



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### **- LAB. ELECTRÓNICA BÁSICA -**

GRUPO: 04

PRÁCTICA 11: MOTOR A PASOS

EQUIPO 02:

- CASARRUBIAS RODRÍGUEZ DANIEL ELIHÚ (124 MECATRÓNICA)
- CELAYA GONZÁLEZ DAVID ALEJANDRO (124 MECATRÓNICA)
- CRUZ MONTERO CARLOS ENRIQUE (124 MECATRÓNICA)

SEMESTRE 2021-II

FECHA DE ENTREGA: 12-AGOSTO-2021

CALIFICACIÓN:

---

## OBJETIVO

Diseñar un circuito controlador de motor a pasos mediante un GAL22V10 emulado en un PIC.

## INTRODUCCIÓN

### Motor a pasos

Un motor paso a paso es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de pulsos eléctricos en desplazamientos angulares, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados (paso o medio paso) dependiendo de sus entradas de control.

Son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos. Es posible moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique, el paso puede variar desde  $90^\circ$  hasta pequeños movimientos de  $1.8^\circ$ . Este tipo de motores son muy utilizados, ya que pueden moverse a deseo del usuario según la secuencia que se les indique a través de un microcontrolador.

El principio de funcionamiento está basado en un estator construido por varios bobinados en un material ferromagnético y un rotor que puede girar libremente en el estator. Estos diferentes bobinados son alimentados uno a continuación del otro y causan un determinado desplazamiento angular que se denomina “paso angular”.



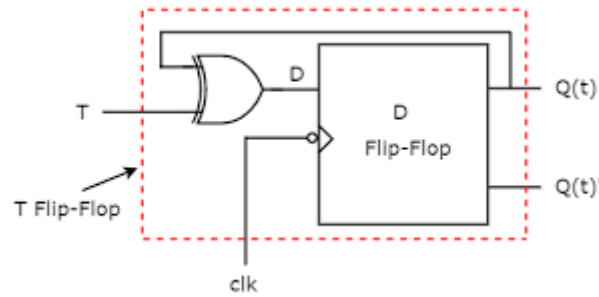
### Flip-flop tipo D

Es un elemento de memoria que puede almacenar información en forma de un “1” o “0” lógicos. Este flip-flop tiene una entrada D y dos salidas  $Q$  y  $\overline{Q}$ . También tiene una entrada de reloj que nos indica que es un FF disparado por el borde o flanco descendente.

El flip-flop tipo D adicionalmente tiene dos entradas asincrónicas que permiten poner a la salida Q del flip-flop, una salida deseada sin importar la entrada D y el estado del reloj.

Estas entradas son:

- PRESET (poner) y
- CLEAR (Borrar).



## PIC

Microcontroladores o circuitos integrados programables con una arquitectura computacional de tipo RISC. El nombre exacto es PICmicro pero se le da el significado de Peripheral Interface Controller o Control de Interfaz Periférico.

Como todo microcontrolador estos contienen en su interior unidades de memoria RAM y ROM, pero uno de los componentes que destacan en los PIC es su ALU (Unidad Aritmética Lógica). En la actualidad los PIC son los más utilizados debido a que estos poseen varios periféricos en su interior como los de comunicación serial, UART e incluso controladores de motores y varios más.



## GAL22V10/833

GAL (Generic Array Logic), en español Arreglo Lógico Genérico, son un tipo de circuito integrado que utiliza una matriz de memoria EEPROM en lugar por lo que se puede programar varias veces.

Un GAL en su forma básica es un PLD con una matriz AND reprogramable, una matriz OR fija y una lógica de salida programable mediante una macrocelda. Esta estructura permite implementar cualquier función lógica como suma de productos con un número de términos definido.

## L293D

El driver puente H L293D facilita el control de motores con Arduino o PIC. Posee diodos internos de protección para cargas inductivas como motores. Su pequeño tamaño es ideal para ser utilizado en proyectos de robótica móvil como seguidores de línea, velocistas, laberinto. Permite controlar la dirección de giro y la velocidad de cada motor de forma independiente.

