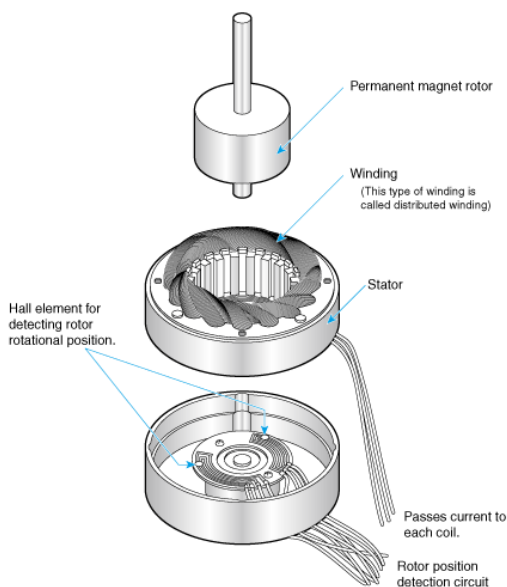


BLDC MOTOR

Упознавање са Brushless DC мотором и његовим пуштањем у рад

Теоријски део

Мотори једносмерне струје без четкица (BLDC) су један од типова мотора који брзо добијају на популарности. BLDC мотори се користе у аутомобилској и авионској индустрији, у опреми индустријске аутоматизације, такође и у медицинским и потрошачким апаратима. Као што назив говори, BLDC мотори не користе четкице за комутацију уместо чега су електронски комутирани.



BLDC мотори имају много предности у односу на DC моторе са четкицама. Неке од њих су:

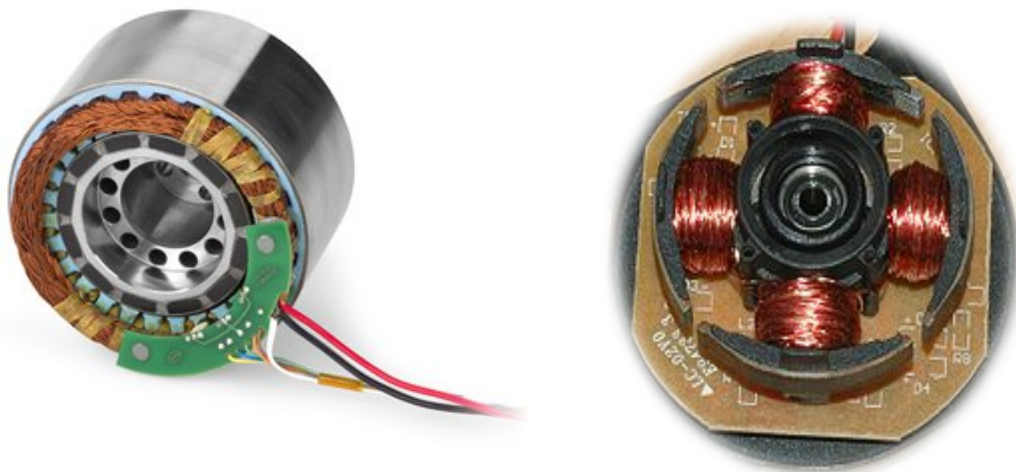
- Боља механичка карактеристике,
- Висок динамички одзив,
- Дуг животни век,
- Нема четкица, стога самим тим ни варница,
- Имају већу брзину од DC мотора и
- Бешуман рад.

Конструкција и принцип рада

BLDC мотор је тип синхроног мотора. Ово значи да магнетно поље које ствара статор и магнетно поље које генерише ротор обрћу на истој фреквенцији. Могу бити једнофазни, двофазни и трофазни, а принцип рада и конструкција ће бити објашњени на примеру трофазног, јер су они најчешћи.

Статор

Статор BLDC мотора се састоји од наслаганих челичних лимова са намотајима постављеним у прорезе који су аксијални и усечени дуж унутрашње периферије (као што је приказано на слици испод). Статор подсећа на статор асинхроног мотора, међутим намотаји су распоређени на другачији начин и углавном је то спрега звезде. На основу начина намотавања статора постоје два типа мотора: трапезни и синусни мотори. Разлика је направљена на основу тога што различито повезивање навоја даје различите облике електромоторне силе, уз додатак да и фазна струја прати облик ЕМС. Синусни мотори су бољи због глатког момента али и скупљи због већег броја намотаја, односно веће количине бакра од трапезних.

