

<b>Vídeos no Youtube gravados por mim sobre o circuito</b>	<b>1</b>
<b>Início</b>	<b>1</b>
<b>Aplicações dos diodos de Flyback</b>	<b>3</b>
<b>Diodo de Flyback no circuito</b>	<b>4</b>
<b>MOSFETS</b>	<b>9</b>
<b>Optoacopladores</b>	<b>11</b>
<b>Pull up e Pull down</b>	<b>12</b>

## Vídeos no Youtube gravados por mim sobre o circuito

<https://youtu.be/q3w-868lXhc>

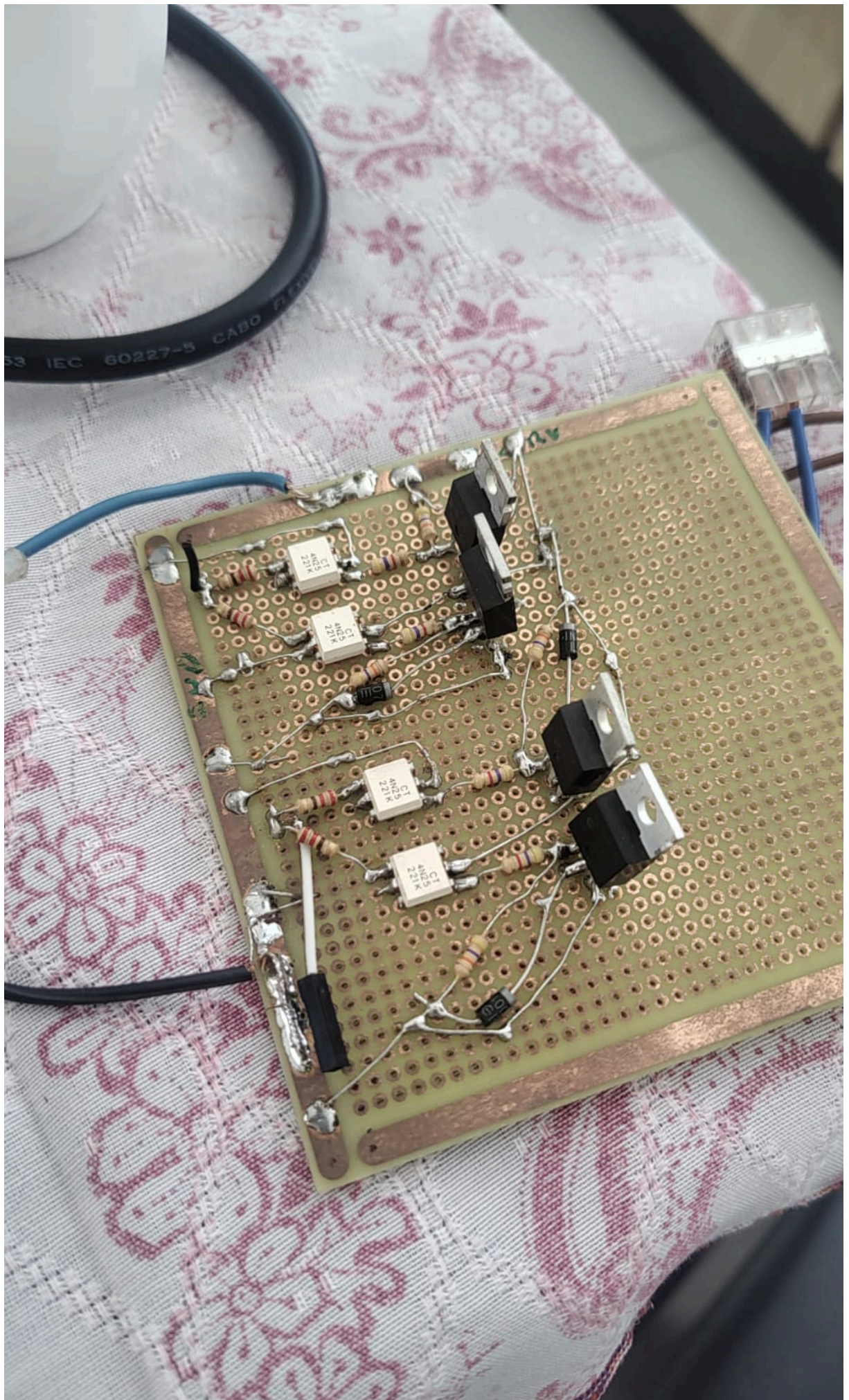
<https://youtu.be/Eafl3CmDt18>

São vídeos que só quem possui os links pode acessar. Não são públicos.

## Início

Bom, legal, vamos lá. Vou documentar um projeto que fiz. Não esperem qualidade desse material no que diz respeito à formatação e ortografia, fiz de forma bem informal mesmo. No projeto do computador (no Proteus) não pus os valores corretos dos resistores, porque o projeto do computador era apenas para a impressão da PCB, que por enquanto fiz de forma manual mesmo. Eu mesmo soldei os componentes e fiz as trilhas.

Os resistores que são conectados ao ESP32 são de 220 ohms. Já os outros são de 47k ohms e 4,7k ohms.



Eu com ajuda de um parceiro meu, o Luciano Braun, criamos um comando de voz para motor DC.

