



**Universidad Nacional Autónoma de México.
Facultad de Estudios Superior Zaragoza.**

**Construcción de una unidad didáctica para la
enseñanza de Dinámica y Control de
Procesos con base en microcontroladores.**

Cruz Reyes Carlos Alberto

Ciudad de México.

2016



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.

Construcción de una unidad didáctica para la enseñanza de Dinámica y Control de Procesos con base en microcontroladores.

Cruz Reyes Carlos Alberto

Tesis presentada como requisito para optar al título de:
Ingeniero Químico

Director:
I.Q. EDUARDO VÁZQUEZ ZAMORA

Universidad Nacional Autónoma de México.
Facultad de Estudios Superior Zaragoza.
Ciudad de México.

2016

Dedicatoria

A Rogelio Cruz

Por ser mi padre, quererme tanto, apoyarme siempre y en cualquier momento pese a cualquier situación sin importar lo grave que sea, dándome ánimos y consejos sin importarle las dudas que le generaran propios y ajenos, además de templarme para nunca abandonar y afrontar cualquier situación que la vida me presentara

A Juana Reyes

Por ser mi madre y haberme dado la vida, darme su amor incondicional y la confianza que siempre me brinda, darme consejos sabios y por preocuparse en cada momento de su vida por mí a pesar de los problemas que le haya causado.

A M. Karen Colín

Por ser esa persona tan especial y pareja de vida, quien me brinda su amor incondicional, apoyo en todo momento y comprensión en cualquier situación, además de ser con quien emprendo un nuevo futuro a su lado y de la mano

A mi hermano Luis Andrés

Por el apoyo desmedido que me ha brindado a pesar de la distancia, a los malos ratos y enfados que ha tenido para que yo no me preocupara y me pudiera superar

A la UNAM

Por ser mi segunda casa la cual me formo y me preparo para afrontar los posibles problemas que se me presenten en mi vida profesional.

Agradecimientos

A Karen

Gracias por tu paciencia, comprensión, apoyo y amor incondicional que me das, hoy hemos alcanzado un triunfo más porque los dos somos uno y mis logros también son tuyos; Dios nos ha bendecido con más de 5 años de amor compartiendo tristezas y alegrías pero nos tenemos el uno a otro eso fortalece nuestro amor y seguir caminando juntos uno al lado del otro hasta que Cristo nos llame a su lado.

A mis padres

Gracias por su infinito amor y apoyo que a pesar de las posibles dudas que pudieran surgir siempre me apoyaron y me dieron lo necesario para superarme tanto física como intelectualmente a lo largo de toda mi vida, me formaron con reglas y libertades motivándome a alcanzar mis metas y anhelos, sabiendo que no existirá forma alguna de agradecer su vida de sacrificios, esfuerzos y amor, quiero que sientan que el objetivo alcanzado también es de ustedes y que la fuerza que me ayudo a conseguirlos fue su gran apoyo.

A mis hermanos

Por haberme enseñado lo bueno que es tener hermanos con quienes compartir cosas diferentes y especiales con cada uno de ellos y de los cuales aprender, les agradezco no solo por estar presentes aportando buenas cosas a mi vida, sino que también por los grandes momentos de felicidad y diversas emociones que me han causado.

A Eduardo Vásquez

Amigo y profesor gracias por guiarme en el final de mis estudios y brindarme sus consejos y apoyo sin condiciones en todos los aspectos de mi vida que van desde lo personal hasta lo profesional además de tenerme paciencia en los momentos difíciles a pesar de los retardos que presentara en mis compromisos.

A mis amigos

A todas aquellas personas que no mencione por falta de espacio pero me han brindado su amistad incondicional estando conmigo en las buenas y en las malas que al leer esto sabrán claramente a quienes me refiero gracias por brindarme su amistad sincera en todo momento.

Resumen

La asignatura de Dinámica y Control de Procesos se imparte de manera teórica en su totalidad; basándose en los tipos de aprendizaje y en el programa de la materia. Se busca generar un espacio para la práctica la cual ayudará al docente en la impartición de la materia. Por tal motivo se desarrolla un prototipo didáctico a nivel laboratorio que servirá de apoyo y facilitará la explicación de algunos conceptos, además por su parte el alumno obtendrá un mayor aprendizaje ya que entenderá y sabrá diferenciar entre una estructura de control y un *loop* de control. Al poder manipular los parámetros como lo son niveles y con ayuda de las nuevas tecnologías el alumno obtendrá nuevos conocimientos que van más allá del que se obtiene en el aula.

Abstract

The subject of Process Dynamics and Control is taught theoretically as a whole; based on the types of learning and the program of matter. It seeks to create a space for practice which help teachers in teaching the subject. For this reason a didactic prototype is developed at laboratory level that will support and facilitate the explanation of some concepts, meanwhile addition the student will get greater learning as they understand and know the difference between a control structure and a control loop. By parameter manipulation such as levels with using the new technologies, the student will get new knowledge they go beyond that obtained in the classroom.

Contenido

	<u>Pág.</u>
Resumen	IX
Lista de figuras	XIII
Lista de tablas	XIV
Lista de Símbolos y abreviaturas	XV
Introducción	1
1. Capítulo 1.- Enseñanza y aprendizaje en la dinámica y control de procesos	5
1.1 El concepto enseñanza y aprendizaje	5
1.2 Didáctica	6
1.3 ¿Qué importancia tiene?	6
1.4 Aprendizaje teórico-práctico	10
1.5 Diferencia entre experimento y práctica.	11
1.6 ¿Por qué es necesaria la práctica para la dinámica y control de procesos?..	14
2. Capítulo 2.- Conocimientos que se deben de tener para la construcción de la unidad didáctica.....	15
2.1 Ingeniería eléctrica.	16
2.2 ¿Qué es electricidad?.....	16
2.3 ¿Qué es voltaje?	16
2.4 Intensidad de corriente.....	17
2.5 Corriente DC.....	18
2.6 Corriente AC.....	19
2.7 ¿Qué es watts?.....	19
2.8 ¿Cuál es la diferencia entre volts (V) y watts (W)?.....	20
2.9 Ley de ohm.	22
2.10 Circuito en serie.....	23
2.11 Circuito en paralelo.....	23
2.12 Circuito mixto.	24
2.13 Flujo de fluidos.....	25
2.14 ¿Qué es un fluido?	25
2.15 Tipos de fluidos.....	25
2.16 Propiedades de los fluidos	28
2.16.1 Temperatura (T).	29
2.16.2 Masa (m).....	29
2.16.3 Presión (P).....	29
2.16.4 Caudal (Q).	31
2.16.5 Área (A).....	32
2.16.6 Velocidad (U).	32
2.16.7 Densidad (ρ).	33
2.16.8 Volumen específico (V_s).....	33

2.16.9	Peso específico (γ)	33
2.16.10	Viscosidad (μ).....	33
2.17	Ecuación de Bernoulli.....	34
2.18	Análisis dimensional.....	36
2.19	Numero de Reynolds (Re).....	37
2.20	Pérdidas por fricción.....	37
3.	Capítulo 3.- Función y conexión de accesorios.....	41
3.1	¿Qué es la electrónica?	42
3.2	¿Qué es un microcontrolador?.....	42
3.3	Señal analógica.....	45
3.4	Señal digital.....	45
3.5	¿Por qué Arduino?	47
3.6	Alimentación de la placa de Arduino.....	49
3.7	Display	53
3.8	Sensor ultrasónico.....	54
3.9	Relevadores.....	57
	4. Capítulo 4.- Problemática para el aprendizaje de Dinámica y Control de	
Procesos	59
4.1	Dinámica.....	60
4.2	Instrumentación	61
4.2.1	Loop de control.....	62
4.3	Control	64
4.4	Estructura de control	66
4.4.1	Estructuras Secuenciales.....	66
4.4.2	Estructuras selectivas (condicionales).....	67
4.5	Descripción del proceso que realiza la unidad didáctica.....	70
4.6	Utilidad de la unidad didáctica	74
4.7	Uso de la unidad didáctica	75
5.	Conclusiones y recomendaciones.....	77
5.1	Conclusiones	77
5.2	Recomendaciones.....	78
Bibliografía	79

Lista de figuras

	<u>Pág.</u>
Fig. 2.1 Circuito eléctrico sencillo.....	22
Fig. 2.2 Circuito eléctrico en serie	23
Fig. 2.3 Circuito eléctrico en paralelo.....	23
Fig. 2.4 Circuito eléctrico mixto.....	24
Fig. 2.5 Flujo turbulento.....	26
Fig. 2.6 Flujo laminar.....	26
Fig. 2.7 Presión en algún punto del fluido dentro de una columna.....	30
Fig. 2.8 Diferencia de alturas por no ser un sistema totalmente abierto.....	30
Fig. 2.9 Diferencia de alturas por presencia de diferentes sustancias.....	31
Fig. 3.1 Placa de arduino mega.....	49
Fig. 3.2 Tipo de conexión de corriente de placa de arduino.....	50
Fig. 3.3 Display con adaptador sainsmart iic/i2c/twi	53
Fig. 3.4 Conexión de display a la placa de arduino	54
Fig. 3.5 Conexión real de display con placa de arduino	54
Fig. 3.6 Ultrasonico.....	55
Fig. 3.7 Ultrasonico utilizados el trabajo que se realizó.....	56
Fig. 3.8 Esquema que muestra el tipo de conexión para el ultrasonico con arduino mega	57
Fig. 3.9 Esquema que muestra la conexión de ultrasonico para el trabajo realizado.....	57
Fig. 3.10 Relevadores.....	58
Fig. 4.1 Un proceso concebido como caja negra que recibe ciertas entradas y genera ciertas respuestas	60
Fig. 4.2 El operador debe medir las respuestas del proceso, compararlas respecto a sus objetivos y decidir una acción que provoque cambios en la entrada de manera que el proceso ajuste sus salidas.....	61
Fig. 4.3 Esquema general de un ciclo de control automático con retroalimentación.....	62
Fig. 4.4 Loop de control abierto.....	63
Fig. 4.5 Loop de control cerrado con retroalimentación.....	63
Fig. 4.6 Planteo conceptual para implementar un sistema de control automático.....	65
Fig. 4.7 Diagrama de flujo de una estructura de control simple	68
Fig. 4.8 Diagrama de flujo de una estructura de control selectiva doble.....	68
Fig. 4.9 Diagrama de flujo de una estructura de control selectiva múltiple.....	69
Fig. 4.10 Diagrama de flujo de una estructura de control en cascada.....	69
Fig. 4.11 Válvulas solenoides.....	70
Fig. 4.12 Bombas de 1/4 de hp	70
Fig. 4.13 Sistema a controlar vista de frente.....	71
Fig. 4.14 Sistema a controlar vista de atrás.....	72
Fig. 4.15 Sistema a controlar vista lateral	72

Fig. 4.16 Ambiente de programación arduino.....	73
---	----

Lista de tablas

	<u>Pág.</u>
TABLA 1 Prefijos de numéricos.....	24
TABLA 2 Análisis dimensional.....	37

Lista de Símbolos y abreviaturas

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
<i>A</i>	Ampere	$\text{Kg} \cdot \text{m}^3 / \text{s}$	Cantidad de carga eléctrica que pasa en un determinado tiempo.
<i>A</i>	Área	m^2	Se refiere a espacio que ocupa un fluido en una determinada sección transversal del tubo porque es transportado.
<i>C</i>	Coulomb	$\text{A} \cdot \text{s}$	Medida de la magnitud física de la cantidad de electricidad las cuales son mejor explicadas en la pág. 22
<i>d</i>	diámetro	m	Circunferencia total del tubo
<i>F</i>	Faradio	$\text{Kg}^2 \cdot \text{m}^5 / \text{J}$	Mide la carga que puede almacenar cuando se le aplica una tensión.
<i>f</i>	Factor de fricción	adimensional	Pérdidas de energía del sistema por la fricción en las tuberías.
<i>h_f</i>	Factor de pérdida por accesorios	adimensional	Ec 31.1 y 31.2
<i>I</i>	Intensidad de corriente	$\text{A} \cdot \text{s}^2$	Intensidad de la corriente eléctrica que circula por un conductor eléctrico.
<i>P</i>	Presión hidrostática	$\text{Kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$	Fuerza perfectamente distribuida sobre una superficie.
<i>P</i>	Potencia	$\text{Kg} \cdot \text{m}^3 / \text{A}^2$	Energía eléctrica aportada por esta al circuito en un segundo.
<i>Q</i>	Caudal	m^3/s	Cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto por unidad de tiempo.
<i>R</i>	Resistencia	$\text{Kg} \cdot \text{m}^3 / (\text{A} \cdot \text{s})^2$	Capacidad para oponerse al paso de la corriente eléctrica a través de él.
<i>Re</i>	Número de Reynolds	adimensional	Parámetro adimensional cuyo valor indica si el flujo sigue un modelo laminar o turbulento.
<i>t</i>	segundo	s	Unidad de tiempo
<i>U</i>	Velocidad	m/s	Es un vector que representa la dirección, sentido y magnitud de la rapidez de movimiento del fluido.

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
V	Voltaje	$\text{Kg} \cdot \text{m}^3 / \text{A} \cdot \text{s}^3$	Energía potencial eléctrica por unidad de carga.
V_s	Volumen específico	m^3 / Kg	Es el inverso de la densidad y se define como el volumen ocupado por la unidad de masa del fluido.
ν	Viscosidad cinemática	$\text{Kg} \cdot \text{m} / \text{s}$	Relación existente entre el esfuerzo cortante y el gradiente de velocidad
W	Watt	$\text{Kg} \cdot \text{m}^3 / \text{s}$	Unidad de potencia.

Símbolos con letras griegas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
γ	Peso específico	$\gamma = \rho * g$	sustancia se define como su peso por unidad de volumen
ρ	Densidad	Kg / m^3	Medida de cuánto material se encuentra comprimido en un espacio determinado.
Ω	Resistencia	$\text{J} * \text{A} / \text{C}$	característica depende del material con el que están contruidos, por lo que podemos encontrarnos con materiales

Subíndices

Subíndice	Término
1,2,3,4	Número de compuesto u objeto de estudio
a	Atmosférica
abs	Absoluta
Eq	Equivalente
m	Manométrica
n	Numero de compuesto al cual se puede llegar
s	Específico
T	Tramo de tubo

Superíndices

Superíndice Término

n Exponente, potencia

Abreviaturas

Abreviatura Término

A Ampere
AC Corriente alterna
C Coulomb
Cte. Constante
DC Corriente directa
E/S Entrada/Salidas
Ec Ecuación
etc. Etcetera
GND Tierra
H Altura hidráulica
KΩ Kilo-ohms
L Longitud
Lcd Pantalla de cristal liquido
m Metro
mA Mili-ampere
mm Milímetros
Re Reynolds
T Temperatura
V volts
W Watts

Introducción

La Dinámica y Control de Procesos es un aspecto de Ingeniería Química, concertado con el análisis, diseño e implementación de sistemas de control que facilitan el cumplimiento de los objetivos en los procesos de seguridad, datos de producción y calidad en los productos. Los procesos de control son una subdisciplina de la automatización de control que involucran la selección y el manejo de métodos, para una eficiente operación de los procesos químicos.

Dentro de la formación del Ingeniero Químico, la Dinámica y Control de Procesos, es una asignatura, que se imparte de manera teórica en su totalidad, lo cual dificulta el aprendizaje de conceptos, por lo que es necesario diseñar e implementar un equipo para realizar algunas prácticas donde el alumno pueda contrastar los conocimientos adquiridos en el aula con la práctica, aclarando dudas que se presenten al momento de aplicar los conceptos.

Los objetivos de Dinámica y Control de Procesos en los sistemas de Ingeniería Química son construir modelos matemáticos realistas y simples, además de resolver las ecuaciones que conforman el modelo matemático. Aplicar técnicas de control y estar familiarizados con equipos de control comercial es un reto para el Ingeniero Químico en especial cuando aún se encuentra en su formación profesional. Por lo que es necesario buscar alguna alternativa en donde se puedan aplicar los conocimientos que se adquieren, y así los alumnos aclaren dudas de algunos conceptos.

Por otra parte los procesos industriales están hoy íntimamente integrados con respecto a flujos de materia y energía, restringidos a estrictas especificaciones de calidad de productos y sujetos a regulaciones de seguridad y de emisiones ambientales. Estas condiciones de operación reducen la flexibilidad operativa de los procesos, implican grandes inversiones para implementar sistemas de control confiables y de alto rendimiento. Además de que con el avance acelerado de las computadoras, procesadores y microprocesadores se ha vuelto de mayor alcance y necesidad para la industria

implementar estos sistemas, por lo cual el Ingeniero Químico debe estar capacitado para abordar la ingeniería básica en el diseño de configuraciones de control.

El diseñar y construir un equipo didáctico a nivel laboratorio es con la finalidad de que los alumnos visualicen en la práctica la diferencia de un loop de control y una estructura de control y de ese modo aclarar dudas que puedan surgir, así que se requiere que se realicen algunas prácticas que ayuden a la enseñanza de la mismas. Por tal motivo el trabajo de laboratorio debe motivar a los alumnos a hacer uso de nuevas tecnologías o apoyándose en las mismas, el joven que se enfrenta con un fenómeno y trata de ver lo que ocurre, lo acerca más a la realidad. Lo ayuda a interpretar esquemas, a ser creativos y a sustituir materiales o servicios cuando sea necesario o que sean de menor costo.

La construcción de una unidad didáctica para la enseñanza de la Dinámica y Control de Procesos con base en sensores y micro controladores, facilitara la enseñanza por parte del profesor, y la adquisición de aprendizajes más significativos por parte de los alumnos, ya que al desarrollarse un equipo hay que retomar los conocimientos previos, los que se están adquiriendo e incluso ampliarlos y comprenderlos de una mejor manera.

En primera instancia hay hacer mención lo que es la enseñanza, la didáctica y cuáles son los tipos de aprendizaje, para poder de esa manera justificar el motivo del trabajo que se realiza y porque de la insistencia de que la asignatura de dinámica y control requiere de un espacio practico para que se imparta de una mejor manera. “La práctica es la mejor maestra” (Cicerón).

La enseñanza, es una actividad realizada conjuntamente mediante la interacción de cuatro elementos (profesor, alumno, objeto de conocimiento y entorno educativo), es el proceso de transmisión de una serie de conocimientos, técnicas, normas, y/o habilidades. Está basado en diversos métodos, realizado a través de una serie de instituciones, y con el apoyo de una serie de materiales. Por otra parte se encuentra la didáctica y es la ciencia de la educación que estudia e interviene en el proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de conseguir la formación intelectual del educando. “No hay nada tan práctico como una buena teoría, si bien hay que tener la práctica de saber qué teoría hay que escoger” (Poincaré).

El aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información "se conecta" con un concepto relevante pre-existente en la estructura cognitiva, esto implica que, las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidos significativamente en la medida en que otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes estén adecuadamente claras y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como un punto de "anclaje" a las primeras.

Debido a la dificultad de la asignatura de Dinámica y Control de Procesos que se imparte en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, y a la necesidad de los alumnos de adquirir aprendizajes más significativos, no solo hay que mencionar, hay que atreverse a afirmar que las prácticas de laboratorio son necesaria para poner en práctica los conocimientos adquiridos, ya que al ver el funcionamiento del equipo en cuestión se ponen en práctica los sistemas de representación auditivos y visuales.

Se debe aclarar de igual forma la diferencia que hay entre un microcontrolador y un microprocesador, al ser principiantes en electrónica cometemos el error de creer que son iguales y la realidad es que son diferentes uno de otro. La primera y la más importante diferencia es su funcionalidad será mejor explicado en el capítulo 4.

Para poder hacer uso de la tecnología, es necesario aplicar los conceptos como son la ley de Ohm, electricidad, voltaje, intensidad de corriente por dar algunos ejemplo de electrónica básica, los cuales serán explicados en sus apartados correspondientes, aclarando de igual forma la diferencia entre señales análogas y analógica.

Los sensores son una parte muy importante en la construcción y diseño del equipo a desarrollar. Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

El conjunto de este tipo de tecnologías y la forma en la que se puede controlar, además de su fácil manejo y adquisición, es una manera ideal para generar el prototipo de equipo que servirá de apoyo para la enseñanza y aprendizaje de Dinámica y Control de Procesos, provocando con la practica en los alumnos un mayor interés por la asignatura y facilitando su aprendizaje.

1. Capítulo 1.- Enseñanza y aprendizaje en la dinámica y control de procesos

En este capítulo, se explica en que consiste la enseñanza, aprendizaje, didáctica, además de todo el proceso requerido para poder comprender, él porque es necesario el diseño y desarrollo de prototipos por parte de los alumnos, para la práctica de la asignatura de Dinámica y Control de Proceso, que se imparte en octavo semestre de la carrera de Ingeniería Química. Con la finalidad de poder facilitar a los alumnos la adquisición de los conocimientos así como también la manera correcta de la implementación de conceptos que se adquieren durante el curso.

