



Politechnika
Wrocławska

Elektronika w automatyce

Silniki prądu stałego DC układy sterowania

Wojciech Tarnawski

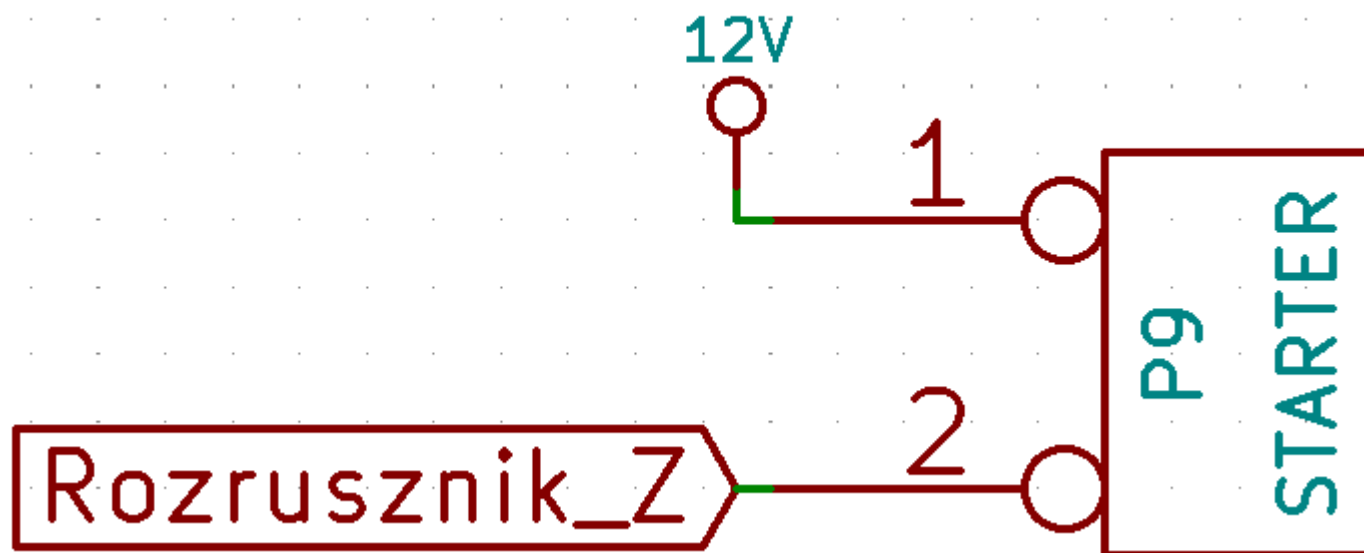
wojciech.tarnawski@pwr.edu.pl

www.w-tarnawski.pl



- Wstęp
- Silnik DC
- Przekładnie mechaniczne
- Układ włącz/wyłącz
- Zabezpieczenie układu
- Sterowanie prędkością - PWM
- Sterowanie kierunkiem – mostek H
- Hamowanie silnikiem
- Przykładowe układy scalone
- Podsumowanie

Złącza na schemacie, podłączenie sygnałów

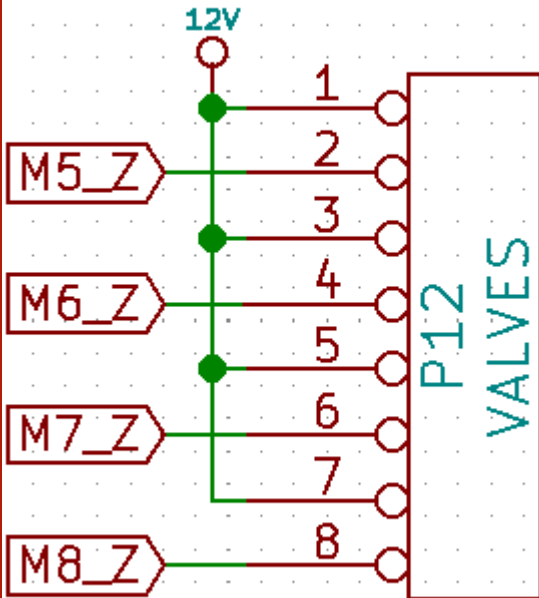


Złącze P9 - starter

Numer pinu	Sygnały	Opis
1	+12V	1 przewód silnika rozrusznika
2	Rozrusznik_Z	2 przewód silnika rozrusznika

Złącza na schemacie, podłączenie sygnałów

Zawory paliwa i oleju



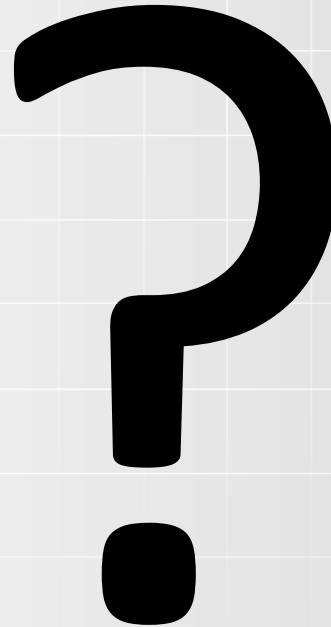
Złącze P12 - VALVES

Numer pinu	Sygnały	Opis
1	+12V	1 przewód przekaźnika numer 1
2	M5_Z	2 przewód przekaźnika numer 1
3	+12V	1 przewód przekaźnika numer 2
4	M6_Z	2 przewód przekaźnika numer 2
5	+12V	1 przewód przekaźnika numer 3
6	M7_Z	2 przewód przekaźnika numer 3
7	+12V	1 przewód przekaźnika numer 4
8	M8_Z	2 przewód przekaźnika numer 4

Silnik DC

- Zasilanie napięciem stałym DC
 - Bezpośredni wpływ napięcia na prędkość silnika
 - Proste układy sterowania
 - Duża prędkość obrotowa
 - Duża popularność i dostępność
-
- Mały moment obrotowy przy niskich prędkościach
 - Zużywające się elementy cierne „szczotki”
 - Iskrzenie

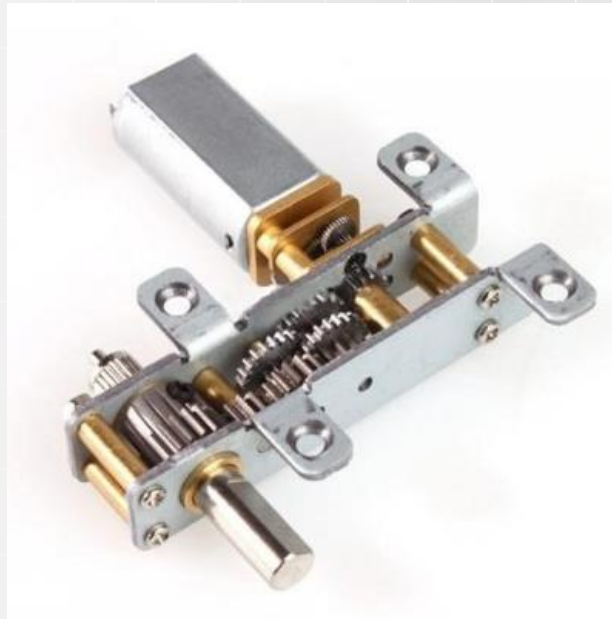
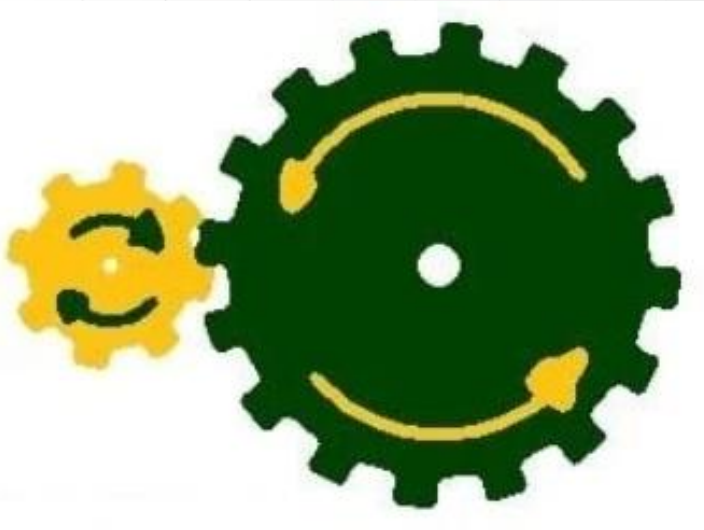
Duża prędkość obrotowa - mały moment obrotowy



Przedkładanie mechaniczne:

- zębate
- pasowe
- pasowe zębate
- łańcuchowe
- liniowe zębate
- liniowe śrubowe

Przekładnie silników DC - zębate

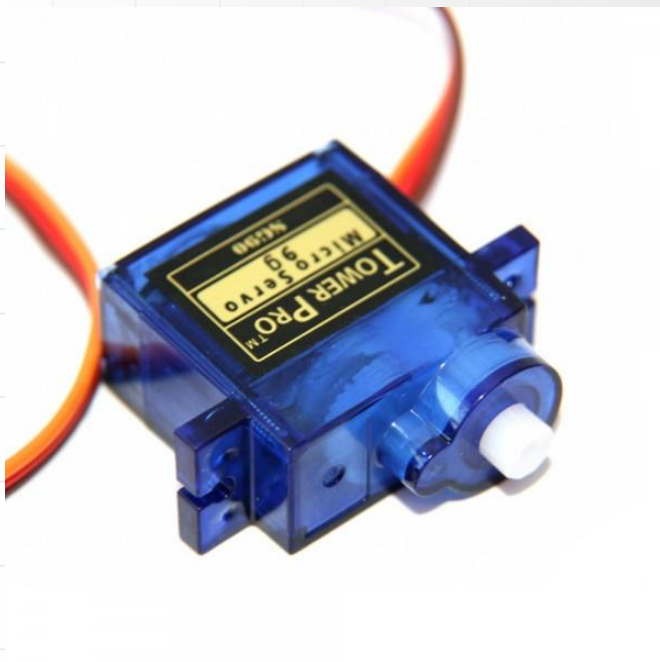


Silniki prądu stałego DC – układy sterowania

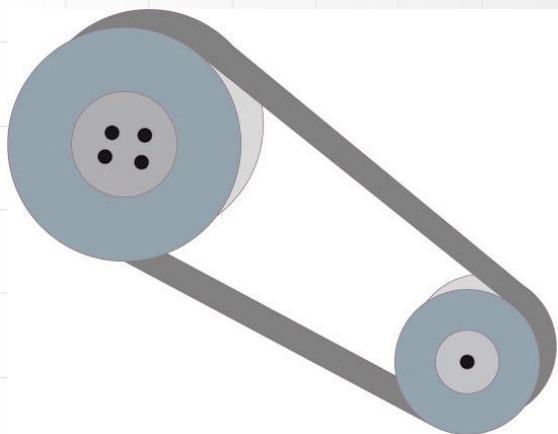
Przekładnie silników DC – zębate, planetarne



