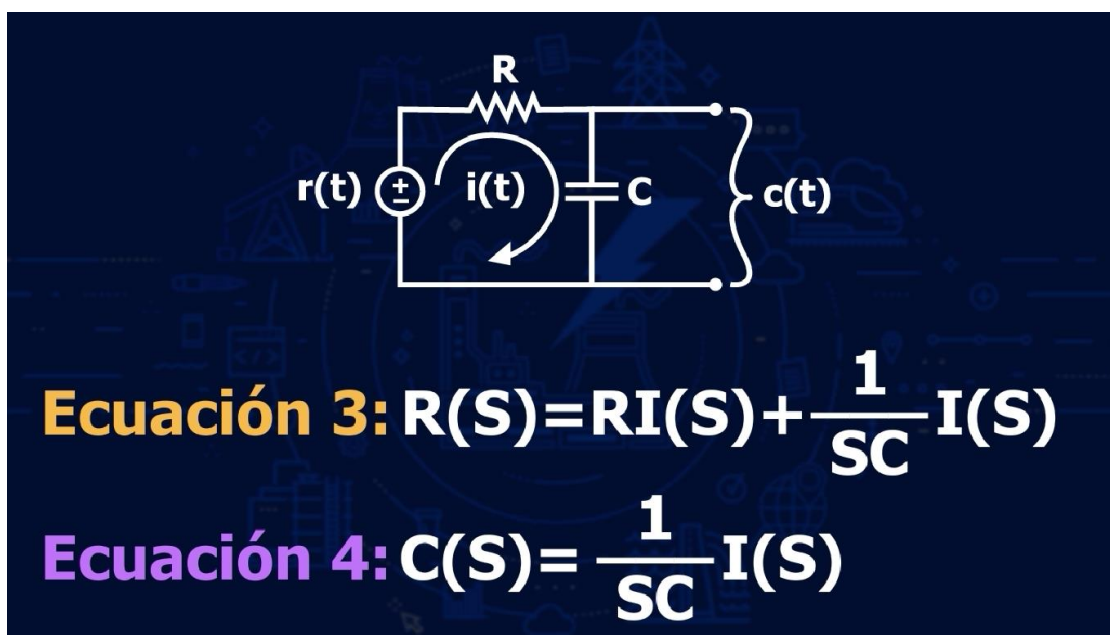
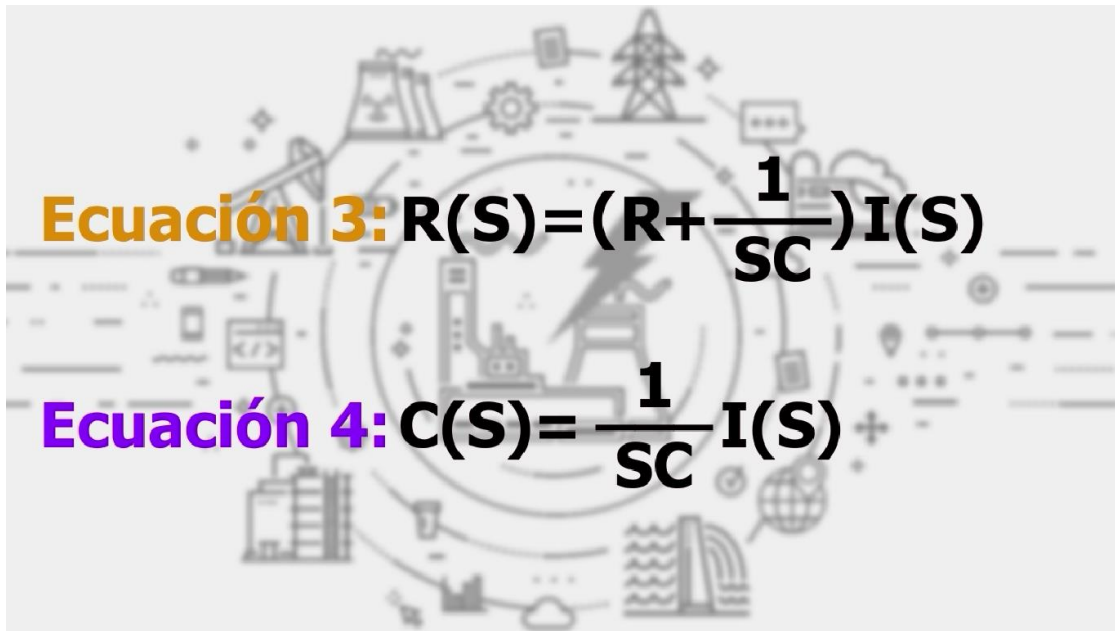


