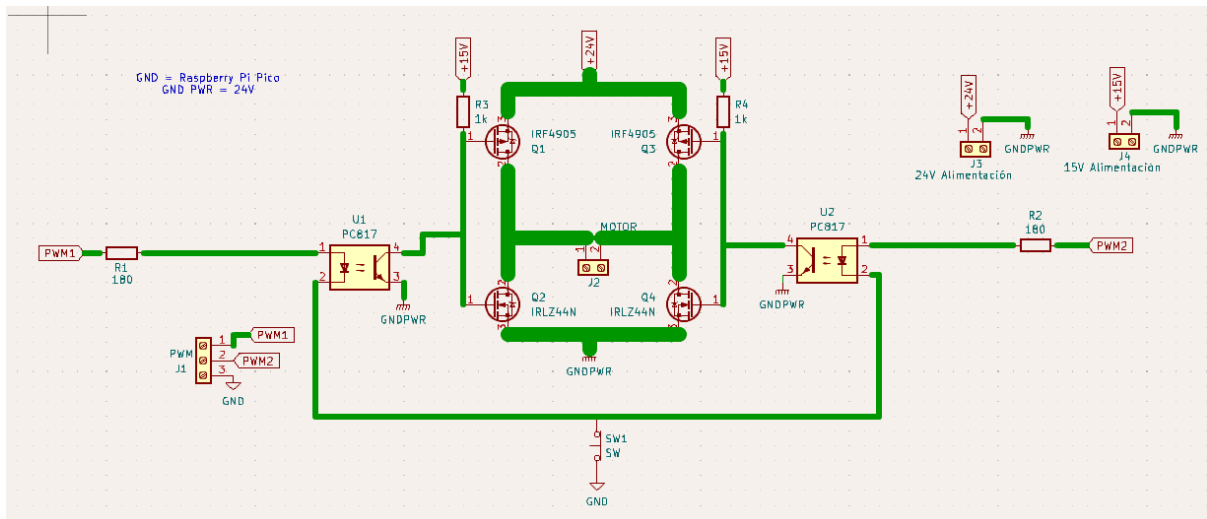


INFORME CREACIÓN DE PUENTE H

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 utiliza dos señales PWM (PWM1 y PWM2) para controlar los transistores MOSFET en configuración de puente H, lo que permite invertir la polaridad del voltaje aplicado al motor, controlando así la dirección de rotación.

La velocidad del motor puede controlarse ajustando el ciclo de trabajo (duty cycle) de las señales PWM, que modulan la cantidad de energía entregada al motor.

Este circuito es ideal para aplicaciones donde se requiere un control preciso de dirección y velocidad de motores DC.

Descripción de los Componentes:

1. U1 y U2 (PC817 - Optoacopladores): Aíslan eléctricamente el circuito de control (de baja tensión) del circuito de potencia (de alta tensión). Esto protege al microcontrolador de posibles picos de voltaje y ruidos eléctricos provenientes del circuito de potencia. Cada optoacoplador tiene un LED interno que, al ser activado por una señal PWM, enciende un fototransistor interno, permitiendo que la señal de control pase al lado de potencia.

2. Q1 y Q3 (IRF4905 - MOSFET canal P): Actúan como interruptores en la parte superior del puente H. Controlan la alimentación positiva hacia el motor. Estos MOSFET se activan cuando la señal PWM1 o PWM2 está en bajo (0V) y

se desactivan cuando está en alto (señal de 5V), debido a la naturaleza de los MOSFET de canal P.

3. Q2 y Q4 (IRF2805 - MOSFET canal N): Actúan como interruptores en la parte inferior del puente H. Conectan el motor a tierra cuando están activados. Estos MOSFET se activan cuando la señal `PWM1` o `PWM2` está en alto (5V) y se desactivan cuando está en bajo (0V).

4. R1 y R2 (Resistencias de 180 ohms): Limitan la corriente de entrada hacia los LEDs internos de los optoacopladores (U1 y U2) para protegerlos de daños.

5. R3 y R4 (Resistencias de 1k ohms): Están conectadas en serie con los MOSFET de canal P (Q1 y Q3). Limitan la corriente de la compuerta y aseguran un apagado rápido del MOSFET al detenerse la señal.

6. J1 y J2 (Conectores de entrada PWM): Reciben las señales PWM de control provenientes de un microcontrolador o una fuente de señal PWM.

7. J3 y J4 (Conectores de alimentación): Proveen la alimentación al circuito, uno con 24V para el motor y otro con 15V para los circuitos de control.