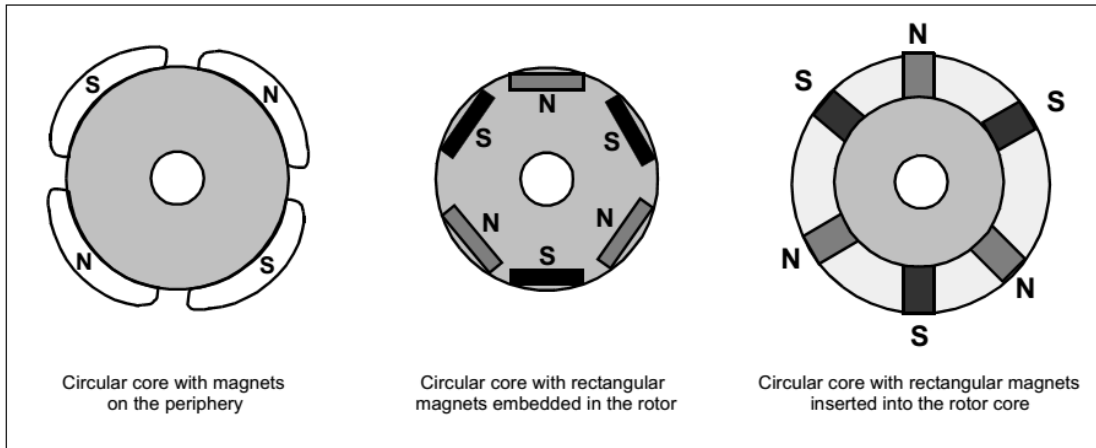


Намотај статора BLDC мотора

Према напону напајања, мотори до 48[V] се користе у аутомобилској индустрији, роботици и малом оружју. Мотори са 100 [V] или више, користе се у кућним апаратима и у индустријској примени.

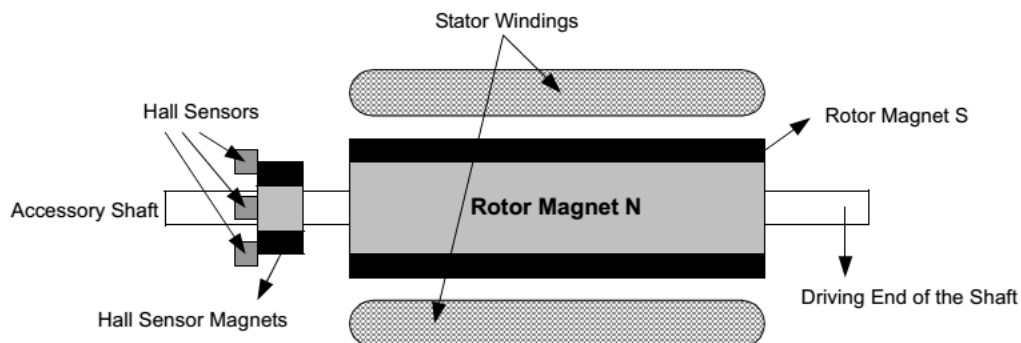
Ротор

Ротор је направљен од сталног магнета и може имати од 2 до 8 парова полова. На основу потребне густине магнетног поља које ствара ротор, бира се одговарајући магнетни материјал за израду ротора. За израду се традиционално користе феромагнетни. Како технологија напредује, магнети од ретких легура постају све популарнији (Неодијум Nd, Самаријум Sm и легура гвожђа, неодијума и бора NdFeB).



Холов сензор

За разлику од DC мотора са четкицама, комутација Brushless DC мотора се контролише електронски. Да би се покретао Brushless DC мотор, намотаји статора треба да буду укључивани наизменично и то тако да су две фазе укључене, а једна искључена. Важно је знати положај ротора како би се разумело који ће намотај бити под напоном пратећи редослед напајања. Положај ротора је детектован помоћу Холовог сензора уграђеног у статор. Већина мотора има уграђена три Холова сензора на статор, на непогонском крају вратила мотора. Кад год магнетни полови ротора прођу близу Холовог сензора, дају висок или низак сигнал, указујући дали северни или јужни пол пролази у близини сензора. Базирајући се на ова три сигнала Холових сензора, може се одредити тачан редослед комутације.