Existe un factor determinante a la hora que un alumno aprende, y es el hecho de que hay algunos que aprenden ciertos temas con más facilidad que otros. Para entender esto, se debe trasladar el análisis del mecanismo de aprendizaje a los factores que influyen en la adquisición de los conocimientos que se pretenden durante el curso de Dinámica y Control de Procesos que se encuentra vigente en el plan de estudios de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

1.1 El concepto enseñanza y aprendizaje.

Algunas de las causas del fracaso escolar apuntan hacia los programas de estudio, la masificación de las aulas, la falta de recursos de las instituciones e incluso a la falta de interés por parte de los alumnos. Por otra parte, los profesores en la búsqueda de dar solución al problema se preocupan por desarrollar un tipo particular de motivación en sus estudiantes, "la motivación para aprender", la cual consta de muchos elementos, entre los que se incluyen la planeación, concentración en la meta, conciencia de lo que se pretende aprender y cómo se pretende aprenderlo, búsqueda activa de nueva información, percepciones claras de la retroalimentación.

La enseñanza es el proceso mediante el cual se comunican o transmiten conocimientos especiales o generales sobre una materia. Este concepto es más restringido que el de

educación, ya que ésta tiene por objeto la formación integral de la persona humana, mientras que la enseñanza se limita a transmitir, por medios diversos, determinados conocimientos. En este sentido la educación comprende la enseñanza propiamente dicha.

El aprendizaje es parte de la estructura de la educación, por tanto, la educación comprende el sistema de aprendizaje. Es la acción de instruirse y el tiempo que dicha acción demora. También, es el proceso por el cual una persona es entrenada para dar una solución a situaciones; tal mecanismo va desde la adquisición de datos hasta la forma más compleja de recopilar y organizar la información.

1.2 Didáctica

La didáctica es la ciencia de la educación que estudia e interviene en el proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de conseguir la formación intelectual del educando, tendentes a la formación del individuo en estrecha dependencia de su educación integral. Tiene por objeto las decisiones normativas que llevan al aprendizaje gracias a la ayuda de los métodos de enseñanza. Los materiales empleados son elementos concretos físicos, que transmiten los mensajes a través de los estilos de aprendizaje (visual, auditivo o audiovisual), que complementan la acción directa del docente apoyándolo en diversas tareas, tales como dirigir y mantener la atención de los participantes, presentar la información requerida y guiar la realización de las actividades. La importancia del material didáctico está dada por su carácter instrumental, es decir sirve para complementar el aprendizaje que el formador quiere transmitir.

1.3 ¿Qué importancia tiene?

El ser humano tiene la disposición de aprender de verdad sólo aquello a lo que le encuentra sentido o lógica. El ser humano tiende a rechazar aquello a lo que no le encuentra sentido. El único auténtico aprendizaje y con sentido es el significativo. Cualquier otro será puramente mecánico, memorístico, coyuntural: aprendizaje para aprobar un examen, para ganar la materia, etc. Para nuestro caso en particular.

Entre los objetivos se desean cumplir al finalizar el curso de Dinámica y Control de Procesos, que se encuentra en el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química, de

la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, se pretende que los alumnos al término del curso cumplan con lo siguiente aspectos:

- Explicarán la dinámica de los sistemas de ingeniería química.
- Construirán modelos matemáticos realistas y simples de estos sistemas.
- Resolverán las ecuaciones que conforman el modelo matemático.
- Aplicarán técnicas de control y estarán familiarizados con equipos de control comercial.

Un punto clave es como los alumnos aprenden a realizar todas estas actividades, que se pretende que ellos tengan al terminar al curso; esto se ve determinado en manera significativa por los estilos de aprendizaje, ya que son las habilidades por las cuales se puede adquirir el conocimiento.

Los alumnos pueden manejar alguno de los tres estilos de aprendizaje, que en características generales, se explicarán a continuación.

Aprendizaje visual:

- ✓ Se relacionan con más efectividad con la información escrita, notas, diagramas y dibujos.
- ✓ Están inconformes en una presentación si no pueden tomar notas detalladas.
- ✓ Consideran que una información no existe si no la han visto escrita en alguna parte.
- ✓ Toman notas adicionales aunque les entreguen los materiales del curso.
- ✓ Tienden a ser más efectivos en las comunicaciones escritas, en la manipulación de símbolos, etc.

Aprendizaje auditivo:

- ✓ Se relacionan con más facilidad con la palabra hablada.
- ✓ Tienden a escuchar una conferencia y luego toman apuntes o revisan el material entregado.
- ✓ Dan más importancia a lo que les dicen que a lo que ven escrito.
- ✓ A menudo repiten en voz alta los textos para entenderlos o recordarlos.
- ✓ Pueden ser buenos oradores o conferencistas.

Aprendizaje Pragmático:

- ✓ Aprenden más efectivamente a través de tocar, del movimiento y del espacio.
- ✓ Prefieren imitar y practicar.
- ✓ Pueden parecer lentos debido a que la información no se les presenta en forma adecuada a sus métodos de aprendizaje.
- ✓ Ven un modelo que pueden reproducir

El conocimiento de las habilidades con que cuenta el alumno según su estilo de aprendizaje nos otorga herramientas para personalizar una mayor adquisición de conocimientos, esto se puede derivar en:

Posibilitar el conocimiento y destreza necesarios para aprender con efectividad en cualquier situación en que uno se encuentre; por lo que se incluyen a las nuevas tecnologías aplicadas en el proceso de enseñanza aprendizaje, puesto que este tipo de herramientas pueden incrementar notablemente la participación y la interacción de los alumnos al involucrarlos en situaciones de aprendizaje.

Cabe mencionar que los individuos no tienen un estilo fijo, tiene un perfil con ciertas predominancias, y éstas se acentuarán de acuerdo con las situaciones del entorno, estos estilos se pueden modificar de acuerdo con el nivel de estudios.

En la actualidad, en los centros educativos como en la UNAM (y algunas otras universidades como: UAM, IPN, etc.) se hace uso de nuevas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, como son las TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación) que hacen referencia a la utilización de medios informáticos para almacenar, procesar y difundir todo tipo de información o procesos de formación educativa, mediante el uso de las computadoras y otras aplicaciones informáticas. En el caso del trabajo que se presenta en este documento: es la construcción de equipo totalmente automatizado en donde los alumnos podrán ver el funcionamiento de una estructura de control. Estas tecnologías presentan la información bajo nuevos esquemas, que incluyen la interactividad y el uso de herramientas informáticas como son la programación y el uso de tecnologías como los micro controladores además de algunos sensores, donde resulta de gran importancia la implementación de un estudio de estilos de aprendizaje que ayudaría a ofrecer una educación personalizada y de mayor calidad. Básicamente está referido a utilizar los conocimientos previos del alumno para construir un nuevo aprendizaje. El maestro se convierte sólo en el mediador entre los conocimientos y los alumnos, ya no es él el que simplemente los imparte, sino que los alumnos participan en lo que aprenden.

Si tenemos diferentes estilos de aprender, las nuevas tecnologías en educación deberán contemplar en su diseño instruccional, la creación de ambientes, métodos, situaciones y estructuras de acuerdo a como son preferidos por los usuarios. Puesto que el uso de la tecnología como herramienta para la enseñanza-aprendizaje transforma nuestra relación con los contenidos, habrá de atenderse a las necesidades de los alumnos mediante diferentes experiencias de aprendizaje, a través de las cuales se desarrollen al máximo.

Teniendo en cuenta que los estudiantes manejan algún estilo de aprendizaje, las estrategias didácticas son ejes importantes para llegar a los resultados que sugiere el plan de estudio.

Por tal motivo se procederá a explicar en qué consisten las estrategias de aprendizaje de manera general.

El concepto de estrategia de enseñanza suele prestarse a interpretaciones ambiguas, en algunos marcos teóricos y momentos históricos, por ejemplo, se ha asociado el concepto de estrategias de enseñanza al de técnicas, entendidas como una serie de pasos por aplicar o una metodología mecánica; en ocasiones, se asocia la estrategia a la actividad de los alumnos y a las tecnologías que el docente incorpora en sus clases.

Se puede definir las estrategias de enseñanza como el conjunto de decisiones que toma el docente para orientar la enseñanza con el fin de promover el aprendizaje de sus alumnos; se trata de orientaciones generales acerca de cómo enseñar un contenido disciplinar considerando que se requiere que los alumnos comprendan, ¿Por qué? y ¿Para qué?

Las estrategias de aprendizaje a su vez están complementadas por las herramientas o materiales didácticos, que son aquellos medios didácticos con los que cuenta el docente y pueden ser aplicados durante el desarrollo de las sesiones en los espacios especializados (aula, laboratorios, etc.) para lograr impartir con éxito conocimientos e información.

Por tal motivo en este trabajo se pretende fomentar el que los alumnos del curso de dinámica y control de procesos se interesen por la materia, ya que por ser una asignatura que se imparte de manera teórica en su totalidad, llega a ser tediosa al grado de que el

alumno pierda el interés y solo adquiera el conocimiento o memorice la información sin llegar incluso a comprenderla solo para que obtener una calificación aprobatoria.

Al poder manipular un equipo con ciertas limitaciones y que ellos al operarlo tengan que estar haciendo uso de sus conocimientos previos y herramientas intelectuales para aplicarlos a una situación que los obligara a solucionar un problema satisfactoriamente, podrán obtener nuevos aprendizajes significativos o reforzarlos según sea el caso que se presente.

Por su parte el profesor lograra llamar la atención de sus alumnos haciéndoles más interesante la asignatura y guiándolos para que ellos a su vez refuercen e incluso incrementen sus conocimientos según sus necesidades.

1.4 Aprendizaje teórico-práctico

Retomando la lo que es el aprendizaje nos encontramos con dos vertientes que son la teoría y la práctica:

La teoría como producto y generalización del conocimiento, tiene las funciones de servir, de orientación en el desarrollo de una investigación, para ordenar, sistematizar, definir, clasificar, comparar, separar, abstraer, resumir y generalizar la información, los datos objetos, procesos y fenómenos, así como también predecir el comportamiento de los mismos.

Un papel relevante dentro de los sistemas teóricos lo poseen las leyes. Estas expresan las regularidades en la relación entre los diferentes objetos, propiedades, procesos y fenómenos, manifestando las relaciones necesarias, causales, esenciales. Las leyes como componente teórico son el producto y punto de partida de la actividad científico investigativa.

La práctica no es más que el basado en experiencias significativas, es decir que el estudiante aprende cierto contenido a partir de su aplicación a una situación particular. “La práctica es la mejor maestra”. (Cicerón). La experiencia no sólo tiene que ver con el aprendizaje práctico, pues a partir de ella se genera también la motivación para una profundización teórica y para una generalización o transferencia del conocimiento.

En conjunto la mejor manera de enseñar y aprender es la manera teórico-práctico ya que de esa manera se refuerzan los conocimientos porque una depende de la otra en especial en el caso de la asignatura de dinámica y control de proceso que requieren de soluciones prácticas para que al momento de egresar el alumno tenga la habilidad de solucionar problemas, en palabras de Poincaré “No hay nada tan práctico como una buena teoría, si bien hay que tener la práctica de saber qué teoría hay que escoger”.

El valor de la práctica de la enseñanza es muy grande. La práctica se halla omnipresente tanto en las actividades de los alumnos como en las de los profesores. Es ya un tópico decir que no hay mejor práctica que una buena teoría. También es frecuente oír que alguien diga: "Esto estará muy bien en teoría, pero en la práctica, no funciona". Si una teoría no sirve para explicar la realidad práctica, entonces es que se trata de una mala teoría. Ciertamente, se puede ser un buen teórico y al mismo tiempo un práctico deficiente, de la misma manera que también puede ocurrir lo contrario. Según Kant “Cuando la teoría sirve poco para la práctica, no es por culpa de la teoría, sino precisamente porque no hay suficiente teoría”.

En definitiva, habría que partir de los conocimientos teóricos como base para posteriormente poderlos llevar a la práctica para construir a partir de ella la teoría que podrá influir a su vez en la nueva práctica reflexiva y mejorada, de forma que ha prevalecido un "modelo de aproximación a la realidad en el cual predominan los discursos teóricos y nominalistas, basados en datos contrastados, la solución propuesta pasa por el siguiente esquema.

Teoría > práctica > teoría

1.5 Diferencia entre experimento y práctica.

El experimento es un paso en el método científico en el que se implementan modelos, teorías o hipótesis; es usada para probar existentes de alguna de ellas ya sean nuevas o existentes nuevas con el fin de apoyarlos o rechazar, posteriormente se analizan los

resultados, se extrae una conclusión, a veces se forma una teoría, y los resultados se comunican a través de trabajos de investigación.

En cambio las prácticas tiene como objetivos instructivos fundamentales por medio de los cuales los estudiantes adquieran las habilidades propias de los métodos de la investigación científica, amplíen, profundicen, consoliden, realicen, y comprueben los fundamentos teóricos de la asignatura mediante la experimentación empleando los medios de enseñanza necesarios, garantizando el trabajo individual en la ejecución de la práctica.

Es importante tener en cuenta las diferencias entre teoría y práctica, ya que la finalidad del trabajo realizado es construir un equipo a nivel laboratorio y de manera didáctica, el cual trasportara un fluido de un contenedor a otro, por un sistema de tuberías, bombas y válvulas que están controladas por un microcontrolador respectivamente además; cuenta con diferentes variables que serán medibles, manipulables y variables para obtener un dato o resultado deseable. Por tal razón este proyecto complementará de manera positiva la materia de dinámica y control de procesos, el profesor en el proceso de enseñanza-aprendizaje es un facilitador, por lo tanto pretende, de forma deliberada, que la persona logre un aprendizaje, a su vez decidirá qué tipo de práctica y variable es más pertinente para el aprendizaje que se pretende alcanzar.

Esta forma organizativa persigue objetivos muy similares a los de las clases prácticas, lo que la diferencia es la fuente de que se valen para su logro. En las prácticas de laboratorio los objetivos se cumplen a través de la realización de experiencias programadas con el apoyo de un manual.

Etapas para la realización de la práctica de laboratorio. Por su esencia el proceso de realización de las prácticas de laboratorio constituye parte integrante del trabajo independiente de los estudiantes, el cual está constituido por tres etapas:

- ✓ Preparación previa a la práctica.
- ✓ Realización de la práctica.
- ✓ Conclusiones de la práctica.

La preparación previa a la práctica se desarrolla fundamentalmente sobre la base del estudio teórico orientado por el profesor como fundamento de la práctica, así como el estudio de las técnicas de los experimentos correspondientes.

El desarrollo se caracteriza por el trabajo de los estudiantes con el material de laboratorio (utensilios, instrumentos, aparatos, y reactivos), la reproducción de los fenómenos deseados, el reconocimiento de los índices característicos de su desarrollo, la anotación de las observaciones, entre otras tareas docentes.

Durante las conclusiones el estudiante deberá analizar los datos de la observación y arribar a las conclusiones y generalizaciones que se derivan de la práctica en cuestión.

El profesor deberá tener en cuenta que el trabajo independiente en el laboratorio es muy complejo si se realiza conscientemente, por cuanto debe combinar las acciones físicas y mentales de forma paralela. Muchas veces los estudiantes se limitan a la reproducción mecánica de los pasos de la técnica del experimento. Esto en gran medida se puede evitar si el conjunto de experimentos propuestos en la técnica presupone un enfoque investigativo de los estudiantes para su realización.

Este enfoque investigativo requiere de la existencia de una técnica de laboratorio tal, que en la misma no se de toda la información detallada, sino que una buena parte de dicha información debe ser extraída por el estudiante a partir del conocimiento de los objetivos del experimento. Este enfoque resume una de las posibles formas que pueda adoptar el experimento con carácter investigativo.

En las prácticas de laboratorio predominan la observación y la experimentación en condiciones de laboratorio, lo que exige la utilización de métodos y procedimientos específicos para el trabajo. En relación con esto, es significativa la contribución de los métodos y procedimientos utilizados en el desarrollo de habilidades generales de carácter intelectual y docente (observación, explicación, comparación, elaboración de informes, entre otras), y fundamentalmente en la formación y desarrollo de habilidades propias de cada asignatura que utilice esta forma de organización del proceso de enseñanza-aprendizaje.

1.6 ¿Por qué es necesaria la práctica para la dinámica y control de procesos?

Los procesos industriales están hoy íntimamente integrados con respecto a flujos de materia y energía, restringidos a estrictas especificaciones de calidad de productos y sujetos a regulaciones de seguridad y de emisiones ambientales. Estas condiciones de operación reducen la flexibilidad operativa de los procesos e introducen grandes incentivos económicos para implementar sistemas de control confiables y de alto rendimiento. Además de que con el avance acelerado de las computadoras, procesadores y microprocesadores se ha vuelto de mayor alcance y necesidad para la industria implementar estos sistemas, por lo cual el Ingeniero Químico debe estar capacitado para abordar la ingeniería básica en el diseño de configuraciones de control.

Por tales razones el trabajo de laboratorio debe motivar a los alumnos, haciendo uso de nuevas tecnologías o apoyándose en las mismas, el estudiante que se enfrenta con un fenómeno y trata de ver lo que ocurre se acerca más a la realidad, lo cual ayudara a los alumnos a interpretar esquemas, a ser creativos, sustituyendo materiales cuando sea necesario por otros que no se tienen o que sean de menor costo.

Los alumnos al empezar a practicar y llamar su atención, podría motivarse a que ellos mejoren el equipo, o incluso llegar al diseño y construcción de uno nuevo, que les abriría una nueva gama de dudas y posibilidades por lo cual recurrirán nuevamente a la teoría para poder de esa manera retroalimentarse entre ellos y con la ayuda del profesor como guía para facilitarles el trabajo podrán llegar a superar un nuevo reto presente en su vida y formación profesional.

La manipulación del prototipo a desarrollarse le permitirá al alumno fortalecer la comprensión del tema y el logro de aprendizajes más significativos. La presencia del fenómeno y la discusión sobre el mismo, apoyado por la formación teórica, acerca más al alumno a las causas que lo producen y que lo modifican, las explicaciones sobre el fenómeno las hacen propias provocándoles así un mayor entendimiento y seguridad en ellos mismos.

2. Capítulo 2.- Conocimientos que se deben de tener para la construcción de la unidad didáctica.

En la construcción del prototipo se encuentran más materias involucradas como lo son Flujo de Fluidos, Ingeniería Eléctrica, seleccionando estas dos asignaturas por la forma de involucrarse con el trabajo que se está desarrollado, haciendo énfasis de algunos cuantos aspectos teóricos que son llevados a la práctica de alguna manera, provocando que los alumnos comprenderán la importancia de los conocimientos previos y su correcta aplicación. En el curso de dinámica y control de procesos es necesario el dominio de esos conocimientos adquiridos entre otros más por su complejidad, ya que al automatizar un proceso tendrá que entender su funcionamiento.

La Ingeniería eléctrica involucra conceptos que hay que diferenciar como lo son intensidad de corriente y voltaje, tipo de corriente, ley de ohm, además de que son los amperes, potencia, resistencia, para poder entrar a lo que son los circuitos eléctricos y a la electrónica para desarrollar con la ayuda de los microcontroladores y sensores un equipo totalmente automatizado.

Por otra parte en flujo de fluidos hay que determinar que es un fluido, que significa la potencia en una bomba, tipos de tuberías, accesorios y como se transporta una sustancia determinada de un punto a otro, que es una pérdida de presión, como calcular un caudal, etc. Varios de estos conocimientos también serán puestos en práctica además de ser comparados con los datos que los proveedores proporcionan en el caso de las bombas.

Para iniciar hay que definir los conceptos de interés para el desarrollo del trabajo a realizar, además de la importancia que tiene el mencionar las asignaturas mencionadas para éxito en la elaboración del equipo a implementar para la enseñanza de dinámica y control de procesos.

2.1 Ingeniería eléctrica.

La ingeniería eléctrica es el campo de la ingeniería que se ocupa del estudio y la aplicación de la electricidad, la electrónica y el electromagnetismo. Aplica conocimientos de ciencias como la física y las matemáticas para diseñar sistemas y equipos que permiten generar, transportar, distribuir y utilizar la energía eléctrica. Por lo que se comenzará a definir los conceptos de interés para el presente trabajo con respecto a Ingeniería Eléctrica.

2.2 ¿Qué es electricidad?

