

Práctica de laboratorio 5

El Transistor MOSFET

1. Objetivos de la práctica.

- Estudio del transistor MOSFET en inversión.
- Profundización en el uso de Arduino.
- Realización de un sistema de control de un motor de corriente continua.

2. Introducción teórica.

A continuación, se dan unos breves conceptos sobre el transistor MOSFET, visto en teoría.

Los transistores de efecto campo (FET) son dispositivos semiconductores de 3 terminales basados en el transporte de carga asociado a un único tipo de portadores (e^- o h^+). Debido a ello, a veces son conocidos también con el nombre de transistores unipolares.

Desde el punto de vista físico, el principio de funcionamiento se centra en la acción de un campo eléctrico sobre cargas eléctricas, provocando su desplazamiento y, por ende, la creación de un canal de portadores libres de carga que facilita la corriente eléctrica. De ahí su nombre genérico de FET (Field Effect Transistor).

Dentro de los transistores de efecto campo, el transistor MOSFET, con una estructura Metal-Óxido-Semiconductor, es ampliamente el más utilizado sobre los demás por poseer ciertas características que los hacen ventajosos, incluso en ocasiones respecto del transistor bipolar.

El símbolo del transistor MOSFET de enriquecimiento canal N es el que podemos observar en la Figura 1, en diferentes representaciones. El transistor cuenta con 4 terminales: la puerta (G), el drenador (D), la fuente (S) y el sustrato que suele encontrarse conectado al terminal fuente y que por tanto en la mayoría de las ocasiones no es representado en el símbolo. La intensidad en el transistor MOSFET de canal N fluye en el sentido drenador-fuente en el momento en el que el potencial aplicado entre los terminales puerta y fuente (V_{GS}) supera una cierta tensión umbral (V_{Tn}).

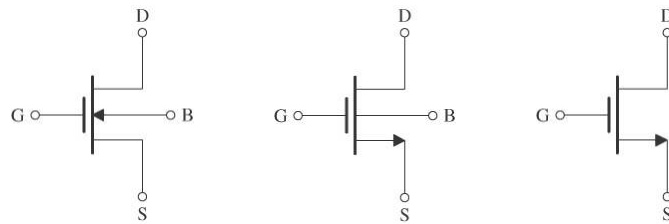


Figura 1.- Símbolo del transistor N-MOS de enriquecimiento.

Este transistor cuenta con 3 regiones de operación que quedan resumidas en la siguiente tabla:

<i>Región</i>	<i>Condiciones</i>	<i>Ecuaciones</i>
<i>Corte</i>	$v_{GS} \leq V_{Tn}$	$i_{DS} = 0$
<i>Ohmica</i>	$v_{GS} \geq V_{Tn}$ y $v_{GS} - V_{Tn} \geq v_{DS}$	$i_{DS} = \frac{k_n W}{2L} (2(v_{GS} - V_{Tn})v_{DS} - v_{DS}^2)$
<i>Saturación</i>	$v_{GS} \geq V_{Tn}$ y $v_{GS} - V_{Tn} \leq v_{DS}$	$i_{DS} = \frac{k_n W}{2L} (v_{GS} - V_{Tn})^2$

3. Instrumentación y Componentes.

- Placa Arduino UNO, junto con placa de prototipado.
- Transistor N-MOS IRF520.
- 2 resistencias de 1KΩ.
- Motor de continua.
- 2 pulsadores.
- Multímetro.
- Cables de conexionado.
- Cable USB.
- Diodo LED.

4. Estudio Teórico.

Dado el circuito de la Figura 2 determine la función de transferencia v_o frente a v_i .

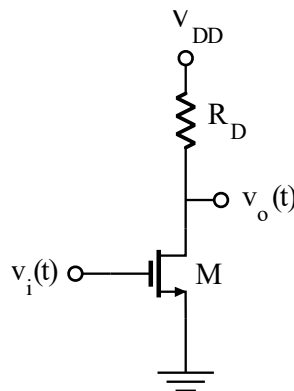


Figura 2.- Circuito para estudio teórico.

5. Desarrollo de la práctica.

Este montaje se propone para la realización de un driver de un motor de corriente continua basado en un transistor MOSFET de canal N, diseñado específicamente para aplicaciones de potencia. Para ello se utilizará la placa Arduino UNO, el motor de continua y componentes electrónicos activos y pasivos (MOS, resistencias, pulsadores, etc.). Se desea un control que permita variar la velocidad de giro del eje del motor. Para ello se propone una regulación basada en modulación de ancho de pulsos (*Pulse Width Modulation*, PWM). Esta técnica permite activar una salida digital periódicamente, manteniéndola activa durante un intervalo configurable. A mayor duración del intervalo de tiempo, mayor ancho de pulso (Figura 3). El efecto puede considerarse equivalente a una salida analógica.