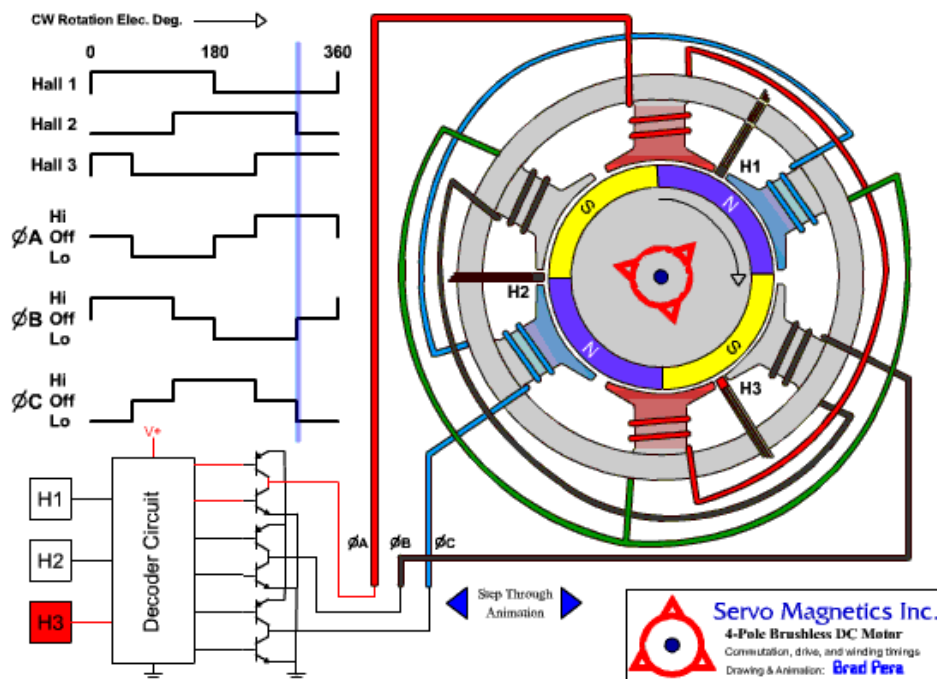


На основу физичког положаја Холових сензора, постоје два начина постављања на кућиште. Холови сензори могу бити на 60° или 120° један према другом. На основу овог, произвођач мотора дефинише редослед комутације, који треба поштовати при управљању мотора.