Przekładnie silników DC – serwomechanizm modelarski



Przekładnie silników DC - paskowe



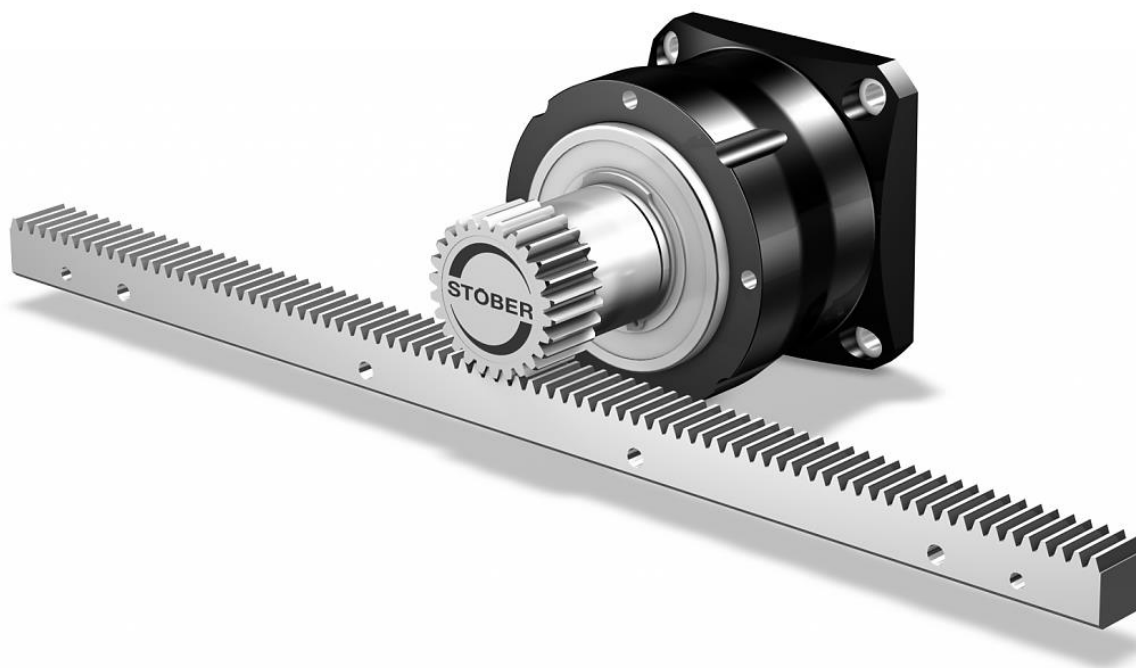
Przekładnie silników DC – pasek zębany



Przekładnie silników DC - łańcuchowe



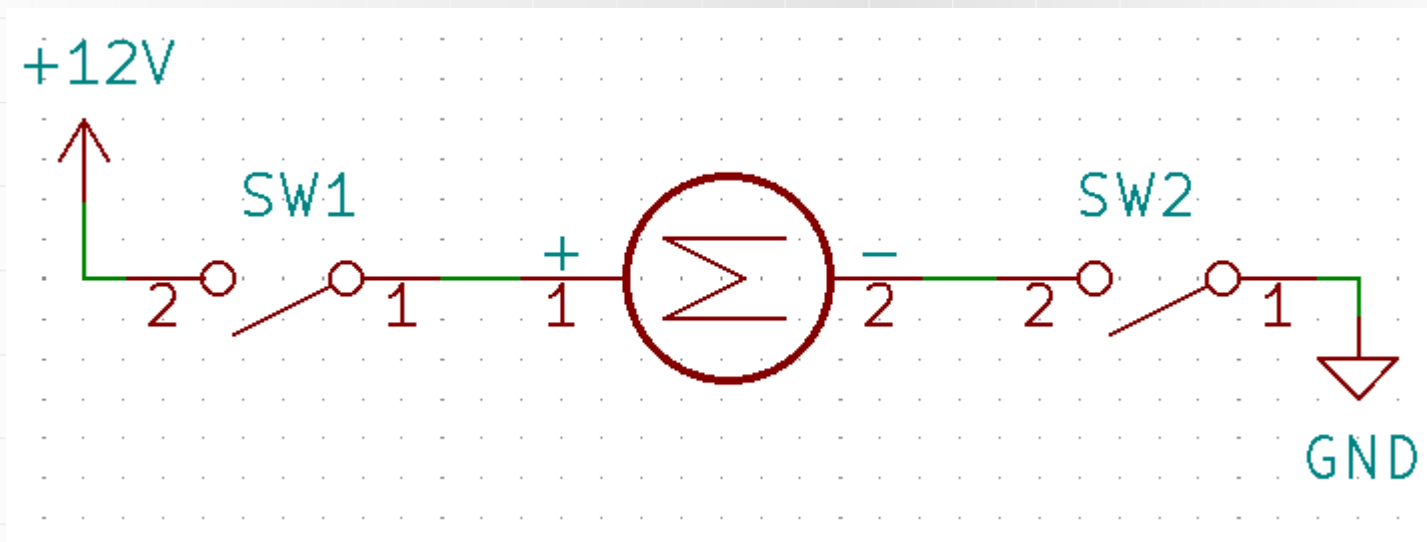
Przekładnie silników DC – przekładnia liniowa



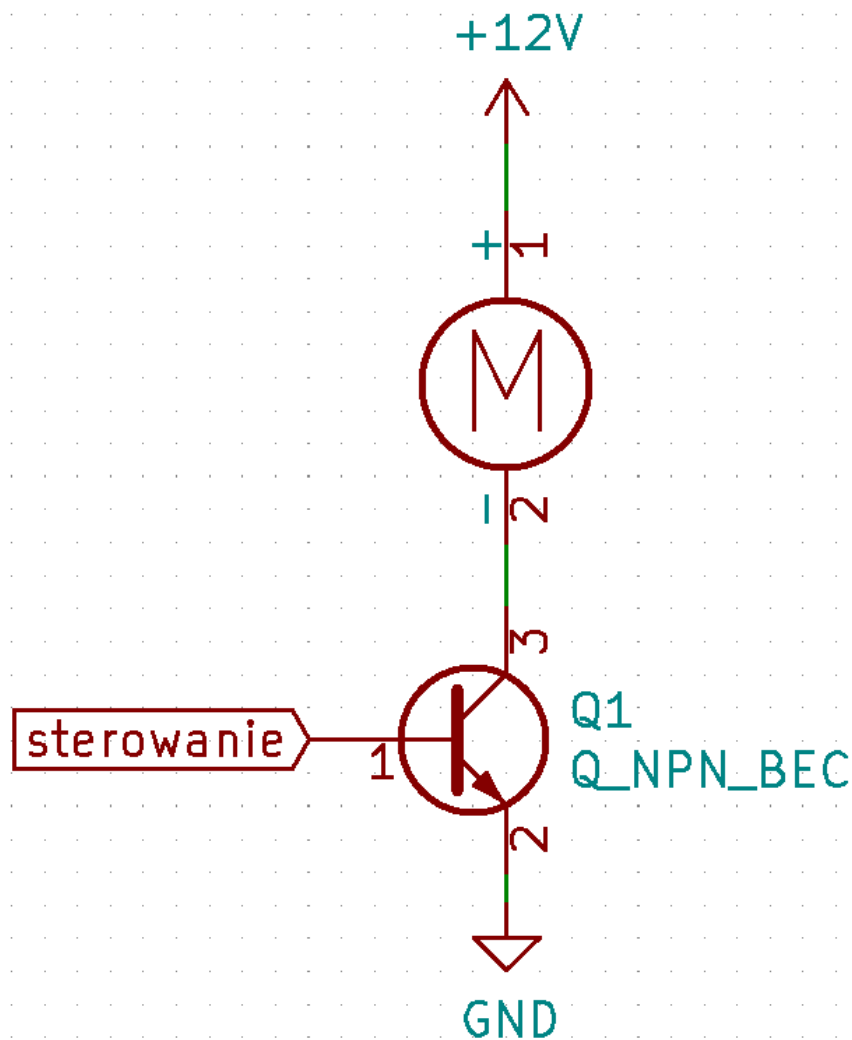
Przekładnie silników DC – przekładnia śrubowa



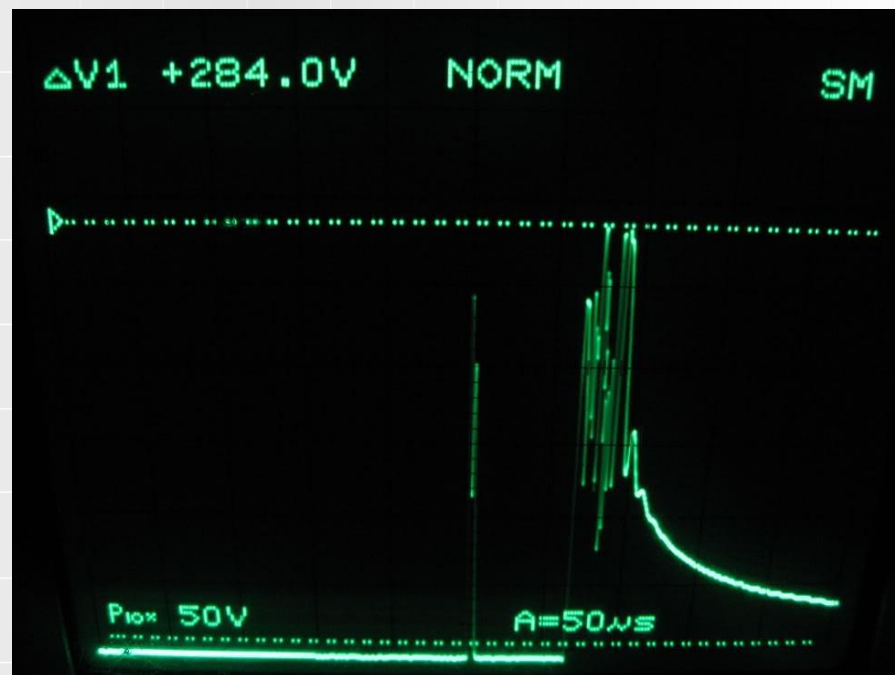
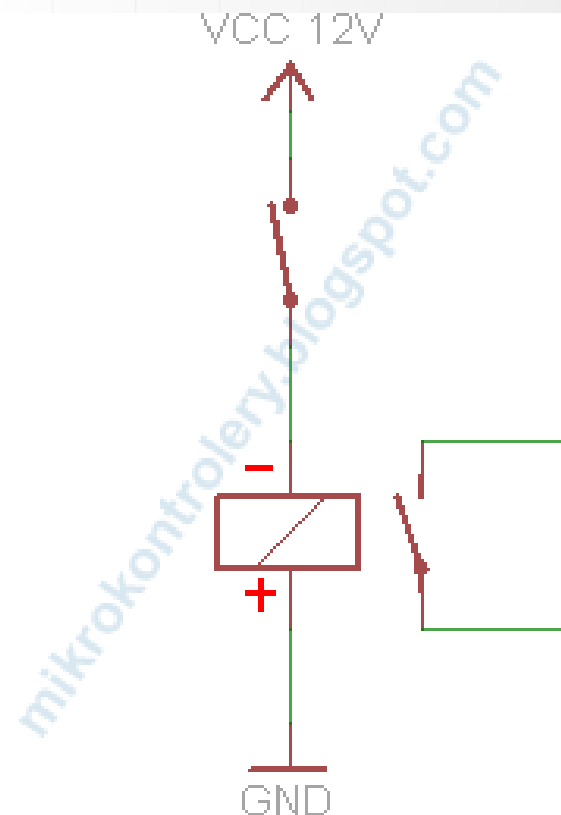
Układ włącz/wyłącz



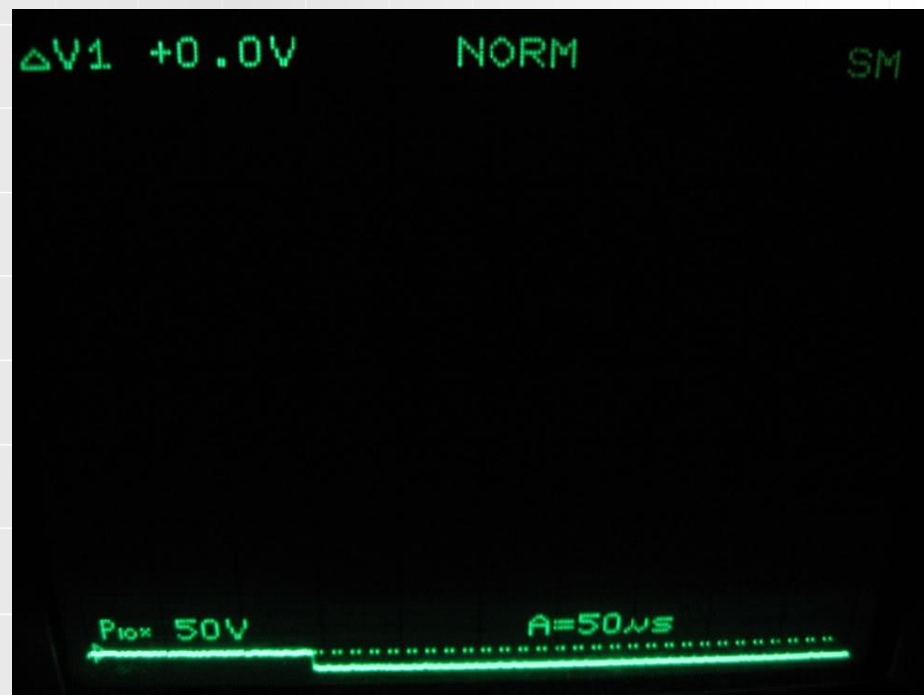
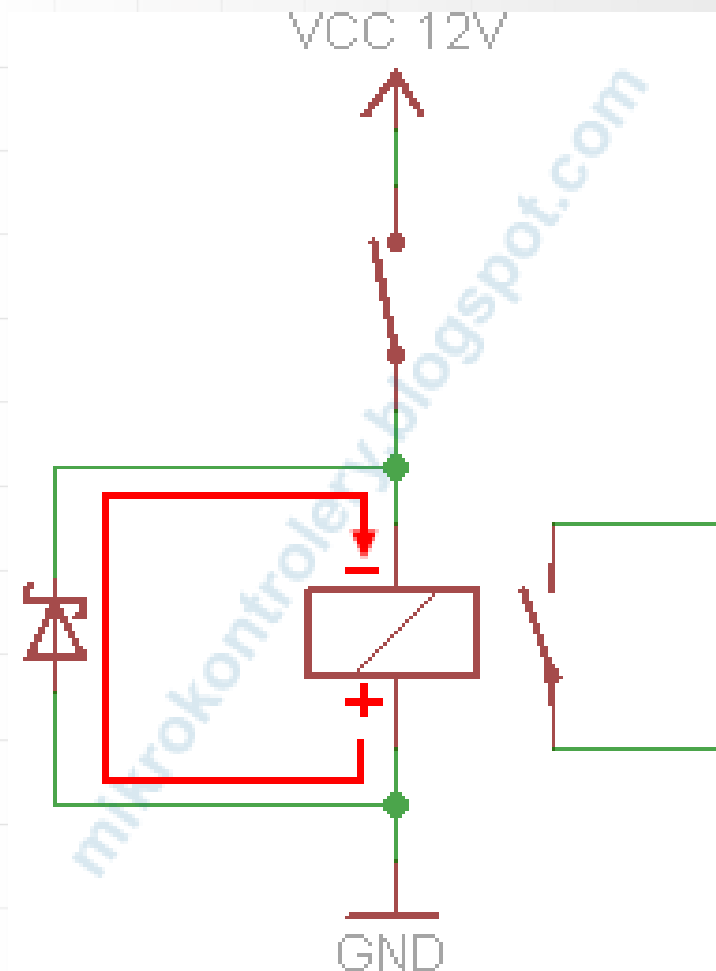
Silniki prądu stałego DC – układy sterowania



