

Universidad Veracruzana

Facultad de Ingeniería

Ing. Mecatrónica

Región Orizaba-Córdoba



Proyecto Educativo Innovador:

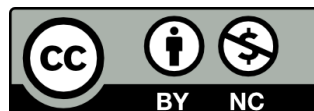
Lógica Combinacional en Aplicaciones Industriales

Dr. Marving Omar Aguilar Justo

Dr. José David García Sarmiento

Febrero / Julio de 2020

Laboratorio de Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería (campus Ixtaczoquitlán)



2. Índice

2. Índice	1
3. Datos de la Experiencia Educativa implicada	2
4. Resumen	3
5. Desarrollo	4
6. Resultados y conclusiones	8
7. Propuesta de mejora	12
8. Fuentes de información	12

3. Datos de la Experiencia Educativa

Nombre: Circuitos Lógicos

Academia: Mecatrónica

Área de Formación del Modelo Educativo: Disciplinaria

LGAC: No aplica

Unidad de Competencia: El estudiante conocerá los conceptos básicos de la lógica secuencial y de la lógica combinacional, así como también memorias y convertidores analógico/digital y digital/analógico. Así mismo, analizará, diseñará, comprobará mediante la realización de prácticas los conocimientos adquiridos y realizará las simulaciones correspondientes, logrando con ello un aprendizaje reflexivo, crítico y creativo.

Carácter: Obligatorio.

4. Resumen

En la formación de Ingenieros Mecatrónicos, así como en prácticamente toda ingeniería, la realización de prácticas (Saber-Hacer) es un elemento fundamental para que el alumno aplique la teoría vista en el aula (Saber-Saber) y con ello adquiera de manera sólida las competencias en el perfil del egresado (agregando por supuesto capacidades actitudinales, Saber-Ser).

Circuitos lógicos es una experiencia educativa que, como muchas otras en la Universidad Públicas, en el mejor de los casos se desarrollan prácticas con elementos muy sencillos que no se utilizan en aplicaciones industriales. En lógica combinacional en particular, estos elementos sencillos son cables e interruptores para representar sensores, compuertas lógicas como circuitos integrados para representar sistemas de control (circuito combinacional), y diodos emisores de luz para representar actuadores. Cuando el alumno egresa y se involucra en el campo profesional, el “salto” es fuerte para manejar elementos industriales que tienen detalles importantes de operación en comparación con elementos sencillos. El objetivo que se trazó desde inicio en este Proyecto Educativo Innovador es el involucrar a alumnos con elementos tipo industrial en la adquisición de la competencia trazada en el Programa de Estudios, apoyándose en equipos adquiridos por la Universidad Veracruzana mediante el Programa de Fortalecimiento a la Calidad Educativa (PFCE) 2018, tales como sensores ultrasónicos tipo industrial, tarjetas de adquisición de datos, electroválvulas y fuentes de alimentación.

En el periodo Febrero-Julio de 2020, la experiencia educativa de Circuitos Lógicos se impartió en el grupo MCTR-402 de Ingeniería Mecatrónica, y se invitó a un grupo de 4 alumnos a participar en este proyecto, en adición a las actividades naturales que ellos y el resto del grupo tuvieron en aula y en el laboratorio, generándose en ellos, como se evidencia en sus testimonios, un aprendizaje significativo y diferenciador con respecto a lo que hubiera sido solo con las actividades tradicionales.

Con los equipos adquiridos con PFCE 2018, fue posible que los alumnos generaran un prototipo donde se implementó un sistema de control flujo que representa fielmente un proceso real. Para ello, los alumnos tuvieron que investigar las especificaciones de cada uno de los elementos, adquirir material complementario para armar dicho prototipo, realizar su diseño mecatrónico, implementarlo y finalmente ponerlo en funcionamiento para obtener los resultados.

Palabras clave: sensor, actuador, compuerta lógica, tarjeta de adquisición de datos.