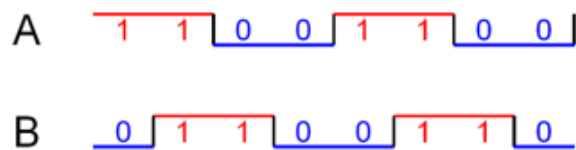
## DESARROLLO

Diseñe un controlador de un motor paso a paso con flip-flop tipo D, tal que sea posible controlar su sentido de giro con una señal X: si ésta es '0' el motor deberá girar en sentido levógiro, y si X = '1', entonces el motor girará en sentido dextrógiro.

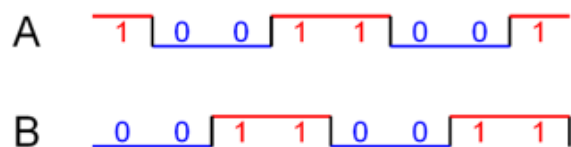
Trace su tabla de transición de estados, así como los mapas de Karnaugh de cada una de las salidas necesarias, y dibuje el diagrama lógico de este controlador.

	Estado presente		Estado futuro	
X	A	B	A	B
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	1	1	0

Para armar esta tabla, se hizo uso de las siguientes relaciones:



*Figura 5 Patrón de pulsos de entrada a un motor paso a paso, de manera que gire en sentido levógiro.*



*Figura 6 Patrón de pulsos de entrada a un motor paso a paso, de manera que gire en sentido dextrógiro.*

Realizando los mapas de Karnaugh:

Para A:

AB

X	00	01	11	10
0	1	0	0	1
1	0	1	1	0

Expresión :  $DA = \neg X \wedge \neg B \vee X \wedge B$  ;

Para B:

AB

X	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	1	1	0	0

Expresión:  $DB = \neg X \wedge A \vee X \wedge \neg A$ ;

Ya con las expresiones encontradas a través de las relaciones hechas con los mapas de Karnaugh, proseguimos a realizar el código fuente MPLAB, con tal de que montamos este código a la PIC para que realice las funciones correspondientes como que si X que es el sentido de giro del motor sea igual a 0 este girará en sentido antihorario mientras que si X es igual a 1, girará en sentido horario.

Lo que se encuentra a continuación es el código fuente que se sube a la PIC, con tal de que cumpla las condiciones del sentido de giro anteriormente mencionado. Se encuentra programado en el lenguaje de programación conocido como C.

Después de la verificación de las variables, el código se guarda y ensambla, de tal modo que luego se pueda utilizar en Proteus para que la simulación respete la programación.