El término de electricidad se le atribuye a William Gilbert quien diseñó el "versorium", un aparato que detectaba la presencia de objetos estáticamente cargado, siendo el primero en marcar una clara distinción entre electricidad magnética y estática. La electricidad es la forma de energía que produce efectos luminosos, mecánicos, caloríficos, químicos, etc., y que se debe a la separación o movimiento de los electrones que forman los átomos.

Un electrón es una partícula subatómica que posee carga eléctrica negativa. Por lo tanto, debido a la ley física de atracción entre sí de cargas eléctricas de signo opuesto y a repulsión entre sí de cargas eléctricas de mismo signo, cualquier electrón siempre es atraído por una carga positiva equivalente. Una consecuencia de este hecho, es que si en un extremo o polo, de un material conductor aparece un exceso de electrones y en el otro polo aparece una carencia de estos (equivalente a la existencia de cargas positivas), los electrones tenderán a desplazarse a través de ese conductor desde el polo negativo al positivo. A esta circulación de electrones por un material conductor se le llama "electricidad". Y existirá mientras no se alcance una compensación de cargas entre los dos polos del conductor. Es decir, a medida que los electrones se desplacen de un extremo a otro, el polo negativo será cada vez menos negativo y el polo positivo será cada vez menos positivo, hasta llegar el momento en el que ambos extremos estén en equilibrio.

2.3 ¿Qué es voltaje?

El voltaje (V), tensión eléctrica o diferencia de potencial es la energía potencial eléctrica por unidad de carga, medido en joule (J) por culombio (C) para dar voltios.

$$V = \frac{J}{C}$$

Ec.1 Cálculo de voltaje o tensión eléctrica.

A menudo es referido como "el potencial eléctrico", el cual se debe distinguir de la energía de potencial eléctrico, haciendo notar que el "potencial" es una cantidad por unidad de carga. Al igual que con la energía potencial mecánica, el cero de potencial se puede asignar a cualquier punto del circuito, de modo que la diferencia de voltaje, es la cantidad físicamente significativa.

Por lo tanto entre dos puntos de un conductor (A, B) no existe diferencia de cargas eléctricas, el voltaje entre ambos puntos es cero. Si entre esos dos puntos aparece un desequilibrio de cargas (es decir, que en un punto hay un exceso de cargas negativas y en el otro una ausencia de ellas), aparecerá un voltaje entre ambos puntos, el cual será mayor a medida que la diferencia de cargas sea también mayor. Este voltaje es el responsable de la generación del flujo de electrones entre los dos puntos del conductor.

Generalmente, se suele decir que el punto del circuito con mayor exceso de cargas positivas es el que tiene el "potencial" más elevado, y el punto con mayor exceso de cargas negativas es el que tiene el "potencial" más reducido. Pero no olvidemos nunca que el voltaje siempre se mide entre dos puntos: no tiene sentido decir "el voltaje en este punto es", lo correcto debería de ser "el voltaje en este punto con respecto a este otro es"; de ahí por qué cuando se hace mención de diferencia de potencial o caída de potencial se hace referencia al voltaje.

2.4 Intensidad de corriente.

La intensidad de una corriente, comúnmente llamada "corriente" a secas, es una magnitud eléctrica que se define como la cantidad de carga eléctrica que pasa en un determinado tiempo a través de un punto concreto de un material conductor. Podemos imaginar que la intensidad de corriente es similar en cierto sentido al caudal de agua que circula por una tubería solo que en el caso de electricidad sería la cantidad de electrones que pasan a lo largo del cable u otro conductor eléctrico, su unidad de medida es el amperio (A).

$$A = \frac{C}{s}$$

Ec.2 Cálculo de la Intensidad de corriente.

Donde Coulomb (C) es la medida de la magnitud física de la cantidad de electricidad (carga eléctrica), nombrada en honor del físico francés Charles-Augustin de Coulomb se define como la cantidad de carga transportada en un segundo por una corriente de un amperio de intensidad de corriente eléctrica.

$$C = A * s \quad \text{Ec. 3.1 Cálculo de carga eléctrica.}$$

También puede expresarse en términos de capacidad y voltaje, según la siguiente relación:

$$C = F * V \quad \text{Ec. 3.2 Cálculo de carga eléctrica.}$$

Donde F es faradio que es la capacidad de un condensador, entre cuyas armaduras existe una diferencia de potencial eléctrico de un voltio cuando está cargado de una cantidad de electricidad igual a un coulomb. Mide específicamente la capacidad de un condensador o un sistema de conductores, en otras palabras se puede decir, mide la carga que puede almacenar cuando se le aplica una tensión, su expresión es:

$$F = \frac{C}{V} \quad \text{Ec.4 Cálculo de conductores.}$$

Tal como ya se ha comentado, que se suele considerar que en un circuito la corriente fluye del polo positivo (punto de mayor tensión) al polo negativo (punto de menor tensión) a través de un material conductor.

Hay que distinguir dos tipos fundamentales de circuitos cuando hablamos de magnitudes como el voltaje o la intensidad: los circuitos de corriente continua (DC), por sus siglas en inglés "*Direct Current*" también puede ser interpretada como (CC) por sus siglas en español y los circuitos de corriente alterna (AC) al igual que el caso anterior, del inglés "*Alternating Current*".

2.5 Corriente DC.

Llamamos corriente continua a aquella en la que los electrones circulan a través del conductor siempre en la misma dirección. Es decir, los polos positivo y negativo son siempre los mismos. Aunque comúnmente se identifica la corriente continua con la

corriente constante como por ejemplo, la suministrada por una batería, estrictamente solo es continua toda corriente que, tal como acabamos de decir, mantenga siempre la misma polaridad.

2.6 Corriente AC.

Llamamos corriente alterna a aquella en la que la magnitud y la polaridad del voltaje varían cíclicamente. Esto implica que los polos positivo y negativo se intercambian alternativamente a lo largo del tiempo y, por tanto, que el voltaje va tomando valores positivos y negativos con una frecuencia determinada. Un ejemplo del tipo de corriente que estamos mencionando es el que llega a los hogares y empresas proveniente de la red eléctrica general.

Es así porque la corriente alterna es más fácil y eficiente de transportar a lo largo de grandes distancias por que sufre menos pérdidas de energía que la corriente continua. Además, la corriente alterna puede ser convertida a distintos valores de tensión ya sea que se requiera aumentarlas o disminuyéndolos según sea el interés a través de un dispositivo llamado transformador.

2.7 ¿Qué es watts?

El vatio o watt (W) es la unidad de potencia y es el equivalente a 1 julio por segundo (1 J/s).

$$W = \frac{J}{s}$$

Ec 5.1 Cálculo de potencia.

Expresado en términos que son utilizadas en electricidad, un vatio es la potencia eléctrica producida por una diferencia de potencial de 1 voltio y una corriente eléctrica de 1 amperio.

$$W = V * A$$

Ec. 5.2 Potencia en términos de electricidad.

Podemos definir la potencia de un componente eléctrico o electrónico como la energía consumida por este en un segundo, no obstante, estamos hablando de una fuente de

alimentación, con la palabra potencia nos referiremos entonces a la energía eléctrica aportada por esta al circuito en un segundo. En ambos casos (ya sea potencia consumida o generada), la potencia es un valor intrínseco propio del componente o generador, respectivamente.

Cuando una fuente de alimentación aporta una determinada energía eléctrica, esta puede ser consumida por los distintos componentes del circuito de diversas maneras: la mayoría de veces es gastada en forma de calor debido al efecto de las resistencias internas intrínsecas de cada componente mejor conocido como efecto Joule, pero también puede ser consumida en forma de luz si ese componente es una bombilla, o en forma de movimiento si ese caso de un motor, o en forma de sonido si ese componente es un altavoz, también puede darse el caso de que se presente una mezcla de varias de ellas.

Se puede calcular la potencia consumida por un componente eléctrico si sabe el voltaje al que está sometido y la intensidad de corriente que lo atraviesa, utilizando la fórmula:

$$P = V * I$$

Ec. 6.1 Cálculo de potencia agregada o consumida.

Por otro lado, a partir de la Ley de Ohm podemos deducir otras dos fórmulas equivalentes que nos pueden ser útiles si sabemos el valor de la resistencia R interna del componente:

$$P = I^2 * R$$

Ec 6.2 Potencia cuando se tiene I

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Ec. 6.3 Potencia cuando se tiene V

2.8 ¿Cuál es la diferencia entre volts (V) y watts (W)?

La potencia en watts es la potencia real consumida por el equipo. Se denomina voltios a la potencia aparente del equipo, y es el producto de la tensión aplicada y la corriente que por él circula. La potencia consumida por un equipo eléctrico es expresada en watts o voltios.

Ambos valores tienen un uso y un propósito. Los watts determinan la potencia real consumida desde la compañía de energía eléctrica y la carga térmica generada por el equipo. El valor en volts es utilizado para dimensionar correctamente los cables y los circuitos de protección como sería el caso de señales que generan los microprocesadores pero ese tema se abordará más adelante cuando se llegue a la automatización del equipo que es la finalidad del trabajo que se está realizando, en este apartado se trata de explicar cómo se involucran algunas asignaturas en la construcción del prototipo además retomar y explicar de una manera sencilla conocimientos previos.

En algunos tipos de dispositivos eléctricos, como las lámparas incandescentes, los valores en watts y en volts son idénticos. Sin embargo, para equipos de computación, los watts y los volts pueden llegar a diferir significativamente, siendo el valor en volts siempre igual o mayor que el valor en watts.

Otro aspecto que hay que mencionar son las resistencias (R). Se puede definir como, su capacidad para oponerse al paso de la corriente eléctrica a través de él. Es decir, cuanto mayor sea la resistencia de ese componente, más dificultad tendrán los electrones para atravesarlo, hasta incluso el extremo de imposibilitar la existencia de electricidad.

Esta característica depende del material con el que están contruidos, por lo que podemos encontrarnos con materiales con poca o muy poca resistencia los llamados “conductores”, como el cobre o la plata y materiales con bastante o mucha resistencia los llamados “aislantes”, como la madera o plástico, entre otros. Hay que insistir en que si un material es conductor, siempre poseerá inevitablemente una resistencia propia que evita que se transfiera el 100% de la corriente a través de él, por lo que incluso un simple cable de cobre tiene cierta resistencia interna normalmente despreciable, que reduce el flujo de electrones original. La unidad de medida de la resistencia es el ohm representado por la letra griega omega (Ω) y su nombre se deriva del apellido del físico alemán Georg Simon Ohm (1789-1854). Su ecuación es la que se muestra a continuación:

$$\Omega = \frac{V}{A}$$

Ec. 7 Cálculo de una resistencia.

2.9 Ley de ohm.

La Ley de Ohm establece que la intensidad de la corriente eléctrica que circula por un conductor eléctrico es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada e inversamente proporcional a la resistencia del mismo", se puede expresar matemáticamente en la siguiente fórmula o ecuación:

$$I = \frac{V}{R}$$

Ec. 8.1 Cálculo de la intensidad de corriente por ley de ohm.

Si un componente eléctrico con resistencia interna, (R), es atravesado por una intensidad de corriente, (I), entre ambos extremos de dicho componente existirá una diferencia de potencial, (V), que puede ser conocida gracias a la relación.

$$V = I * R$$

Ec. 8.2 Cálculo de potencia según la ley de ohm.

Por lo que si se tienen valores conocidos de la intensidad de corriente y el voltaje que se alimenta se puede conocer la resistencia al despejar de la ecuación de la ley de ohm que de forma matemática quedaría de la siguiente forma.

$$R = \frac{V}{I}$$

Ec. 8.3 Cálculo de resistencia según la ley de ohm

Representado en un circuito eléctrico quedaría de la siguiente manera:

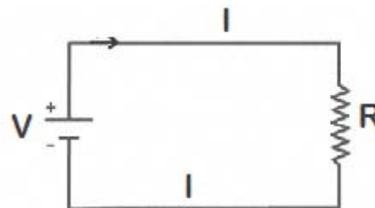


Fig. 2.1 Circuito eléctrico sencillo.

Los circuitos eléctricos se pueden presentar de tres formas diferentes las cuales son, en serie, en paralelo, y mixtos.

2.10 Circuito en serie.

Se define un circuito serie como aquel circuito en el que la corriente eléctrica solo tiene un solo camino para llegar al punto de partida, sin importar los elementos intermedios. En el caso concreto de solo arreglos de resistencias la corriente eléctrica es la misma en todos los puntos del circuito.

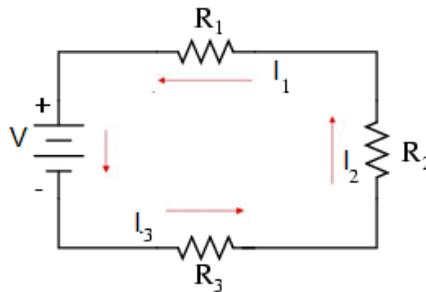


Fig. 2.2 Circuito eléctrico en serie

De manera general se observa lo siguiente.

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n \quad \text{Ec. 9.1 Cálculo de intensidad en circuito eléctrico.}$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n \quad \text{Ec. 9.2 Cálculo de voltaje en circuito eléctrico.}$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad \text{Ec. 9.3 Cálculo de resistencias en circuito eléctrico.}$$

2.11 Circuito en paralelo.

Circuito en el que la corriente eléctrica se bifurca en cada nodo. Su característica más importante es el hecho de que el potencial en cada elemento del circuito tiene la misma diferencia de potencial.

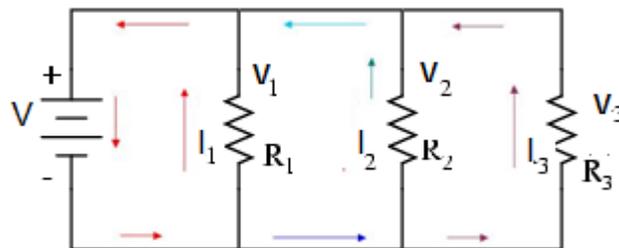


Fig. 2.3 Circuito eléctrico en paralelo.

Donde se puede observar.

$$V = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n \quad \text{Ec. 10.1 Voltaje de un circuito eléctrico en paralelo}$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n \quad \text{Ec. 10.2 Intensidad de un circuito eléctrico en paralelo}$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad \text{Ec. 10.3 Resistencia de un circuito eléctrico en paralelo}$$

2.12 Circuito mixto.

Es una combinación de elementos tanto en serie como en paralelos.

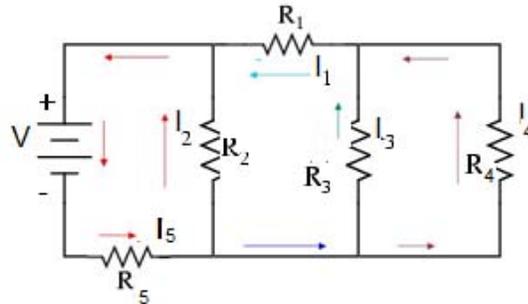


Fig. 2.4 Circuito electrico mixto

Para la solución de estos problemas se trata de resolver primero todos los elementos que se encuentran en serie y en paralelo para finalmente reducirlo a un circuito puro, bien sea en serie o en paralelo.

Al ser todos estos cálculos expresados en volts, watts, amperes, ohms, se puede expresar conforme al Sistema Internacional según la siguiente tabla.

Submúltiplos			Múltiplos		
Valor	Símbolo	Nombre	Valor	Símbolo	Nombre
10^{-1}	D	Deci	10^1	da	Deca
10^{-2}	C	Centi	10^2	h	Hecto
10^{-3}	M	Mili	10^3	k	Kilo
10^{-6}	μ	Micro	10^6	M	Mega
10^{-9}	N	Nano	10^9	G	Giga
10^{-12}	P	Pico	10^{12}	T	Tera
10^{-15}	F	Femto	10^{15}	P	Peta
10^{-18}	A	Atto	10^{18}	E	Exa
10^{-21}	Z	Zepto	10^{21}	Z	Zetta
10^{-24}	Y	Yocto	10^{24}	Y	Yotta

Tabla 1 Prefijos de numéricos.

2.13 Flujo de fluidos.

El flujo de fluidos es un fenómeno común en la vida diaria. El estudio de su mecanismo es esencialmente impulsado por entender la física involucrada, así como su control en diversas aplicaciones de ingeniería. El flujo de fluidos se refiere al transporte de los materiales de un punto a otro, y forma parte importante de los procesos químicos.

En la industria química el flujo de fluidos es una operación sin la cual no se podría integrar un conjunto de operaciones y procesos unitarios, que constituyen una secuencia de transformaciones físicas y químicas en la materia prima para la elaboración de un producto, el transporte de fluidos se hace dentro de ductos y tuberías.

2.14 ¿Qué es un fluido?

Se define el fluido como una sustancia que sufre una deformación continua cuando se le aplica un esfuerzo cortante muy pequeño. En cambio, cuando se le aplica un esfuerzo cortante pequeño a un sólido elástico no se deforma continuamente, sino que asume una configuración fija o dicho de otra manera una forma determinada. Esta distinción entre un sólido y un fluido es muy simplificada porque existen ciertos materiales que exhiben ambas características.

Los fluidos se clasifican en líquidos y gases. Las fuerzas intermoleculares son mayores en los primeros, por lo que, al variar la presión o la temperatura los gases cambian fácilmente su volumen. La compresibilidad puede usarse para distinguir los líquidos de los gases; los gases son mucho más compresibles que los líquidos. Desde el punto de vista de la dinámica, no importa si el fluido es líquido o gas, las leyes que se aplican para ambos casos son las mismas, pero en ocasiones, dependiendo del fluido que se trate, es posible despreciar algunos efectos y simplificar su estudio.

2.15 Tipos de fluidos

El movimiento de los fluidos puede clasificarse de muchas maneras, según diferentes criterios y según sus diferentes características, este puede ser:

Flujo turbulento: Este tipo de flujo es el que más se presenta en la práctica de ingeniería. En este tipo de flujo las partículas del fluido se mueven en trayectorias erráticas, es decir, en trayectorias muy irregulares sin seguir un orden establecido, ocasionando la transferencia de cantidad de movimiento de una porción de fluido a otra. Este tipo de flujo ocurre cuando las velocidades de flujo son generalmente muy altas o en fluidos en los que las fuerzas viscosas son muy pequeñas.

Flujo laminar: Se caracteriza porque el movimiento de las partículas del fluido se produce siguiendo trayectorias bastante regulares, separadas y perfectamente definidas dando la impresión de que se tratara de láminas o capas más o menos paralelas entre sí, las cuales se deslizan suavemente unas sobre otras, sin que exista mezcla macroscópica o intercambio transversal entre ellas. La acción de la viscosidad puede amortiguar cualquier tendencia turbulenta que pueda ocurrir en el flujo laminar. Pero en situaciones que involucren combinaciones de baja viscosidad, alta velocidad o grandes caudales, el flujo laminar no es estable, lo que hace que se transforme en flujo turbulento.

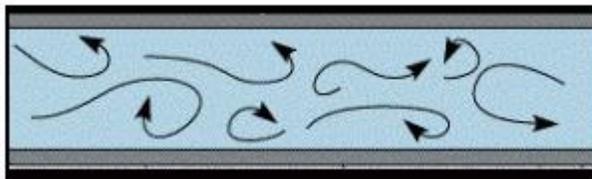


Fig. 2.5 Flujo turbulento.

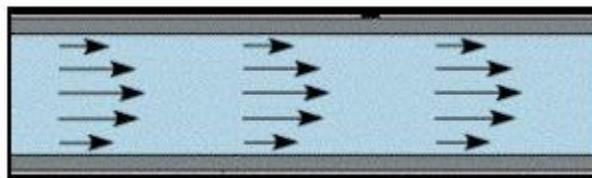


Fig. 2.6 Flujo laminar.

Flujo incompresible: Es aquel en los cuales los cambios de densidad de un punto a otro son despreciables, mientras se examinan puntos dentro del campo de flujo, no exige que la densidad sea constante en todos los puntos. Si la densidad es constante, obviamente el flujo es incompresible, pero sería una condición más restrictiva.

Flujo compresible: Es aquel en los cuales los cambios de densidad de un punto a otro no son despreciables.

Flujo permanente: Este tipo de flujo se caracteriza porque las condiciones de velocidad, de escurrimiento en cualquier punto no cambian con el tiempo, o sea que permanecen constantes con el tiempo o bien, si las variaciones en ellas son tan pequeñas que pueden ser despreciables.

Flujo no permanente: En este tipo flujo por lo general, las propiedades de un fluido y las características mecánicas del mismo serán diferentes de un punto a otro dentro de su campo, además si las características en un punto determinado varían de un instante a otro se dice que es un flujo no permanente, es decir el flujo puede ser permanente o no, de acuerdo con el observador.