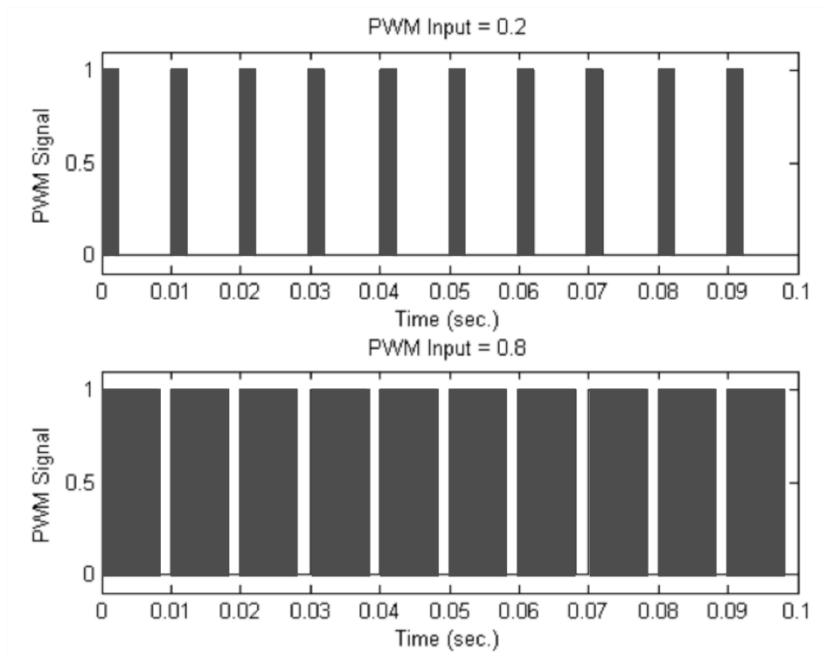


Figura 3.- PWM.

Se dispondrá de dos pulsadores que permitirán la entrada de eventos por parte del usuario para disminuir o aumentar la velocidad de giro del eje del motor.

Proceda realizando los siguientes pasos para la realización de la sesión de laboratorio:

1. Realice el montaje de la Figura 5. Considere el transistor N-MOS IRF 520 que tiene la presentación física mostrada en la Figura 4.

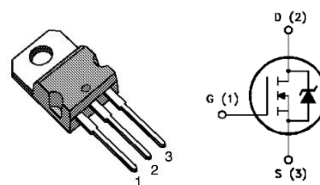


Figura 4.- Identificación de terminales del transistor IRF 520.

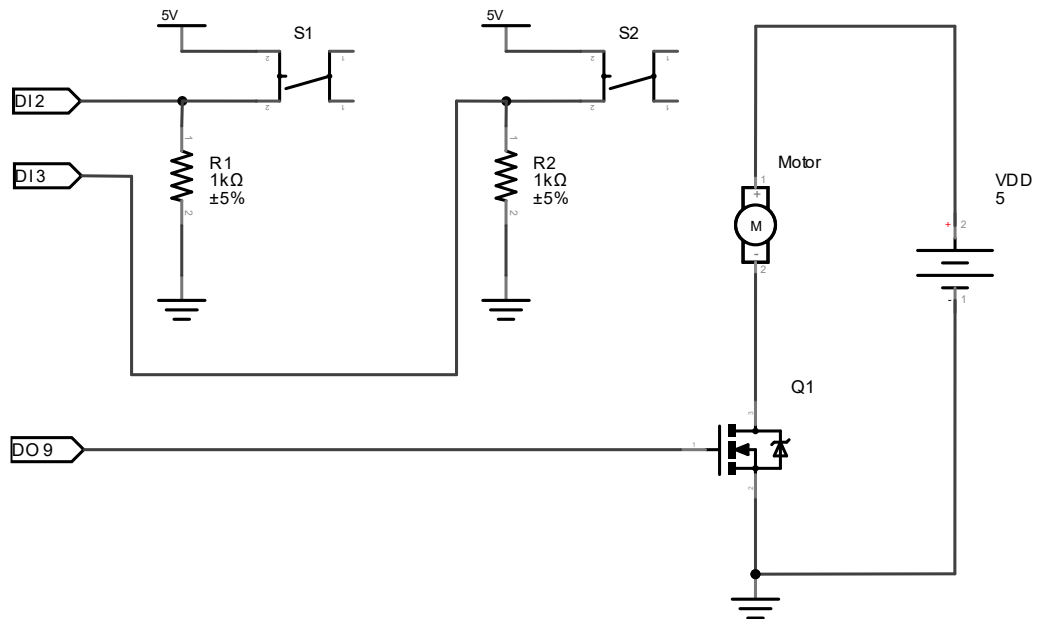


Figura 5.- Montaje de la práctica de laboratorio.

2. Considere la entrada de los pulsadores como eventos para el accionamiento más rápido/más lento en el motor.

3. Programe el microcontrolador de tal forma que al accionar los pulsadores cambie la velocidad del motor. Puede basarse en el siguiente código:

```
const int pinMasVelocidad = 2;
const int pinMenosVelocidad = 3;
const int motorPin = 9;
int velocidad = 0;
int masVelocidad = 0;
int menosVelocidad = 0;

void setup() {
  pinMode(motorPin, OUTPUT);
  pinMode(pinMasVelocidad, INPUT);
  pinMode(pinMenosVelocidad, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  masVelocidad = digitalRead(pinMasVelocidad);
  menosVelocidad = digitalRead(pinMenosVelocidad);

  if (masVelocidad == HIGH) {
    if (velocidad < 255) {
      velocidad++;
    }
    Serial.println(velocidad);
  }
  if (menosVelocidad == HIGH) {
    if (velocidad > 0) {
      velocidad--;
    }
    Serial.println(velocidad);
  }
  analogWrite(motorPin, velocidad);
  delay(100);
}
```

4. Pruebe el correcto funcionamiento del motor.
5. Monitoree la señal PWM con la ayuda del osciloscopio. Varié la velocidad de giro. ¿En qué regiones está trabajando el transistor? Justifique su respuesta.
6. ¿Qué ventajas tiene este montaje con MOSFET frente al realizado en la práctica anterior con BJT?
7. ¿Cuál es el nivel digital máximo que permite la señal PWM? Modifique el código para comprobar qué ocurre cuando se supera este nivel.