Принцип рада

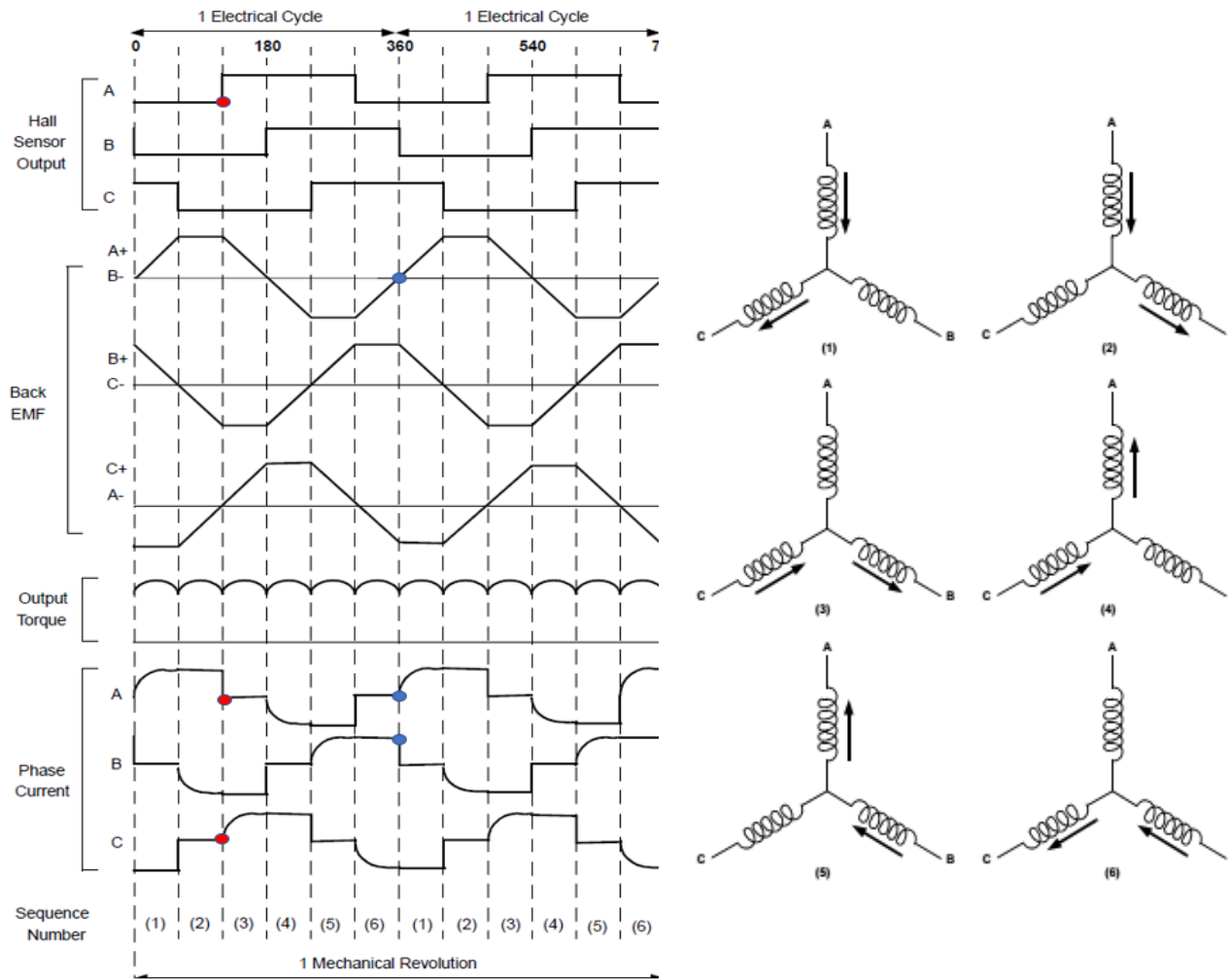
При сваком кораку комутације једна фаза мотора је искључена док су друге две под напоном, односно кроз једну фазу струја улази, а кроз другу излази. Момент се производи интеракцијом два магнетна поља која стварају намотај статора и стални магнет ротора и он ја највећи када су поља под углом од 90° , а опада са њиховим даљим кретањем.

Да би мотор наставио да ради, магнетно поље статора треба да мења положај при чему се ротор обрће, јер његово магнетно поље тежи да сустигне поље статора. Овај начин рада је познат као шестокорачна комутација који ће бити објашњен у наставку.



<https://eucenje.ftn.kg.ac.rs/mod/folder/view.php?id=9105>

На следећој слици приказан је пример сигнала Холовог сензора у односу на повратну ЕМС и фазну струју. Слика испод приказује редослед комутације који се прати у односу на Холове сензоре. Редни бројеви на сликама су усаглашени.



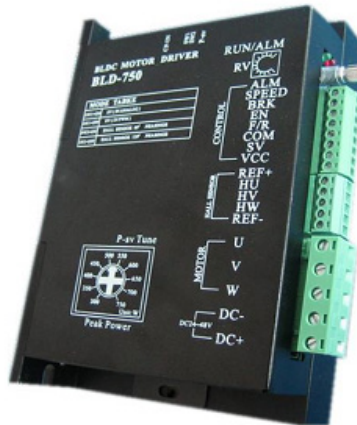
Сваких 60 електричних степени ротације, један од Холових сензора мења сигнал. Када се мења сигнал холовог сензора то значи да је постигнут равнотежни положај ротора са фазом и да ту фазу треба искључити а укључити следећу у жељеном редоследу. Равнотежни положај се постиже када вредност индуковане ЕМС фазе која се прати пролази кроз нулу. На пример, ако сигнал U_{AB} пролази кроз нулу од негативне ка позитивној вредности (емс расте) то значи да се треба укључити фаза А искључити фазу В. И обрнуто уколико сигнал индукован ЕМС полази кроз нулу од позитивне до негативне вредности.

