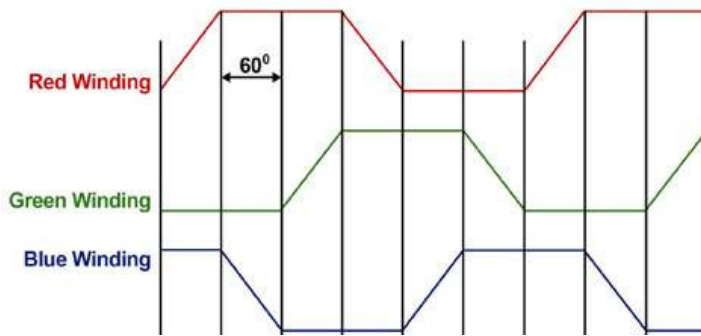
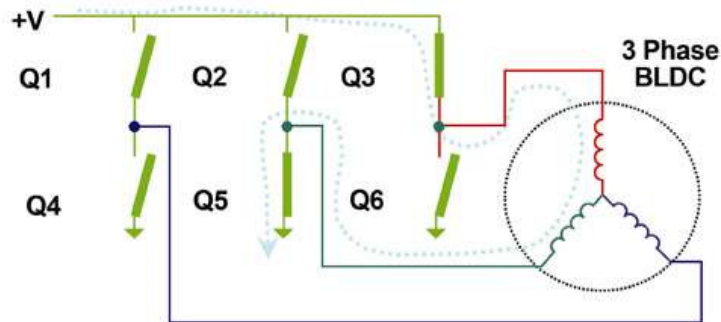


BLDC (brushless direct current) sú synchronne motory poháňané jednosmerným prúdom. Skladajú sa z rotora s permanentnými magnetmi a statických cievok, vytvárajúcich rotujúce mag. pole. Toto pole treba vytvoriť pomocou dobre načasovaného napájania cievok v správnom poradí.



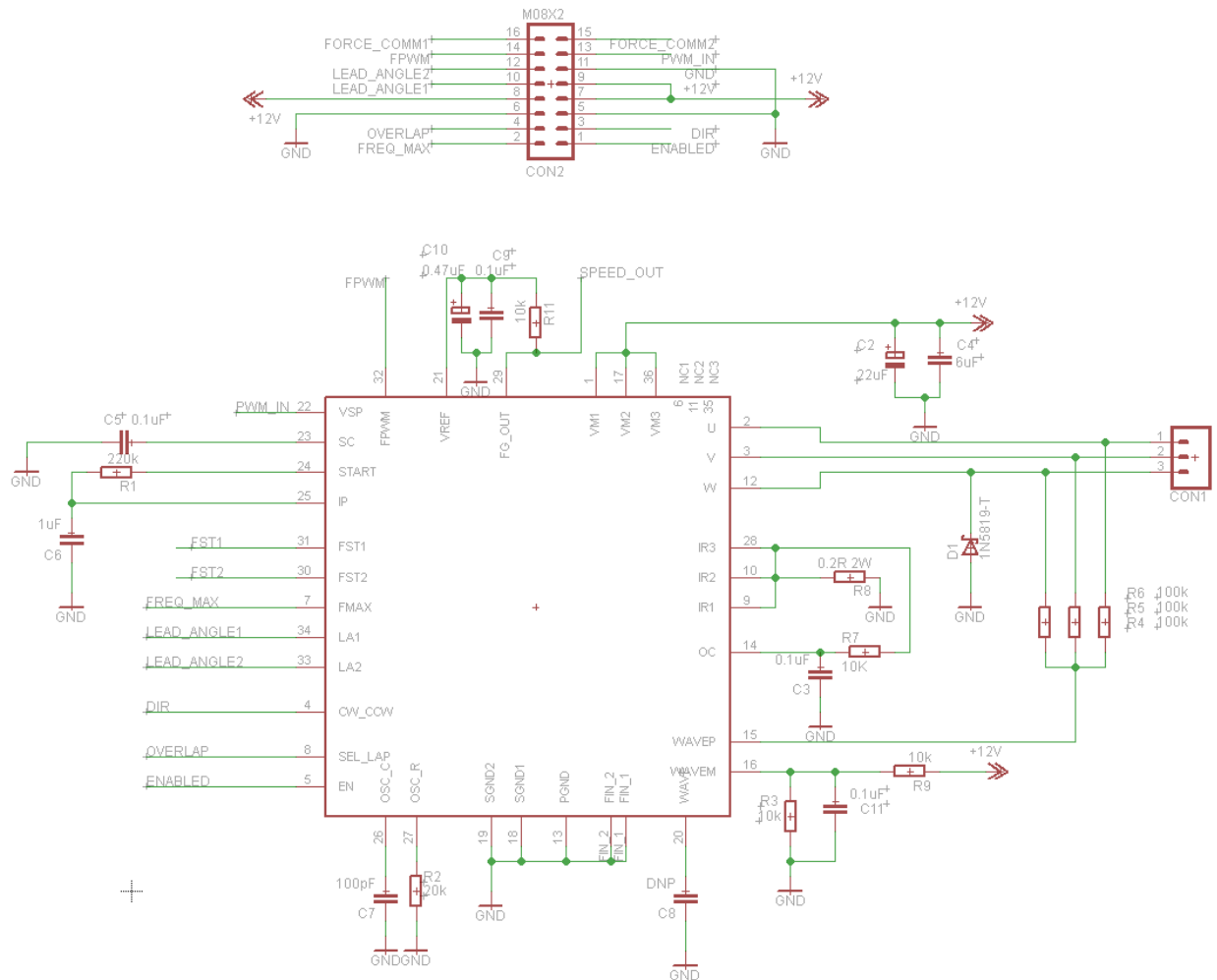
Každá cievka je vybavená s half bridge zapojením tranzistorov, ktoré vytvárajú napätový priebeh ako je na obrázku. Pretože napájame indukčnú záťaž, je nutné napätie dvíhať postupne, k čomu poslúži PWM modulácia (cievky svojou zotrvačnosťou napätie vyhladia).

