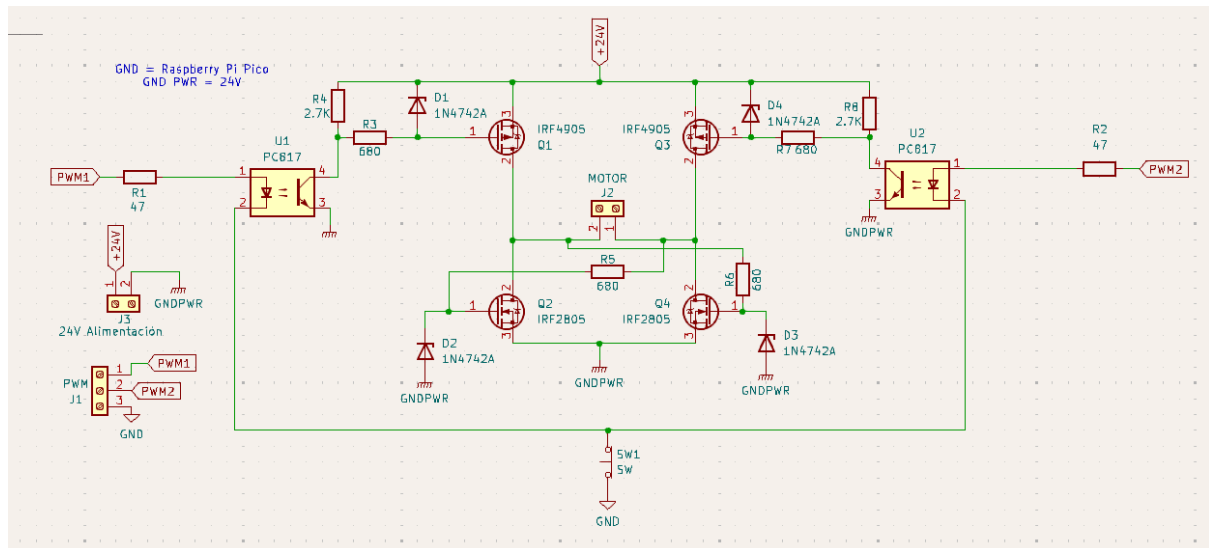


INFORME CREACIÓN DE PUENTE H

Díaz Melión Danilo

ESQUEMÁTICO FINAL



Este esquemático representa un circuito puente H para controlar la dirección y velocidad de un motor de corriente continua (DC) utilizando señales PWM (modulación por ancho de pulso) provenientes de un microcontrolador, como la Raspberry Pi Pico.

FUNCIONAMIENTO GENERAL

El circuito mostrado utiliza dos señales PWM (PWM1 y PWM2) para controlar la rotación de un motor de corriente continua (DC) mediante un puente H, que está compuesto por cuatro transistores MOSFET (Q1, Q2, Q3, y Q4). Este puente permite invertir la polaridad del voltaje aplicado al motor, cambiando su dirección de rotación. El control de la velocidad del motor se consigue ajustando el ciclo de trabajo (duty cycle) de las señales PWM, que modulan la potencia entregada al motor.

Descripción de los Componentes:

U1 y U2 (PC817 - Optoacopladores): Estos optoacopladores proporcionan aislamiento entre el circuito de control de baja tensión (Raspberry Pi Pico) y el circuito de potencia de alta tensión (24V). Protegen el microcontrolador de interferencias o picos de voltaje generados por el circuito de potencia. La entrada de PWM activa el LED interno del optoacoplador, que a su vez activa el fototransistor, transfiriendo la señal al lado de potencia.

Q1 y Q3 (IRF4905 - MOSFET canal P): Estos MOSFET están en la parte superior del puente H y controlan el lado positivo de la alimentación del motor. Se activan cuando la señal en su puerta está en bajo (0V), permitiendo el paso de corriente desde la fuente de 24V hacia el motor.

Q2 y Q4 (IRF2805 - MOSFET canal N): Ubicados en la parte inferior del puente H, estos MOSFET conectan el motor a tierra cuando están activados. Se activan cuando la señal PWM en su puerta es alta (5V), cerrando el circuito y permitiendo que el motor gire en la dirección deseada.