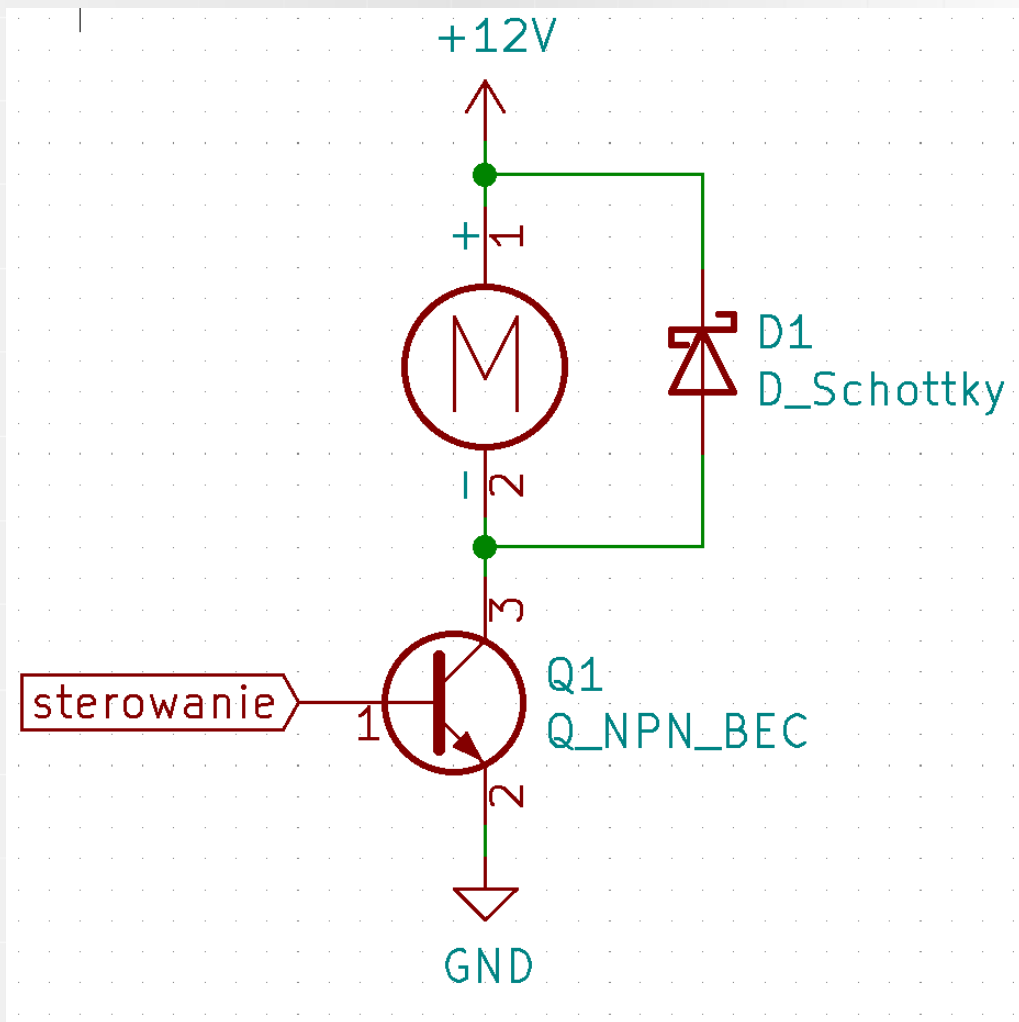
Zabezpieczenie układu „Generowanie szpilki”



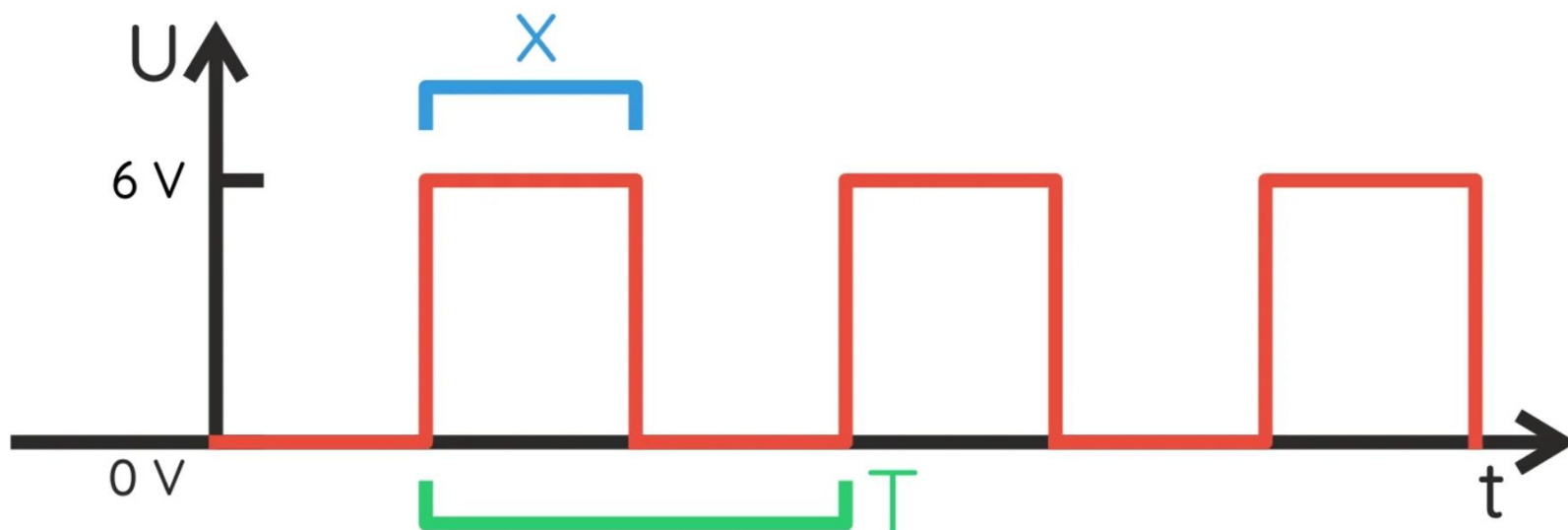
Zabezpieczenie układu „Generowanie szpilki”



Najprostszy układ sterowania silnikiem DC



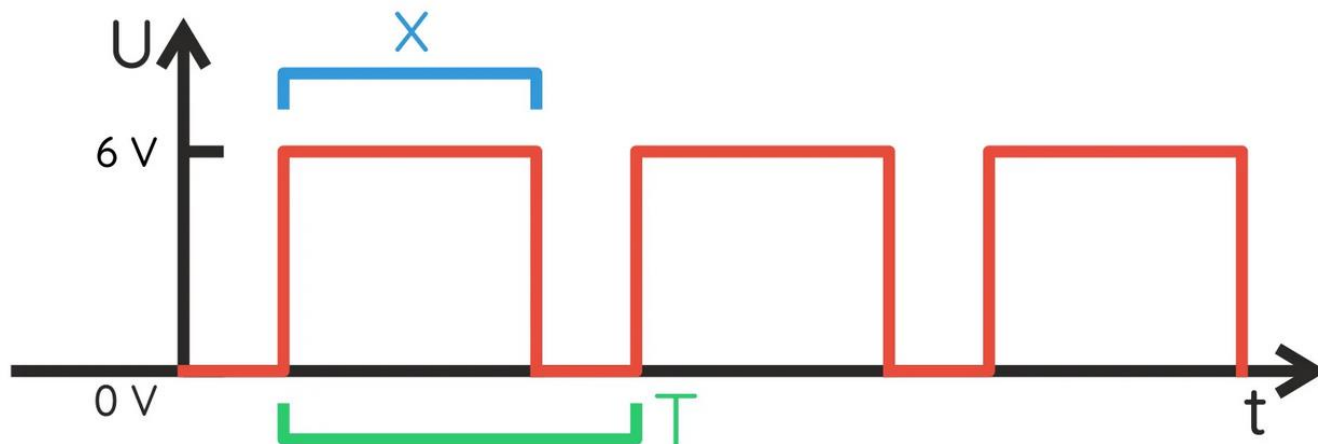
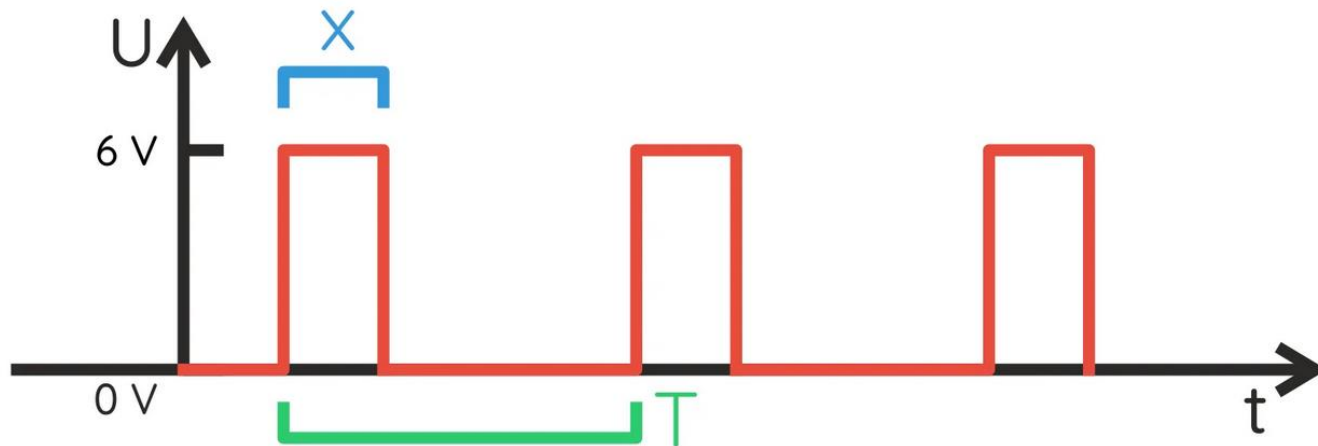
Sterowanie prędkością - PWM