Figura 3.5 Escena 5

Escena 6 (figura 3.6). Aplicamos algebra a las ecuaciones con el objetivo de reducir las y sean más fáciles de manejar.



Ecuación 3: $R(S) = \left(R + \frac{1}{SC}\right) I(S)$

Ecuación 4: $C(S) = \frac{1}{SC} I(S)$

Figura 3.6 Escena 6

Escena 7 (figura 3.7). Se reacomodan las ecuaciones de acuerdo con la teoría y así podamos obtener la función de transferencia.

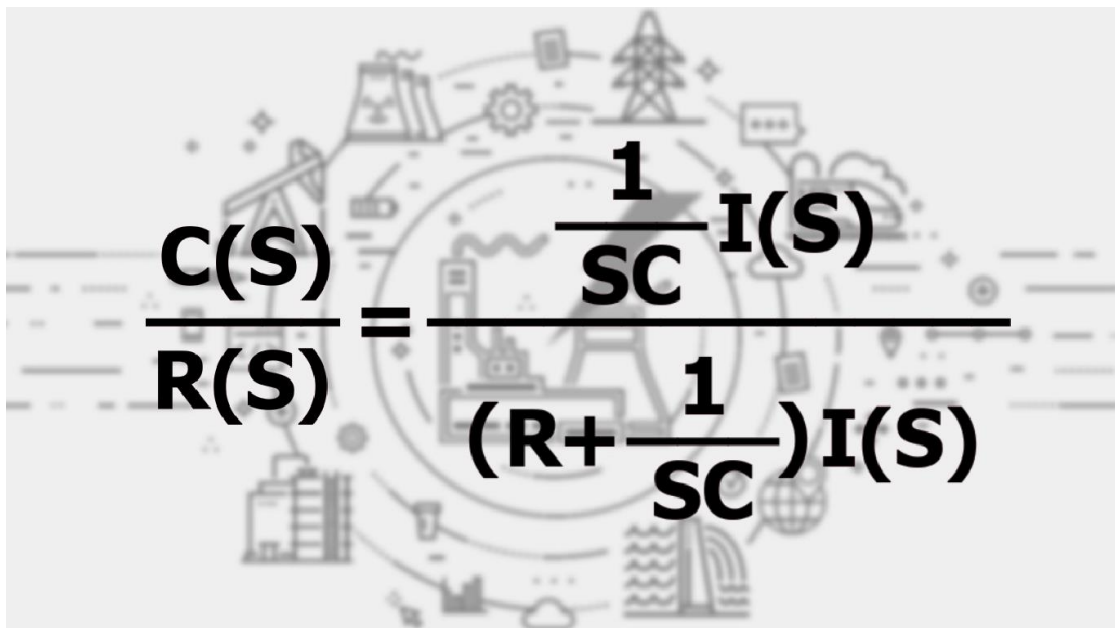

$$\frac{C(S)}{R(S)} = \frac{\frac{1}{SC} I(S)}{\left(R + \frac{1}{SC}\right) I(S)}$$

Figura 3.7 Escena 7

Escena 8 (figura 3.8). A la ecuación resultante se le aplica algebra para reducirla a su expresión mínima.