D1, D2, D3, y D4 (Diodos Zener 1N4742A): Los diodos Zener están conectados en paralelo a cada MOSFET para protegerlos contra picos de voltaje inducidos por la conmutación del motor, especialmente cuando el motor cambia de dirección o se apaga abruptamente. Además, limitan el V_{gs} a 12V, lo cual lo sitúa por debajo de la línea máxima de $\pm 20V$ la cual quemaría los Zener.

R1 y R2 (Resistencias de 47 ohms): Estas resistencias limitan la corriente de entrada a los LEDs internos de los optoacopladores U1 y U2, evitando daños debido a sobrecorriente. Su bajo valor se debe a que es el necesario para el correcto funcionamiento de la placa Raspberry Pi 4.

R3, R4, R5, R6, R7, y R8 (Resistencias de 680 ohms y 2.7k): Las resistencias R3, R5, y R6 limitan la corriente de las compuertas de los MOSFET de canal N (Q2 y Q4), asegurando un control estable de su activación. Las resistencias R4, R7, y R8 hacen lo mismo para los MOSFET de canal P (Q1 y Q3), ayudando a desactivar los MOSFET rápidamente cuando la señal PWM deja de estar presente.

Conectores PWM (J1 y J2): Estos conectores reciben las señales PWM del controlador (por ejemplo, Raspberry Pi Pico), que determinan la velocidad y dirección del motor.

Conector de alimentación (J3): Proporciona la alimentación de 24V necesaria para el funcionamiento del motor y de los MOSFET en el puente H.

SW1 (Interruptor): Este interruptor conecta o desconecta el circuito del lado de la tierra, permitiendo activar o desactivar todo el sistema.

SELECCIÓN DE MOSFETS

En los trabajos de ingeniería, especialmente en aplicaciones de potencia, se suelen usar MOSFETs con características similares para garantizar consistencia, eficiencia y compatibilidad en los circuitos. Esto facilita el diseño y la fabricación, ya que los ingenieros pueden optimizar las soluciones de manera más predecible, minimizando variaciones en el rendimiento. Además, permite una mejor gestión térmica y evita problemas de integración que podrían surgir con componentes desiguales, asegurando una mayor confiabilidad. Dicho esto, para este proyecto elegí los MOSFETs IRF2805 e IRF4905, con las siguientes características:

IRF4905 (P-Channel MOSFET):

Tipo: Canal P

Tensión de drenaje-fuente (V_{ds}): -55V

Corriente de drenaje (I_d): -74A

Resistencia en estado de encendido ($R_{ds(on)}$): 0.02Ω

Voltaje de compuerta-fuente (V_{gs}): +/- 20V

Tipo de encapsulado: TO-220

IRF2805 (N-Channel MOSFET):

Tipo: Canal N

Tensión de drenaje-fuente (V_{ds}): 55V

Corriente de drenaje (I_d): 82A

Resistencia en estado de encendido ($R_{ds(on)}$): 0.0045Ω

Voltaje de compuerta-fuente (V_{gs}): +/- 20V

Tipo de encapsulado: TO-220

ACTUALIZACIÓN: En el proceso se tuvo que cambiar el IRF2805 por el IRF3205, del cual adjunto información acá:

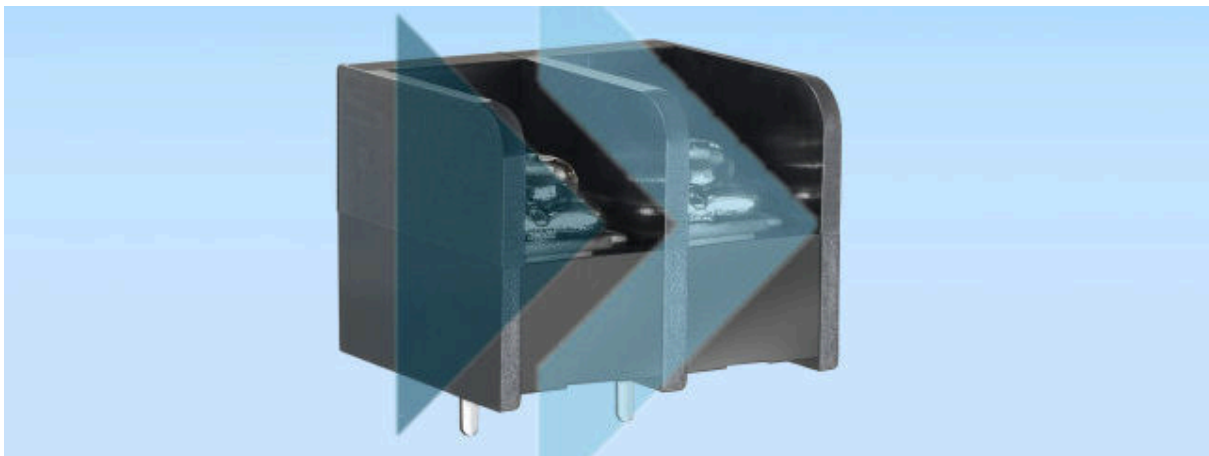
- Voltaje de drenaje-fuente (V_{ds}): 55V
- Corriente de drenaje continua (I_d): 110A
- Resistencia de encendido ($R_{ds(on)}$): 0.020Ω (máx.)
- Voltaje de compuerta-fuente (V_{gs}): +/- 20V
- Tipo de encapsulado: TO-220

SELECCIÓN DE BORNERAS

La selección de borneras garantiza la conexión segura y eficiente de los cables dentro de un circuito. Las borneras

permiten una conexión fácil, facilitando el mantenimiento, la expansión y la modificación de los sistemas.

Para elegir las borneras adecuadas, se deben considerar factores como la corriente y voltaje del cable a usar y el tipo de cableado, entre otras cosas. Una correcta selección optimiza el rendimiento del sistema y minimiza riesgos de fallos eléctricos.



Optamos por utilizar las borneras DT-69-B01W-02 debido a que su paso de 11mm permite acomodar cómodamente los cables requeridos para manejar corrientes de hasta 30A. Este tamaño es suficiente para garantizar una conexión segura.

En cuanto a la parte de control, hemos preferido utilizar pines genéricos, ya que la demanda de potencia en esa sección es baja y no representa un desafío que justifique el uso de conexiones especializadas.

SELECCIÓN DE CABLES

Para este propósito, es necesario consultar las reglas AWG para seleccionar el diámetro de la sección en mm²

según el amperaje que debe soportar. A continuación, adjuntamos la tabla correspondiente.

Tabla AWG Según el Amperaje		
Sección AWG	Sección mm ²	Corriente (Amperios)
20	0.5	3
18	1	7
16	1,5	10
14	2,5	15
12	4	20
10	6	30
8	10	40
6	16	55
4	25	70

Dado que la potencia máxima del motor es de 500W y que opera a 24V, se estima que la corriente máxima será de aproximadamente 23,95A. Por esta razón, se ha decidido utilizar cables con una sección de 6 mm², lo cual asegura un rendimiento adecuado y seguro en las condiciones previstas de operación.

SELECCIÓN DE DISIPADORES

La selección de disipadores adecuados para un puente H de potencia es crucial para garantizar una correcta gestión

térmica y evitar el sobrecalentamiento de los MOSFETs o transistores involucrados. Un diseño óptimo de disipación asegura que el puente H opere dentro de los rangos de temperatura seguros, lo que mejora la eficiencia y prolonga la vida útil del sistema. Por esto mismo, se han realizado cálculos de potencia disipada por los transistores en la condición que más potencia les exige, todo con el objetivo de lograr que el disipador sea adecuado en todas las condiciones de trabajo en las que se exponga al MOSFET. Los cálculos son presentados a continuación:

IRF4905

HOJA N°
FECHA IRF4905

$$Potencia\ disipada = \frac{T_J - T_a}{R_{JC} + R_{CS} + R_{SA}}$$

$$Potencia\ disipada = \frac{175^{\circ}C - 25^{\circ}C}{0,75 \frac{^{\circ}C}{W} + 0,5 \frac{^{\circ}C}{W} + R_{SA}}$$

$$5,625W = \frac{175^{\circ}C - 25^{\circ}C}{0,75 \frac{^{\circ}C}{W} + 0,5 \frac{^{\circ}C}{W} + R_{SA}} \quad R_{SA} = 25,4 \frac{^{\circ}C}{W}$$

$$Potencia\ disipada = P_{conduccion} + P_{switch}$$

$$P_{conduccion} = (I_d)^2 \cdot Ancho\ de\ pulso \cdot K \cdot R_{DS(on)} = (25A)^2 \cdot 0,25 \cdot 1,8 \cdot 0,02\Omega = 5,625W$$

$$P_{switch} = 1/2 \cdot V_{ce} \cdot I_d \cdot (T_r - T_f) \cdot f_{sw} = 1/2 \cdot 24,25 \cdot 145nS = 0,00039W$$

$$P_{disipada} = 5,625W + 0,00039W \approx 5,625W$$

IRF2805

$$\begin{aligned}
 \text{Potencia Disipada} &= \frac{T_J - T_A}{R_{JC} + R_{CS} + R_{SA}} \\
 \text{Potencia disipada} &= \frac{175^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}}{0,45 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} + 0,5 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} + R_{SA}} \\
 1,285\text{W} &\approx \frac{175^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}}{0,45 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} + 0,5 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} + R_{SA}} \\
 R_{SA} &\approx 115,78 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}
 \end{aligned}$$

T_J = Temperatura de Junta (Datasheet)
 T_A = Temperatura Ambiente
 R_{JC} = Resistencia térmica junta-encapsulado
 R_{CS} = Resistencia térmica encapsulado-disipador
 R_{SA} = Resistencia térmica disipador-ambiente
 (R_{JC} y R_{CS} salen de la datasheet)

$$\text{Potencia Disipada} = \text{Potencia en conducción} + \text{Potencia disipada en switching}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{conducción}} &= I_D^2 \cdot \text{Ancho de pulso} \cdot K \cdot R_{DS(on)} & I_D &= \text{Corriente de drenaje} \\
 P_{\text{conducción}} &= (25\text{A})^2 \cdot 25\% \cdot 1,75 \cdot 0,0047 \Omega & K &= \text{Constante por la cual} \\
 & & & \text{multiplicar } R_{DS(on)} \text{ en} \\
 P_{\text{conducción}} &= 1,285\text{W} & & \text{función de } T_J \text{ (Datasheet)} \\
 P_{\text{switching}} &= \frac{1}{2} \cdot V_{CC} \cdot I_D \cdot (T_r + T_f) \cdot F_{sw} & R_{DS(on)} &= \text{Resistencia drenaje-fuente} \\
 P_{\text{switching}} &= \frac{1}{2} \cdot 24\text{V} \cdot 25\text{A} \cdot (120\text{ns} + 110\text{ns}) \cdot 2\text{ms} & V_{CC} &= \text{Voltage de la fuente} \\
 P_{\text{switching}} &= 0,000069\text{W} & T_r &= \text{Tiempo de subida (datasheet)} \\
 & & T_f &= \text{Tiempo de bajada (datasheet)} \\
 & & F_{sw} &= \text{Frecuencia switching (datasheet)}
 \end{aligned}$$

$$\rightarrow \text{Potencia Disipada} = 1,285\text{W} + 0,000069\text{W} \approx 1,285\text{W}$$

Los cálculos fueron realizados siempre tomando como referencia las condiciones de más consumo.

Por ambos cálculos, se ha determinado que una resistencia térmica de 15°C/W es adecuada para asegurar un correcto rendimiento térmico de los transistores. En función de esta información, se seleccionaron los disipadores D-5225D2.

}



D-5225D2

DISIPADOR TO-220 29X29X25

U\$S 1,400 + 21% I

En Stock

Hoja de datos:  [Descargar](#)

Disipador TIP Agujero centrado

Resistencia Térmica: 15° c/w
Perfil U 29x29x29mm 1.5 mm espesor
Altura: 25 mm