## CÓDIGO FUENTE DE LA PIC

Colocando el código fuente realizado:

```
//Programa para controlar un motor a pasos

//El controlador tiene como entrada un bit(X) para el sentido de giro

//Sus salidas son A NA, B NB para el motor a pasos

//Biblioteca para configurar un PIC como un PLD

#include<PLD.h>

//El circuito es secuencial, por lo tanto T2 será la terminal clock(CLK)

#define CLK T2

//Terminales de entrada

#define X T4

//Terminales de salida

#define A T25

#define NA T26

#define B T27

#define NB T28

//Variables Intermedias

short DA , DB;

void main()

{

//Inicializar la Biblioteca PLD.h

PLD_INI();

while(1)

{

if(!CLK)

{

//Expresiones del controlador

DA = !X&!B | X&B ;
```

```

        DB = !X&A | X&!A ;

    }

else

    {

        A = DA;

        B = DB;

        NA = !A;

        NB = !B;

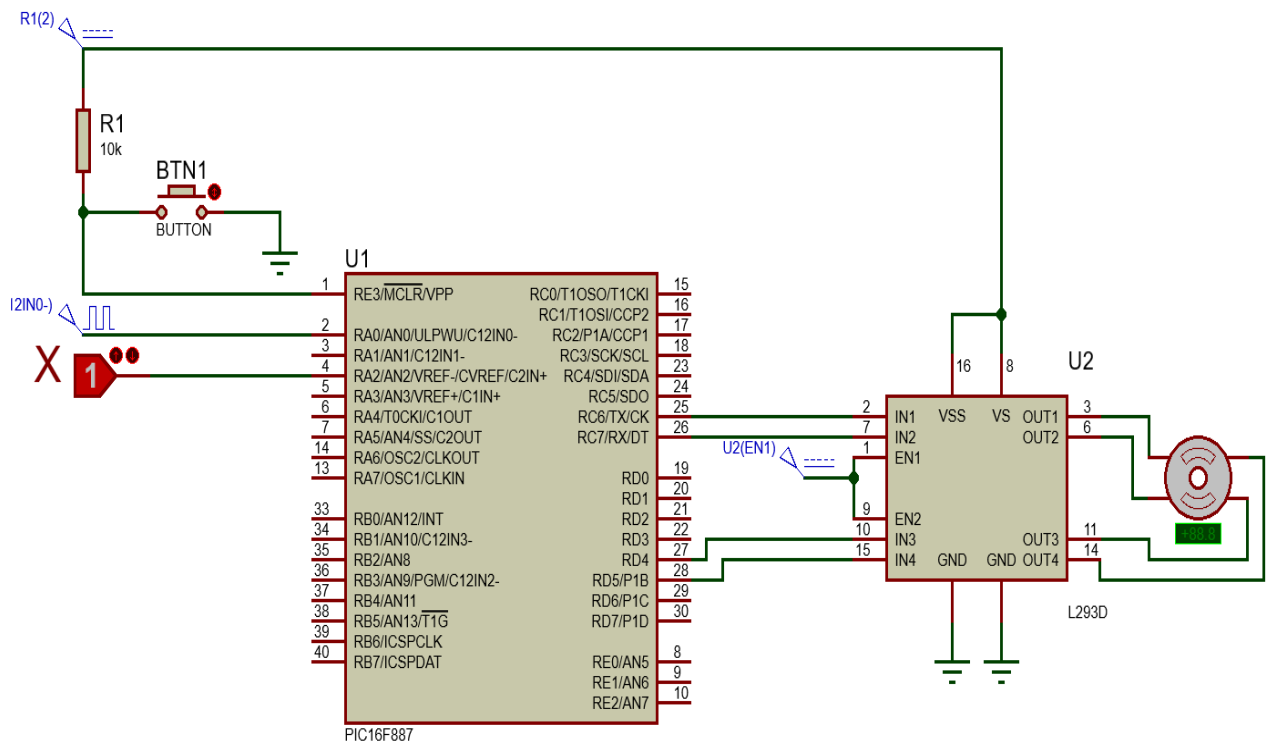
    }

} //del while

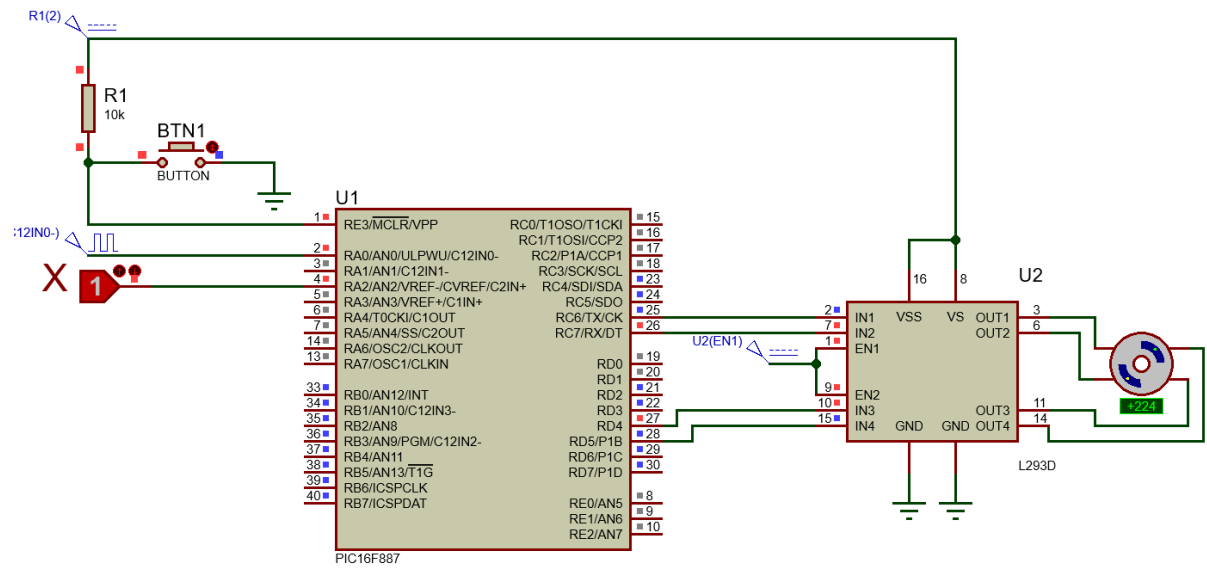
} //del main