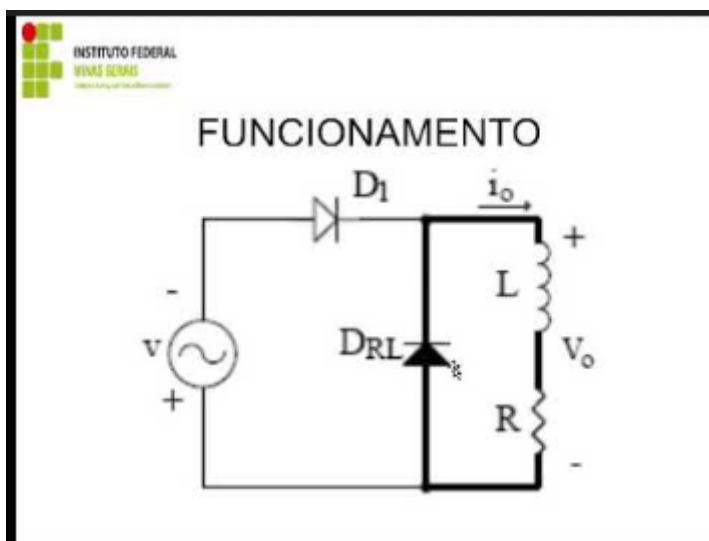
Ele fez a parte do software e eu fiz a parte do circuito elétrico.

Alguém fala em voz alta os comandos, o celular recebe e interpreta via aplicativo. Um microcontrolador ESP32 recebe os comandos via bluetooth e aciona um motor DC no sentido horário e anti-horário (apenas invertendo a alimentação).

Foi usado um motor de parabrisa, que ao ser ligado com o “positivo” no fio vermelho e o “negativo” no fio preto, ele gira num sentido. Ao ser ligado de forma inversa, ele gira no outro sentido.

Os motores DC precisam de diodos de roda livre (diodos de Flyback).

## Aplicações dos diodos de Flyback



A imagem acima mostra diodo de roda livre em outra aplicação, se eu não me engano, é um retificador de meia onda, onde um dos diodos “corta” a corrente elétrica quando a tensão elétrica entre os terminais da carga for 180 graus elétricos deslocada da tensão elétrica da fonte. O diodo de roda livre fornece um caminho para que o indutor se descarregue.

## FUNCIONAMENTO

- Etapa 01: o diodo principal conduz a corrente de carga. A tensão da fonte alternada é positiva.
- Etapa 02: o diodo de roda livre entra em condução no instante em que a tensão da fonte alternada se torna negativa, em  $180^\circ$ .
- Nesse instante, o diodo principal entra em corte, e o diodo de roda livre promove um caminho para que o indutor se descarregue.

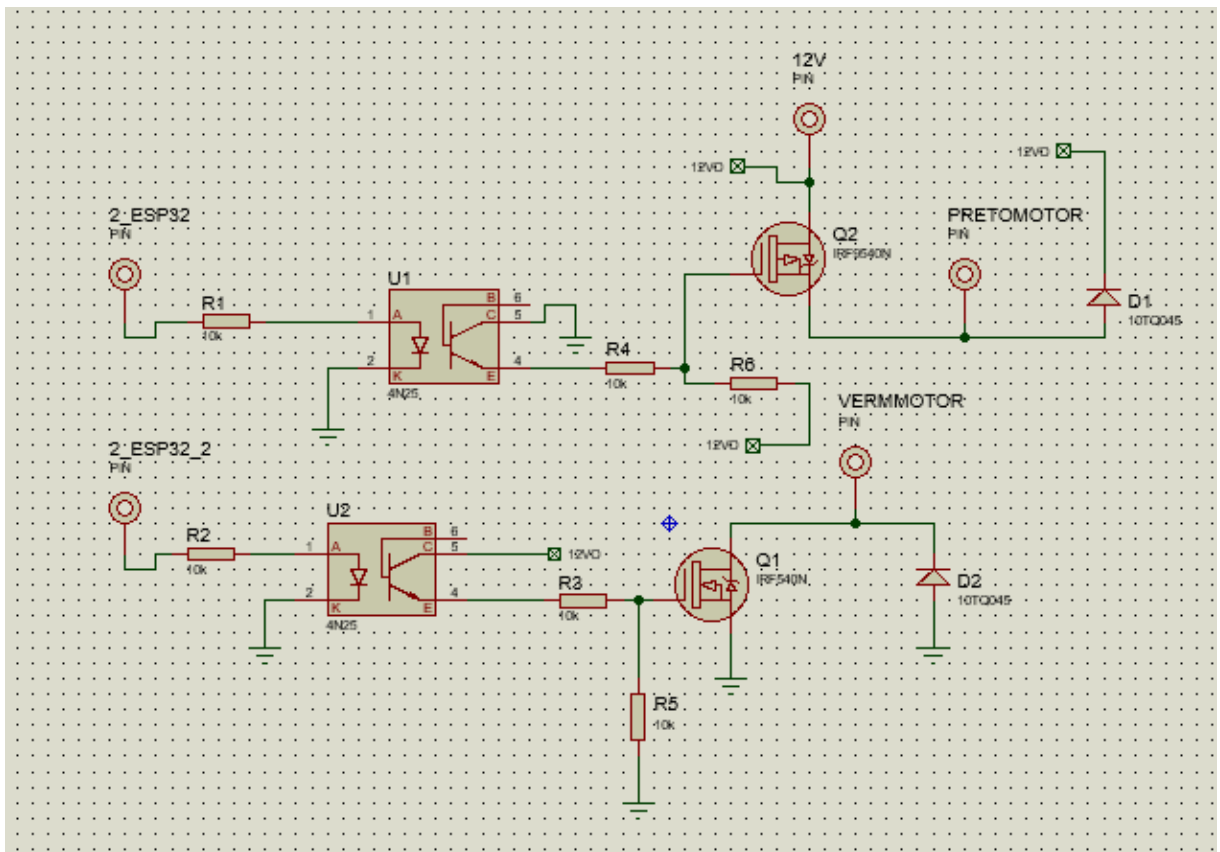
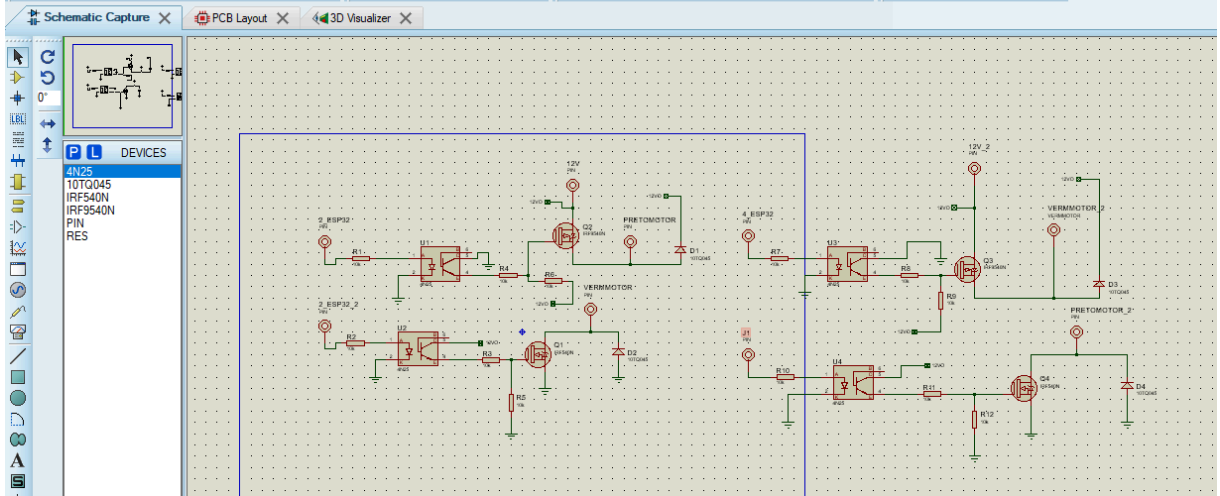
**Retificador Monofásico de Meia Onda Não-Controlado - Carga RL e Diodo de Roda Livre**