С обзиром на ово, потребно је шест корака да заврши електрични циклус. Синхроно, са сваких 60 електричних степени треба комутовати фазну струју. Међутим, један електрични циклус можда не одговара потпуној механичкој ротацији ротора. Број понављања електричних циклуса да би се завршила механичка ротација је одређен паровима полова ротора. За сваки пар полова ротора, један електрични циклус је завршен. Дакле, број електричних циклуса једнак је броју пари полова ротора.

Опис BLD750 Brushless DC Motor Drive

BLD750 BLDC motor drive је трофазни BLDC управљач, који може да обезбеди максималну излазну снагу од 750 [VA]. Дизајн је заснован на напредној дигиталној обради сигнала и карактерише га висок обртни момент, мала бука, мале вибрације, PID регулацију брзине, PID регулације струје, прекострујна заштита, заштита од преоптерећења и комбиновано коришћење ручног подешавања брзине и аутоматског подешавања брзине.

Изглед Brushless DC Motor Drive:



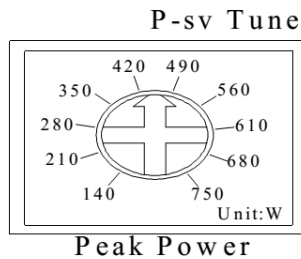
Значење ознака:

Ознака	Значење
DC+/DC-	Прикључни напон: DC24V~DC48V
U,V,W	Прикључци мотора
H _U ,H _V ,H _W	Прикључци сензора
REF+	Напајање холовог сензора+
REF-	Напајање холовог сензора-
VCC	Екстерно напајање потенциометра (унутрашње напајање само)
SV	Спољни потенциометар (нема везе приликом подешавања брзине са унутрашњим потенциометром) или улазном брзином пулса
COM	Маса
F/R	Смер обртања
EN	Се примењује за управљање мотором RUN/STOP
BRK	Брзо кочење
SPEED	Излаз сигнала брзине
ALARM	Излаз алармног сигнала

Електричне спецификације:



Параметар	min	процена	max	Јединица
Распоред холових сензора		120°/240°		
Једносмерно напајање	18	48	50	V
Излазна струја драјва	0	25	45	A
Одговарајућа брзина мотора	0		2000	rpm
Напон холовог сензора	4.5	5	5.5	V
Струја холовог сензора		20		mA
Екстерни потенциометар		10K		Ω

Подешавање максималне излазне снаге:



Напомена: Да бисе заштитили мотор, подесите стрелицу на вредност која је иста као и номинална вредност. Кад год дође до преоптерећења, диск ће укључити заштитни режим рада.

Упутство за подешавање брзине:

- **Подешавање брзине мотора унутрашњим потенциометром RV:**
SW1/ Off (фабричко подешавање)
- **Подешавање брзине мотора аналогним DC(0V~+5V) улазом:**
SW1/ Off (фабричко подешавање) поставити J1 (унутрашњи) као 
RV—Turn Off
- **Подешавање брзине мотора аналогним DC(0V~+10V) улазом:**
SW1/ Off (фабричко подешавање) поставити J1 (унутрашњи) као 
RV—Turn Off
- **Подешавање брзине мотора уносом брзине импулса:**
Брзина импулса: 0K—3KHz линеарне модулације брзине
Амплитуда импулса 5V Однос пулса: 50%
SW1/ On (подешавање корисника) RV—Turn Off
J7 (унутрашњи)/Укључите са краткоспојником на J1 (подешавање корисника)
- **Подешавање брзине промене брзине:**
SW2/ On (подешавање корисника): PID затворена петља—брз одзив брзине
SW2/Off (фабричко подешавање): Затворена петља—нормални одзив брзине

- **Излазни сигнал брзине мотора:**
Повезивање SPEED и COM да би се добио излазни импулс $F=N*P/60$
F—фреквенција излазног импулса
P—број полова BLDC мотора
- **Аларм излаз:**
Када се аларм огласи, то ће прекинути везу са портом COM и бити низак ниво.
Погон престаје да ради и алармна лампица се укључује.
- **Прикључак водећих жица:**
Води рачуна о редоследу U,V,W.