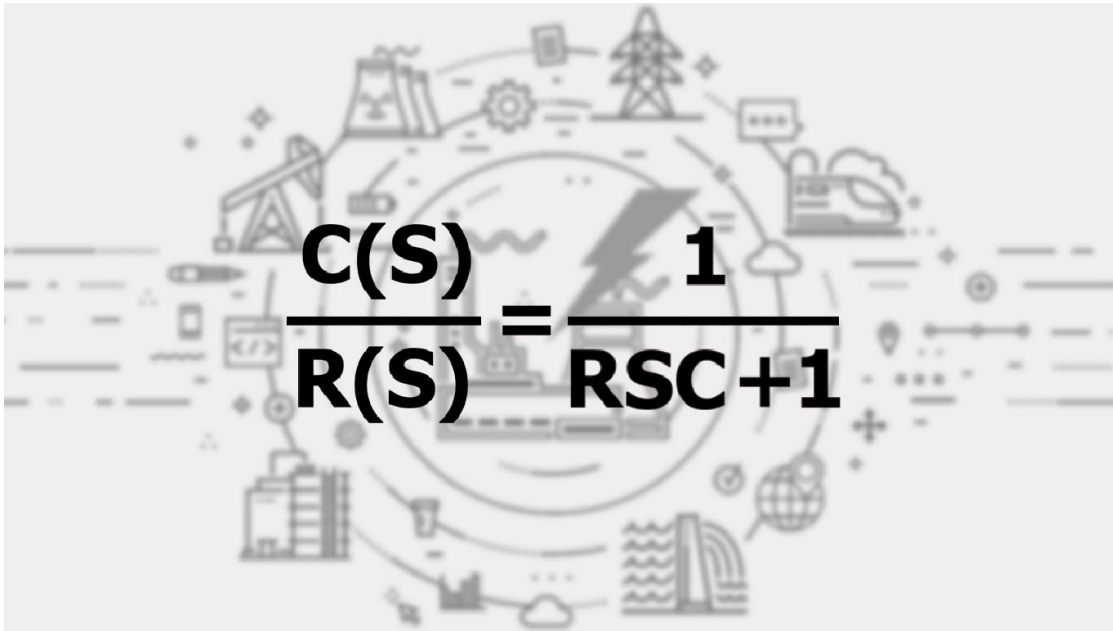

$$\frac{C(S)}{R(S)} = \frac{1}{RSC+1}$$

Figura 3.8 Escena 8

Escena 9 (figura 3.9). Es presentado el diagrama de bloques con la función de transferencia que hemos desarrollado durante el ejercicio.