Pre čo najväčší výkon sa každá fáza musí správne načasovať, aby netrvala príliš krátko-na rotor bude pôsobiť malý moment, ani prídlho, pretože magnety sa dostanú za cievky a tie ich budú brzdiť. Pre sledovanie polohy rotora sa bežne používajú Hallové senzory mag. poľa, ale nemajú ich všetky motory, preto sa používa aj technika BEMF (Back Electromotive Force). Počas chodu motora sú vždy iba dve cievky pod prúdom. Rotor sa otáča a magnety pohybujúce sa v okolí tretej cievky v nej indukujú napätie, z ktorého vieme vyhodnotiť polohu rotora, a teda aj kedy máme začať novú fázu.

Dôležité je detegovať zablokovanie motora, kedy je BEMF=0V (statické magnetické pole), pretože prúd motorom bude vysoký, a hrozí poškodenie motora, tranzistorov alebo napájacieho zdroja.

BLDC motory sú dosť komplikované na ovládanie, zato však poskytujú väčšie momenty a to aj pri nízkych otáčkach. Je nevyhnutné použiť programovateľný čip, alebo špecializovaný obvod (také obvody spadajú do kategórie SoC-System on Chip, cez Google sa ich dá nájsť veľa).

Toshiba TB6588FG je SoC, ktorému stačí minimum externých komponentov. Obsahuje MOSFET tranzistory ovládané PWM, prúdové a teplotné ochrany, analógový vstup a napájanie je možné v intervale 7 až 42V. Má niekoľko parametrov ktoré sa dajú nastaviť pomocou logických napätí na vstupoch. Schéma zapojenia vyzerá nasledovne



CON1 slúži na pripojenie motoru a CON2 na nastavovanie parametrov. Obvod obsahuje aj zdroj 5V (pin 21 označený ako VREF) na nastavenie logických hodnôt H. Nastaviť môžeme nasledovné parametre

Forced commutation frequency

FST1	FST2	Hz
H	H	$F_{osc}/(6 \cdot 2^{16})$
L	H	$F_{osc}/(6 \cdot 2^{17})$
H	L	$F_{osc}/(6 \cdot 2^{18})$
L	L	$F_{osc}/(6 \cdot 2^{19})$

Lead angle

LA1	LA2	fázový posun
H	H	30°
L	H	15°
H	L	7.5°
L	L	0°

	H	L
DIR	v smere hod. ručičiek	proti smeru hod. ručičiek
ENABLED	prúdová ochrana zapnutá	prúdová ochrana vypnutá
FMAX	$F_{MAX}=F_{OSC}/(3*2^{11})$	$F_{MAX}=F_{OSC}/(3*2^{12})$
OVERLAP	120° komutácia	prekrývanie
FPWM	$F_{PWM}=F_{OSC}/128$	$F_{PWM}=F_{OSC}/256$

F_{OSC} je frekvencia obvodu nastavená RC oscilátorom z R2 a C7, teda 5 MHz.

Pri štarte je rotor nastavený do známej pozície na dobu $t=0.69*C6*R1$ [s] (čas za ktorý sa kondenzátor C6 vybije na $V_{ref}/2$, správny čas treba pre motor zistiť experimentálne). Potom je motor roztáčaný „naslepo“ bez čítania indukovaného napätia, kým nedosiahne frekvenciu nastavenú pinmi FST1 a FST2. Po prekročení FST frekvencie je ovládaný analógovým vstupom PWM_IN, kde sú maximálne otáčky limitované podľa stavu FMAX.

Maximálny výkon na čip je 3W, preto TB6588FG obsahuje prúdovú ochranu, ktorá sleduje napäťový úbytok na odpore R8 a udržuje ho na úrovni 0.5V. Z toho určíme prúd $I=0.5/R8$ [A]. Prúdová ochrana mení PWM signál MOSFET tranzistorov, takže pri malom odpore R8 bude prúd veľký, ale tranzistory sa budú spínať na krátky časový okamih, preto je potrebné R8 zvoliť rozumne.