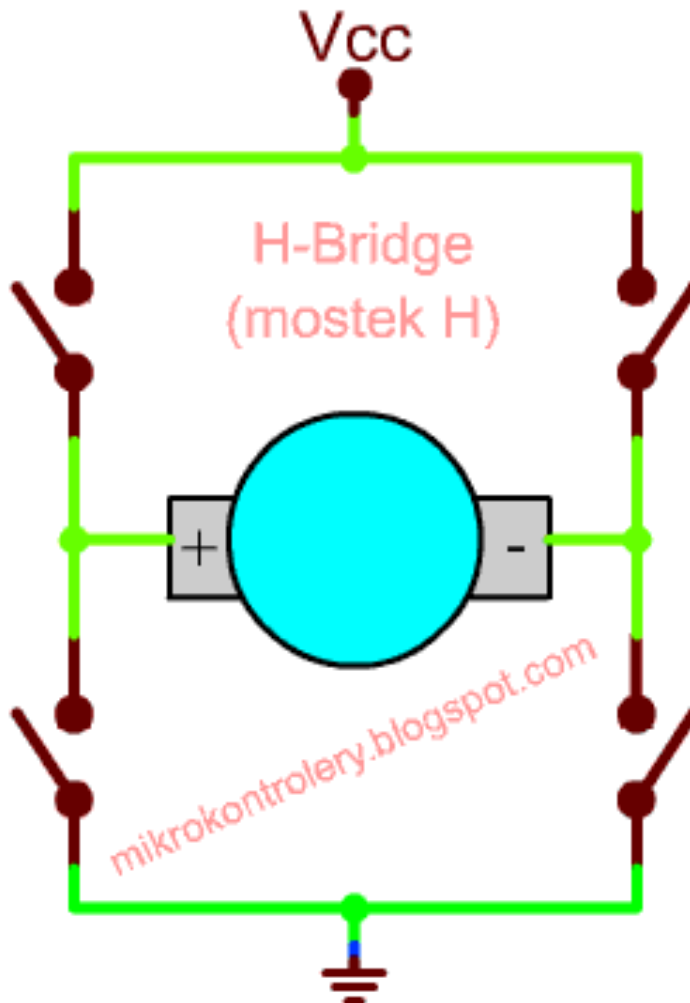
T – okres sygnału

X – wypełnienie sygnału

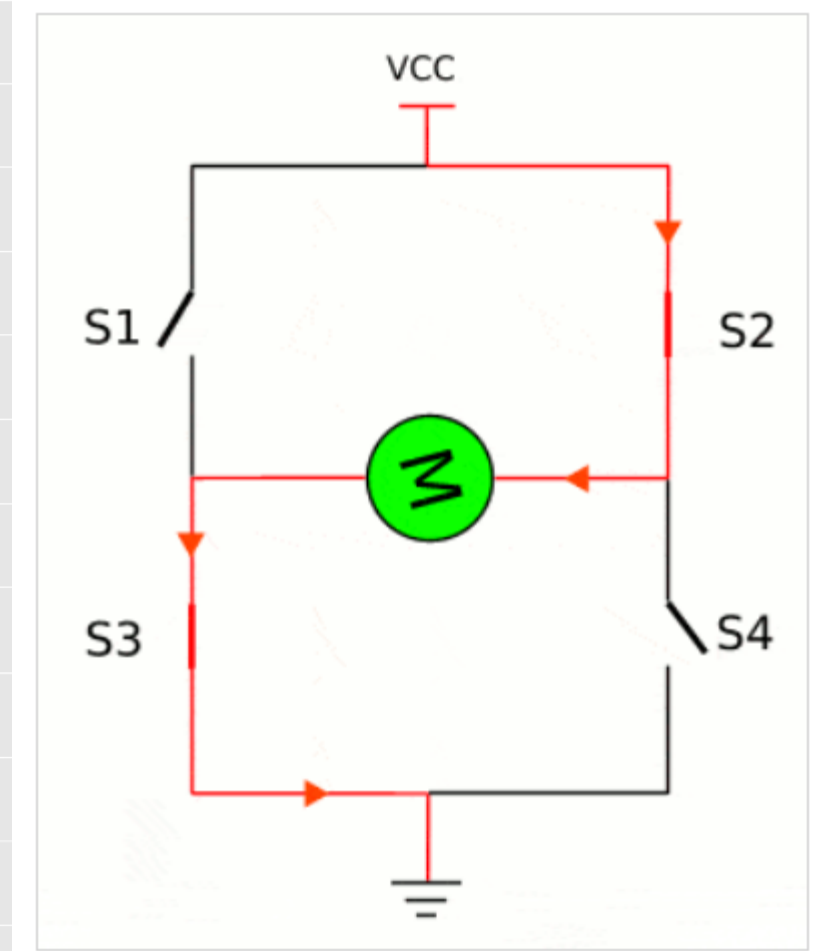
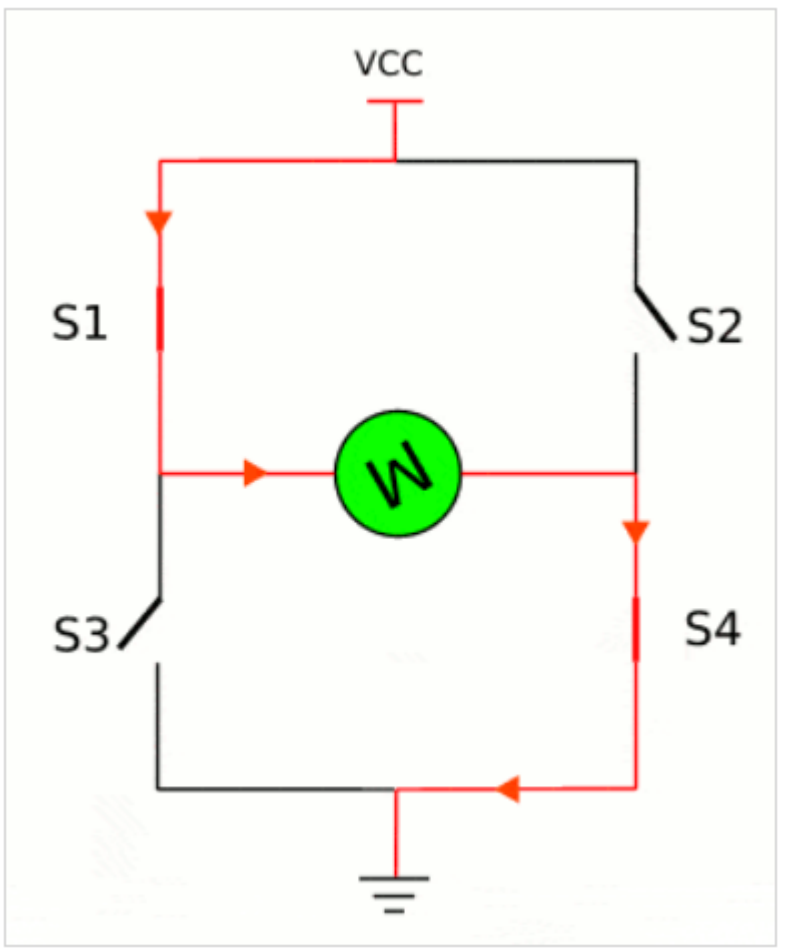
Sterowanie prędkością - PWM



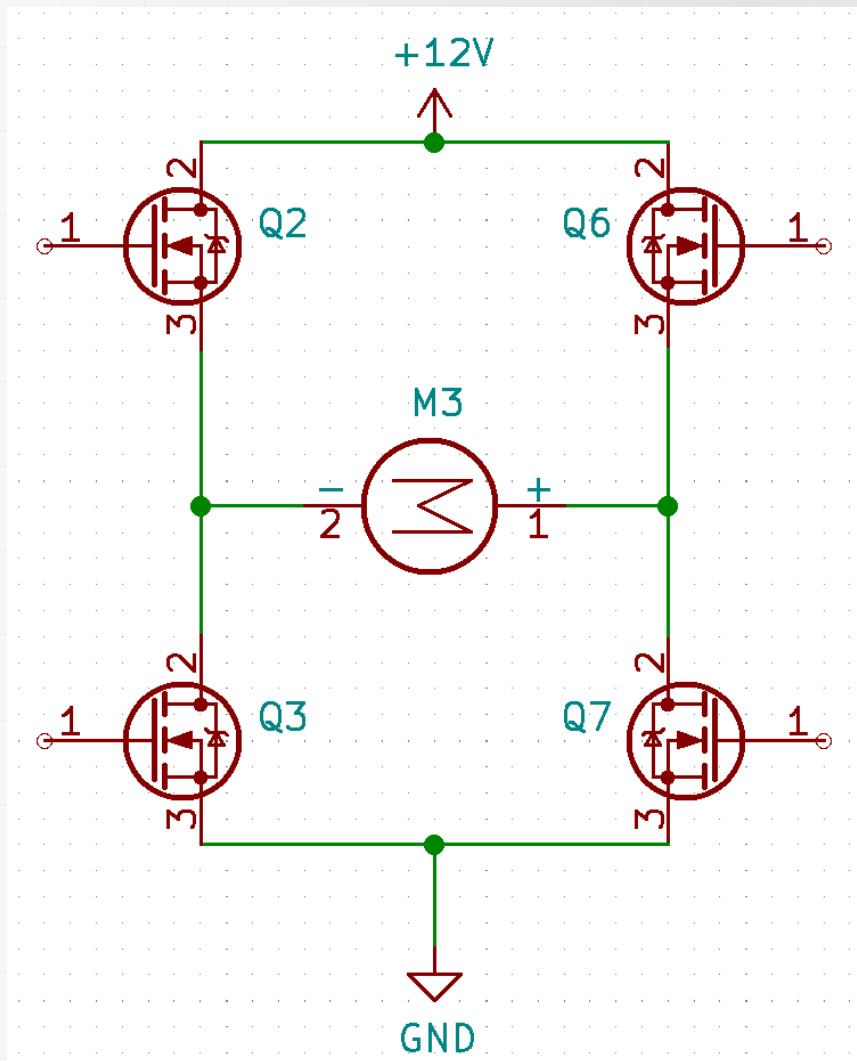
Mostek H



Mostek H



Mostek H



Czego brakuje?

Mostek H

Obroty lewe:

- On: S1 i S4
- Off: S2 i S3

Obroty prawe:

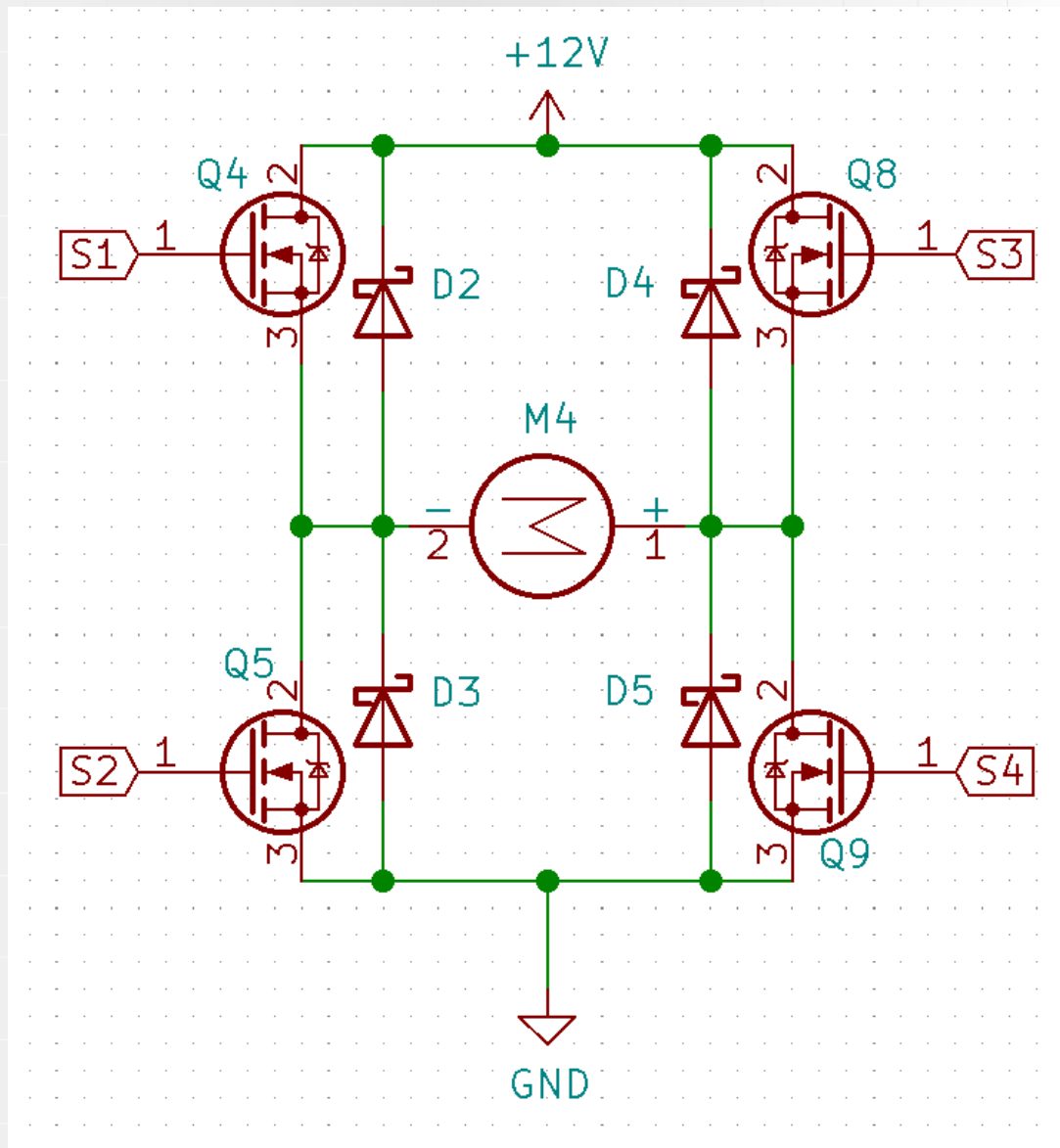
- On: S2 i S3
- Off: S1 i S4

Hamowanie I:

- On: S1 i S3
- Off: S2 i S4

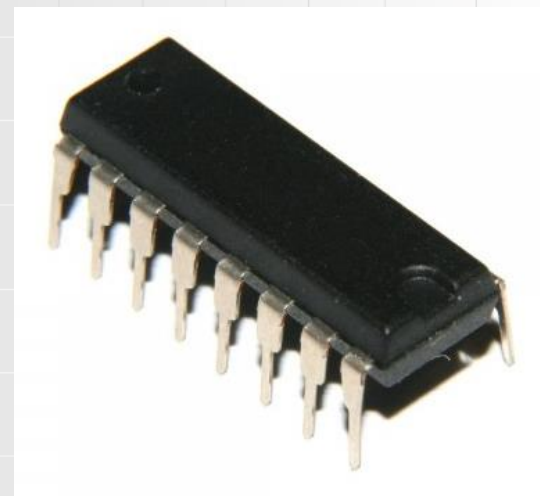
Hamowanie II:

- Off: S1 i S3
- On: S2 i S4



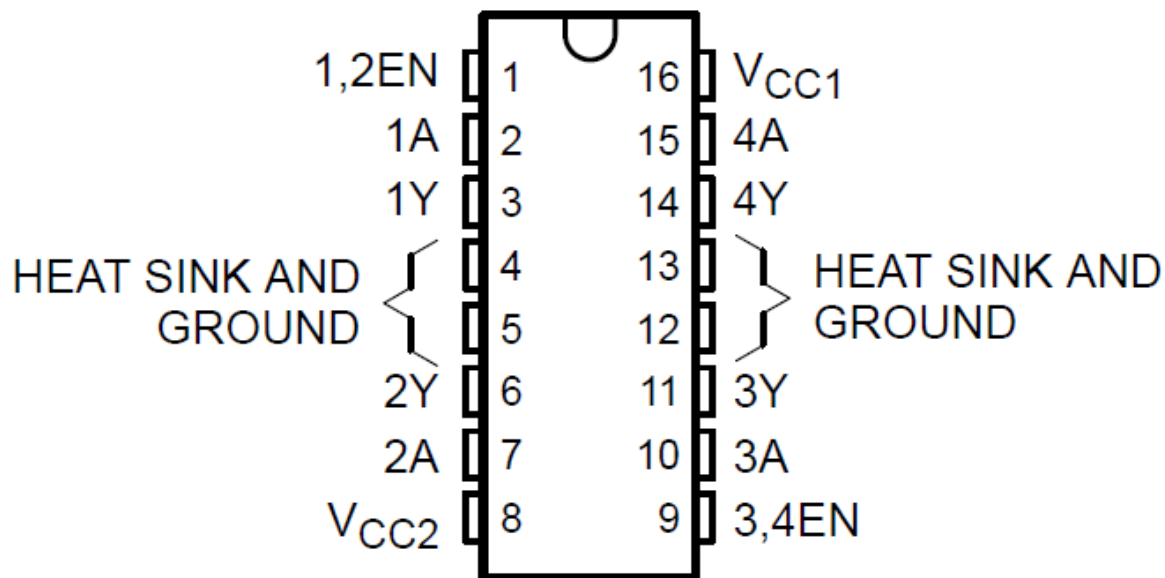
L293D

- Ilość kanałów: 2
- Maksymalne napięcie: 36V
- Maksymalny prąd: 1.2A
- Ciągły prąd: 0.6A
- Obudowa: DIP16

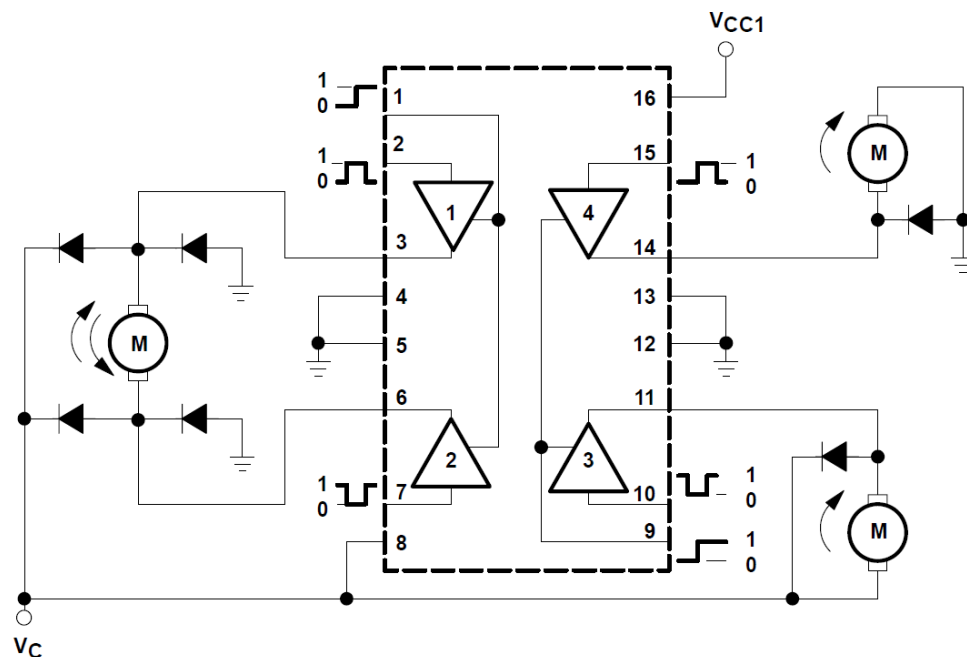


Pin:

- 1,2EN
- 1A
- 2A



L293D

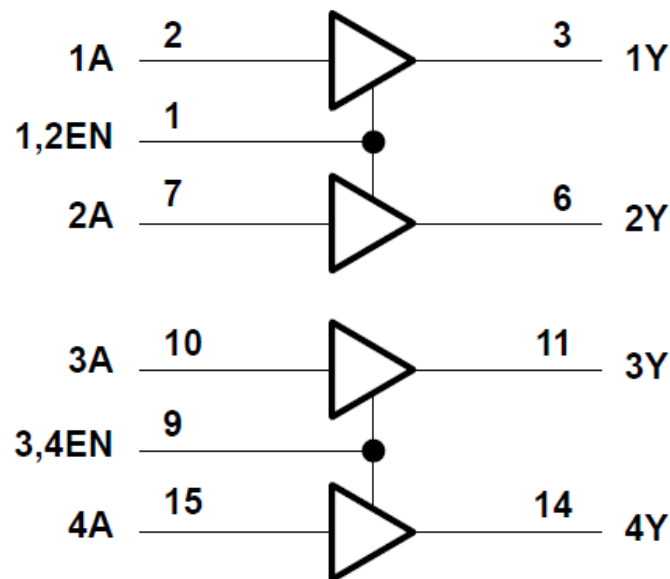


FUNCTION TABLE
(each driver)

INPUTS [†]		OUTPUT Y
A	EN	
H	H	H
L	H	L
X	L	Z

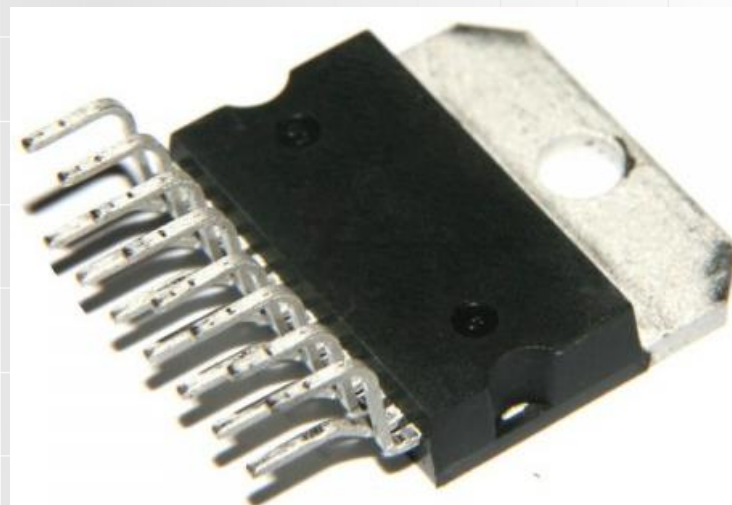
H = high level, L = low level, X = irrelevant,
Z = high impedance (off)

[†] In the thermal shutdown mode, the output is
in the high-impedance state, regardless of
the input levels.



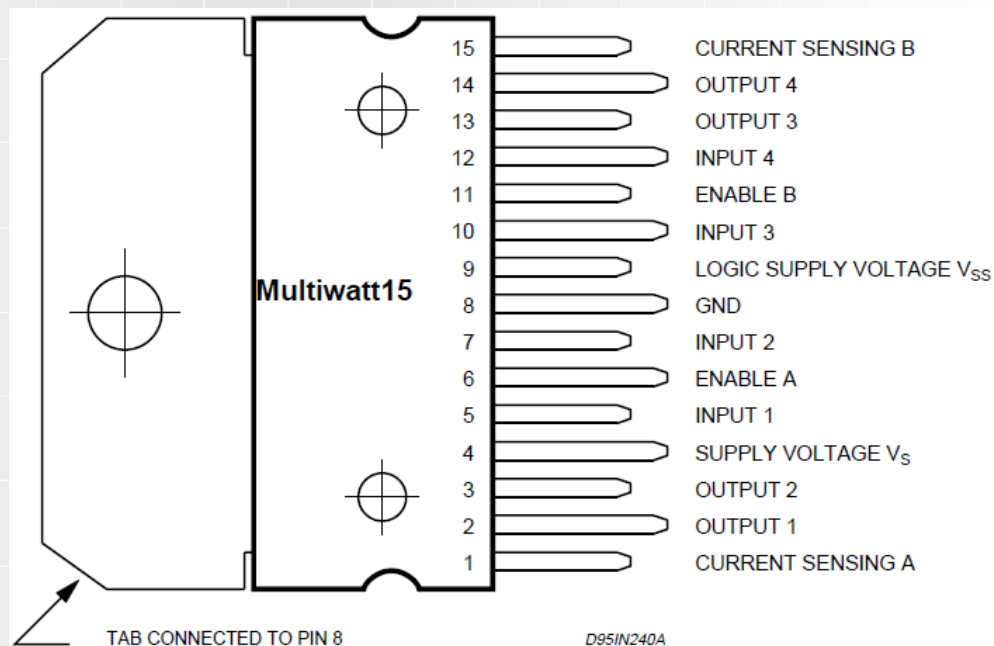
L298

- Ilość kanałów: 2
- Maksymalne napięcie: 50V
- Maksymalny prąd: 2A
- Ciągły prąd: 3A
- Obudowa: Multiwatt15



Pin:

- INPUT 1
- INPUT 2
- ENABLE A



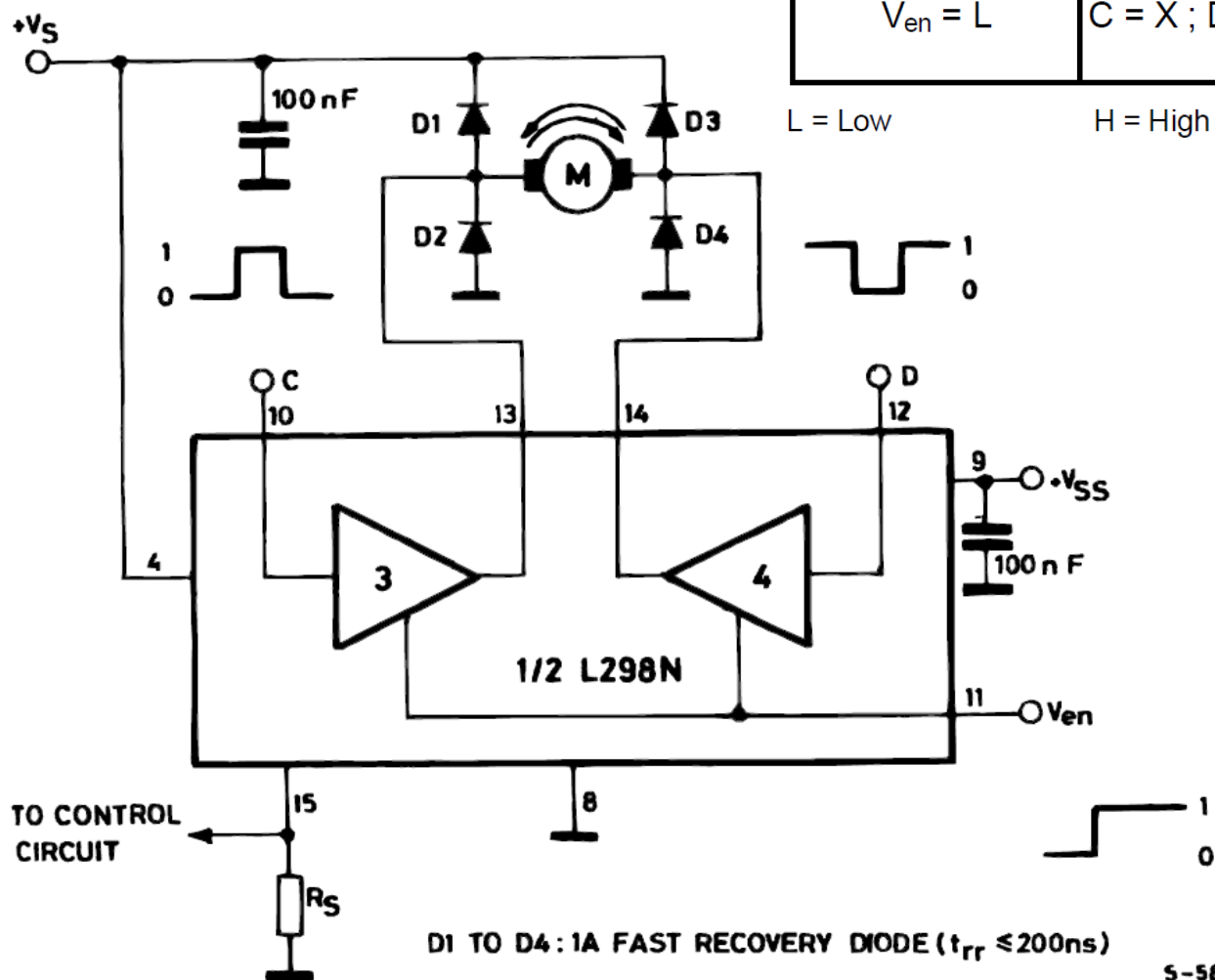
L298

Inputs		Function
$V_{en} = H$	$C = H ; D = L$	Forward
	$C = L ; D = H$	Reverse
	$C = D$	Fast Motor Stop
$V_{en} = L$	$C = X ; D = X$	Free Running Motor Stop