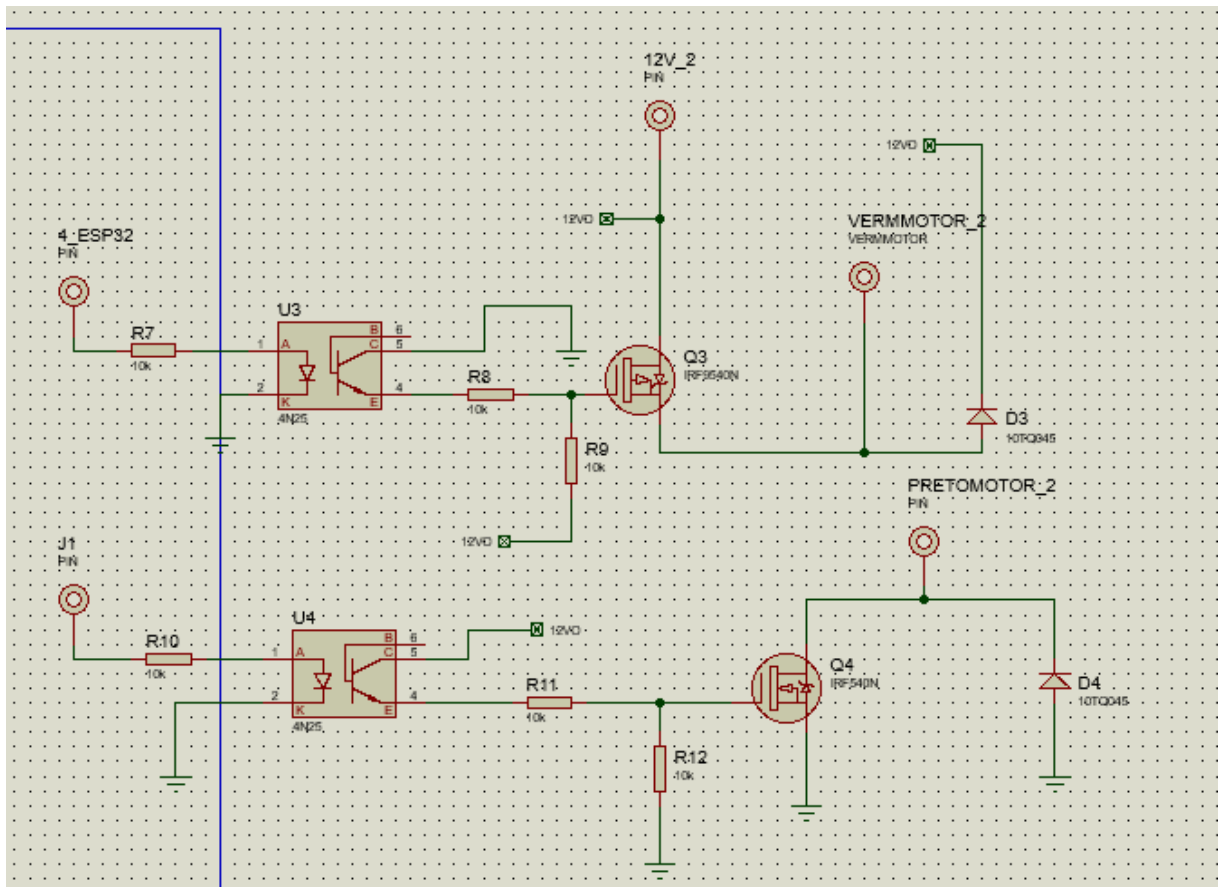
## Diodo de Flyback no circuito

Enfim, o diodo de roda livre, como explicado acima tem aplicações não apenas em motores DC, ele é usado em cargas indutivas no geral.