Подешавање параметра мотора помоћу ICAN BLDD-01 (Опционо) :

- **RS232 комуникацијски интерфејс CP-in**
BLDD48-45A BLDC motor drive подржава RS232 комуникацијски протокол за подржавање брзине мотора, итд. Када се изабере ICAN BLDD-01 као контролер, радни процес и инструкције су следећи:
- **ICAN BLDD-01 Подешавање радног процеса мотора:**
Повезати са CP-in (BLDD48-45A)
SW1/ Off (фабричка подешавања) RV—Turn Off

BLDD-01 Подешавање параметара приказано је у табели:

Код функције	Режим	Опсег подешавања	Јединица	Фабричко подешавање	Замена
P000	Контролни режим	00 BLDD-01 контрола 01 Нема контроле		Без панелне контроле	★
P001	Подешавање брзине преко панела	0~Rated speed	RPM		★
P002	Време рада	0.1~9.9	S	0.2	★
P003	Подешавање броја полова	1~99	Број пари полова	4	★
P004	CW CCW	01 CW 00 CCW		01	★
P005					Резервисано
P006					Резервисано

- **BLDD-01 Процес подешавања панела:**
 1. Укључити напајање, притиснути <Set> да би зауставили мотор
 2. Притиснути <▲> или <▼> да би изабрали режим који је потребан (Притиснути <Esc> и мотор ради)
 3. Притиснути <Set>улазак у подешавање параметара (Притиснути <Esc> вратити и мотор ради)
 4. Притиснути <◀>или<▶>да би променили параметар (треперење)
 5. Притиснути<Set>да би задржали, параметар престаје да трепери. Притиснути<Esc> вратити и мотор ради.

Заштитни модел панела:

Када сисем ради, панел pixie сија и показује $\text{Err}\times$

Err0 представља пренапонску или температурну заштиту


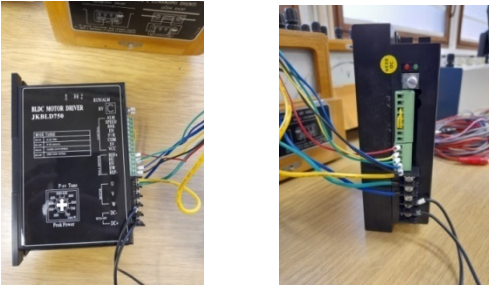

Err1 представља прекострујну заштиту

Err2 представља заштиту од грешке Холовог сензора

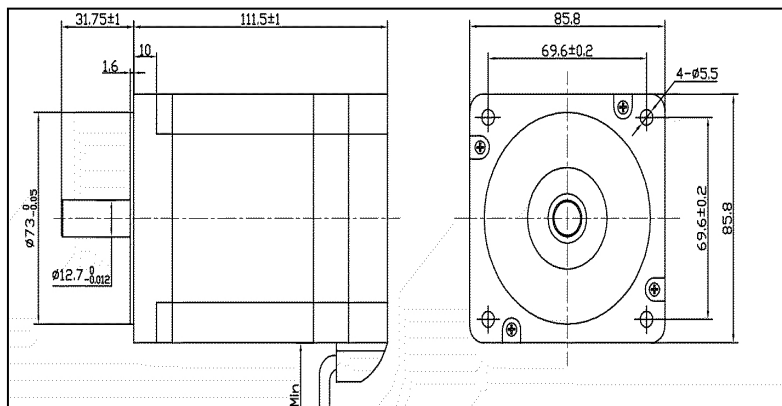
Лабораторијска вежба**Задатак вежбе:**

Повезати дату електричну шему и пустити у рад Brushless DC мотора са брзинском контролом.

Спецификација опреме и прибора за вежбу:

<p><u>Исправљач AC/DC</u></p> <p>Input: 110/220 AC 50-60Hz Output: DC 24V 20A</p>	
<p><u>BLDC управљач JKBLD 750</u></p> <p>Описан у претходном делу лабораторијске вежбе</p>	
<p><u>BLDC мотор</u></p> <p>Број фаза 3 Број полова 8 Напон напајања 48 [V] Брзина обртања 3000 [rpm] Снага 440 [W]</p>	

Попречни пресек BLDC мотора



Табела електричне везе BLDC мотора		
+5V	Црвена	UL 1007 26 AWG
HALL U	Жута	
HALL V	Зелена	
HALL W	Плава	
GND	Земља	
PHASE U	Жута	UL 1007 26 AWG
PHASE V	Зелена	
PHASE W	Плава	

Електрична шема BLDC мотора