L = Low

H = High

X = Don't care



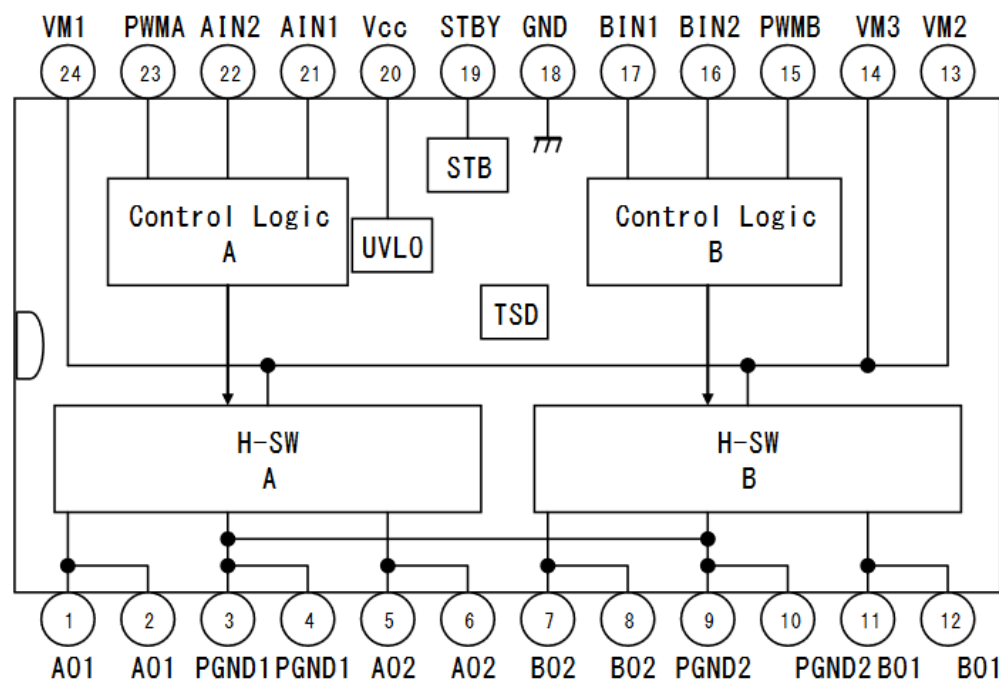
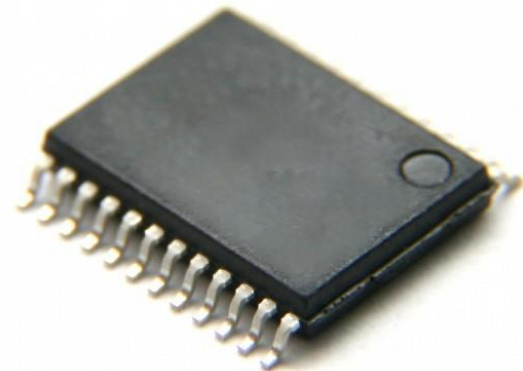
S-58

TB6612

- Ilość kanałów: 2
- Maksymalne napięcie: 15V
- Maksymalny prąd: 3.2A
- Ciągły prąd: 1.2A
- $R_{ds(on)}$: 500m Ω
- Obudowa: SSOP24

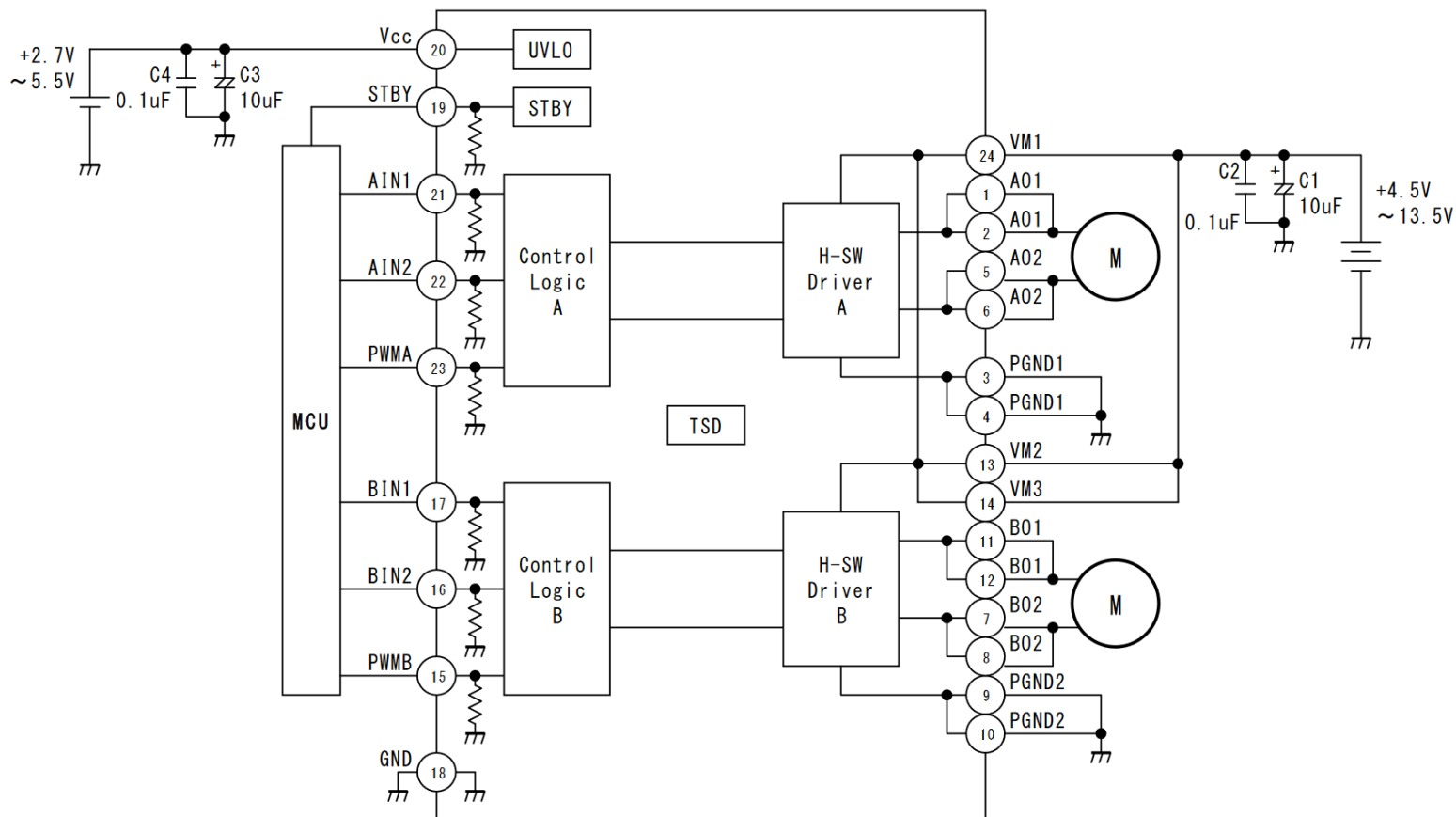
Pin:

- AIN1
- AIN2
- PWM
- STBY



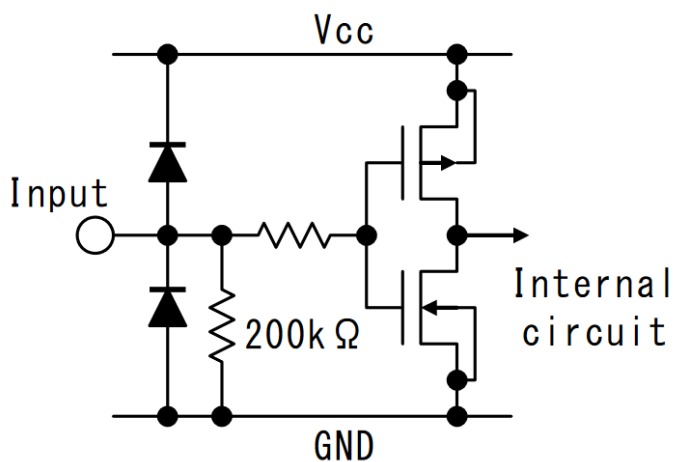
TB6612

Typical Application Diagram

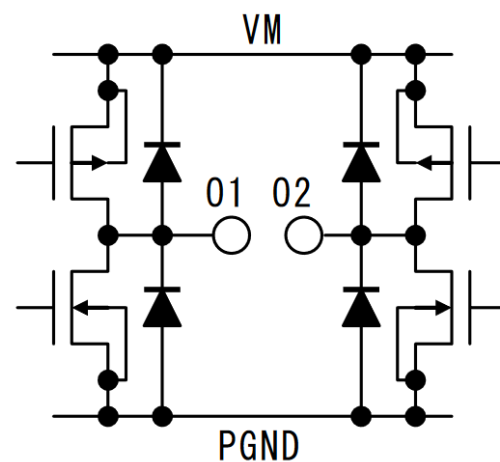


TB6612

Input pin; IN1, IN2, PWM, STBY



Output pin; 01, 02



TB6612

Input				Output		
IN1	IN2	PWM	STBY	OUT1	OUT2	Mode
H	H	H/L	H	L	L	Short brake
L	H	H	H	L	H	CCW
		L	H	L	L	Short brake
H	L	H	H	H	L	CW
		L	H	L	L	Short brake
L	L	H	H	OFF (High impedance)		Stop
H/L	H/L	H/L	L	OFF (High impedance)		Standby

VNH2SP30

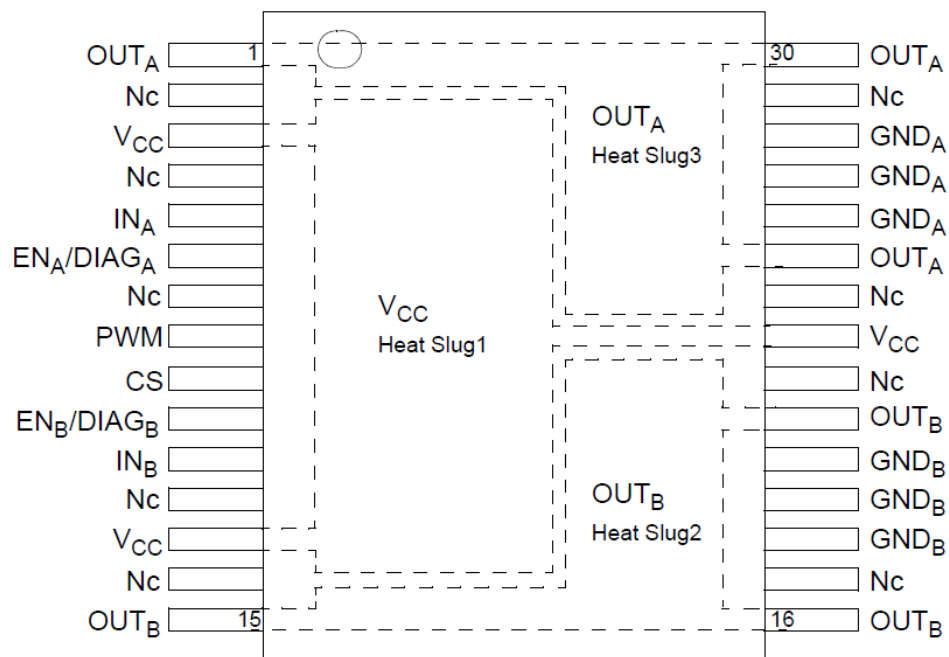
- Ilość kanałów: 1
- Maksymalne napięcie: 41V
- Obudowa: MultiPowerSO-30
- $R_{ds(on)}$: 19m Ω
- Ciągły prąd: 30A

Pin:

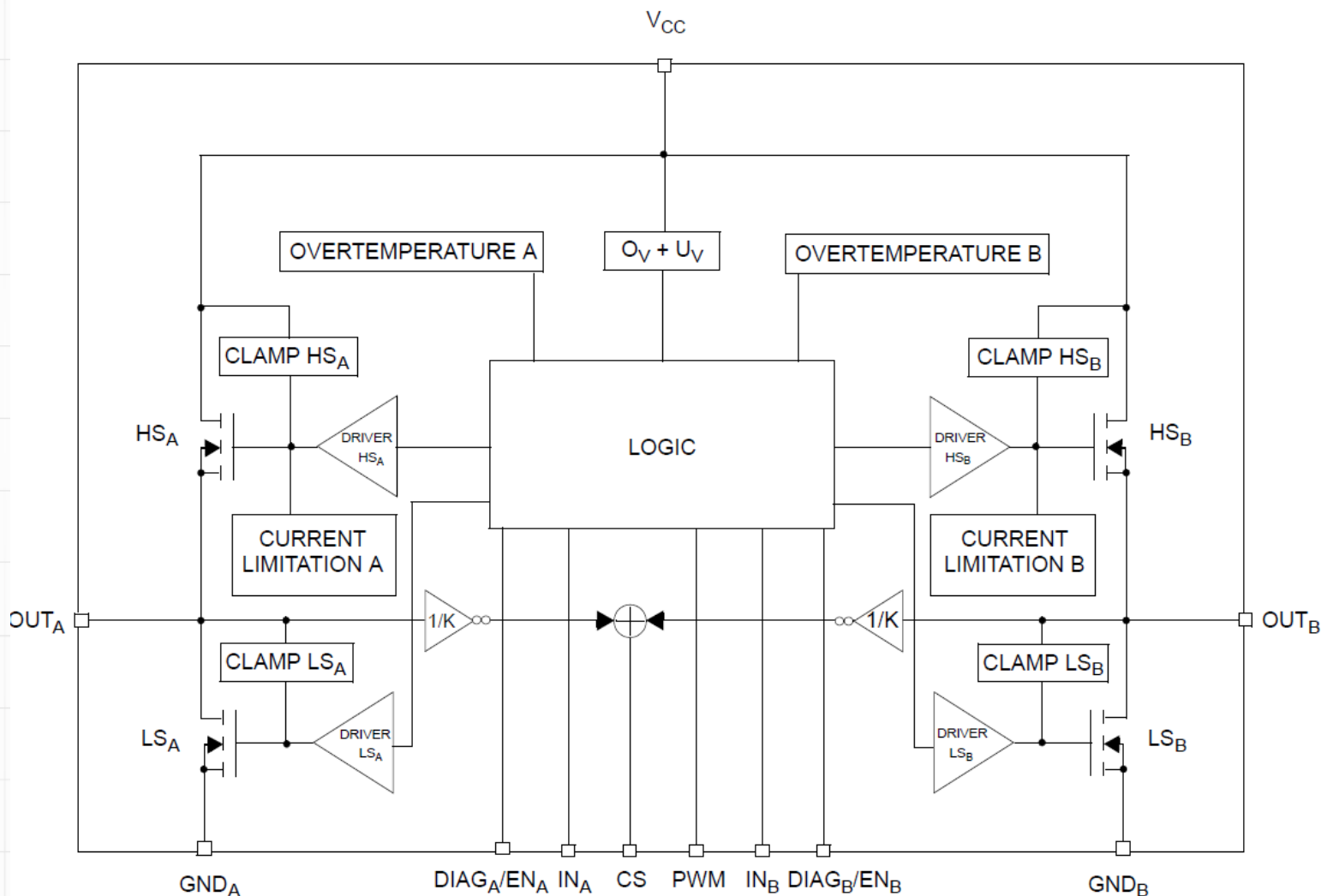
- AIN1
- AIN2
- PWM
- STBY



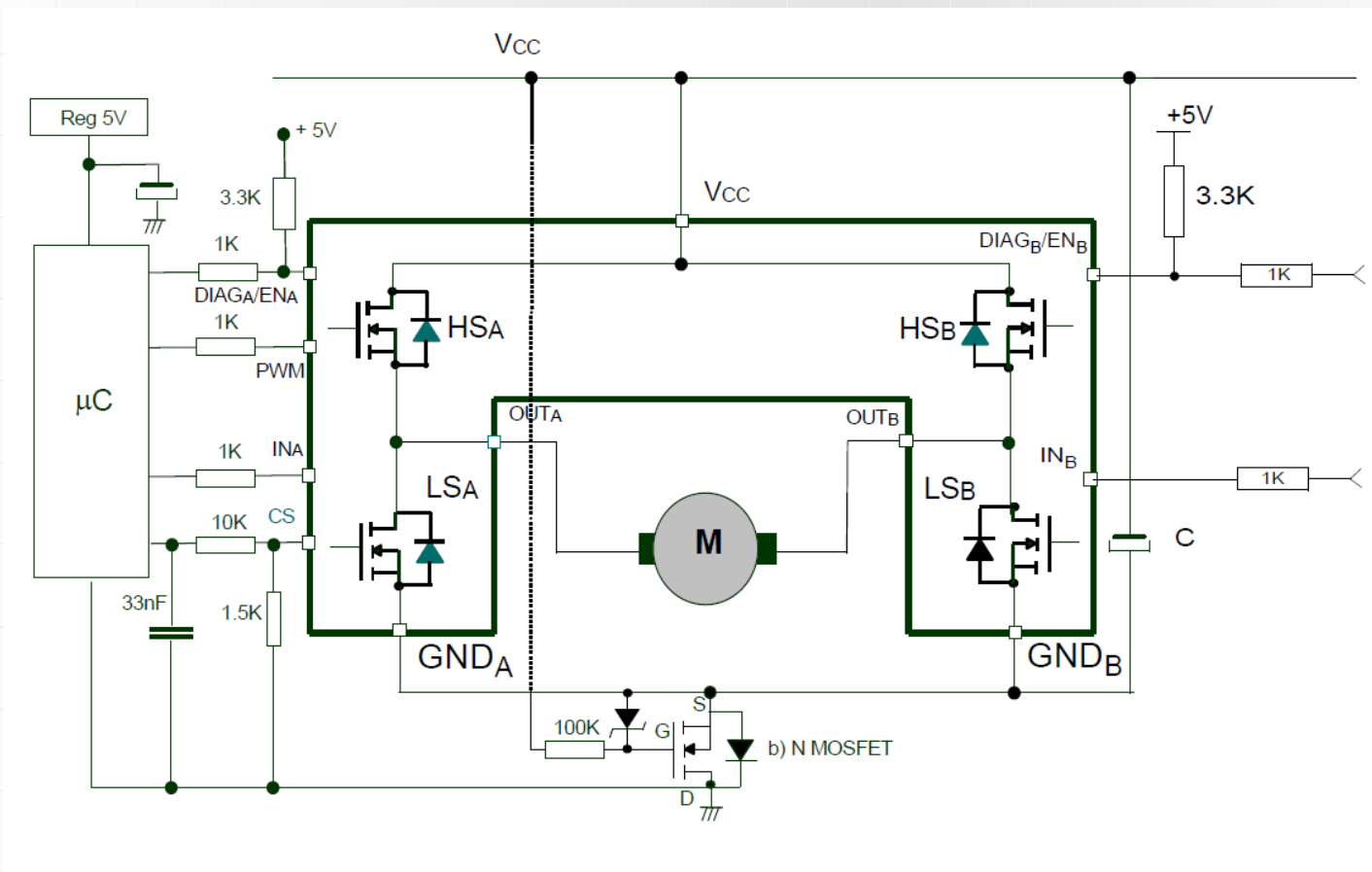
www.pololu.com



VNH2SP30

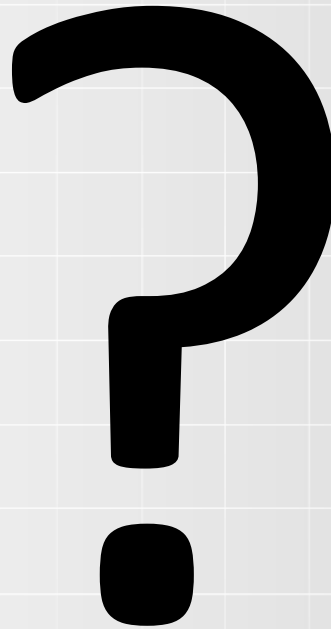


VNH2SP30



VNH2SP30

IN_A	IN_B	$DIAG_A/EN_A$	$DIAG_B/EN_B$	OUT_A	OUT_B	CS	Operating mode
1	1	1	1	H	H	High Imp.	Brake to V_{CC}
	0				L	$I_{SENSE} = I_{OUT}/K$	Clockwise (CW)
0	1			L	H		Counterclockwise (CCW)
	0				L	High imp.	Brake to GND



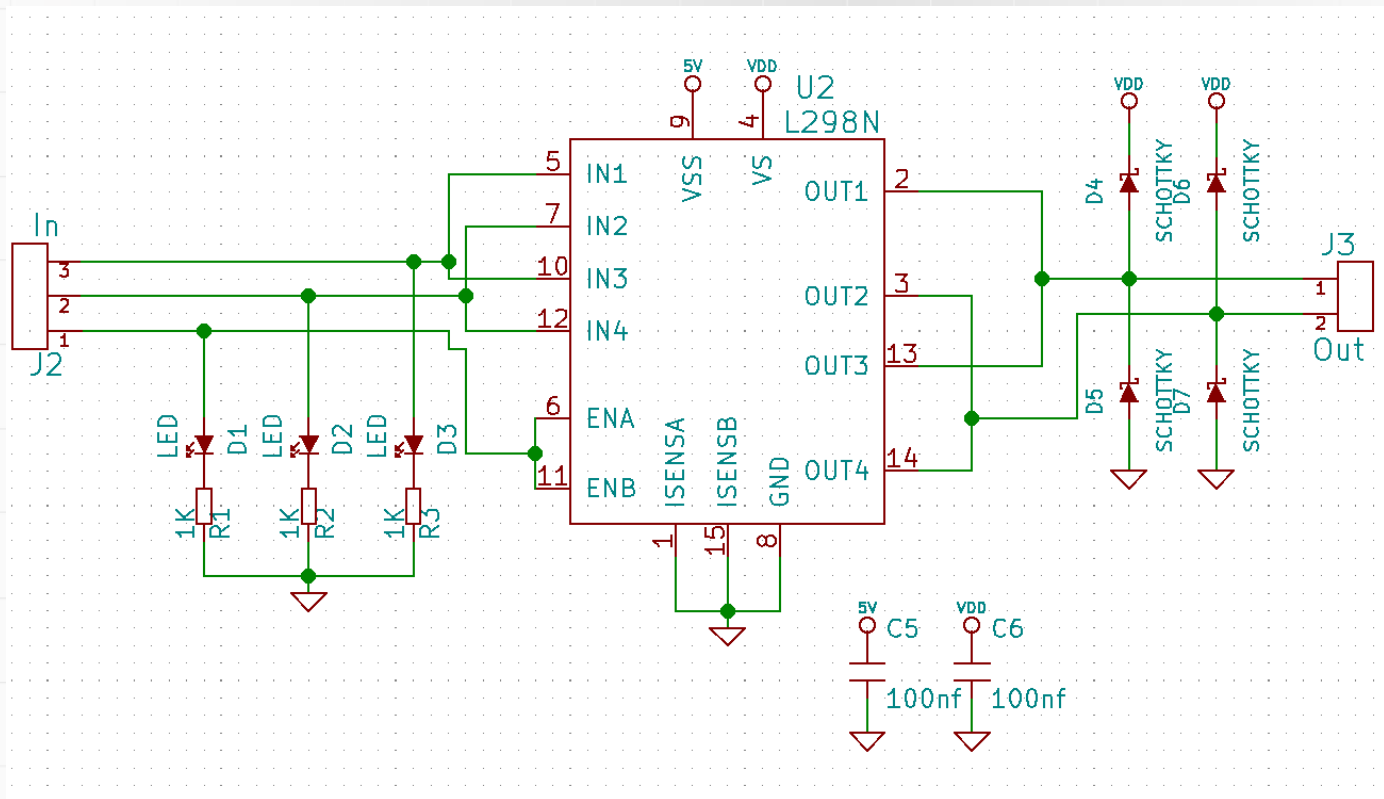
A jak sterować jeszcze większe silniki??