```

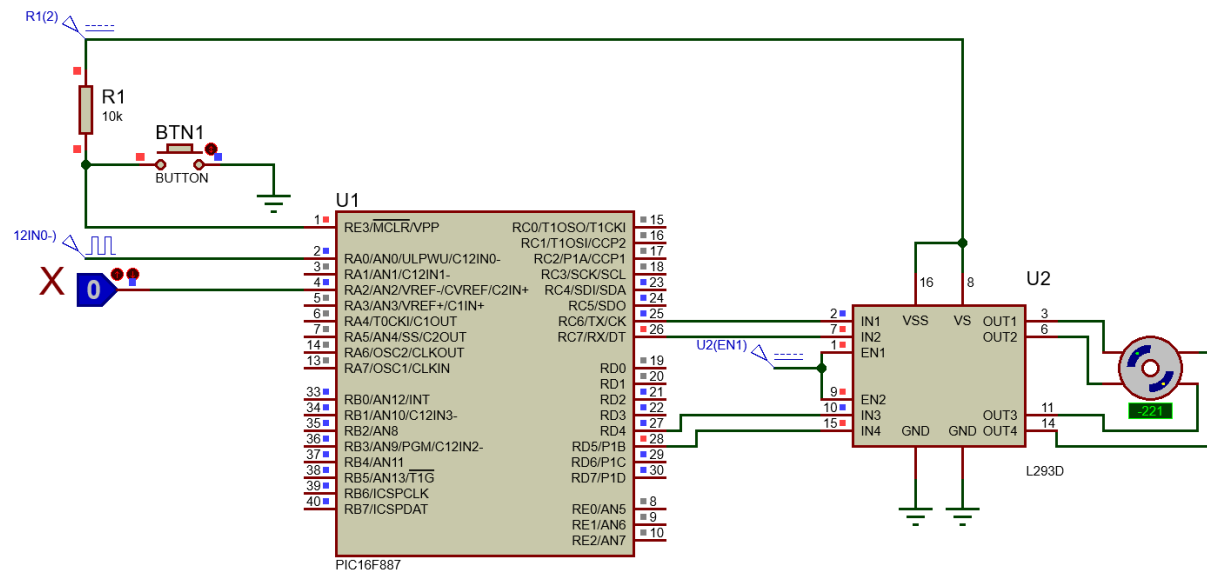
## DIAGRAMA



## OBSERVACIONES Y MEDICIONES



**Figura 1.** Motor encendido con la condición de que X=1. En este caso el motor se encuentra girando en sentido dextrógiro o sentido horario, por eso mismo se observa que los valores presentes en el motor son positivos.



**Figura 2.** Motor encendido en el que X(el sentido de su giro) sea igual a cero, por lo que, al cumplirse esta condición en nuestra programación, a la salida de nuestro PIC, el motor se encontrará rotando en sentido levógiro o sentido antihorario, es por ello que los valores que arroja el sentido del motor son negativos.



## CONCLUSIONES INDIVIDUALES

- Casarrubias Rodríguez Daniel Elihú

Con esta práctica entendí mejor el tema de lógica secuencial con una aplicación muy usada en aparatos que tenemos en casa, así como en varias máquinas en la industria mecatrónica: el motor a pasos.

Considero que es la práctica más completa de la materia, que engloba distintos temas de electrónica que debemos tener para comprender su funcionamiento, incluyendo lógica secuencial, circuitos integrados, amplificadores, transistores y diodos; además de aplicar la programación en lenguaje C. Para esto es importante entender el funcionamiento de los microcontroladores, saber leer sus datasheets y programarlos.