Flujo uniforme: Este tipo de flujos son poco comunes y ocurren cuando el vector velocidad en todos los puntos del escurrimiento es idéntico tanto en magnitud como en dirección para un instante dado.

Flujo unidimensional: Es un flujo en el que el vector de velocidad sólo depende de una variable espacial, es decir que se desprecian los cambios de velocidad transversales a la dirección principal del escurrimiento. Dichos flujos se dan en tuberías largas y rectas o entre placas paralelas.

Flujo bidimensional: Es un flujo en el que el vector velocidad sólo depende de dos variables espaciales. Se supone que todas las partículas fluyen sobre planos paralelos a lo largo de trayectorias que resultan idénticas si se comparan los planos entre sí, no existiendo, por tanto, cambio alguno en dirección perpendicular a los planos.

Flujo tridimensional: El vector velocidad depende de tres coordenadas espaciales, es el caso más general en que las componentes de la velocidad en tres direcciones mutuamente perpendiculares son función de las coordenadas espaciales x , y , z , y del tiempo t . Este es uno de los flujos más complicados de manejar desde el punto de vista matemático y sólo se pueden expresar fácilmente aquellos escurrimientos con fronteras de geometría sencilla que no serán tomados en cuenta para el trabajo que se está realizando.

Flujo ideal: Es aquel flujo incompresible y carente de fricción. La hipótesis de un flujo ideal es de gran utilidad al analizar problemas que tengan grandes gastos de fluido, como en el movimiento de un aeroplano o de un submarino. Un fluido que no presente fricción resulta no viscoso y los procesos en que se tenga en cuenta su escurrimiento son reversibles.

Fluido Newtoniano: Es un fluido cuya viscosidad puede considerarse constante en el tiempo. Los fluidos newtonianos son uno de los fluidos más sencillos de describir. La curva que muestra la relación entre el esfuerzo contra su velocidad de deformación es lineal. Un buen número de fluidos comunes se comportan como fluidos newtonianos bajo condiciones normales de presión y temperatura: el aire, el agua, la gasolina, el vino y algunos aceites minerales.

Fluidos no newtonianos: Es aquel fluido cuya viscosidad varía con la temperatura y la tensión cortante que se le aplica. Como resultado, un fluido no newtoniano no tiene un valor de viscosidad definido y constante, a diferencia de un fluido newtoniano. El mejor ejemplo de este tipo de fluidos es el agua en contraposición al pegamento, la miel, los geles y sangre que son ejemplos de fluido no newtoniano.

2.16 Propiedades de los fluidos

Los fluidos, como todos los materiales, tienen propiedades físicas que permiten caracterizar y cuantificar su comportamiento así como distinguirlos de otros. Algunas de estas propiedades son exclusivas de los fluidos y otras son típicas de todas las sustancias. Las propiedades de un fluido son las que definen el comportamiento y características del mismo tanto en reposo como en movimiento algunas de ellas son:

- Presión
- Densidad
- Temperatura
- Energía interna
- Calores específicos
- Viscosidad
- Peso
- Volumen específicos
- Velocidad

2.16.1 Temperatura (T).

Es un escalar que representa la actividad interna de una sustancia. Este concepto está ligado a la transferencia de energía en forma de calor. Dos regiones que se tienen un contacto térmico y se encuentran a la misma temperatura no tienen transferencia de calor entre ellas. Esto es debido al equilibrio térmico que establece la ley cero de la termodinámica.

2.16.2 Masa (m).

La masa, es la medida de la inercia, que únicamente para algunos casos puede entenderse como la magnitud que cuantifica la cantidad de materia de un cuerpo. Es una cantidad escalar y no debe confundirse con el peso, que es una cantidad vectorial que representa una fuerza.

2.16.3 Presión (P)

La presión es el concepto físico utilizado para caracterizar la influencia de una fuerza perfectamente distribuida sobre una superficie, por lo que su valor se da en unidades de fuerza por unidad de área, que se refiere a la acción de los fluidos sobre las paredes del recipiente que los contienen.

$$P = \rho * g * z$$

Ec. 11 presión ejercida en un cualquier punto de un líquido.

Donde g es la constante gravitacional y z es la profundidad del punto a medir.

Lo más destacable de esta expresión es lo que incluye. La presión del líquido a una profundidad determinada no depende de la masa total o el volumen total del líquido, ya que determinada la presión en un punto, será la misma en cualquier otro punto siempre y cuando se desplace de forma horizontal, sea el mismo fluido y no sea interrumpido en su totalidad como se muestra en la siguiente figura.

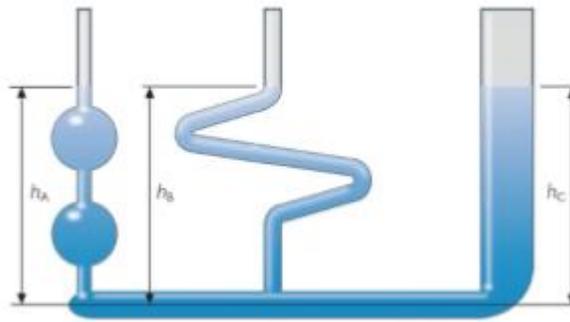


Fig. 2.7 Presión en algún punto del fluido dentro de una columna.

La altura es la misma porque es un sistema abierto pero en el caso que sea un sistema cerrado la altura podrá variar pero la presión en cualquier punto horizontal continuara siendo la misma siempre y cuando el fluido por el sistema sea el mismo y no sea interrumpido en su totalidad.

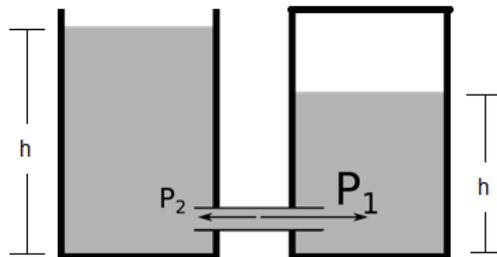


Fig. 2.8 Diferencia de alturas por no ser un sistema totalmente abierto.

Este tipo de presión es denominándose presión relativa, presión normal, o presión manométrica pero siempre es necesario calcular en recipientes la presión absoluta ya que también influye la presión ambiental o atmosférica la cual dependerá únicamente de la zona geográfica donde se encuentre ubicado el caso de estudio.

$$P_{abs} = P_a + P_m \quad \text{Ec. 12 Cálculo de la presión absoluta.}$$

Se puede presentar el caso de que se le agrega a un sistema otra sustancia que sea inamisible y de diferente densidad como se muestra a continuación.

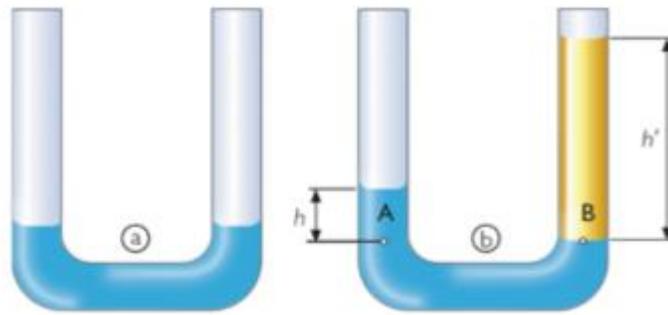


Fig. 2.9 Diferencia de alturas por presencia de diferentes sustancias.

Si el peso de un cuerpo es una magnitud vectorial, el cual se define como la fuerza con la cual un cuerpo actúa sobre un punto de apoyo, a causa de la atracción de este cuerpo por la fuerza de la gravedad, esta será la causa de que se vea esa diferencia de alturas pues a pesar de que ambos lados del sistema se encuentren abiertos, el líquido B es más ligero que el líquido A por lo que solo se desplaza un poco el líquido igualando de este modo la presión que el líquido B ejerce sobre él.

Si se tiene se sabe que la presión hidráulica, a mayor profundidad, mayor será la presión a la que estará sometido el cuerpo. Del mismo modo, conforme aumente la densidad del fluido, mayor será la presión soportada, por lo tanto La diferencia de presión entre dos puntos situados a distinta profundidad en el interior de un líquido será igual a:

$$P_2 - P_1 = \rho * g(z_2 - z_1)$$

Ec. 13 diferencia de presiones según la altura.

2.16.4 Caudal (Q).

Es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal,...) por unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

$$Q = A * U$$

Ec. 14 Cálculo de caudal.

La conservación de la masa de fluido a través de dos secciones, de un conducto o tubo de corriente establece que: la masa que entra es igual a la masa que sale por lo tanto.

$$Q_1 = Q_2 \quad \text{Ec. 15.1 Por ley de conservación de masa}$$

$$A_1 * U_1 = A_2 * U_2 \quad \text{Ec. 15.2 Sustitución de ec.14 en 15.1}$$

Es de gran utilidad en el cambio de diámetro de tuberías.

2.16.5 Área (A).

Se refiere a espacio que ocupa un fluido en una determinada sección transversal del tubo porque es transportado, para llegar a ese valor primero hay que obtener el diámetro interno (d) del tubo, dato que se puede obtener directamente de tablas o que se tome la medida al momento, para posteriormente dividirse entre para obtener el radio para posteriormente pasar al cálculo del área

$$A = \pi * r^2 \quad \text{Ec. 16.1 Obtención del área de flujo.}$$

$$r = \frac{d}{2} \quad \text{Ec 16.2 Cálculo del radio.}$$

2.16.6 Velocidad (U).

Es un vector que representa la dirección, sentido y magnitud de la rapidez de movimiento del fluido. El caso especial donde la velocidad es cero en todo el espacio considerado su estudio en la estática de los fluidos.

$$U = \frac{Q}{A}$$

Ec. 17 Cálculo de velocidad de un fluido por un ducto.

2.16.7 Densidad (ρ).

La densidad es una medida de cuánto material se encuentra comprimido en un espacio determinado; es la cantidad de masa por unidad de volumen. La densidad es una magnitud intensiva ya que *no dependen* de la cantidad de sustancia o del tamaño de un sistema, por lo que cuyo valor permanece inalterable.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Ec. 18 Obtención de la densidad para un fluido.

2.16.8 Volumen específico (V_s).

Es el inverso de la densidad y se define como el volumen ocupado por la unidad de masa del fluido.

$$V_s = \frac{1}{\rho}$$

Ec. 19 Determinación del volumen específico.

2.16.9 Peso específico (γ).

El peso específico de una sustancia se define como su peso por unidad de volumen y se calcula.

$$\gamma = \rho * g$$

Ec. 20 Cálculo de pesos específico.

2.16.10 Viscosidad (μ).

Esta propiedad es una de las más importantes en el estudio de los fluidos y se pone de manifiesto cuando los fluidos están en movimiento. Se ha definido la viscosidad como la relación existente entre el esfuerzo cortante y el gradiente de velocidad. Los datos son sacados de tablas y por efecto de cálculo existe otro tipo de viscosidad llamada viscosidad cinemática se representa como (ν) y se calcula como se muestra a continuación:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

Ec. 21 Obtención de viscosidad cinemática

2.17 Ecuación de Bernoulli.

La energía de un fluido en cualquier momento consta de tres componentes.

- ✓ cinética: es la energía debida a la velocidad que posea el fluido.

$$U^2/2$$

- ✓ potencial o gravitacional: es la energía debido a la altitud que un fluido posea.

$$\rho * g * z \quad \text{Donde } z \text{ es la altura}$$

- ✓ energía de presión: es la energía que un fluido contiene debido a la presión que posee. P que ya fue mencionada la forma de obtención.

Por lo que la ecuación quedaría de la siguiente forma.

$$\frac{U^2 \rho}{2} + P + \rho g z = cte.$$

Ec. 22 Primera expresión de la Ec de Bernoulli.

Para aplicar la ecuación se deben realizar los siguientes supuestos:

- Viscosidad (fricción interna) = 0 Es decir, se considera que la línea de corriente sobre la cual se aplica se encuentra en una zona 'no viscosa' del fluido.
- Caudal constante
- Flujo incompresible, donde ρ es constante.
- La ecuación se aplica a lo largo de una línea de corriente o en un flujo laminar.

Un ejemplo de aplicación del principio se da en el flujo de agua en tubería.

$$\frac{U^2}{2g} + \frac{P}{\gamma} + z = H$$

Ec. 23 Bernoulli para calcular altura.

Donde: $U^2/2g$ es el cabezal de velocidad.

$P/\gamma + z$ Es el cabezal de presión.

H es la altura hidráulica.

También se puede reescribir este principio en forma de suma de presiones multiplicando toda la ecuación por γ , de esta forma el término relativo a la velocidad se llamará presión dinámica.

$$\frac{U^2}{2} \rho$$

Ec. 24.1 Cabezal de velocidad después de ser multiplicado por (γ) y sustituyendo en la Ec 23

Los términos de presión y altura se agrupan en la presión estática.

$$P + \gamma z$$

Ec. 24.2 Cabezal de presión al ser multiplicado por (γ) y sustituido en la Ec 23

Por lo que se expresa:

$$\frac{U^2}{2} \rho + P + \gamma z$$

Ec. 25 Bernoulli para la determinación de presiones.

Al comportamiento que normalmente nos referimos con el término "efecto de Bernoulli", es el descenso de la presión del líquido en las regiones donde la velocidad del flujo es mayor, este descenso de presión por un estrechamiento de una vía de flujo puede parecer contradictorio, pero no tanto cuando se considera la presión como una densidad de energía. En el flujo de alta velocidad a través de un estrechamiento, se debe incrementar la energía cinética, a expensas de la energía de presión y conforme a la conservación de materia y energía se muestra a continuación.

$$\frac{U_1^2 \rho}{2} + P_1 + \rho g z_1 = \frac{U_2^2 \rho}{2} + P_2 + \rho g z_2$$

Ec. 26 Primera ecuación de Bernoulli según la ley de conservación de masa y energía.

Daniel Bernoulli en su obra Hidrodinámica en 1738 la cual expresa que en un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento), en régimen de circulación por un conducto cerrado, la energía que posee el fluido permanece constante a lo largo de su recorrido por lo que se puede considerar como una apropiada declaración del principio de la conservación de la energía, para el flujo de fluidos y expresándola para un tubo vertical.

$$z_1 + \frac{U_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} = z_2 + \frac{U_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g}$$

Ec. 27 Bernoulli para un tubo vertical.

Tomando en cuenta que la densidad por la constante gravitacional es igual al peso específico se puede expresar la ecuación de la siguiente manera.

$$z_1 + \frac{U_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} = z_2 + \frac{U_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma}$$

Ec. 28 Bernoulli al sustituir la Ec 20 en 27.

La ecuación de Bernoulli es aplicable a fluidos no viscosos, incompresibles en los que no existe aportación de trabajo exterior, por ejemplo mediante una bomba, ni extracción de trabajo exterior, por ejemplo mediante una turbina. De todas formas, a partir de la conservación de la cantidad de movimiento para fluidos incompresibles se puede escribir una forma más general que tiene en cuenta fricción y trabajo:

$$z_1 + \frac{U_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + W = z_2 + \frac{U_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + h_f$$

Ec. 29 Ecuación de energía mecánica.

Donde:

- W es el trabajo externo que se le suministra (+) o extrae al fluido (-) por unidad de caudal másico a través del recorrido del fluido.
- h_f es la disipación por fricción a través del recorrido del fluido.

2.18 Análisis dimensional.

Todas las variables físicas se miden como múltiplos de ciertas cantidades llamadas unidades. Algunas unidades se expresan en términos de otras. Se pueden encontrar ciertas unidades, cuya combinación permite expresar todas las demás unidades de las variables físicas. Un ejemplo que satisface esta condición son las unidades de masa, longitud, tiempo y temperatura, fuerza son representados por M,L,t,T,F respectiva.

Cantidad.	Dimensión
Masa	M
Longitud	L
Tiempo	t
Temperatura	T
Velocidad	L/t
Presión	F/L ²
Densidad	M/L ³
Caudal	L ³ /t
Área	L ²
Viscosidad	Ft
Pesos específico	M/L ² t ²
Diámetro	L
Volumen específico	L ³ /M

Tabla 2 Análisis dimensional

2.19 Numero de Reynolds (Re).

El número de Reynolds depende de la velocidad del fluido, del diámetro de tubería, o diámetro equivalente si la conducción no es circular, y de la viscosidad cinemática o en su defecto densidad y viscosidad dinámica, es un parámetro adimensional cuyo valor indica si el flujo sigue un modelo laminar o turbulento.

- $Re < 2300$ El flujo sigue un comportamiento laminar.
- $2300 < Re < 4000$ Zona de transición de laminar a turbulento.
- $Re > 4000$ El fluido es turbulento.

$$Re = \frac{\rho * d * U}{\mu}$$

Ec. 30.1 Reynolds por medio del cálculo de densidades

O

$$Re = \frac{U * d}{\nu}$$

Ec 30.2 Reynolds con viscosidad cinemática

2.20 Pérdidas por fricción

Las pérdidas por fricción se presentan porque al estar el fluido en movimiento habrá una resistencia que se opone a dicho movimiento (fricción al fluir), convirtiéndose parte de la

energía del sistema en energía térmica (calor), que se disipa a través de las paredes de la tubería por la que circula el fluido.

Las válvulas y accesorios se encargan de controlar la dirección o el flujo volumétrico del fluido generando turbulencia local en el fluido, esto ocasiona una pérdida de energía que se transforma en calor. Estas últimas pérdidas son consideradas pérdidas menores ya que en un sistema grande las pérdidas por fricción en las tuberías son mayores en comparación a la de las válvulas y accesorios.

A las Pérdidas de energía del sistema por la fricción en las tuberías, o pérdidas menores por válvulas y otros accesorios se les representa como h_f . La magnitud de las pérdidas de energía que produce la fricción del fluido, las válvulas y accesorios, es directamente proporcional a la carga de velocidad del fluido. Esto de forma matemática se expresa según las siguientes ecuaciones:

$$h_f = f \frac{U^2 * L}{2g * d} \quad \text{Ec. 31.1 Pérdidas de fricción para tubería recta.}$$

$$h_f = K_f \frac{U^2}{2g} \quad \text{Ec. 31.2 Pérdidas por fricción para accesorios.}$$

Donde f es el factor de fricción, K_f es el factor de pérdida para el accesorio y L es la longitud total.

Una vez que se tenga certeza del comportamiento del fluido con el N_{Re} , se evalúa el factor de fricción dependiendo del régimen en el que se encuentre:

Para flujo laminar.

$$f = \frac{64}{Re} \quad \text{Ec. 32.1 factor de fricción para flujo laminar.}$$

Para flujo turbulento.

$$f = \frac{0.25}{\log \left[\frac{1}{3.7 \frac{\epsilon}{D}} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right]^2}$$

Ec. 32.2 Factor de fricción para flujo turbulento.

El término ϵ/D hace referencia a la rugosidad relativa, donde ϵ es la rugosidad promedio de la pared del tubo, los datos son obtenidos a partir de nomogramas lo mismo que en el caso de K_f .

La longitud de la tubería se calcula sumando la longitud lineal de cada tramo de tubo sin que presente accesorios (L_T) y la longitud equivalente que es el valor del accesorio como si fuera un tramo de tubo recto (L_{eq}).

$$L = L_T + L_{eq} \quad \text{Ec. 33.1 Longitud total de tubería.}$$

$$L_{eq-acc} = L_{eq}d \quad \text{Ec. 33.2 Longitud equivalente por accesorio.}$$

3. Capítulo 3.- Función y conexión de accesorios.

Dentro del desarrollo de un proyecto (llámese idea, producto, programa, construcción, etc.) existen aspectos básicos e imprescindibles que deben ser considerados a fin de ofrecer el mejor resultado tomando en consideración los requerimientos que se pueden tener plasmados en mente, ya sea a manera de idea o de forma específica y que pueda brindar la mayor información posible respecto a lo que se espera encontrar como producto final.

El trabajo que se está realizando es con fines educativos los aspectos a considerar deben de referirse a como sirve para la enseñanza de la dinámica y control de procesos además de involucrar otras materias e incluso involucrar a los alumnos a que se vuelvan autodidactas y busquen conocimientos más allá del adquirido en el salón de clases.

Uno de los propósitos de la dinámica y control de procesos es optimizar y automatizar los procesos con el fin de evitar y corregir los errores que se generen por los descuidos humanos, para poder lograrlos es necesario saber que es una estructura de control y como se debe de programar un lazo de control por medio de un microcontrolador y a través de sensores se llevara a cabo dicha tarea.