1. Układ scalony na jeszcze większe prądy
2. Mostkowanie mostków H
3. Zastosowanie sterownika mostka H i zewnętrznych tranzystorów
4. Budowa mostka H samodzielnie

Silniki prądu stałego DC

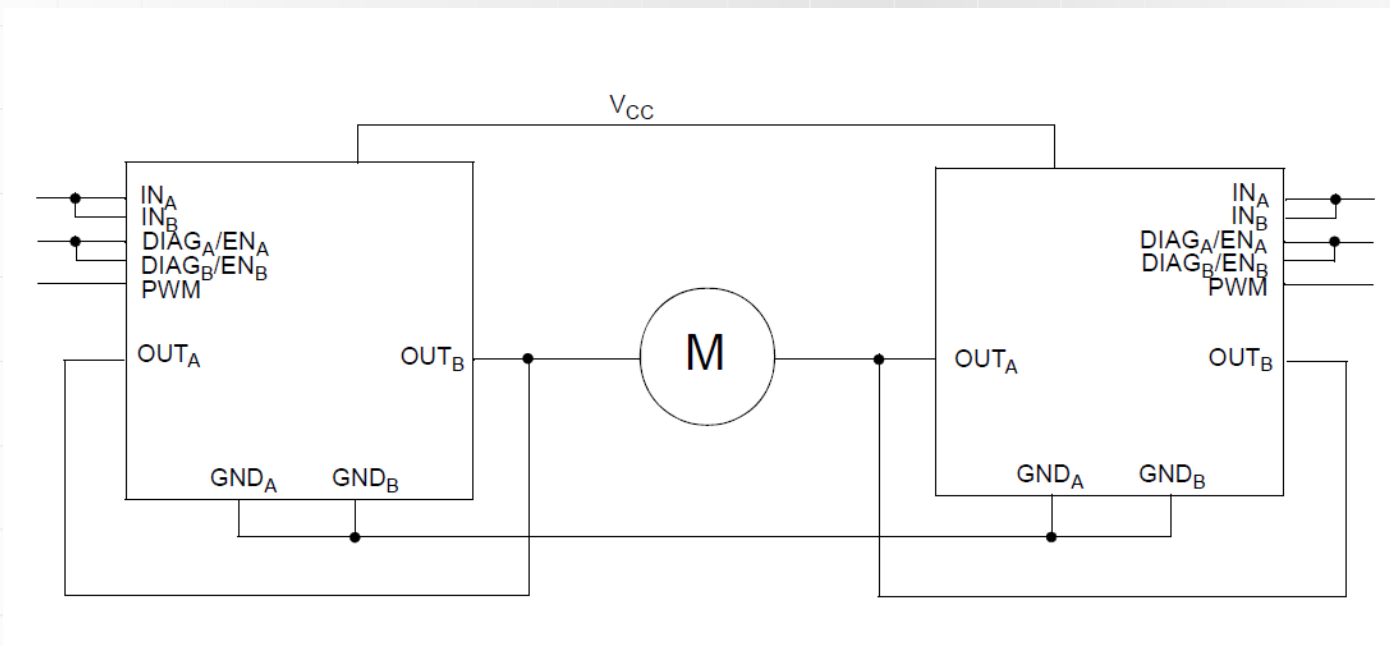
A jak sterować jeszcze większe silniki??

Mostkowanie mostka H – L298



Silniki prądu stałego DC

A jak sterować jeszcze większe silniki??
Mostkowanie mostka H - VNH2SP30

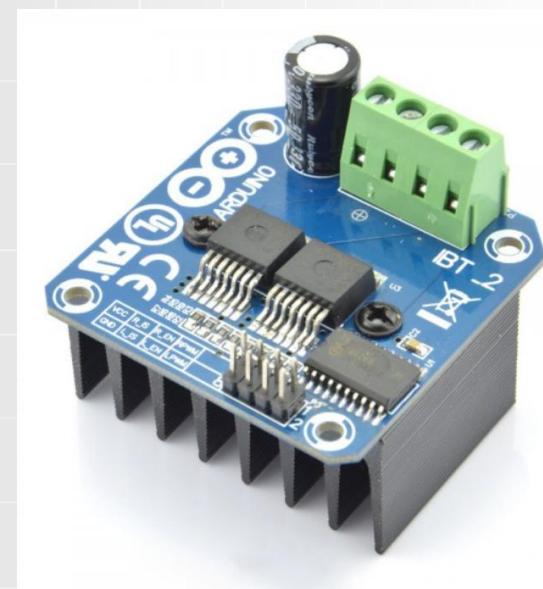
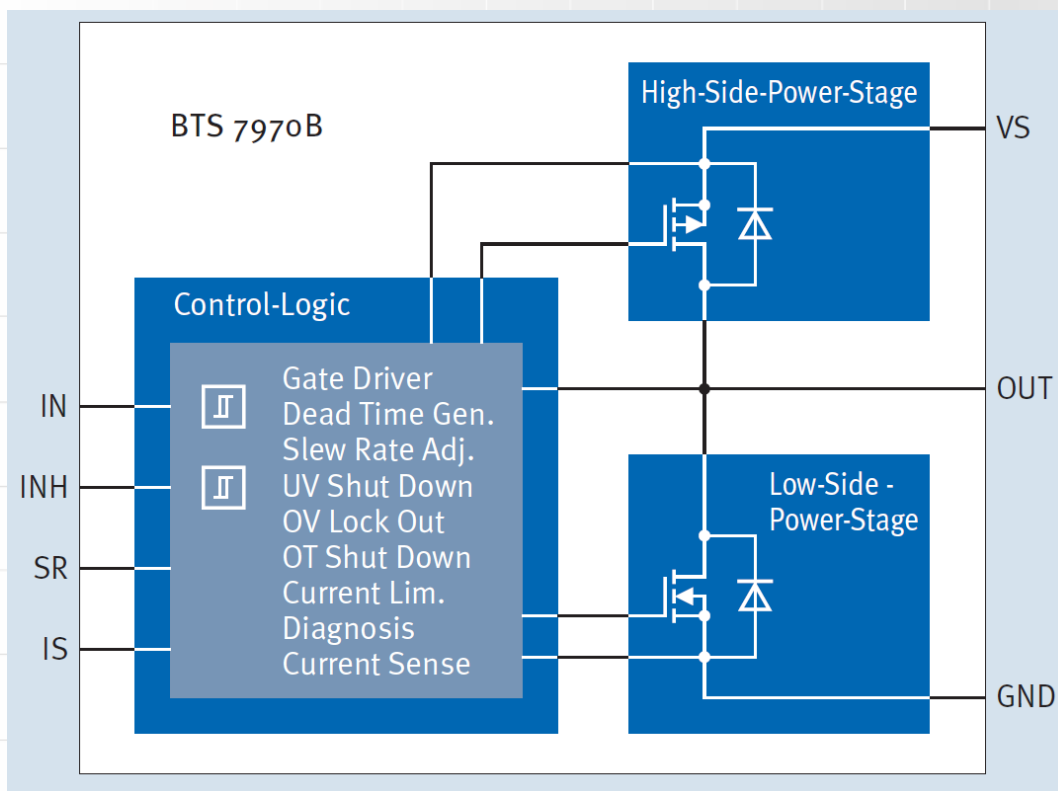


Silniki prądu stałego DC

A jak sterować jeszcze większe silniki?? BTS7970/ BTN8982TA



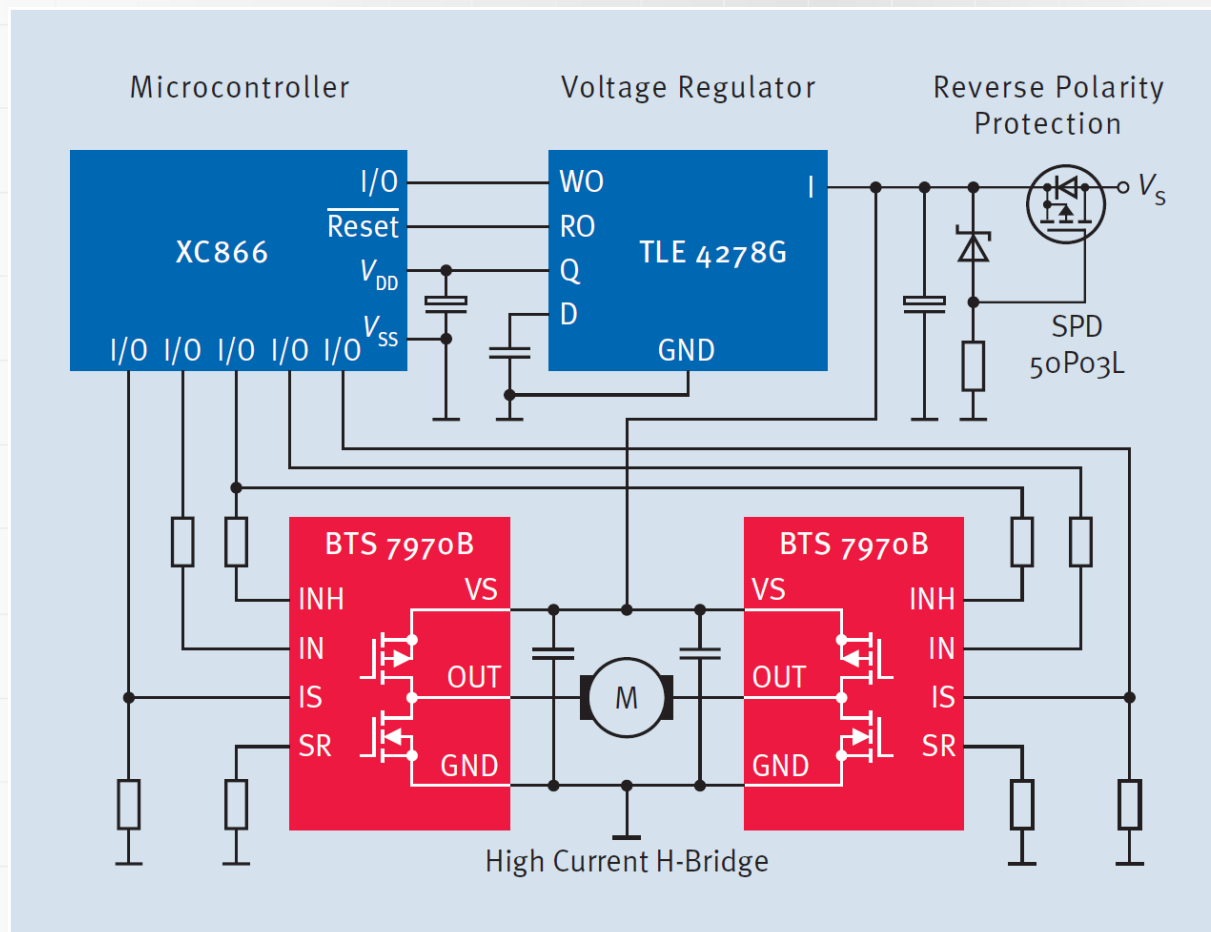
The BTS7970B is a fully integrated high current half bridge for motor drive applications. It is part of the NovalithICTM family containing **one p-channel highside MOSFET** and **one n-channel lowside MOSFET** with an **integrated driver IC** in one package.



Silniki prądu stałego DC

A jak sterować jeszcze większe silniki??

BTS7970/ BTN8982TA



Silniki prądu stałego DC

A jak sterować jeszcze większe silniki?? BTS7970/ BTN8982TA

Device State	Inputs		Outputs			Mode
	INH	IN	HSS	LSS	IS	
Normal Operation	0	X	OFF	OFF	0	Stand-by mode
	1	0	OFF	ON	$I_{IS(offset)}$	LSS active
	1	1	ON	OFF	CS	HSS active
Under-Voltage (UV)	X	X	OFF	OFF	0	UV lockout, reset
Overtemperature (OT) or Short Circuit of HSS or LSS	0	X	OFF	OFF	0	Stand-by mode, reset of latch
	1	X	OFF	OFF	1	Shut-down with latch, error detected
Current Limitation Mode/ Overcurrent (OC)	1	1	OFF	ON	1	Switched mode, error detected ¹⁾
	1	0	ON	OFF	1	Switched mode, error detected ¹⁾

1) Will return to normal operation after t_{CLS} ; Error signal is reset after $2 \cdot t_{CLS}$ (see [Chapter 5.3.3](#))

Zagadnienia przy sterowaniu silnikiem DC:

- Sterowanie kierunkiem obrotów
 - Sterowanie prędkością obrotową
 - Pomiar prądu pobieranego przez silnik
-
- Dopasowanie napięcia
 - Dopasowanie prądu chwilowego i ciągłego silnika
 - Generowanie ciepła, zapewnienie chłodzenia
 - Praca ciągła, chwilowa
 - Generowanie zakłóceń „szpilki”



- <https://forbot.pl/blog/czytaj-schematy-doswiadczony-elektronik-id1890>
- <https://forbot.pl/blog/jak-dzialaja-szczotkowe-silniki-dc-budowa-i-pomiary-id6788>
- <https://forbot.pl/blog/przekladnie-mechaniczne-w-robotyce-id810>
- <http://mikrokontrolery.blogspot.com/2011/03/przekaznik-i-zaklocenia.html>
- <https://forbot.pl/blog/kurs-elektroniki-ii-sterowanie-sygnałem-pwm-id9527>
- <https://forbot.pl/forum/topic/16-teoria-mostek-h-h-bridge-kompendium-dla-robotyka/>
- Dokumentacje techniczne układów