8. SW1 (Interruptor): utilizado para habilitar o deshabilitar el circuito completo, conectando o desconectando GND.

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 ($R_{ds(on)}$): 0.02 Ω

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 ($R_{ds(on)}$): 0.0045 Ω

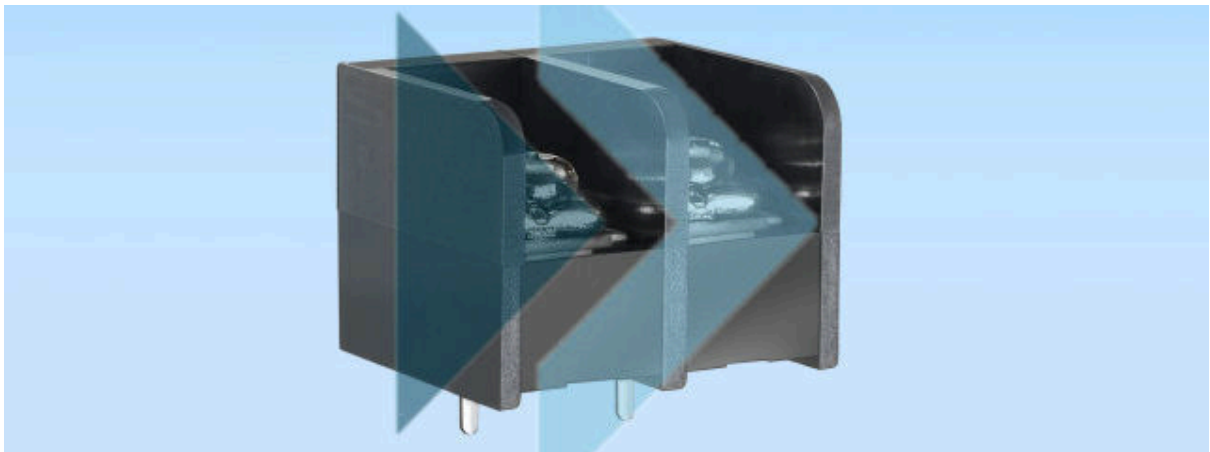
Voltaje de compuerta-fuente (V_{gs}): +/- 20V

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 mm^2 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 mm^2 , 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

Handwritten calculations for the IRF4905 MOSFET thermal design:

$$P_{\text{Potencia Disipada}} = 1,7625 \text{ W} + 0,000069 \text{ W} = 1,762569 \text{ W} \approx 1,76 \text{ W}$$
$$P_{\text{Potencia Disipada}} = \frac{T_{\text{Jmax}} - T_{\text{amb}}}{R_{\text{DS(on)}} + R_{\text{thJA}} + R_{\text{thJC}}}$$
$$5,625 \text{ W} = \frac{175^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}}{\frac{0,75^{\circ}\text{C}}{\text{W}} + \frac{0,5^{\circ}\text{C}}{\text{W}} + R_{\text{thJA}}}$$
$$R_{\text{thJA}} = 25,44 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

IRF4905

$$P_{\text{Diss}} = P_{\text{conducción}} + P_{\text{switch}} = 5,625 \text{ W} + 0,000069 \text{ W} \approx 5,625 \text{ W}$$

IRF4905

IRF2805

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

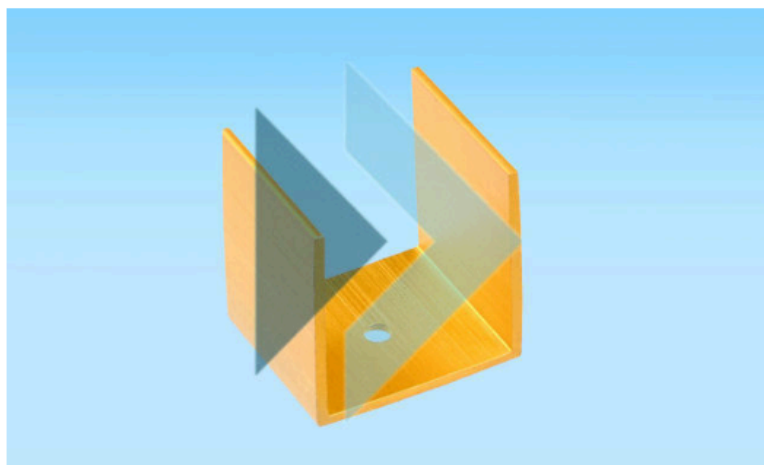
T_J = Temperatura de Junta (Datasheet)
 T_A = Temperatura Ambiente
 R_{JC} = Resistencia térmica junta-encapsulado
 R_{CS} = Resistencia térmica encapsulado-disipador
 R_{SA} = Resistencia térmica disipador-ambiente
 (R_{JC} y R_{CS} salen de la datasheet)

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

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

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