El capítulo anterior se mencionó que una parte de la ingeniería eléctrica era la aplicación de la electrónica pero será retomado el tema un poco más afondo en este apartado comenzando por aclarar que es la electrónica y un microcontrolador además de su funcionamiento. Por lo que es necesario aclarar de igual forma la diferencia que hay entre un microcontrolador y un microprocesador, ya que al ser principiantes en temas de la electrónica, cometemos el error de creer que son iguales y la realidad es que son diferentes uno de otro. La primera y la más importante diferencia es su funcionalidad.

Para utilizar al microprocesador en una aplicación real, se debe de conectar con componentes, como memoria o componentes buses de transmisión de datos. Aunque el microprocesador se considera una máquina de computación poderosa, no está preparado

para la comunicación con los dispositivos periféricos que se le conectan. Para que el microprocesador se comunique con algún periférico, se deben utilizar los circuitos especiales. Así era en el principio y esta práctica sigue vigente en la actualidad.

Por otro lado, al microcontrolador se le diseña de tal manera que tenga todas las componentes integradas en el mismo chip. No necesita de otros componentes especializados para su aplicación, porque todos los circuitos necesarios, que de otra manera correspondan a los periféricos, ya se encuentran incorporados. Así se ahorra tiempo y espacio necesario para construir un dispositivo.

3.1 ¿Qué es la electrónica?

Es la parte de la física que estudia los cambios y los movimientos de los electrones libres y la acción de las fuerzas electromagnéticas y los utiliza en aparatos que reciben y transmiten información.

La electrónica es la rama de la ciencia y tecnología que se encarga del estudio, el control y la aplicación de la producción y el procesamiento de las señales eléctricas a través de materiales conductores o semiconductores. Hace uso de movimientos controlados de electrones a través de esos diversos medios. De ahí su nombre.

La electrónica también estudia los dispositivos vinculados con los electrones, como tubos, diodos, válvulas, transistores y chips. Es una de las ciencias que ha tenido más auge en los últimos tiempos, debido a que ha podido resolver problemas que antes parecían imposibles de superar, como la amplificación de señales, la transmisión de información y la memoria, entre otros.

3.2 ¿Qué es un microcontrolador?

Un microcontrolador es un circuito integrado o "chip" (es decir, un dispositivo electrónico que integra en un solo encapsulado un gran número de componentes) que tiene la característica de ser programable. Es decir, que es capaz de ejecutar de forma autónoma una serie de instrucciones previamente definidas por nosotros. En un sistema electrónico, el microcontrolador sería el componente principal de la circuitería de procesamiento y

control por lo cual ha de incluir en su interior tres elementos básicos que; una unidad central de proceso, diferentes tipos de memorias y diferentes patillas de entrada y salida los cuales se explicaran a continuación:

CPU (Unidad Central de Proceso).

Es la parte encargada de ejecutar cada instrucción y de controlar que dicha ejecución se realice correctamente. Normalmente, estas instrucciones hacen uso de datos disponibles previamente conocidos como los “datos de entrada”, y generan como resultado otros datos diferentes denominados “datos de salida”, que podrán ser utilizados o no por la siguiente instrucción a realizar.

Diferentes tipos de memorias.

Son en general las encargadas de alojar tanto las instrucciones como los diferentes datos que estas necesitan. De esta manera posibilitan que toda esta información (instrucciones y datos) esté siempre disponible para que la CPU pueda acceder y trabajar con ella en cualquier momento. Generalmente encontraremos dos tipos de memorias: las que su contenido es almacenado de forma permanente incluso tras cortes de alimentación eléctrica llamadas “persistentes”, y las que su contenido se pierde al interrumpirse o dejar de recibir alimentación eléctrica llamadas “volátiles”. Según las características de la información a guardar, esta se grabará en un tipo u otro de memoria de forma automática, habitualmente.

Diferentes patillas de E/S (entrada/salida).

Son las encargadas de comunicar el microcontrolador con el exterior. En las patillas de entrada del microcontrolador podremos conectar sensores para que este pueda recibir datos provenientes de su entorno, y en sus patillas de salida podremos conectar actuadores para que el microcontrolador pueda enviarles órdenes e así interactuar con el medio físico. De todas formas, muchas patillas de la mayoría de microcontroladores no son exclusivamente de entrada o de salida, sino que pueden ser utilizados indistintamente para ambos propósitos de ahí el nombre de E/S.

Se puede decir que un microcontrolador es un computador completo aunque con prestaciones limitadas en un solo chip, el cual está especializado en ejecutar constantemente un conjunto de instrucciones predefinidas. Estas instrucciones irán

teniendo en cuenta en cada momento la información obtenida y enviada por las patillas de E/S y reaccionarán en consecuencia. Lógicamente las instrucciones serán diferentes según el uso que se le quiera dar al microcontrolador y deberemos de decidir nosotros cuáles son.

Por lo tanto un sistema electrónico es un conjunto de: sensores, circuitería de procesamiento y control, actuadores y fuente de alimentación que trataran de explicarse a continuación.

Los sensores obtienen información del mundo físico externo y la transforman en una señal eléctrica que puede ser manipulada por la circuitería interna de control. Existen sensores de todo tipo: de temperatura, de humedad, de movimiento, de sonido, etc.

Los circuitos internos de un sistema electrónico procesan la señal eléctrica convenientemente. La manipulación de dicha señal dependerá tanto del diseño de los diferentes componentes hardware del sistema, como del conjunto lógico de instrucciones es decir, el tipo de programación que dicho hardware tenga pregrabado y que sea capaz de ejecutar de forma autónoma.

Los actuadores transforman la señal eléctrica acabada de procesar por la circuitería interna en energía que actúa directamente sobre el mundo físico externo. Ejemplos de actuadores son: un motor que se presenta energía mecánica, en el caso de una bombilla se puede percibir como energía lumínica, y para un altavoz se manifiesta como energía acústica, por mencionar algunos ejemplos.

La fuente de alimentación proporciona la energía necesaria para que se pueda realizar todo el proceso que es necesario en un sistema electrónico, este tipo de alimentación puede provenir de fuentes como son las pilas, baterías, adaptadores AC/DC, etc.

Otra aspecto que se debe de tener en claro es que por ser un sistema eléctrico, es la existencia de dos tipos de señales, las señal analógicas y la señal digitales pero hay que diferenciar entre ellas pues sus funciones son diferentes.

3.3 Señal analógica.

La señal analógica es aquella que presenta una variación continua con el tiempo, es decir, que a una variación suficientemente significativa del tiempo le corresponderá una variación igualmente significativa del valor de la señal la señal es continua. Toda señal variable en el tiempo, por complicada que ésta sea, se representa en el ámbito de sus valores o espectro de frecuencia. De este modo, cualquier señal es susceptible de ser representada descompuesta en su frecuencia fundamental y sus armónicos. El proceso matemático que permite esta descomposición se denomina análisis de Fourier. Un ejemplo de señal analógica es la generada por un usuario en el micrófono de su teléfono y que después de sucesivos procesos, es recibida por otro abonado en el altavoz del suyo.

Es preciso indicar que la señal analógica, es un sistema de comunicaciones de las mismas características, mantiene dicho carácter y deberá ser reflejo de la generada por el usuario. Esta necesaria circunstancia obliga a la utilización de canales lineales, es decir canales de comunicación que no introduzcan deformación en la señal original. Este tipo de señales predominan en nuestro entorno (por ejemplo: variaciones de temperatura, presión, velocidad, distancia, sonido etc.) y son transformadas en señales eléctricas, mediante el adecuado transductor, para su tratamiento electrónico.

La utilización de señales analógicas en comunicaciones todavía se mantiene en la transmisión de radio y televisión tanto privada como comercial. Los parámetros que definen un canal de comunicaciones analógicas son el ancho de banda (diferencia entre la máxima y la mínima frecuencia a transmitir) y su potencia media y de cresta.

3.4 Señal digital.

Una señal digital es aquella que presenta una variación discontinua con el tiempo y que sólo puede tomar ciertos valores discretos. Su forma característica es ampliamente conocida: la señal básica es una onda cuadrada mejor conocido como pulsos y las representaciones se realizan en el dominio del tiempo.

Sus parámetros son:

- Altura de pulso (nivel eléctrico)
- Duración (ancho de pulso)
- Frecuencia de repetición (velocidad pulsos por segundo)

Las señales digitales no se producen en el mundo físico como tales, sino que son creadas por el hombre y tiene una técnica particular de tratamiento, y como dijimos anteriormente, la señal básica es una onda cuadrada, cuya representación se realiza necesariamente en el dominio del tiempo.

La señal digital se utiliza para transmitir información, se puede realizar de varios modos: el primero, en función del número de estados distintos que pueda tener. Si son dos los estados posibles, se dice que son binarias, si son tres, ternarias, si son cuatro, cuaternarias y así sucesivamente. Los modos se representan por grupos de unos y de ceros, siendo, por tanto, lo que se denomina el contenido lógico de información de la señal.

La segunda posibilidad es en cuanto a su naturaleza eléctrica. Una señal binaria se puede representar como la variación de una amplitud (nivel eléctrico) respecto al tiempo (ancho del pulso). Resumiendo, las señales digitales sólo pueden adquirir un número finito de estados diferentes, se clasifican según el número de estados (binarias, ternarias, etc.) y según su naturaleza eléctrica (unipolares y bipolares).

En resumen y por comodidad para el trabajo que se está realizando la señal analógica quiere decir, que la información o la señal, para pasar de un valor a otro pasan por todos los valores intermedios, es continua y puede llegar a tomar valores infinitos que para nuestro caso será el valor arrojado por los sensores. Por otra parte la señal digital, en cambio, va “a saltos”, pasa de un valor al siguiente sin poder tomar valores intermedios. Es discontinua, y sólo puede tomar dos valores o estados: 0 y 1, que pueden ser impulsos eléctricos de baja y alta tensión, interruptores abiertos o cerrados, etc.

Ya que todo el circuito eléctrico trabaja por medio de señales es necesaria la interpretación de las mismas, por lo que hay que hablar de la manera en la que se procesaran y qué hacer con ellas, es en este punto donde se toma en cuenta la funcionalidad del microcontrolador Arduino.

3.5 ¿Por qué Arduino?

Se ha decidido seleccionara Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida. Son de los microcontroladores más usados por su sencillez y bajo coste que permiten el desarrollo de múltiples diseños. Por otro lado el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación Processing/Wiring y el cargador de arranque que es ejecutado en la placa. Se programa en el ordenador para que la placa controle los componentes electrónicos.

Arduino puede tomar información del entorno a través de sus entradas analógicas y digitales, puede controlar luces, motores y otros actuadores. El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación y el entorno de desarrollo Arduino. La cual es gratuita además de que los proyectos hechos con Arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectar a un ordenador. También cuenta con su propio software que se puede descargar de manera gratuita de su página oficial (<https://www.arduino.cc>) que ya incluye los drivers de todas las tarjetas disponibles lo que hace más fácil la carga de códigos desde el computador.

Entonces Arduino se define básicamente en tres aspectos.

Una placa hardware libre.- la cual incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines-hembra (los cuales están unidos internamente a las que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines-hembra (los cuales están unidos internamente a las patillas de E/S del microcontrolador) que permiten conectar allí de forma muy sencilla y cómoda diferentes sensores y actuadores.

Un software gratis, libre y multiplataforma.- el cual funciona sin problemas en Linux, MacOS y Windows que debemos instalar en algún ordenador el cual permite escribir, verificar, guardar y cargar en la memoria del microcontrolador de la placa Arduino el conjunto de instrucciones que se desea ejecutar es decir: permite programarlo cuando sea necesario. La manera estándar de conectar un computador con la placa Arduino para poder enviarle

y grabarle dichas instrucciones es mediante un simple cable USB, gracias a que la mayoría de placas Arduino incorporan un conector de este tipo.

Un lenguaje de programación libre.- se entiende cualquier idioma artificial diseñado para expresar instrucciones siguiendo unas determinadas reglas sintácticas que pueden ser llevadas a cabo por máquinas. Concretamente dentro del lenguaje Arduino, encontramos elementos parecidos a muchos otros lenguajes de programación existentes como los bloques condicionales, los bloques repetitivos, las variables, etc. también diferentes comandos llamados “órdenes” o “funciones” que permiten especificar de una forma coherente y sin errores las instrucciones exactas que queremos programar en el microcontrolador de la placa. Estos comandos los escribimos mediante el entorno de desarrollo Arduino.

Otra de las cualidades que presenta Arduino, es que en los proyectos a realizar pueden ser autónomos o no. Para el primer caso, una vez programado su microcontrolador, la placa no necesita estar conectada a ningún computador y puede funcionar autónomamente si dispone de alguna fuente de alimentación. En el segundo caso, la placa debe estar conectada de alguna forma permanente (por cable USB, por cable de red Ethernet, etc.) a un computador ejecutando algún software específico que permita la comunicación entre este y la placa y el intercambio de datos entre ambos dispositivos. Este software específico lo deberemos programar generalmente nosotros mismos mediante algún lenguaje de programación estándar como Python, C, Java, Php, etc. y será independiente completamente del entorno de desarrollo Arduino, el cual no se necesitará más, una vez que la placa ya haya sido programada y esté en funcionamiento.

Al ser Arduino una compatible con varios lenguajes de programación se pueden realizar multitud de proyectos de rango muy variado: desde robótica hasta domótica, pasando por monitorización de sensores ambientales, sistemas de navegación, telemática, etc. Realmente, las posibilidades de esta plataforma para el desarrollo de productos electrónicos son prácticamente infinitas y tan solo están limitadas por la imaginación.

Debido a la amplia variedad de placas con las que cuenta Arduino se ha seleccionado para el trabajo aquí realizado la placa llamada “Arduino Mega” por lo robusta que es en el

aspecto de la capacidad de memoria y de los pines que maneja tanto de entrada como de salida, la placa se muestra a continuación.

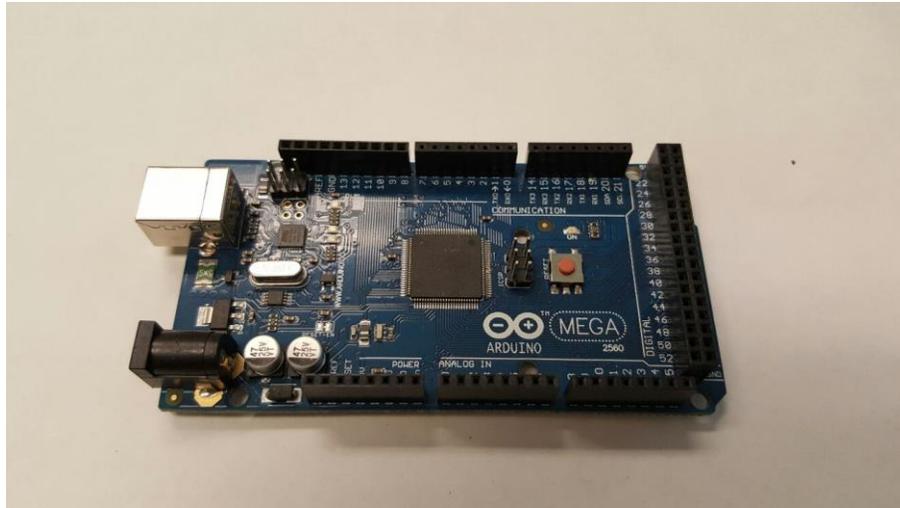


Fig. 3.1 Placa de Arduino mega

3.6 Alimentación de la placa de Arduino.

Esta placa cuenta al igual que todas con una entrada de alimentación de corriente. El voltaje de funcionamiento de la placa Arduino incluyendo el microcontrolador y el resto de componentes es de 5 V. Podemos suministrar esta alimentación eléctrica de varias maneras.

Conectando la placa Arduino a una fuente externa, tal como un adaptador AC/DC o una pila. Para el primer caso, la placa dispone de un zócalo donde se puede enchufar una clavija de 2,1 milímetros de tipo “jack”. Para el segundo, los cables salientes de los bornes de la pila se pueden conectar a los pines-hembra marcados como “Vin” y “Gnd” (positivo y negativo respectivamente) en la zona de la placa marcada con la etiqueta “POWER”.

Conectando la placa Arduino a una computadora mediante un cable USB. Para ello, la placa dispone de un conector USB hembra de tipo B. La alimentación recibida de esta manera está regulada permanentemente a los 5 V de trabajo y ofrece un máximo de hasta 500 mA de corriente, por lo tanto, la potencia consumida por la placa es en ese caso de unos 2,5 W. Si en algún momento pasa más intensidad de la deseable, la placa Arduino está protegida mediante un polifusible reseteable que automáticamente rompe la conexión.

Para ambos casos, la placa está preparada en teoría para recibir una alimentación de 6 a 20 voltios, aunque, realmente, el rango recomendado de voltaje de entrada, deberá de ser de entre 7 a 12 voltios tomado en cuenta una cierta estabilidad y seguridad eléctricas, en los circuitos que se deseen utilizar. En cualquier caso, este voltaje de entrada ofrecido por la fuente externa siempre es rebajado a los 5 V de trabajo mediante un circuito regulador de tensión que ya viene incorporado dentro de la placa.

El voltaje de salida ofrecido ha de ser de 9 a 12 V DC. En realidad, el circuito regulador que lleva incorporado la placa Arduino es capaz de manejar voltajes de salida de hasta 20 V, así que en teoría se podrían utilizar adaptadores AC/DC que generen una salida de 20 V DC. Pero esta es una pésima idea porque se pierde la mayoría del voltaje en forma de calor y además puede provocar el sobrecalentamiento del regulador, y como consecuencia dañar la placa. El adaptador ha de ser de polaridad “con el positivo en el centro”.



Fig. 3.2 Tipo de conexión de corriente de placa de Arduino

La intensidad de corriente ofrecida ha de ser de 250 mA o más. Si conectamos a nuestra placa Arduino muchos componentes o unos pocos pero consumidores de mucha energía como un motor el adaptador debería suministrar al menos 500 mA o incluso 1 A. De esta manera nos aseguraremos de que tenemos suficiente corriente para que cada componente pueda funcionar de forma correcta.

Existe una serie de pines relacionados con la alimentación eléctrica, (son hembras así como la mayoría de los pines con los que cuenta la placa de Arduino) como son GND, Vin, 5V 3.3V los cuales se trataran de explicar enseguida.

El pin "GND": mejor conocidos como tierra. Es muy importante que todos los componentes de nuestros circuitos compartan una tierra común como referencia. Estos pines realizar esta función.

El pin "Vin": se puede utilizar para dos cosas diferentes: si la placa está conectada mediante la clavija de 2,1mm a alguna fuente externa que aporte un voltaje dentro de los márgenes de seguridad, podemos conectar a este pin-hembra cualquier componente electrónico para alimentarlo directamente con el nivel de voltaje que esté aportando la fuente en ese momento ¡sin regular por la placa! Si la placa está alimentada mediante USB, entonces ese pin-hembra aportará 5 V regulados.

El pin de "5 V" se puede utilizar para dos cosas diferentes: tanto si la placa está alimentada mediante el cable USB como si está alimentada por una fuente externa que aporte un voltaje dentro de los márgenes de seguridad, podemos conectar a este pin-hembra cualquier componente para que pueda recibir 5 V regulados. En cualquier caso, la intensidad de corriente máxima generada será de 40 mA.

En cualquier caso, la intensidad de corriente máxima aportada es de 40 mA esto hay que tenerlo en cuenta cuando conectemos dispositivos que consuman mucha corriente.

El pin de "3,3 V" ofrece un voltaje de 3,3 voltios. Este voltaje se obtiene a partir del recibido indistintamente a través del cable USB o de la clavija de 2,1 mm, y está regulado con un margen de error del 1% por un circuito específico incorporado en la placa. En este caso particular, la corriente máxima generada es de 50 mA.

Al igual que con los pines anteriores, podremos usar este pin para alimentar componentes de nuestros circuitos que requieran dicho voltaje, los más delicados, pero en cambio, no podremos conectar ninguna fuente externa aquí porque el voltaje es demasiado limitado para poder alimentar a la placa.

Las entradas y salidas digitales

La placa Arduino mega dispone de 54 pines digitales, de entradas/salidas de los cuales 15 son de salida PWM. Es aquí donde conectaremos nuestros sensores para que la placa pueda recibir datos del entorno, y también donde conectaremos los actuadores para que

la placa pueda enviarles las órdenes pertinentes, además de poder conectar cualquier otro componente que necesite comunicarse con la placa de alguna manera. Todos estos pines digitales funcionan a 5 V, pueden proveer o recibir un máximo de 40 mA y disponen de una resistencia “pull-up” interna de entre 20 K Ω y 50 K Ω que inicialmente está desconectada a no ser que se indique lo contrario mediante programación software.