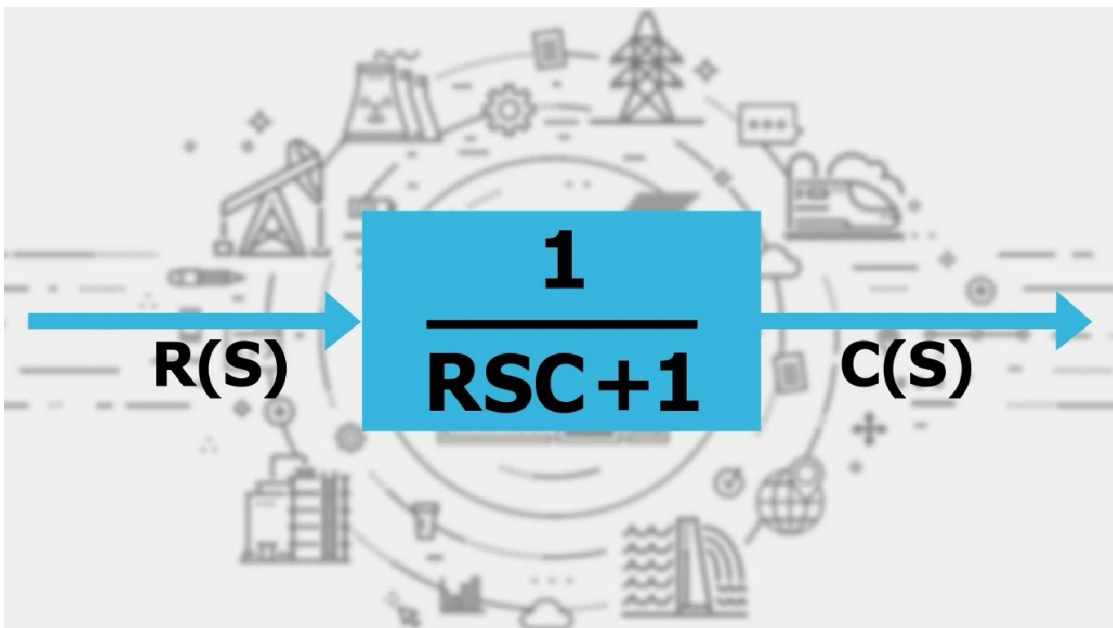


Figura 3.9 Escena 9

3.4 Conclusiones

El objetivo principal de este objeto de aprendizaje es mostrar un ejemplo de cómo se obtiene la función de transferencia de un ejercicio y para que se lograra se realizó lo siguiente:

Se realizó la investigación respecto a la función de transferencia y a los diagramas de bloques con el objetivo de asegurar que lo que se está presentando tenga fundamentos teóricos, además se hizo un análisis para conocer la manera más adecuada de presentar el contenido.

A diferencia de los objetos de aprendizaje anteriores en este se aborda un ejemplo en el que se involucra una mayor cantidad de ecuaciones y expresiones matemáticas, esto dificulta el uso de animaciones e ilustraciones, por lo tanto, se utilizaron los fundamentos básicos de la animación acompañadas de un uso adecuado de tipografías para obtener un proyecto de calidad, en el cual se muestra lo esencial.

El proyecto audiovisual también contiene algunas ilustraciones, mismas que fueron elegidas para enriquecer algunas explicaciones, las ilustraciones son en su mayoría de creación propia, esto quiere decir que han sido diseñadas y animadas desde cero por mí, pero también se utilizaron algunas ilustraciones que son recursos de internet.

Por estas razones considero que el objetivo de este proyecto se cumple, ya que se está mostrando de forma adecuada el ejemplo de cómo se obtiene la función de transferencia, pues se ha presentado contenido teórico adecuado y este ha sido acompañado de ilustraciones y animaciones que son de calidad, basadas en los conocimientos adquiridos en el área del diseño.

El resultado de este capítulo es el video “Representación de sistemas mediante diagramas de bloques”⁴, el recurso fue publicado y está actualmente disponible en la plataforma YouTube para ser consultado en cualquier momento por cualquier persona.

⁴ https://youtu.be/6YMUleFpP_I?si=Wb1HCluKHLZsG4ru

Conclusiones generales

El desarrollo de los objetos de aprendizaje fue un proceso al que se le ha dedicado una gran cantidad de tiempo, durante este periodo he tenido la oportunidad de desarrollar varias habilidades y complementar otras, me gusta dividir en varias partes este proceso y los aprendizajes que me ha dejado y los comentare a continuación.

Una de las partes que más tiempo me ha tomado fue aprender las herramientas y los conocimientos básicos de diseño y animación que son el punto más fuerte en mi proyecto, para mí fue una oportunidad para aprender nuevas cosas y ponerlas en práctica, también, es una forma de demostrar que tengo la habilidad de adaptarme rápido a los cambios y que estoy abierto a aprender nuevas cosas aun si no son relacionadas a cosas en las que ya tengo conocimiento.

Otro punto importante para tomar en cuenta es toda la parte creativa que hay por detrás de cada video, pues en ocasiones se suele dar por hecho que ese proceso es inexistente o bien, que es un proceso muy fácil. La realidad es que por cada video se necesitaron periodos de tiempo para pensar en los ejemplos que se iban a presentar en pantalla, la forma en que se iba a presentar el contenido de una manera simple pero adecuadamente, incluso fue necesario pensar en los tipos de transiciones que se iban a utilizar en cada situación para que todo tuviera una coherencia respecto al tipo de diseño y animación elegido.

Al realizar el proyecto también me enfrente a los problemas comunes que existen en cualquier otro trabajo, al ir desarrollando los diferentes videos surgían problemas relacionados con el nivel de experiencia en el área, pues al ser nuevo en ella no contaba en su momento con algunas herramientas o recursos que podían volver más sencillo una actividad, otra complicación que llego a surgir fue algo más común, por ejemplo, tener una idea desde un principio y tener que cambiarla al ir desarrollándose el proyecto, esto sucedió en varias ocasiones y fue principalmente para adaptar mejor algunos ejemplos o abordar desde otro punto de vista algunas explicaciones o ejemplos.