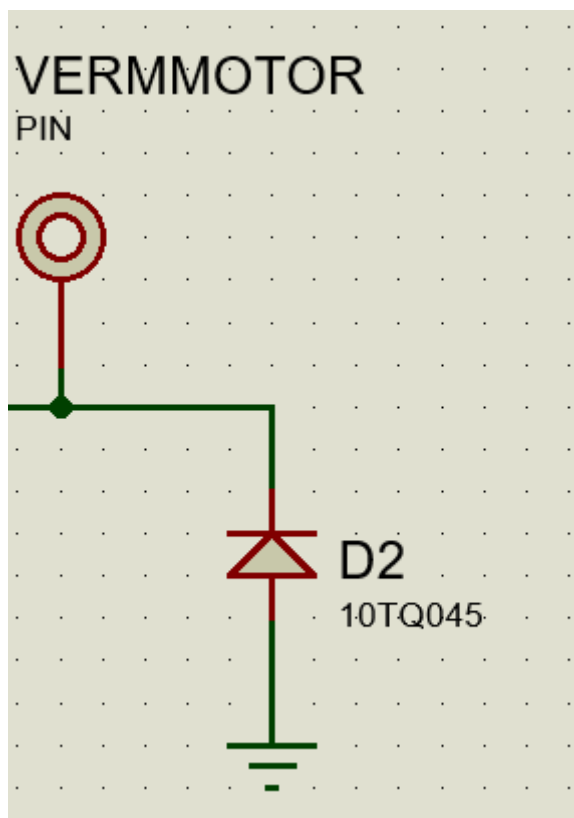
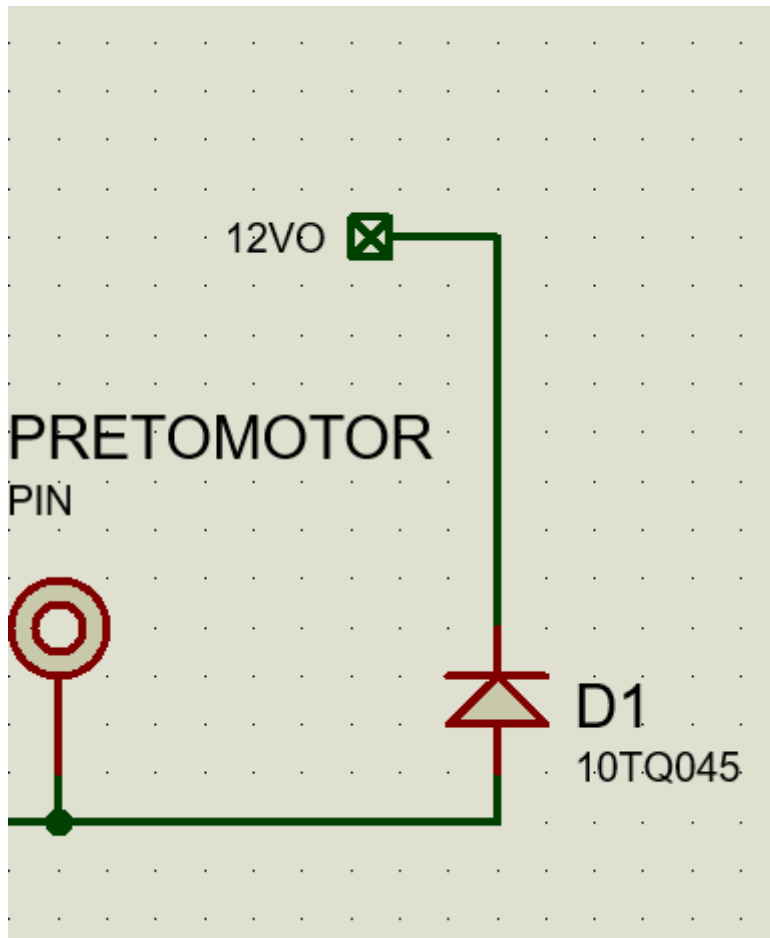
O motor é como se fosse um indutor (na verdade ele tem uma componente indutiva, mas também tem a resistência do enrolamento, ele tem teoricamente um circuito equivalente mais complexo do que apenas um indutor).