5. Desarrollo

El objetivo de este proyecto es el control de nivel de dos recipientes de agua, mediante la manipulación de señales a través de una tarjeta NI myDAQ. Dicha tarjeta, recibirá señales de dos sensores ultrasónicos que monitorean el nivel de fluido de dos recipientes; estas señales serán monitoreadas por una interfaz gráfica implementada en el software LabVIEW. Se establecerán los límites de nivel para cada tanque y al alcanzarlos se determinarán acciones de control aplicadas a una electroválvula que modificará o mantendrá el nivel de agua de los recipientes en cuestión.

El prototipo cuenta con dos recipientes que contendrán agua, llamados R1 y R2. En el modo inicial, sólo R1 contiene agua de manera parcial y R2 se encuentra vacío. El recipiente R1 está colocado en la plataforma más alta de la base, que a su vez está conectado a una electroválvula por medio de una manguera. Esta electroválvula permitirá el paso del agua del recipiente R1 al R2 cuando R1 esté lleno.

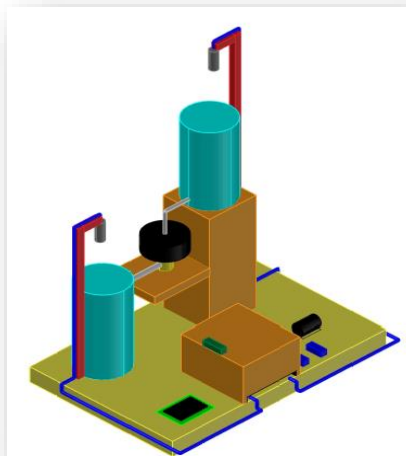
Por otro lado, el recipiente R2 se encuentra situado en la parte inferior de la base, este recipiente recibe el agua del recipiente R1 a través de la manguera de salida de la electroválvula. A su vez, el recipiente R2 tiene en su interior una bomba para que el agua pueda ser trasladada de R2 a R1, cuando R2 esté lleno.

El nivel de cada uno de los recipientes se monitorea por un sensor ultrasónico instalado arriba de cada recipiente de forma independiente.

El funcionamiento comienza cuando el sensor detecta que *R1* se encuentra lleno y se manda una señal a la tarjeta de datos, la cual envía una señal a la electroválvula para que esta cambie de estado cerrado a abierto permitiendo el paso del agua. El proceso dura hasta que *R1* queda vacío y el sensor envía otra señal para que la electroválvula sea cerrada de nuevo.

La segunda fase del proyecto inicia cuando el sensor de *R2* detecta que este se encuentra lleno. Sin embargo, esta vez la bomba de agua recibe la señal proporcionada por la tarjeta de datos para que esta comience a trasladar el agua hacia *R1*. La bomba se apaga al recibir la señal del sensor indicando que el recipiente *R1* ha sido llenado. Así, el ciclo se considera completo en la implementación.

A continuación, se muestran el esquema del diseño mecánico realizado en AutoCAD en 3D.



Los componentes y materiales utilizados en el prototipo son utilizados por las características que cada uno ofrece al proyecto. Se comentarán a continuación las especificaciones de cada uno:

Sensor ultrasónico BUS0029: Es un dispositivo utilizado para medición de la distancia y reconocimiento de objetos. Esto permite en el proyecto la capacidad de detectar el nivel de agua que existe en los recipientes.

Válvula solenoide 1323BA17CT: Este dispositivo cuenta con 3 vías, 2 posiciones, normalmente cerrada, normalmente abierta o universal. Por lo tanto, fue utilizado dentro del proyecto para permitir o negar el paso del flujo de agua entre los dos recipientes.

Bomba: Permite que el agua pueda ser trasladada de un recipiente a otro.

Optoacopladores PC187: Leen la señal de los sensores con un voltaje de 12 V en CD y emite una señal que funciona como un interruptor.

Arduino NANO: Recibe las señales del programa.

Tabla protoboard: Aquí se realiza la conexión del Arduino.

Display: Muestra el estado de los sensores.

Manguera de agua $\frac{3}{4}$: Se utiliza para la conexión de la electroválvula. Esta permite el paso del agua de un recipiente a otro.