Paralelamente al desarrollo audiovisual fue necesario investigar los temas que iba a mostrar en los videos, razón por la que se necesitó profundizar en esos temas, esto fue algo muy importante y con mucho sentido, pues para poder explicar algo se debe conocer. Fue una etapa en la que pude aumentar mis conocimientos y ser responsable de buscar más a cerca de ellos.

Por último, una de las etapas que para mí fue muy importante durante el desarrollo del proyecto fue el esfuerzo, dedicación y la responsabilidad que signifco en su momento, pues además de invertir una cantidad considerable de tiempo, también fue importante ser constante y responsable de que el proyecto fuera avanzando hasta su conclusión, demostrándome que puedo lograr muchas.

El objetivo principal de este proyecto es la creación de materiales audiovisuales para dar apoyo académico a la asignatura Sistemas de Control de la carrera Ingeniería Eléctrica Electrónica de la Facultad de Estudios Superiores Aragón y como se puede observar en este

documento en donde se han recopilado las partes más significativas del desarrollo de los objetos de aprendizaje, se ha cumplido satisfactoriamente al haber concluido la creación de los videos. A pesar de que el objetivo solo es crear material audiovisual, el desarrollo del proyecto también ha significado un gran aprendizaje para mí, un aprendizaje más a profundidad de mi carrera, un aprendizaje de herramientas de diseño y animación que serán muy útiles en algún punto de mi vida profesional y un aprendizaje más profundo acerca de mi persona y mis capacidades.

Los videos actualmente pueden ser consultados en el canal de YouTube “Plataforma Educativa Aragón-IEE”⁵ en la lista de reproducción “Sistemas de control”⁶, los videos y la lista de reproducción son de acceso público, por lo tanto, cualquier persona puede acceder a ellos en cualquier momento y las veces que sean necesarias.

⁵ <https://youtube.com/@plataformaeducativaaragon-9971?si=D8GPhdAENCKA569k>


⁶ https://youtube.com/playlist?list=PL-mt_nQM5yqdjHJyJpdl2vDz09rIJfHVX&si=hYfOKQH6GQHdl0k7

Referencias

- Angulo S, M. (1 de Abril de 2019). *Los 12 principios de la animación*. Obtenido de Tesseract space: <https://www.tesseractspace.com/blog/los-12-principios-de-animacion/>
- Bolton, W. (2001). Lazo cerrado contra lazo abierto. En *Ingeniería de control* (pág. 33). Ciudad de México: Alfaomega.
- Bolton, W. (2001). Sistemas. En *Ingeniería de control* (pág. 1). Ciudad de México: Alfaomega.
- Esdima. (2018). *¿Para qué sirve cada programa de Adobe?* Obtenido de ESDIMA Escuela de diseño de madrid: <https://esdima.com/para-que-sirve-cada-programa-de-adobe/>
- Heller, E. (2022). Todo aquello que necesitamos saber sobre los colores. En *Psicología del color* (págs. 17-18). Barcelona, España: Editorial GG, SL.
- Hyndman, S. (2016). Fonts keep you safe. En *Why fonts matter* (págs. 18-19). London: Virgin books.
- Hyndman, S. (2016). Type is functional. En *Why fonts matter* (págs. 25-26). London: Virgin books.
- Nise, N. (2004). Definición de un sistema de control. En *Sistemas de control para ingeniería* (pág. 2). California: Continental.
- Ogata, K. (2010). Diagramas de bloques. En *Ingeniería de control moderna* (Quinta ed., págs. 17-18). Madrid: Pearson educación.
- Ogata, K. (2010). Función de transferencia. En *Ingeniería de control moderna* (Quinta ed., pág. 15). Madrid: Pearson educación.
- Ogata, K. (2010). Integral de convolución. En *Ingeniería de control moderna* (Quinta ed., pág. 16). Madrid: Pearson educación.
- Ogata, K. (2010). Sistemas de control de lazo abierto. En *Ingeniería de control moderna* (Quinta ed., pág. 8). Madrid: Pearson educación.
- Ogata, K. (2010). Sistemas de control de lazo cerrado. En *Ingeniería de control moderna* (Quinta ed., pág. 7). Madrid: Pearson educación.
- Ogata, K. (2010). Sistemas de control en lazo cerrado en comparación con sistemas en lazo abierto. En *Ingeniería de control moderna* (Quinta ed., págs. 8-9). Madrid: Pearson educación.
- Perez, M. A., Perez Hidalgo, A., & Perez Berenguer, E. (2008). Recuperado el 13 de Enero de 2022, de <http://dea.unsj.edu.ar/control1b/teoria/unidad1y2.pdf>
- Vidabytes. (2021). Recuperado el 15 de Enero de 2022, de <https://vidabytes.com/sistemas-de-control/>