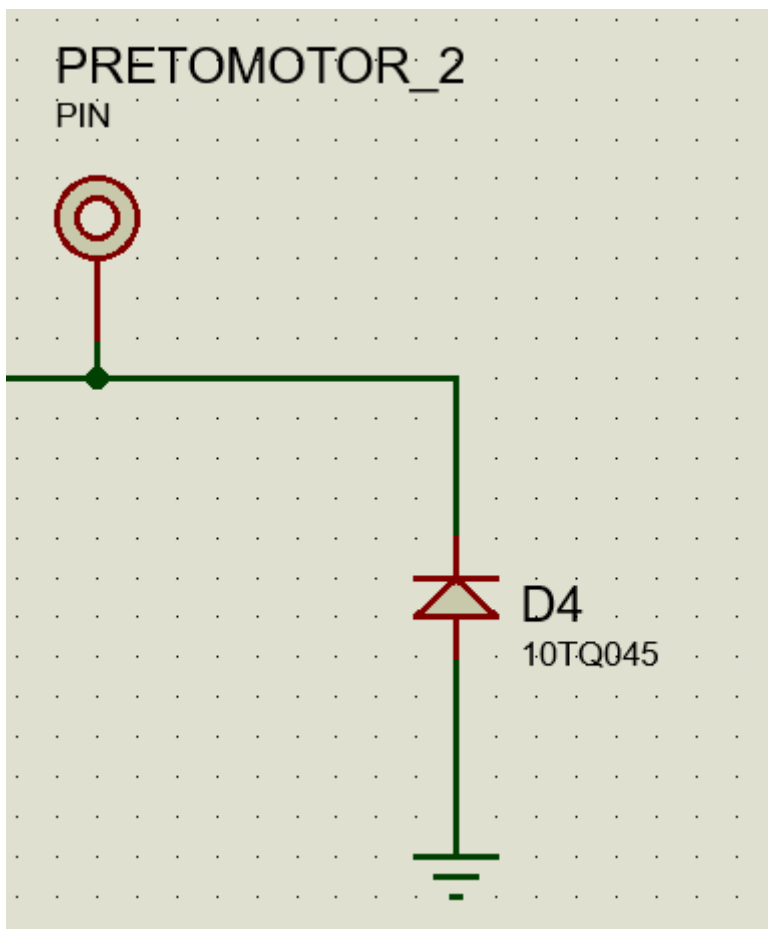
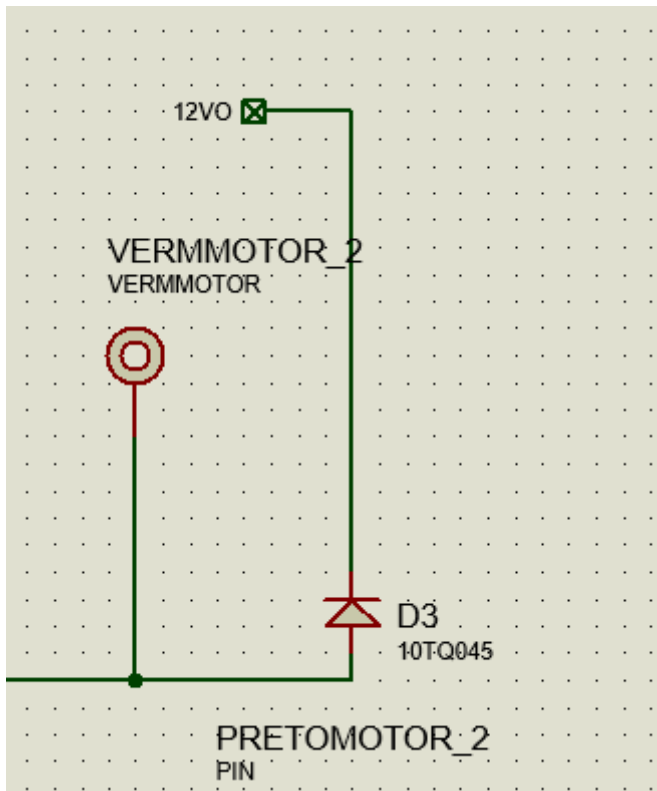
Como o indutor gera entre seus terminais uma alta tensão elétrica quando a variação da corrente elétrica com o tempo é alta, eu pus diodos de roda livre.





Acima, o circuito que eu projetei. É meio que baseado em outro trabalho que fiz um tempo atrás. Eu gosto dessa topologia de circuitos porque é simples. Eu chamei o terminal “positivo” da fonte de 12VO, o terminal “negativo” é o próprio terra.