Recipientes de plástico: Contienen el agua, que, al ser llenados o vaciados, se comprueba la funcionalidad del proyecto.

Base de madera: Es el sustento de los dispositivos del prototipo. Da un orden a los componentes utilizados y una mejor vista al proyecto.

Para que el Arduino pueda leer las señales digitales enviadas por los sensores se usaron dos optoacopladores PC187, los cuales leen la señal de los sensores con

un voltaje de 12 V en CD y emite una señal que funciona como un interruptor activado mediante la luz emitida por un diodo led que satura un componente optoelectrónico, normalmente en forma de fototransistor con un voltaje de 5 V en DC.

Una vez que el Arduino lee estas señales digitales en los pines D2 y D3, activa y desactiva el relay de la válvula o de la bomba que están en los pines D6 y D5 respectivamente. Se incorporó una conexión para un display donde se muestra el estado de los sensores, la válvula y la bomba ya sea en 0 o 1.

Lógica a desarrollar fue la siguiente: Para activar la bomba los sensores tendrán que enviar una señal al Arduino para que detecte cuando se tendrá que apagar o encender. Cuando el tanque 2 (el tanque de la planta baja) se encuentra vacío la señal del sensor 1 es “0” cuando llega al límite programado enviará un “0” al Arduino, lo mismo sucederá con el tanque 1. La bomba seguirá encendida hasta que los dos tanques estén llenos. Por otro lado, la válvula está en un estado de Normalmente Abierta, por lo que se activará el relay en “1” sólo cuando el sensor 2 detecte que el tanque está en el nivel programado y envíe la señal al Arduino.

TABLA DE VERDAD PARA EL CIRCUITO LOGICO			
SENSOR 1	SENSOR 2	BOMBA	VALVULA
0	0	1	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

Debido a que los sensores usados en este proyecto envían una señal invertida, o sea que cuando no detectan nada la señal emitida es un ¡1! digital (ALTO) y cuando detectan un objeto es un “0” digital (BAJO), para el diseño del código se invirtieron los valores de los sensores para la activación y desactivación de la bomba y la válvula.

TABLA DE VERDAD USADA PARA EL ARDUINO			
SENSOR 1	SENSOR 2	BOMBA	VALVULA
0	0	1	0
0	1	0	0
1	0	0	1
1	1	0	0

6. Resultados y conclusiones

Mediciones

TABLA DE TIEMPOS DE LLENADO CON DIFERENTES PORCENTAJES DE LA VALVULA DE LA BOMBA ABIERTA		
VALVULA (%)	TANQUE1 (SEG)	TANQUE2(SEG)
100	34	27
75	46	36
50	65	52
25	125	101
CAPACIDAD DE LA BOMBA		2.5 L/MIN
CAPACIDAD DE LOS TANQUES:		2 L
ALTURA PROGRAMADA DE LOS SENSORES		6 CM (25% DE LA ALTURA TOTAL)

Fotos



Testimonio del alumno Raymundo Eduardo Pérez Luna:

Con el proyecto pude aprender como es el funcionamiento de un ultrasónico de uso profesional, pudiendo observar las señales digitales del mismo, también la forma en la que hay que programar para tener el control de la electroválvula en coordinación con los sensores.

Testimonio del alumno Fabián Ortega González:

En este proyecto aprendí muchas cosas que son importantes para mi desarrollo como profesional en el área de la ingeniería. Primero que nada, fue importante darse cuenta la necesidad de incorporar materias que se habían cursado en semestres pasados como lo son dibujo y diseño de ingeniería para el diseño del prototipo, circuitos eléctricos para desarrollar el circuito con el que íbamos a trabajar,

programación para crear el algoritmo de control del Arduino, además de aprender e involucrar cosas nuevas en el proyecto como son el diseño de una PCB que es muy importante en el área de la electrónica. Otro aspecto para destacar es ver como el concepto de un proyecto involucra diferentes disciplinas que trabajan conjuntamente para realizar una función, y precisamente eso es lo que pudimos lograr con este proyecto además de que, pese a las circunstancias actuales, fue posible finalizar el proyecto en equipo con las limitaciones que nos fuimos encontrando durante este tiempo.