- Celaya González David Alejandro

Esta práctica resultó ser un repaso de todo lo visto en el curso, nos muestra como se conjunta la electrónica y la programación, dándonos una pequeña introducción a materias como circuitos digitales.

Logre entender la importancia de la lógica secuencial haciendo combinación con la programación, ya que a diferentes condiciones fue posible mover un motor a pasos en una u otra dirección, dando pie a tener muchas aplicaciones en la vida diaria como en la industria.

Con estos conocimientos y los ejemplos de aplicaciones a lo largo del curso, lograré diseñar circuitos que me ayuden en pequeñas tareas de la vida diaria así como en mi formación como ingeniero.

Finalmente puedo decir que se cumplieron los objetivos de la práctica, ya que diseñamos un circuito que controla un motor a pasos bajo ciertas condiciones, pero a su vez ayudados de un PIC.

- Cruz Montero Carlos Enrique

La práctica nos ayudó principalmente para ver la gran relación que existe entre la programación y la electrónica, pues podemos hacer uso de múltiples lenguajes de programación, en este caso del lenguaje C, que nos ayudó a determinar a manejar el sentido en el que gira un motor a pasos, siendo que si cumple una condición en específico(en este caso nuestra variable X describe el sentido de giro y que en sí es un valor de bit)dependiendo de si es 0, girará en sentido antihorario, mientras que si es 1 se encontrará en el sentido horario.

Es importante recalcar esto ya que es una introducción a la Electrónica Digital, ya que tenemos muchos sistemas electrónicos que podemos programar gracias a la gran aportación que nos dan los microcontroladores.

Las PIC se ocupan en muchos ámbitos en la actualidad y son la base de toda la electrónica actual. Por ello, la práctica nos fue fundamental para conocer mucho mejor el diseño de los circuitos controladores, el motor a pasos en este caso.

## CONCLUSIONES GENERALES

A lo largo de la carrera nos hemos preguntado como la electrónica y la programación hacen una unión sinérgica. Justamente esto es lo que la práctica logra hacer, nos ayudó a ver de manera clara esta unión sin importar el tipo de lenguaje de programación, usualmente se utilizan lenguajes como C, C# para la programación en PIC, sin embargo, esto es solo el principio, ya que más adelante utilizaremos computadoras como Raspberry que se logran

programar en lenguajes como Python y utilizarlos en sistemas como ROS (Robot Operating System) para controlar elementos más complejos. Esta práctica resulta como introducción a la electrónica digital lo que nos ayudará de gran manera.

Al final esta práctica fue una unión de los temas vistos a lo largo del curso, desde diodos hasta lógica secuencial, donde a través de electrónica podemos mover un motor a pasos en giro horario o antihorario basándonos en una condición, ya que estos motores tienen muchas aplicaciones, tanto en la vida diaria como en la industria, poniendo el ejemplo las impresoras 3D.

Gracias a todo esto logramos cumplir el objetivo de la práctica donde logramos diseñar un circuito controlador de motor a pasos mediante un GAL22V10 emulado en un PIC.

## BIBLIOGRAFÍA

*Microcontroladores PIC 1]- TODA la INFORMACIÓN para TI ⚡*. Todo Sobre Microcontroladores. Recuperado el 7 de agosto de 2021, de <https://microcontroladores.com/pic/>.

Casique, D. (2008). *GAL Y VHDL*. [Electronicaintegradaunexpo.blogspot.com](http://electronicaintegradaunexpo.blogspot.com). Recuperado el 7 de agosto de 2021, de <http://electronicaintegradaunexpo.blogspot.com/2008/02/gal-y-vhdl.html>.

*Flip-flop tipo D. Descripción, símbolo, tabla de verdad - Electrónica Unicrom*. Electrónica Unicrom. Recuperado el 7 de agosto de 2021, de <https://unicrom.com/flip-flop-tipo-d-descripcion-y-simbolo/>.

*Motor paso a paso ¿que es y cómo funciona? - Ingeniería Mecafenix*. Ingeniería Mecafenix. (2017). Recuperado el 7 de agosto de 2021, de <https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/motor-paso-a-paso/>.