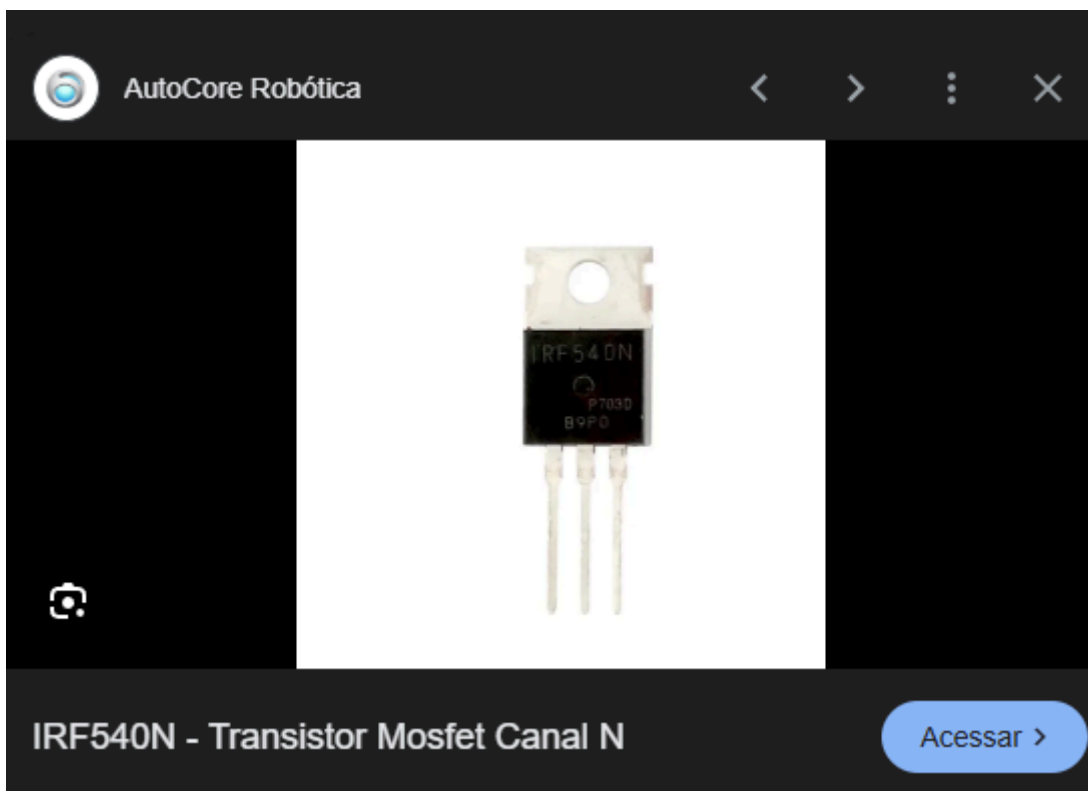


Como se pode ver nas imagens acima, tem 4 diodos de roda livre. 2 para o fio vermelho do motor e 2 para o fio preto. Desses 4 diodos de roda livre, 2 vão para o terra e 2 para o VCC (“positivo” da fonte).

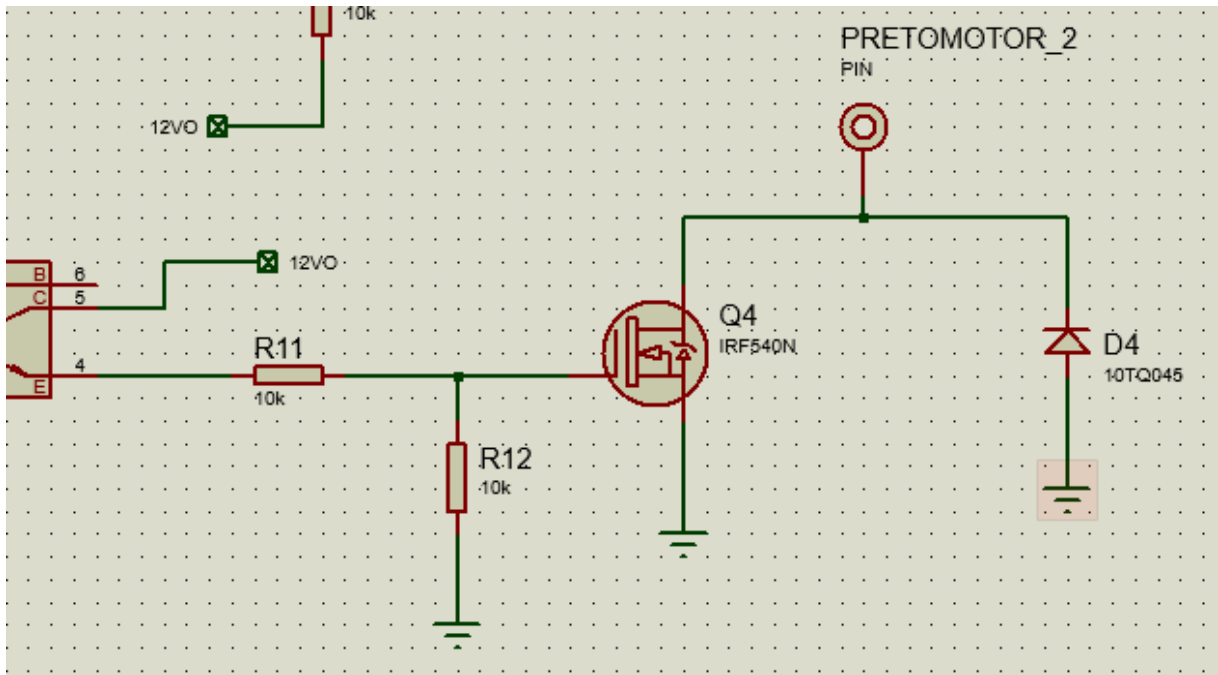
Como é de se esperar, eles não entram em condução normalmente. Eles só entram em condução caso algum dos terminais do motor tenha uma tensão elétrica em relação ao terra maior que 12V ou menor que 0V.

No mais, cada fio do motor vai se conectar ou com o “positivo” ou com o “negativo” da fonte. O que vai fazer esse trabalho de conexão são os transistores MOSFET.

## MOSFETS



O IRF540N é um transistor canal N, ou seja, é melhor para ser acionado com 12V (em relação ao terra) e tem o seu pino source aterrado. O MOSFET canal N vai conectar um pino do motor ao terra quando o MOSFET canal N for acionado.