- Wong, W. (2021). 1. Introducción. En *Fundamentos del diseño* (pág. 41). Barcelona, España: Editorial GG, SL.
- Wong, W. (2021). 4. Estructura. En *Fundamentos del diseño* (pág. 59). Barcelona, España: Editorial GG, SL.
- Wong, W. (2021). 9. Contraste. En *Fundamentos del diseño* (pág. 105). Barcelona, España: Editorial GG, SL.

Anexo

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Eléctrica Electrónica Programa de Asignatura	
---	---	---

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: SISTEMAS DE CONTROL (L)			
PLAN 2007			
Tipo de Asignatura: Teórico – Práctico			
Clave:	Créditos: 10	Carácter: Obligatoria	Semestre: Sexto
Duración del Curso	Semanas: 16	Área de Conocimiento: Control	
	Horas: 96		
Horas/Semana	Teoría: 4.0		
	Práctica: 2.0		
MODALIDAD: CURSO - LABORATORIO			
SERIACIÓN INDICATIVA PRECEDENTE:	Dinámica de Sistemas Físicos		
SERIACIÓN INDICATIVA SUBSECUENTE:	Control de Procesos (Optativa).		

OBJETIVO DEL CURSO:

El alumno comprenderá, analizará y diseñará sistemas de control continuo y discreto utilizando métodos del dominio del tiempo y la frecuencia.

TEMAS

No.	Nombre	HORAS	
		Teoría	Práctica
I	SISTEMAS DE CONTROL.	12.0	4.0
II	CONTROLADORES.	13.0	8.0
III	ESTABILIDAD.	14.0	8.0
IV	COMPENSACIÓN.	13.0	6.0
V	DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL EN EL DOMINIO DEL TIEMPO.	12.0	6.0
Total de Horas		64.0	32.0
TOTAL:		96.0	

OBJETIVOS Y CONTENIDO DE LOS TEMAS

TEMA I "SISTEMAS DE CONTROL"

Objetivo: El alumno comprenderá y aplicará los métodos de representación esquemática y analítica de sistemas de control, empleando diagramas de bloques y la Computadora personal.

Contenido:

- I.1. Sistemas de una entrada y una salida.
- I.2. Sistemas de múltiple entrada y múltiple salida.
- I.3. Los sistemas lineales.
- I.4. Sistemas de control de lazo abierto y de lazo cerrado.
- I.5. Efectos de la retroalimentación.
- I.6. Representación de sistemas mediante diagramas de bloques.
 - I.6.1. Representación de sistemas continuos.
 - I.6.2. Representación de sistemas discretos.
- I.7. La fórmula de Mason, la función y la matriz de transferencia.

TEMA II "CONTROLADORES"

Objetivo: El alumno conocerá, analizará y diseñará los tipos de controladores comúnmente empleados en la industria y su estudio con la computadora.