Respecto al proyecto las principales dificultades es que no fue posible del todo reunirnos por la situación actual de la pandemia, así como la dificultad de conseguir los elementos que eran necesarios debido a lo mismo, sin embargo, conforme fueron mejorando las cosas se pudo avanzar conjuntamente y finalizar con éxito. Una vez diseñada la primera PCB y haciendo todas las pruebas del circuito se tuvieron que hacer pequeñas modificaciones para hacer funcionar el sistema, y esto nos ayudó mucho a entender por qué siempre son importantes diferentes puntos de vista en un proyecto y sobre todo el trabajo en equipo.

Testimonio de la alumna Itzel Citlalli Ramos Cruz:

Este proyecto fue muy productivo y enriquecedor para mi persona, tanto en el ámbito personal como en el académico, puesto que adquirí nuevos conocimientos en el área de electrónica, pero incorporé a ellos los conocimientos que ya tenía de EE pasadas, tanto en el diseño mecánico como en la programación del circuito, igualmente incluimos conocimientos que se nos brindaron en las Jornadas de Mecatrónica.

También hubo algunos obstáculos al momento de trabajar en equipo, ya que dadas las circunstancias en las que nos encontramos provocadas por la pandemia, fue un poco difícil adquirir eficazmente algunos elementos, pero supimos sobrellevar la situación.

Definitivamente los resultados fueron sobresalientes y es aquí en donde podemos darnos cuenta de lo importante que es el desempeño académico de cada integrante, y al trabajar en conjunto se unen las ideas de tal manera que se construye un buen rompecabezas.

Sin duda alguna el trabajo en equipo es muy importante, pues nos prepara para nuestra vida laboral, en la que pondremos en práctica todas nuestras habilidades.

Testimonio del alumno Juan Pablo Sánchez Navarrete:

El proyecto fue muy importante para nuestra formación como estudiantes pues nos ayudó a integrar diversos aprendizajes que hemos adquirido de las EE que hemos cursado. Fue muy importante el trabajo en equipo y fue muy significativa el rol de líder que adquirió Fabian en este proyecto.

Por las circunstancias que se han estado presentando debido a la pandemia del COVID no fue la manera en que nos hubiera gustado trabajar, sin embargo, a estas dificultades y retrasos pudimos mantenernos en comunicación para poder repartirnos las tareas que nos tocaban desempeñar en el grupo.

Pude ver la importancia y la aplicación de esta EE en particular en este proyecto, y como esta nos ayudara en el campo laboral. Ayudo a reforzar todo lo aprendido en las notas de clase y ayudo mucho en otras áreas como el manejo de software para realizar la PCB (que fue lo más laborioso de todo) y recordar un poco de lo que se vio con respecto a programación. Otra cosa que nos llevó bastante tiempo entender fue la interpretación de la *DataSheet* de los sensores, pero pudimos sacar esa dificultad adelante gracias a medios digitales que se encontraban en otro idioma.

7. Propuestas de mejora

El prototipo desarrollado por lo alumnos tiene aún muchas mejoras por realizar, entre las principales se encuentran la de implementar más funciones lógicas, agregando otros sensores al sistema, así como un actuador más. Para extender el sistema a uno del tipo secuencial, también se podrían agregar contadores y divisores de frecuencia.

8. Fuentes de información

1. ¿Cómo funcionan las electroválvulas o válvulas solenoides de uso general? (s. f.). Altec. Recuperado 20 de julio de 2020, de <https://www.altecdust.com/blog/item/32-como-funcionan-las-electrovalvulas-o-valvulas-solenoides-de-uso-general>
2. Arduino - Home. (s. f.). Arduino. Recuperado 25 de julio de 2020, de <https://www.arduino.cc/>
3. ¿Qué es un sensor ultrasónico? | Fundamentos del sensor: Guía de sensores para fábricas clasificados por principios | KEYENCE. (s. f.). KEYENCE. Recuperado 15 de julio de 2020, de <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/ultrasonic/info/>