FVML

IRF9540 - Pinagem - PinOut

- 1 - Gate
- 2 - Dreno
- 3 - Source

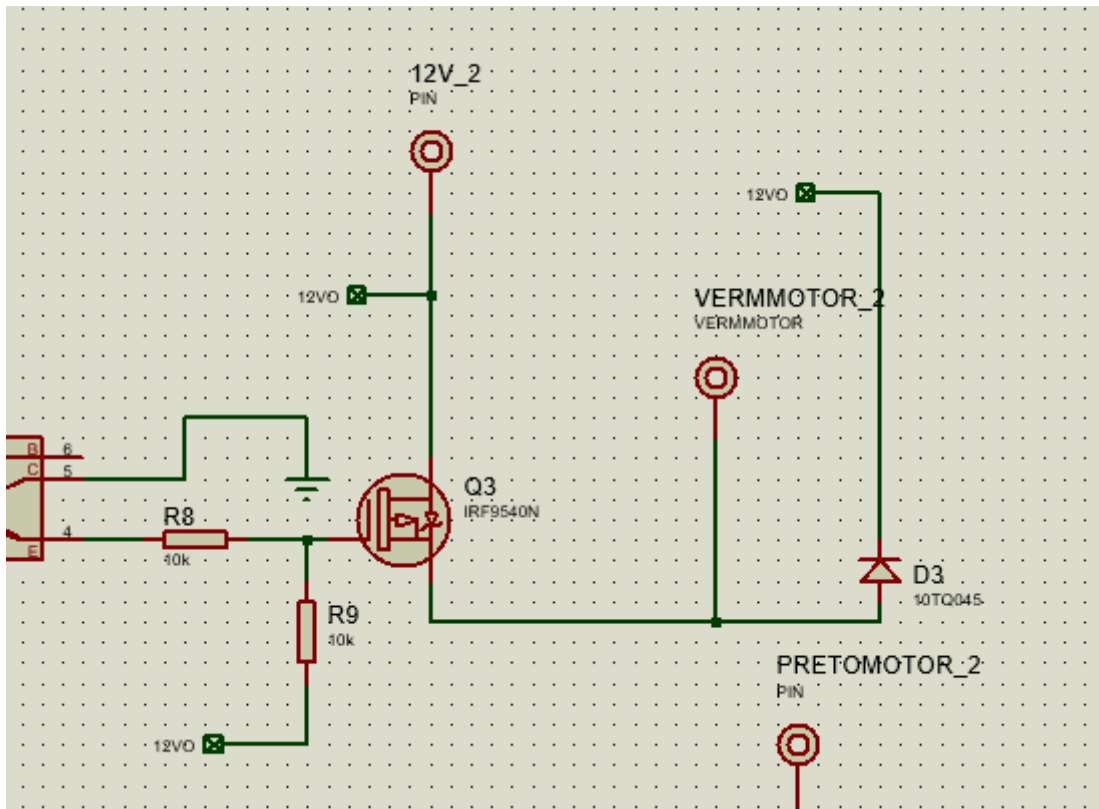
FVM Learning  
www.fvml.com.br

**Datasheet Pinagem - Transistor Mosfet Canal-P**  
**IRF9540 - Características e Substituição - FVML**

Criador: Jemerson Marques

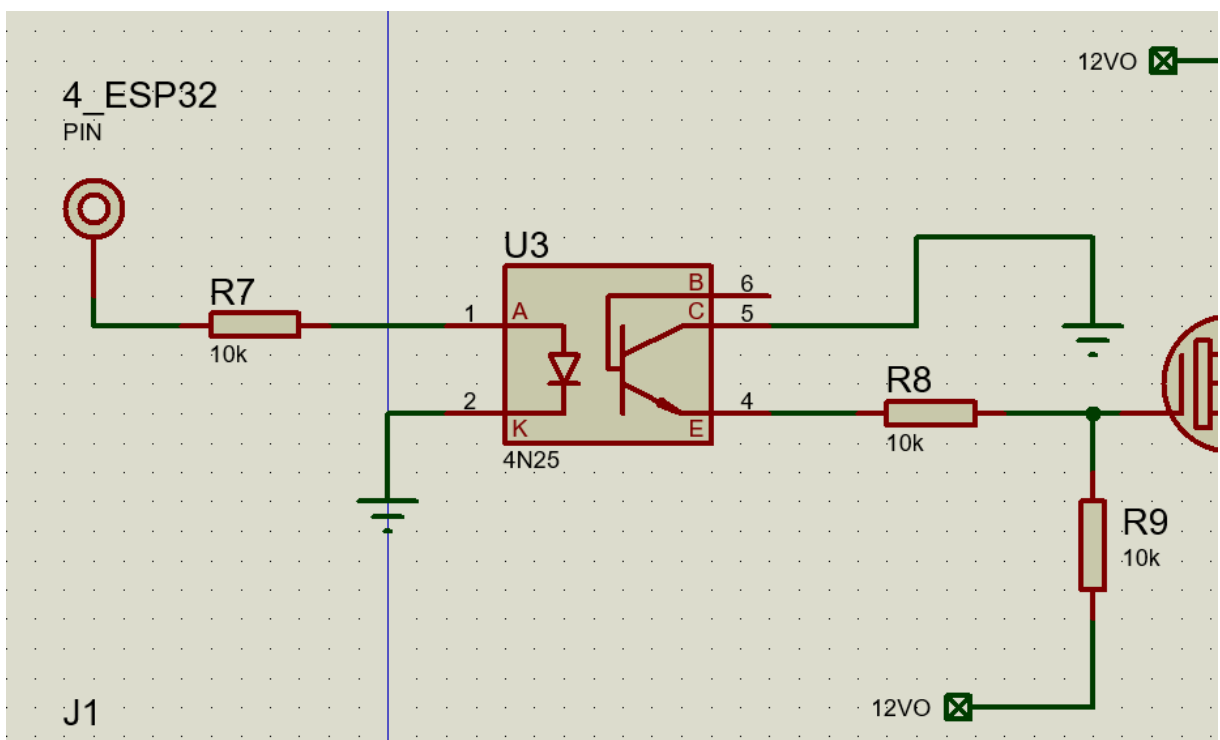
[Acessar >](#)

O IRF9540N é um transistor canal P, ou seja, é melhor para ser acionado com 0V (em relação ao terra) e tem o seu pino source no VCC. O MOSFET canal P vai conectar um pino do motor ao VCC quando o MOSFET canal P for acionado.