Hay que tener en cuenta, que cada pin individual pueda proporcionar hasta 40 mA como máximo, pero en realidad, internamente la placa agrupa los pines digitales de tal forma que tan solo pueden aportar 100 mA a la vez, el conjunto de los pines nº 2,3,4,5, y 100 mA más el resto de pines (del 6 al 13). Esto quiere decir que como mucho podríamos tener 10 pines ofreciendo 20 mA a la vez.

Las entradas y salidas analógicas

La placa Arduino Mega dispone de 16 entradas analógicas (etiquetados como “A0”, “A1”... hasta “A15”) que pueden recibir voltajes, dentro de un rango de valores continuos de entre 0 y 5 V. No obstante, la electrónica de la placa tan solo puede trabajar con valores digitales, por lo que es necesaria una conversión previa del valor analógico recibido a un valor digital lo más aproximado posible. Esta se realiza mediante un circuito conversor analógico/digital incorporado en la propia placa.

A menudo es necesario enviar al entorno señales analógicas, por ejemplo, para variar progresivamente la velocidad de un motor, la frecuencia de un sonido emitido por un zumbador, pero no basta con simples señales digitales: hay que generar señales que varíen continuamente. La placa Arduino no dispone de pines de salida analógica propiamente dichos, porque su sistema electrónico interno no es capaz de manejar este tipo de señales, sino que utiliza algunos pines de salida digitales concretos para “simular” un comportamiento analógico.

Los pines que son capaces trabajar en este modo no son todos: solo son los marcados con la etiqueta “PWM”. En concreto para el modelo Arduino Mega son los pines número: 8, 9, 10, 11,12 y 13. Lo que hace este tipo de señal es emitir, en lugar de una señal continua, una señal cuadrada formada por pulsos de frecuencia constante. Es decir: cuantos más cortos sean los pulsos, menor será la tensión promedio de salida, y cuantos más largos sean los pulsos, mayor será dicha tensión.

3.7 Display

Es una pantalla de cristal líquido o *LCD (Liquid Cristal Display)* u otra manera de explicarlo, es un dispositivo para la presentación de imágenes o caracteres, que muestra 16 o 20 caracteres en 1, 2 o 4 líneas. Para el caso del trabajo que se está presentado se usara un LCD de 20x4 con un adaptador SainSmart IIC/I2C/TWI que facilitara las conexiones, como el que se muestra a continuación.



Fig. 3.3 Display con adaptador SainSmart IIC/I2C/TWI

Conexión de LCD

El tipo de conexión al tener un adaptador SainSmart IIC/I2C/TWI reducirá todos los pines que se tendrían que conectar a solo 4 los cuales son GND, VCC, SDA y SCL lo cual será de gran utilidad para el alumno al momento de realizar las conexiones, evitando así la confusión y mala conexión del dispositivo reduciendo el riesgo de dañarlo, ya que cada pin está marcado de la misma manera en la placa de Arduino Mega por lo que solo se tendrá que hacer que coincida cada pin con la misma descripción. Un ejemplo se muestra en la siguiente figura.

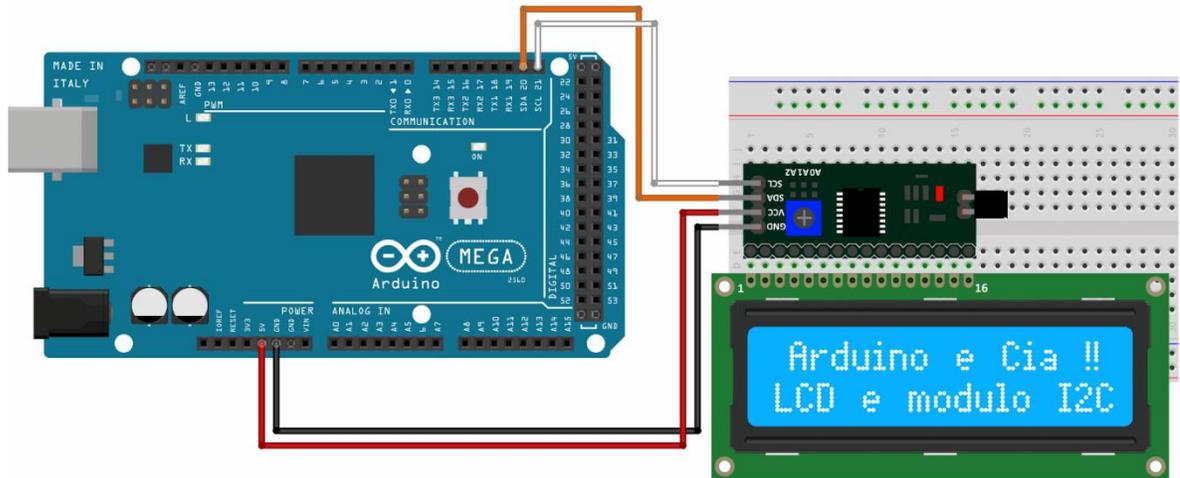


Fig. 3.4 Conexión de display a la placa de Arduino

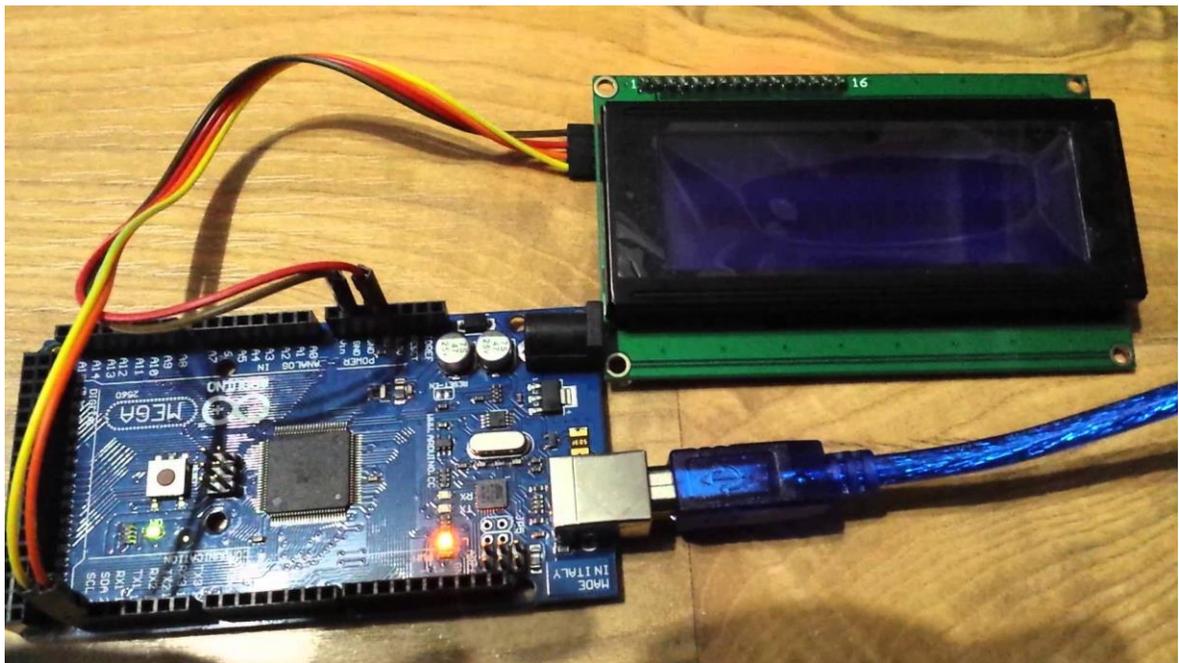


Fig. 3.5 Conexión real de display con placa de Arduino

3.8 Sensor ultrasónico

Los sensores de ultrasonidos son detectores de proximidad que trabajan libres de roces mecánicos y que detectan objetos a distancias que van desde pocos centímetros hasta varios metros. El sensor emite un sonido y mide el tiempo que la señal tarda en regresar. Estos reflejan en un objeto, el sensor recibe el eco producido y lo convierte en señales eléctricas, las cuales son elaboradas en el aparato de valoración.

Estos sensores trabajan solamente en el aire, y pueden detectar objetos con diferentes formas, diferentes colores, superficies y de diferentes materiales. Los materiales pueden ser sólidos, líquidos o polvorientos, sin embargo han de ser deflectores de sonido. Los sensores trabajan según el tiempo de transcurso del eco, es decir, se valora la distancia temporal entre el impulso de emisión y el impulso del eco.

Al no necesitar el contacto físico con el objeto, ofrece la posibilidad de detectar objetos frágiles, como pintura fresca, además detecta cualquier material, independientemente del color, al mismo alcance, sin ajuste ni factor de corrección. Los sensores ultrasónicos tienen una función de aprendizaje para definir el campo de detección, con un alcance mínimo y máximo de precisión de 6 mm. El problema que presentan estos dispositivos son las zonas ciegas y el problema de las falsas alarmas. La zona ciega es la zona comprendida entre el lado sensible del detector y el alcance mínimo en el que ningún objeto puede detectarse de forma fiable.



Fig. 3.6 Ultrasónico

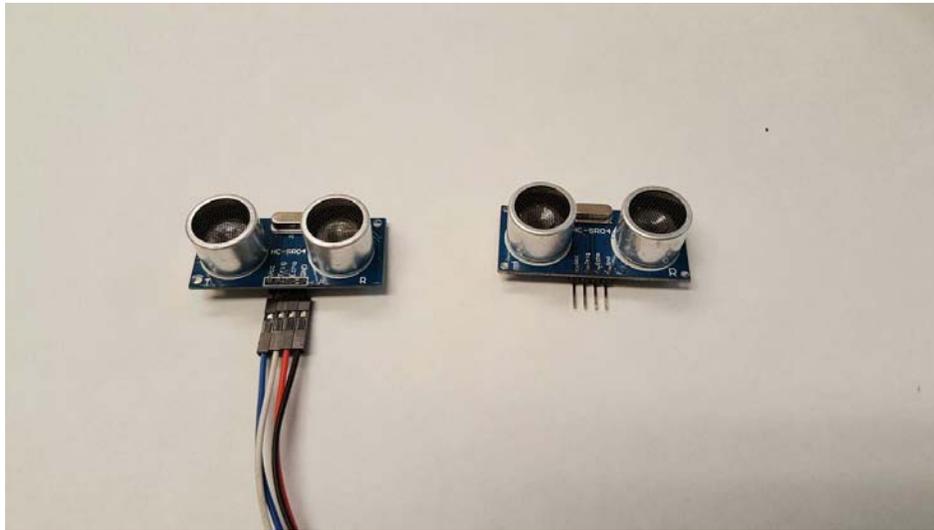


Fig. 3.7 Ultrasonico utilizados el trabajo que se realizó

Conexión de ultrasónico.

Primeramente se debe armar el circuito de prueba para el sensor, el cual consiste únicamente en proveer alimentación al módulo y asignarle 2 pines de interface con el Arduino (echo y trigger). Este tipo de módulos para medición de distancia por ultrasonidos se divide en 2 grandes grupos: Interfaz mediante pulso de eco e interfaz serial. El HC-SR04 cae dentro del primer grupo, por lo que se explicara su funcionamiento brevemente.

La interface digital se logra mediante 2 pines digitales: el pin de trigger (disparo) y echo (eco).

- El primero recibe un pulso de habilitación de parte del microcontrolador, mediante el cual se le indica al módulo que comience a realizar la medición de distancia.
- A través de un segundo pin (echo) el sensor “muestra” al microcontrolador un puso cuyo ancho es proporcional al tiempo que tarda el sonido en viajar del transductor al obstáculo y luego de vuelta al módulo.

Los pin VCC (corriente) que opera a 5 V y el pin GND (tierra) que en caso de Arduino cuenta con varias. En la siguiente figura se muestra la forma simple en que se puede conectar el sensor ultrasónico a la placa de Arduino Mega.

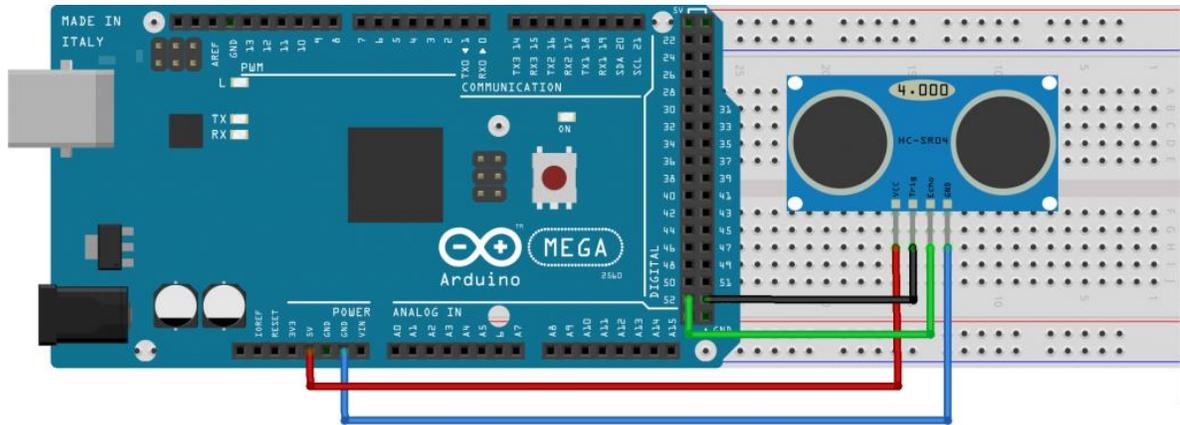


Fig. 3.8 Esquema que muestra el tipo de conexión para el ultrasónico con Arduino mega

En el caso de nuestro trabajo se ocupara la una conexión de siguiente tipo (como se muestra en la figura siguiente) recordando cómo se mencionó anteriormente que se puede utilizar los demás pines como corrientes siempre y cuando se determinen en el programa.

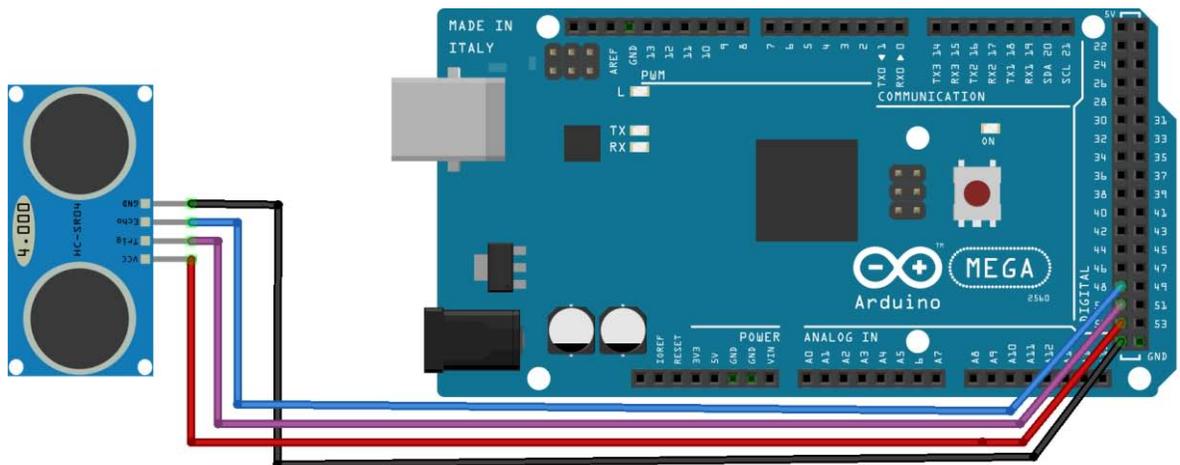


Fig. 3.9 Esquema que muestra la conexión de ultrasónico para el trabajo realizado

3.9 Relevadores

También conocido como relé o relay es un dispositivo electromecánico utilizado para conmutar circuitos, es básicamente, un interruptor controlado por un electro imán. Cuando se somete el electro imán a una corriente se genera un campo magnético que mueve uno o varios contactos permitiéndole al dispositivo abrir o cerrar un circuito que permite controlar una carga de un voltaje mayor en base a señales de baja tensión.

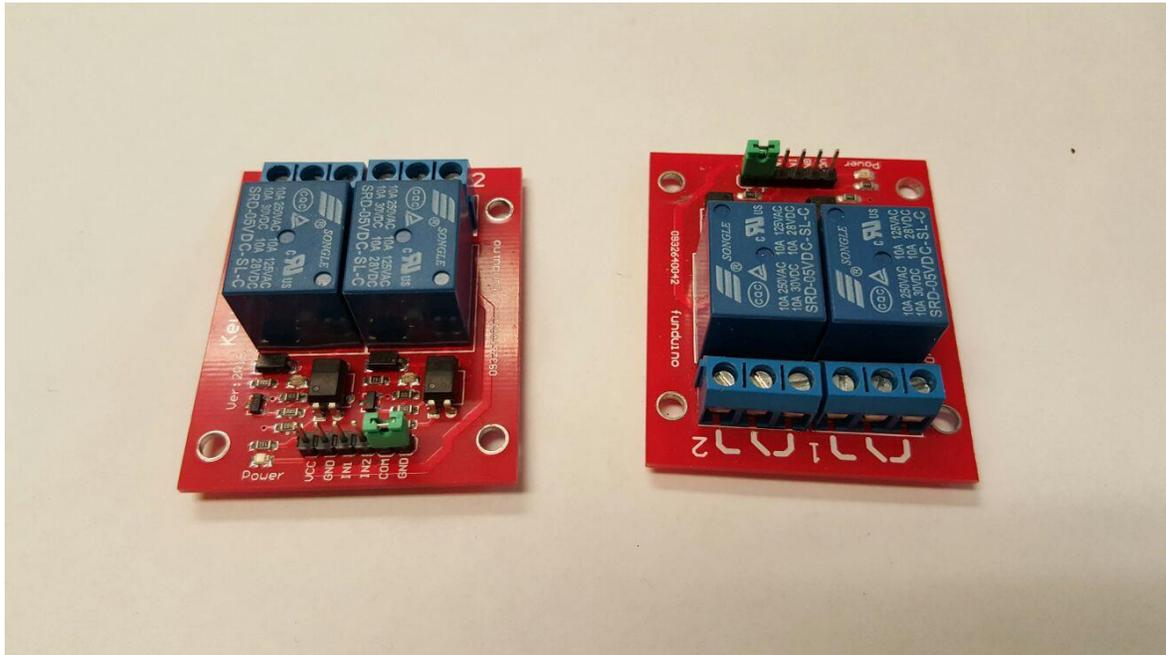


Fig. 3.10 Relevadores

Conexión de relevador.

El relevador usados para el trabajo son dobles como los que se muestran en la figura 3.10 un par de ellos son usados para accionar las bombas y el siguiente par es para las válvulas, se conecta con las entradas correspondientes a los pines del Arduino como lo son GND y VCC a 5v respectivamente con la placa de Arduino el control de acción para que el relevador realice su función está determinado por el pin INT 1 e INT2.

4. Capítulo 4.- Problemática para el aprendizaje de Dinámica y Control de Procesos

En la asignatura de Dinámica y Control de Procesos se ve un tema que es confuso para los alumnos, al causa problemas para comprender la diferencia entre una estructura de control y un lazo de control (mejor conocido como loop de control) por la similitud de los conceptos, generando la duda de cómo poderlo aplicar de una manera acertada a la práctica con la finalidad de entender esa diferencia se tratarán de explicar en este apartado.

Sin profundizar en la multiplicidad de tareas que puede encarar un Ingeniero Químico, podemos señalar algunas áreas esenciales de su campo de acción como lo es el diseño o adaptación de procesos y equipos, por lo que tendrá que realizar la selección de los mismos, las conexiones entre los diferentes componentes y su dimensionamiento por lo que debe realizar las acciones necesarias para que los procesos o equipos operen en las condiciones de diseño.

Esto ya implica considerar otros factores, tales como la estabilidad de los puntos de trabajo, las variaciones que puedan ocurrir en las entradas al sistema y períodos especiales de funcionamiento, entonces las variaciones en las condiciones del proceso o equipo en el tiempo deben ser estudiadas para poder tener un mejor manejo del proceso a controlar.

Muchas veces no alcanza con conocer el comportamiento dinámico del sistema para garantizar la operabilidad del mismo, se deben encarar acciones de control. Esto es, manejo de ciertos parámetros o variables que garanticen que el sistema opere en las condiciones deseadas. Para ello resulta clave conocer cuál es la respuesta dinámica del sistema a los cambios que se introduzcan. Si esto se realiza sin la intervención directa de un operador estamos frente al control automático del proceso.