Contenido:

- II.1. Errores de estado estable en los sistemas de control.
- II.2. Controladores típicos.
 - II.2.1. Controladores de dos posiciones.
 - II.2.2. Controlador proporcional.
 - II.2.3. Control proporcional Integral.
 - II.2.4. Controlador proporcional-integral-derivativo.
- II.3. Equivalentes discretos de los controladores proporcional-integral-derivativo.
 - II.3.1. Métodos de aproximación mediante integración numérica.
 - II.3.2. Discretización de funciones de transferencia continuas por el método "reten de orden cero" (ROC).
- II.4. Estudio de los controladores con el auxilio de la computadora.

OBJETIVOS Y CONTENIDO DE LOS TEMAS

TEMA III “ESTABILIDAD”

Objetivo: El alumno conocerá y aplicará las principales técnicas de análisis y diseño de sistemas lineales de control en función de la estabilidad.

Contenido:

- III.1. Concepto de estabilidad.
- III.2. Técnicas de estudio de la estabilidad en sistemas continuos.
 - III.2.1. Criterio de Routh.
 - III.2.2. Método de Evans Lugar Geométrico de las Raíces.
 - III.2.3. Criterio de estabilidad de Nyquist.
 - III.2.4 Márgenes de fase y ganancia.
 - III.2.5. Carta de Nichols.
- III.3. Técnicas de estudio de la estabilidad en sistemas discretos.
 - III.3.1. Criterio de Jury.
 - III.3.2. Criterio de estabilidad de Nyquist.
 - III.3.3. Particularidades del lugar geométrico de las raíces para sistemas discretos.
- III.4. Trazo de las gráficas de estabilidad con la computadora.

TEMA IV “COMPENSACIÓN”

Objetivo: El alumno conocerá y aplicará las técnicas que permiten modificar el comportamiento y respuesta de los sistemas lineales mediante redes de compensación, con base en la aplicación de la función de control.

Contenido:

- IV.1. Compensación empleando el lugar geométrico de las raíces.
- IV.2. Compensación empleando los diagramas de Bode.
- IV.3. Redes de adelanto-atraso.
- IV.4. Estudio de la compensación con apoyo de la computadora.

OBJETIVOS Y CONTENIDO DE LOS TEMAS

TEMA V “DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL EN EL DOMINIO DEL TIEMPO”

Objetivo: El alumno conocerá y aplicará los procedimientos de diseño de sistemas de control, empleando los modelos de variables de estado y aplicando la computadora para sintetizar las operaciones y obtención de resultados.

Contenido:

- V.1. Conceptos de Controlabilidad y Observabilidad.
- V.2. Retroalimentación del Estado.
- V.3. Diseño de observadores.
- V.4. Aplicación de la computadora para el diseño de sistemas de control.

BIBLIOGRAFÍA

Temas para los que
se recomienda.

Bibliografía Básica

Nise Norman. <i>Sistemas de Control para Ingeniería, 3ª Ed.</i> México, CECSA, 970 pp. 2002	TODOS
Ogata, K. <i>Ingeniería de control moderno</i> Pearson, México, 965 pp. 2003	TODOS
Eronini-Umez. <i>Dinámica de sistemas y control</i> Thomson, 993 pp. 2001	TODOS

Bibliografía Complementaria

Temas para los que se
recomienda.

Bolton, W. <i>Ingeniería de Control, 2ª edición</i> México, Alfaomega, 416 pp. 2001	TODOS
Kuo, Benjamin <i>Automatic Control Systems, 8 edition</i> E.E.U.U., Wiley, 624 pp. 2002	TODOS

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS**ELEMENTOS DE EVALUACIÓN**

Exposición oral	(X)		
Exposición audiovisual	(X)		
Ejercicios dentro de clase	(X)	Exámenes Parciales	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)	Exámenes Finales	(X)
Seminarios	()	Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Lecturas obligatorias	(X)	Participación en clase	(X)
Trabajos de investigación	(X)	Asistencia a practicas	(X)
Practicas de taller o laboratorio	(X)	Otros	()
Prácticas de campo	()		
Otros	()		

PERFIL PROFESIOGRÁFICO DE QUIENES PUEDEN IMPARTIR LA ASIGNATURA

Licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica, Ingeniería Eléctrica y Electrónica o licenciaturas cuya formación le permita impartir la asignatura de manera correcta. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.