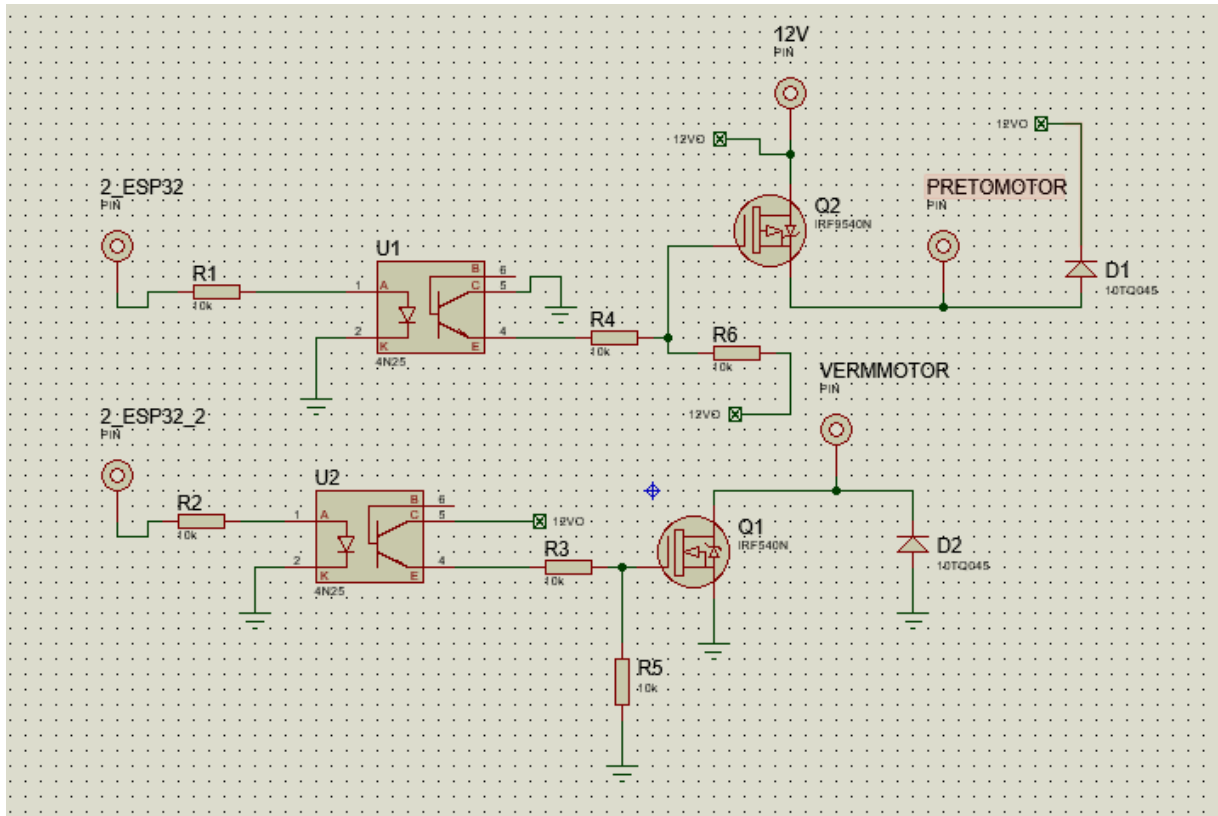


Esses são os MOSFETS usados. Usei 2 de cada. Mas quem aciona eles?

## Optoacopladores



Quem aciona eles são os optoacopladores, como na imagem acima. Eles são acionados pelos pinos do ESP32. Para que os optoacopladores sejam acionados, precisam de um resistor de proteção que na imagem eu coloquei como 10k ohms mas na prática eu usei 220 ohms. Sem esse resistor, a corrente elétrica no optoacoplador fica alta demais e o optoacoplador queima.



São usados apenas 2 pinos do esp32 mais o GND. Cada pino do esp32 aciona 2 optoacopladores: um que vai fazer com que o fio preto do motor seja conectado com algum terminal da fonte e outro optoacoplador que vai fazer com que o fio vermelho do motor seja conectado ao outro terminal da fonte.

Basicamente, quando o pino do ESP32 ficar no nível lógico alto, o optoacoplador faz um “curto” entre o C e o E (coletor e emissor).

## Pull up e Pull down

Pull up e Pull down são estratégias da eletrônica. Os MOSFETS ou são acionados com o VCC ou com o GND.

O IRF540N é um transistor canal N, ou seja, é melhor para ser acionado com 12V (em relação ao terra) e tem o seu pino source aterrado.

O IRF9540N é um transistor canal P, ou seja, é melhor para ser acionado com 0V (em relação ao terra) e tem o seu pino source no VCC.

Quando os transistores não são acionados, o potencial elétrico em seus pinos não pode estar flutuando. Por isso, é usado o Pull up e o Pull down, que são resistores de nesse caso 4,7K ohms e de 47k ohms.

No caso do IRF540N, o resistor de 4,7K ohms está entre o optoacoplador e a base do transistor, já o resistor de 47k ohms está entre o terra e a base do transistor. Dessa forma, ao ser acionado, o potencial será praticamente igual ao VCC, ao ser desacionado, o resistor de 47K ohms vai jogar o potencial para o terra.

No caso do IRF9540N, o resistor de 4,7K ohms está entre o optoacoplador e a base do transistor, já o resistor de 47k ohms está entre o VCC e a base do transistor. Dessa forma, ao ser acionado, o potencial será praticamente igual ao terra, ao ser desacionado, o resistor de 47K ohms vai jogar o potencial para o VCC.