El objetivo principal es conocer el comportamiento dinámico de los sistemas y cuando se analicen los sistemas de control se hará desde esta perspectiva; la implementación de los automatismos queda en manos de los especialistas correspondientes, con los cuales el

Ingeniero Químico deberá poder interactuar desde el conocimiento del proceso y su dinámica, entonces que el estudio de la dinámica del proceso presenta una gran importancia por varias razones:

- Hay sistemas que no funcionan a régimen permanente.
- Aún los sistemas en flujo, diseñados para trabajar en régimen permanente, pueden recibir pequeñas perturbaciones que los aparten del punto de diseño, y por lo tanto es necesario evaluar la estabilidad del mismo.
- Los sistemas en flujo tienen períodos de puesta en marcha o transiciones de un punto de operación a otro.
- Conocer la dinámica del proceso nos permite diseñar de mejor modo el sistema de control y eventualmente implementarlo en automatismos.

Los procesos industriales están hoy íntimamente integrados con respecto a flujos de materia y energía, restringidos a estrictas especificaciones de calidad de productos y sujetos a regulaciones de seguridad y de emisiones ambientales. Estas condiciones de operación reducen la flexibilidad operativa de los procesos e introducen grandes incentivos económicos para implementar sistemas de control confiables y de alto rendimiento. En la asignatura de Dinámica y Control de Procesos de la carrera de Ingeniería Química capacita a los alumnos para abordar la ingeniería básica en el diseño de configuraciones de control.

4.1 Dinámica

En general un proceso cualquiera recibe determinadas cambios en las entradas y genera determinadas respuestas de salida. Cabe aclarar que cuando hablamos de entradas y salidas no necesariamente se trata de flujos materiales, en el sentido de que las entradas son elementos que el operador puede definir o modificar, en tanto que las salidas están determinadas por las respuestas del sistema a determinadas condiciones de entrada.



Fig. 4.1 Un proceso concebido como caja negra que recibe ciertas entradas y genera ciertas respuestas

El operador u observador deberá medir el tipo de respuestas generadas para posteriormente ser comparadas con algún valor predeterminado y de esa manera poder decidir acciones sobre las entradas al proceso provocando así el cierre de un ciclo, que permite operar sobre el sistema para lograr algún objetivo determinado. Conocer la respuesta dinámica del sistema a cambios en las condiciones de entrada es de gran utilidad para el manejo del sistema (dicho de otra manera, el cómo responde a lo largo del tiempo).

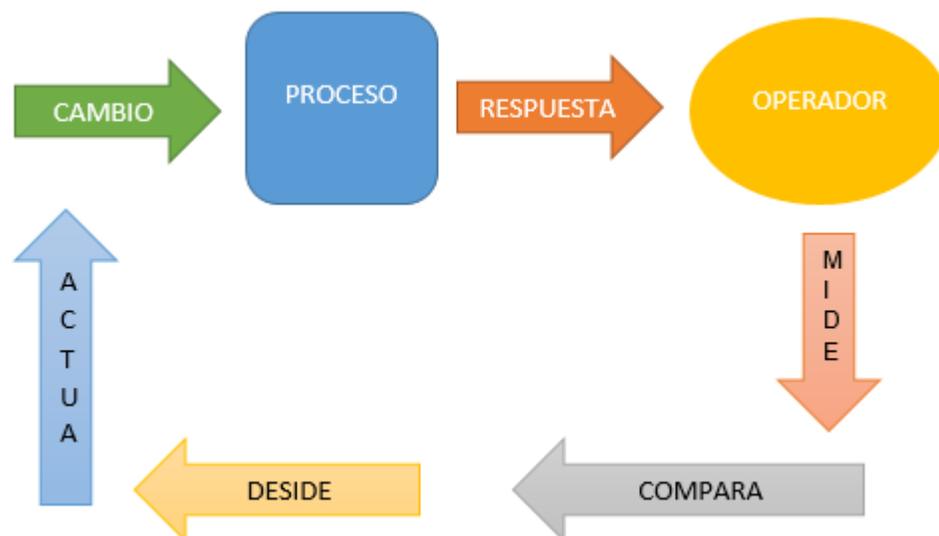


Fig. 4.2 El operador debe medir las respuestas del proceso, compararlas respecto a sus objetivos y decidir una acción que provoque cambios en la entrada de manera que el proceso ajuste sus salidas.

4.2 Instrumentación

Es una rama de la dinámica y control de procesos que se encarga de la medición, control y supervisión de todas las variables físicas y químicas que se dan en un proceso industrial tales como: temperatura, nivel, presión, viscosidad, velocidad, masa, volumen, pH, etc.

Así como el ciclo puede concretarse mediante la intervención de un operador, sería conveniente desarrollar sistemas que lo realicen en forma automática. Esto implicará la instrumentación del sistema utilizando un elemento de medida (sensor), un elemento de comparación y decisión (controlador) y un elemento que modifique alguna entrada al sistema (actuador), conectados de la manera apropiada. En términos más generales el siguiente esquema nos muestra los componentes principales de un ciclo de control automático con retroalimentación.



Fig. 4.3 Esquema general de un ciclo de control automático con retroalimentación

Concentrándonos en dos aspectos principales;

- La comprensión del comportamiento dinámico del proceso frente a cambios en las condiciones de entrada.
- La comprensión de la dinámica del sistema luego de haber incorporado los elementos de regulación o control.

Un proceso es (automáticamente) controlado cuando existen componentes operativos (los controladores) que permiten recibir valores deseados de consigna (o “set point”), de manera tal que las variables de salida evolucionen automáticamente hacia esos valores especificados, aun en presencia de perturbaciones externas.

4.2.1 Loop de control

Conjunto de instrumentos, conectados, configurados, calibrados y sintonizados, con la función de controlar un proceso existiendo dos tipos de loop de control;

- Loop de control abierto
- Loop de control cerrado

Sistema de control abierto

O también se le llama lazo abierto porque no tiene lazo de realimentación, la entrada no tiene información de la salida.

Características:

- Depende de la experiencia del operador.
- No corrige el efecto de las perturbaciones ni los cambios de carga.

- No tiene precisión ni exactitud.
- Bajo costo.
- Fácil instalación y mantenimiento

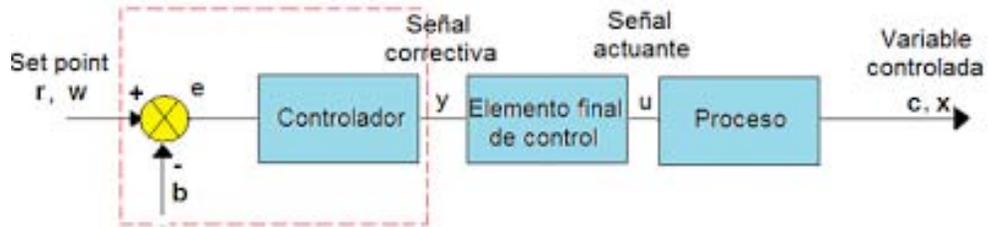


Fig. 4.4 Loop de control abierto

Sistema de control cerrado

Características:

- Tiene lazo de realimentación, es decir la entrada tiene información de la salida
- Corrige el efecto de las perturbaciones.
- Es más preciso y exacto que el lazo abierto.
- Todo lazo realimentado presenta tiempo muerto
- Es más costoso y su instalación es más compleja que la del sistema de lazo abierto.

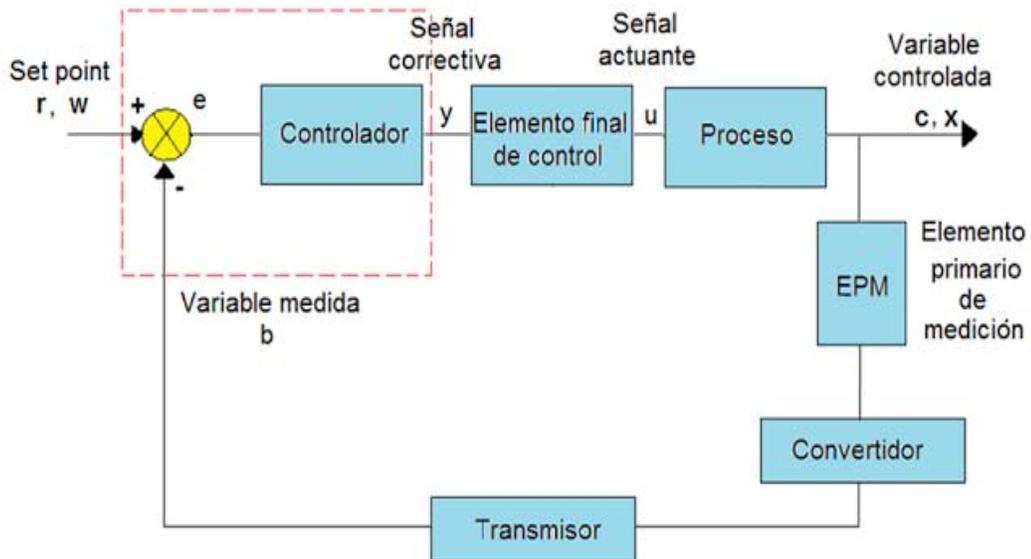


Fig. 4.5 Loop de control cerrado con retroalimentación.

Pasos para implementar un loop de control

1. Escoger la acción del EFC teniendo en cuenta las condiciones de seguridad.
2. Determinar las acciones de los elementos del lazo de control con excepción del controlador.
3. Determinar la acción del controlador, teniendo en cuenta que el signo de éste, se opone al producto de los signos de los demás elementos que conforman el lazo de control.
4. Implementar un control manual para el caso de mantenimiento y reparación.

4.3 Control

La operación de un proceso involucra la necesidad de satisfacer una serie de aspectos de carácter técnico, económico y social. En efecto, el objetivo de todo proceso es obtener un determinado producto (o un conjunto de productos), con características de calidad pre-especificadas, con la mayor rentabilidad posible, y sin generar alteraciones perjudiciales para el medio ambiente y/o las personas, por lo que deben perseguirse varios objetivos simultáneamente

Todo proceso interactúa con el resto del medio a través de las variables de salida, de las variables manipuladas, y de las perturbaciones:

Las variables de salida son aquellas variables del proceso cuyo valor se desea o se necesita conocer a lo largo del tiempo (normalmente son las indicativas de la calidad del producto, del nivel de producción, etc.).

Las variables manipuladas son aquellas que pueden ser modificadas durante la operación del proceso, para que las variables de salida evolucionen según una política preestablecida (por ejemplo, una variable manipulada típica es el caudal de alimentación de un reactivo en un proceso químico, que puede modificarse actuando sobre el grado de apertura de una válvula).

Por último, todo proceso está sometido a perturbaciones, como por ejemplo pérdidas energéticas al medio ambiente, presencia de impurezas indeseadas en los reactivos, etc. En general, las perturbaciones son variantes en el tiempo, e interesa conocerlas para tomar acciones sobre el proceso que permitan atenuar los efectos indeseados que ellas causan.

El Ingeniero Químico debe ser capaz de comprender la dinámica del proceso que maneja para poder definir, el sistema más apropiado para los objetivos planteados. En general lo

primero que debe hacer es formular claramente los objetivos de control para lo cual normalmente se parte de consideraciones técnico-económicas (objetivos de gestión) y de información preexistente. Formulados los objetivos se puede desarrollar el modelo del proceso, que puede tener un alcance diverso, en concordancia con dichos objetivos; en la medida de lo posible se tratará de que esté basado en principios físicos y químicos pero también puede recurrirse a modelos empíricos; junto con los datos de planta servirán para realizar simulaciones en computadora que permitan visualizar el comportamiento dinámico del proceso. Conocido el comportamiento dinámico del proceso, lo siguiente que se debe realizar es delinear la estrategia de control, junto con la experiencia previa del sistema en particular todo esto será visible de una manera más clara en el siguiente diagrama.

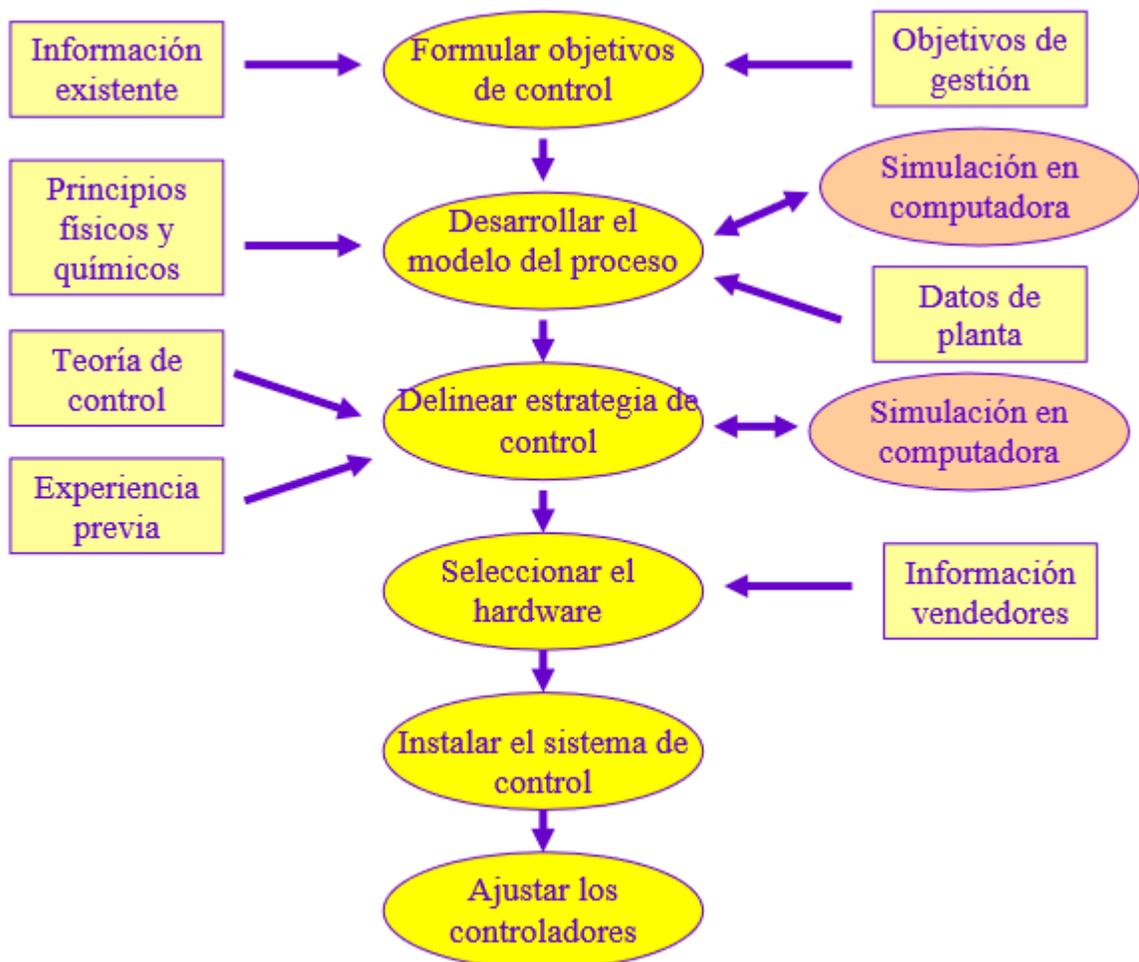
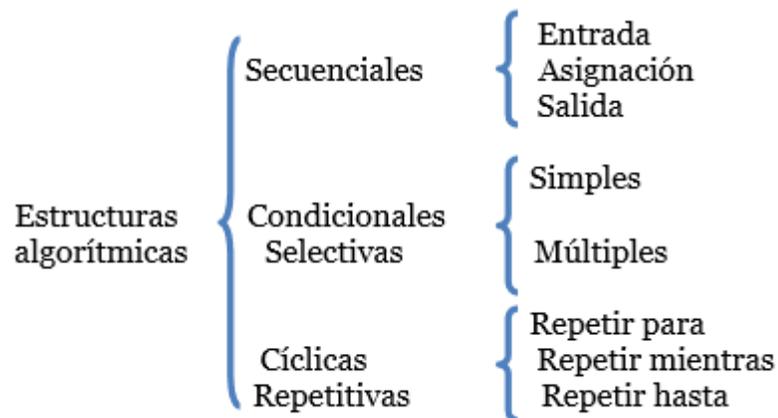


Fig. 4.6 Planteo conceptual para implementar un sistema de control automático.

4.4 Estructura de control

El entendimiento del concepto estructura de control es uno de los grandes dificultades que presenta el alumno que cursa la licenciatura de Ingeniería Química por que comúnmente lo confunden con un lazos de control y tal vez uno de los motivos por lo que se genera esto es por el gran parecido en su funcionamiento y por tal motivo se tratara de explicar a continuación lo que es una estructura de control. No sin antes aclara que una estructura de control es un algoritmo de operación el cual va llevar la secuencia y método de respuesta según la dinámica del proceso y el lazo es la conexión de los equipos controladores para que minimizar el error humano además de tener tiempo de respuesta más corto.

Las estructuras de control (llamada de igual manera estructura de operación de programas) son un grupo de formas de trabajo, que permiten, mediante la manipulación de variables, realizar ciertos procesos específicos que nos lleven a la solución de problemas. Estas estructuras se clasifican de acuerdo con su complejidad según el siguiente cuadro:



4.4.1 Estructuras Secuenciales

La estructura secuencial es aquella en la que una acción (instrucción) sigue a otra en secuencia. Las tareas se suceden de tal modo que la salida de una es la entrada de la siguiente y así sucesivamente hasta el fin del proceso.

- ✓ *Entrada*: Consiste en recibir las lecturas desde un dispositivo de entrada o de un archivo, un valor que se fije o determine según sea el caso del proceso.
- ✓ *Asignación*: Consiste, en el paso de valores o resultados a una zona de la memoria. Dicha zona será reconocida con el nombre de la variable (identificador) que recibe el valor. Comprende y forma alguna asignación.
 - Simple: Consiste en pasar un valor constante a una variable.
 - Contador: Consiste en usarla como un verificador del número de veces que se realiza un proceso.
 - Acumulador: Consiste en usarla como un sumador en un proceso.
 - De trabajo: Donde puede recibir el resultado de una operación matemática que involucran muchas variables.
- ✓ *Salida*: Consiste en obtener información por medio de un dispositivo de salida como un panel de control, un medidor de flujo, etc.

4.4.2 Estructuras selectivas (condicionales)

Se utilizan cuando en el desarrollo de la solución de un problema se debe de tomar una decisión para establecer un proceso o un camino alternativo a seguir. Esta toma de decisión (expresada en el diagrama de flujo con un rombo) se basa en la evaluación de una o más condiciones que señalan alternativas o consecuencias esto es, el camino (rama) a seguir. Una toma de decisión se puede realizar en cascada: se toma una decisión (rama a seguir) y dentro de esa rama se toma otra decisión y así sucesivamente. Esto implica diseñar un árbol de decisiones.

Las estructuras algorítmicas selectivas que se utilizan para la toma de decisiones lógicas se clasifican como:

- Simple: SI ... ENTONCES ...
- Doble: SI ... ENTONCES ... SI NO ...
- Múltiple: EN CASO DE ... ENTONCES ...

En las siguientes figuras se muestran los diagramas de flujo de los cuales se hacen mención para dejar de una manera más clara de que es lo que se está hablando

Estructura selectiva simple.



Fig. 4.7 Diagrama de flujo de una estructura de control simple

Estructura selectiva doble.

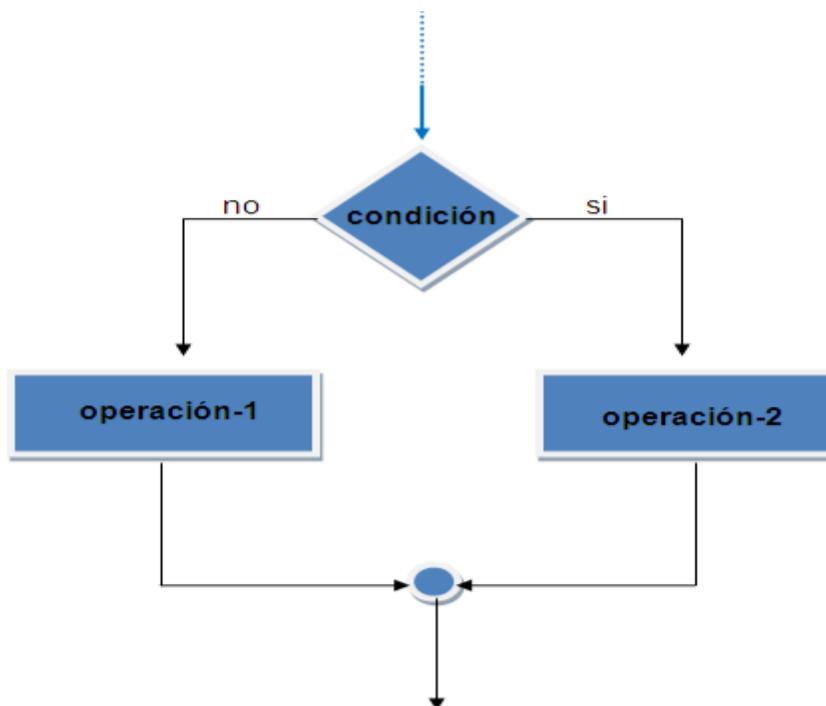


Fig. 4.8 Diagrama de flujo de una estructura de control selectiva doble

Estructura selectiva múltiple.

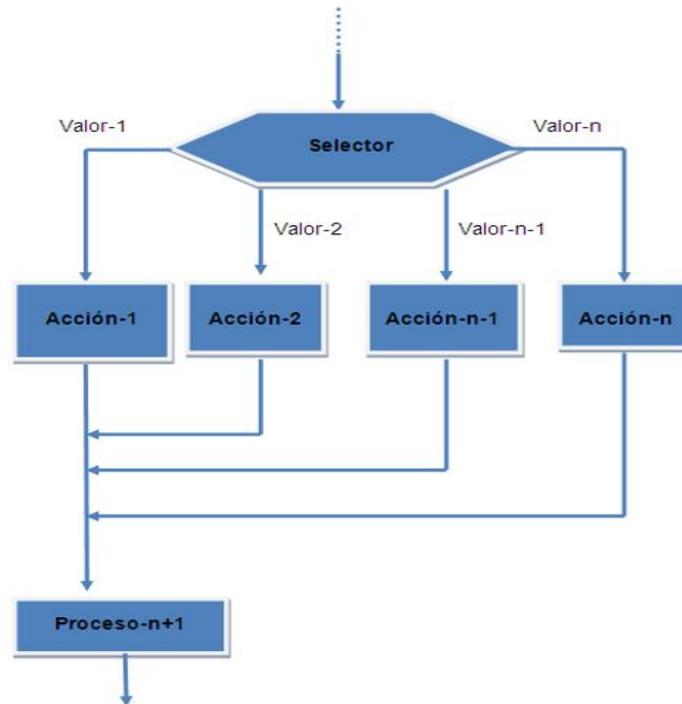


Fig. 4.9 Diagrama de flujo de una estructura de control selectiva múltiple.

Estructura selectiva en cascada.

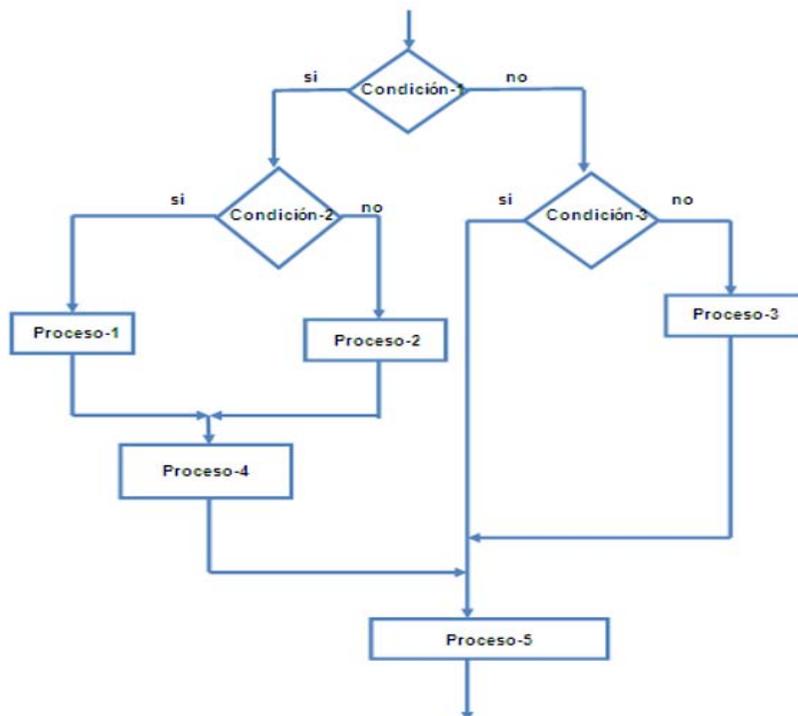


Fig. 4.10 Diagrama de flujo de una estructura de control en cascada.

4.5 Descripción del proceso que realiza la unidad didáctica.

El proceso es transportar agua de un tanque de almacenamiento a otros dos (los cuales están hechos de acrílico), el líquido será movido de un punto a otro a través de tubería de PVC transparente por medio de un par de bombas, además de que los niveles serán controlados por válvulas solenoides y un microcontrolador (Arduino mega) que a su vez tendrá sensores que le mandarán las lecturas de los tanques para que la placa de Arduino mande la señal de encendido a las válvulas y bombas.

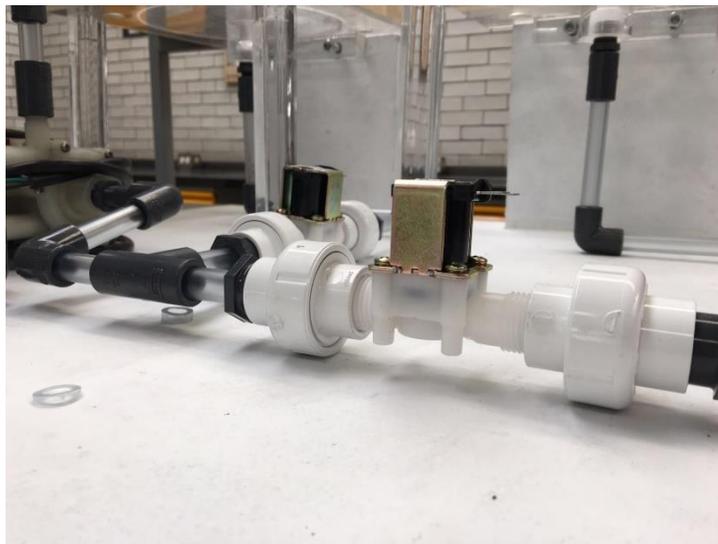


Fig. 4.11 Válvulas solenoides



Fig. 4.12 Bombas de 1/4 de hp

El primer tanque será llenado de manera manual pues es de donde iniciara todo el proceso y será tomado como la fuente de alimentación, lleno el tanque empezará el procesos automático por medio del microcontrolador Arduino que abrirá la válvula número uno a través de un relevador después de dejar trascurrir un tiempo de cinco a siete segundos para que le llegue el agua a la bomba uno, arranca por medio de otro relevador con el fin de evitar que la bomba succione aire (así se evitara la cavitación de la bomba).

Una vez que el controlador de nivel o el ultrasónico determinen la altura de agua que se desea en el tanque dos el microcontrolador mandara la señal para que se realice el apagado de la bomba uno y se cierre la válvula 1 para que en el siguiente paso se encienda la bomba dos que será la que mandara el agua contenida en el tanque dos al tanque número tres hasta el mismo alcance un nivel estipulado que será medido de igual manera ya sea por un sensor ultrasónico o un sensor de nivel.

Al tener el nivel deseado del tanque tres la bomba dos se apagara, posteriormente la válvula dos se abrirá y después de trascurrir de cinco a siete segundos se arrancara la bomba que regresara el agua al tanque dos, hasta que el sensor registre la altura máxima para que la placa de Arduino mande la señal de apagar la bomba uno y cerrar la válvula dos, además de prender la bomba dos para que el líquido vuelva a regresar al tanque tres, lo mencionado en este párrafo será repetitivo hasta que el sistema se apague o se retire el líquido de los tanques esto provocara que el sistema pare en automático.



Fig. 4.13 Sistema a controlar vista de frente



Fig. 4.14 Sistema a controlar vista de atrás

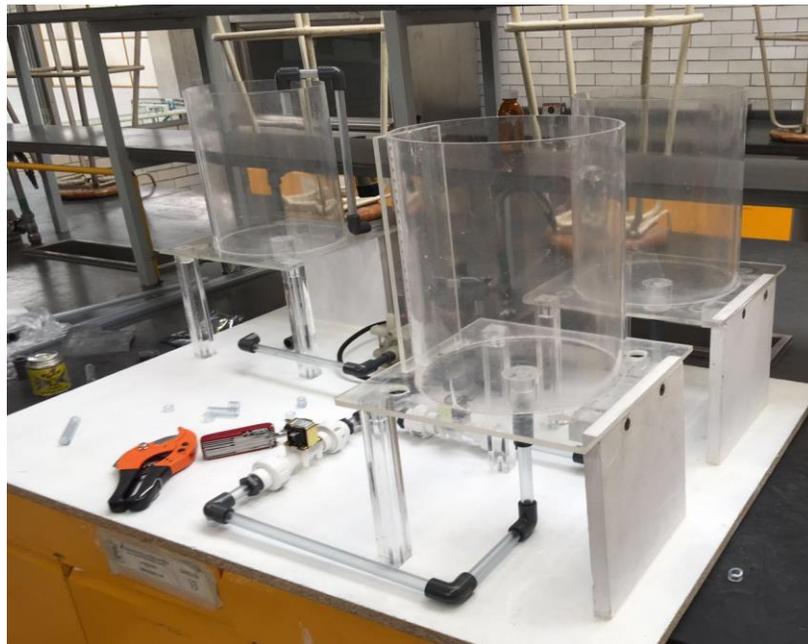


Fig. 4.15 Sistema a controlar vista lateral

La placa de Arduino cuenta con su propio lenguaje, además de que dispone de carpetas pre-programadas (llamadas librerías) para los accesorios las cuales permiten facilitar el desarrollo lógico del control. El software necesario para la programación del Arduino al igual que las librerías se encuentra la página <https://www.arduino.cc>, son gratuitos y fáciles de utilizar, lo que si es necesario es el conocimiento de programación C++ ya que está basado en este lenguaje de programación.

En la figura 4.16 se puede ver la apariencia del programa, el cual consta de dos zonas bien diferenciadas llamadas el void setup () {} y el void loop () {}, en el setup se indicaran como trabajarán los pines, los registros, valores iniciales entre otras indicaciones que se verán conforme se avance, mientras que en loop se encontrará lo que hará el ciclo de programa o ciclo de trabajo del Arduino.



Fig. 4.16 Ambiente de programación Arduino.

En la figura 4.16 se puede ver la apariencia del programa, el cual consta de dos zonas bien diferenciadas llamadas el void setup () {} y el void loop () {}, en el setup se indicaran como trabajarán los pines, los registros, valores iniciales entre otras indicaciones que se verán conforme se avance, mientras que en loop se encontrará lo que hará el ciclo de programa o ciclo de trabajo del Arduino.

Antes de cualquier comando hay que seleccionar la librería que se va a usar dependiendo del microcontrolador y definir los pines que serán utilizados para recibir y mandar señales. Para dar un ejemplo de la programación que se realizó en el trabajo se mostrara a continuación el algoritmo que lleva el LCD para su funcionamiento.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd (0x20, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3);

void setup ()
{
  Serial.begin (9600);
  lcd.begin (20,4);
  lcd.backlight ();

  lcd.setCursor (3,0);
  lcd.print ("UNAM");
  lcd.setCursor (2,1);
  lcd.print ("FEZ ZARAGOZA");
  lcd.setCursor (0,2);
  lcd.print ("INGENIERIA QUIMICA");
  lcd.setCursor (0,3);
  lcd.print ("DINAMICA Y CONTROL");
  Delay (8000);
  lcd.setCursor (6,0);
  lcd.print ("PROGRAMA");
  lcd.setCursor (6,1);
  lcd.print ("ARDUINO");
}

void loop ()
{
  {
    if (Serial.available ())
      delay (100);
      lcd.clear ();
      while (Serial.available ());
      lcd.write (Serial.read());
    }
  }
}
```

4.6 Utilidad de la unidad didáctica

Al ser una unidad didáctica con un proceso de operación sencillo por fines educativos el alumno podrá visualizar y entender los conceptos de la asignatura de Dinámica y Control de Procesos los cuales son un tanto complicados por confundir su aplicación, con el equipo desarrollado el estudiante no solo tendrá la posibilidad de visualizar esos conceptos sino que también podrán manipular las variables con lo cual ellos podrán comprobar, aclarar y reforzar los conocimientos adquiridos en el los libros y aula de clase.

Por otra parte el profesor podrá realizar la práctica que mejor le parezca para aclarar y reforzar los conocimientos que trasfiere a sus estudiantes o incluso impulsarlos a

desarrollar y mejorar sus habilidades lógicas, un ejemplo sería que los alumnos podrían cambiar las variables o generar un sistema de paro por el exceso de líquido en los tanques, mejorar el equipo agregándole algunos medidores de flujo, bajarle las revoluciones a las bombas para que sea más lento el proceso, el profesor determinaría el reto con el que los alumnos al resolver el problema se sientan más seguros de sí mismos y se tengan confianza al empezar a ver como aplican sus conocimientos a problemas más reales.

4.7 Uso de la unidad didáctica

Para el uso del equipo será necesario contar con una toma de corriente directa (contacto de suministro de energía, servicio que es proporcionado por la comisión federal de energía) para que la unidad didáctica pueda operar ya que todos los accesorios funcionan de forma eléctrica, a continuación se requiere el llenado de primer tanque de manera manual, se reconocerá el tanque uno por ser el único que no cuenta con descargas de la bombas.

Posteriormente se conectará la fuente de poder que alimenta al microcontrolador para que se comience con el proceso de forma automática, proceso que ya fue explicado previamente en este mismo apartado. En caso de que el alumno o profesor requiera modificar parámetros será necesario desconectar la placa de Arduino Mega de la fuente de poder y los equipos del suministro de energía además de que se deberá contar con alguna computadora que contenga ya instalado el ambiente de programación para Arduino el cual ya se explicó anteriormente como se obtiene y la manera de usarlo.

Ya que el nuevo programa esté listo se cargará por medio del cable USB del dispositivo donde se encuentre a la Placa de Arduino, dándose cuenta de que ya está cargado el programa por que el foco de placa dejará de parpadear y se comenzará con las pruebas para comprobar que realmente funciona el cambio realizado o tendrá que modificarse nuevamente el programa hasta que se logre realizar lo que se desea.

Hay que tomar en cuenta que a menos de que se modifique o genere un nuevo programa y además se introduzca al microcontrolador este trabajará con el último sistema que se deje grabado, ya que en la placa de Arduino se queda grabado el programa y con el que trabaje toda la unidad didáctica cada que se ponga en funcionamiento.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

La asignatura de Dinámica Control de Procesos es totalmente teórica, provoca que a los alumnos se les generen dudas sobre los conceptos para su aplicación en un problema real, generándoles el miedo de la equivocación o dejándoles el error a la hora de aplicarlos, por dar un ejemplo de un problema de aplicación de conceptos es la diferencia de lo que es un loop de control y una estructura de control que a pesar de que parecen ser lo mismo por la terminación de la palabra “control” y precisamente ambas sirven para controlar el sistema o procesos pero son diferentes. El loop de control son precisamente los sensores e instrumentos que se requieren o se encuentran dentro del proceso a controlar, en cambio la estructura de control va más referido a como se va controlar el proceso con lo que se tiene mediante el algoritmo de control además de que no siempre se cuenta con los instrumentos que se desea por lo que hay que solucionar el problema que se afronte con lo que se tiene.

Al manipular la unidad didáctica basándose en microcontroladores los alumnos podrán ver la diferencia de los conceptos podrán poner en práctica y visualizar los diferentes conocimientos con los que ya cuenta y además mejoren sus habilidades lógicas ya que al reprogramar el sistema para que las variables cambien tendrán que hacer uso de esa habilidad además estarán viendo problemas reales, acercándose de ese modo un poco más a lo que en la industria se enfrentarían ya que con el avance acelerado de las computadoras, procesadores y microprocesadores los cuales ha vuelto de mayor alcance generado una mayor necesidad para la industria el poder implementar estos sistemas por tal motivo el Ingeniero Químico debe estar capacitada para abordar la ingeniería básica en el diseño de configuraciones de control.

A pesar de que la unidad didáctica fue hecha para la asignatura de Dinámica y Control de Procesos no quiere decir que no sea de utilidad para otras materias que se imparten en la carrera de Ingeniería Química, por el contrario puede ser utilizada también para que los alumnos empiecen a visualizar los conceptos que están viendo o empiecen a calcular datos

de un equipo el cual está funcionando y no le tengan miedo a dañar o les sea imponente por las dimensiones por lo que sería un buen inicio para empezar.

El manejo del prototipo y la realización de una posible mejora al mismo por parte del alumno le permiten enfrentar fenómenos y analizarlos detenidamente, va más allá de lo que solo aprende en los libros. Desde luego no es la única forma, otras alternativas que podrían implementarse serían las visitas guiadas a Centros de Producción, Plantas Químicas. Por tal motivo es necesario buscar que en la asignatura de Dinámica y Control de Procesos, el profesor desarrolle alguna práctica de los conocimientos que se desean transmitir al alumno.

5.2 Recomendaciones

Motivar al alumno a la manipulación del prototipo realizado le permitirá al alumno fortalecer la comprensión del tema y el logro de aprendizajes más significativos. La presencia del fenómeno y la discusión sobre el mismo, apoyado por la formación teórica, acerca más al alumno a las causas que lo producen y que lo modifican, las explicaciones sobre el fenómeno las hacen propias provocándoles así un mayor entendimiento.

También podría motivarse a los jóvenes a que desarrollen y construyan sus propios equipos lo cual les generara nuevas dudas y por la necesidad de superar el nuevo desafío buscaran la información requerida para superar la prueba que se les presenta. Al demostrar éxito en el reto los alumnos se tendrán mayor seguridad ya que lo habrá realizado con sus méritos propios, generándoles una confianza en sí mismos para futuras pruebas que se les presenten en sus estudios o incluso en su vida profesional.

El profesor podría hacer mención del equipo para ir introduciendo a los alumnos a la programación para que cuando se vea el tema de estructura de control se realice alguna práctica acorde al tema.

Propiciar que los alumnos cambien los parámetros o incluso modifiquen el equipo para generar una mejora u optimización del proceso que se lleva a cabo para que ellos también puedan realizar su propio programa según las necesidades que requieran.

Bibliografía

- Alejandro Anaya Durand, H. P. (2008). Escalmiento, el arte de la Ingeniería Química. *Tecnología, Ciencia y Educación*, pp 31-39.
- Barderas, M. C. (2000). *Problemas de Flujo de Fluidos*. Mexico: Limusa.
- Beatriz Sierra y Arizmendiarieta, M. P. (2002). La comprensión de la relación teoría-práctica: una clave epistemológica de la didáctica. *Revista de Educación*(342), 553-576.
- Calabrese, S. R. (1965). *Practical Controls: A Guide to Mechanical System*. New York: Narcel Dekker.
- Enso Ikonen, K. N. (2002). *Advanced Process Identification an Control*. New York: Marcel Dekker.
- Francisco Camarero Suárez, F. M. (2000). Estilos y estrategias de aprendizaje en estudiantes universitarios. *Psicothema*, pp 615-622.
- Gutiérrez, O. (2009). *El profesor como mediador o falicitador del aprendizaje*. México: UAM.
- Joseph J. Distefano, A. R. (1981). *Feedback and Control Systems*. USA: McGraw-Hill.
- Landau, L. D. (1991). *Mecanica de Fluidos*. Barcelona: Reverenté.
- Mallart, J. (2001). Didáctica: concepto, objeto y finalidad. *Revista Española de Pedagogía*, pp 417-438.
- Mallart, J. (2001). Didáctica: Concepto, objeto y finalidades. En F. R. SEPULVEDA, *Didáctica General para Psicopedagogos* (págs. 24-57). Madril: UNED.
- María Domingo Coscollola, M. F. (Enero de 2010). Innovación educativa: Experimentar con las TIC y reflexionar sobre su uso. *Revista de medios y educación*, pp 171-180.
- Montt, R. L. (2006). *Mecanica de Fluidos* . México: Pearson Educación.
- Óscar, T. A. (2013). *ARDUINO. Curso practico de formación* (Primer ed.). México: Alfaomea.
- Palomino Delgado Valcarcel, M. A. (2006). *Aprendizaje significativo*. México: UAM.

Paul H. Lewis, C. Y. (1997). *Basic Control Systems Engineering*. New Jersey: Prentice Hall.

Umez, E. (2001). *Dinamica de sistemas y control*. México: Thomson Learning.

Velásquez, F. R. (2001). *Enfoques sobre el aprendizaje humano*. Caracas: Universidad Simón Bolívar .

White, F. M. (1979). *Mecanica de los Fluidos* . Mexico: McGraw-Hill.