

# ROBOTMAKERS

**User's Manual**  
**MDC20**  
**DC-Stepper Motor Driver**

ROBOTMAKERS CO.  
[WWW.ROBOTMAKERS.IR](http://WWW.ROBOTMAKERS.IR)



## فهرست مطالب

### 1. مقدمه

1-1. درایور MDC20 چیست؟

2-1. نقاط قوت درایور MDC20 کدام است؟

3-1. مشخصات درایور MDC20 به چه صورت می باشد؟

### 2. ارتباط با درایور

1-2. نصب درایورهای مورد نیاز

2-2. ارتباط با درایور از طریق پورت USB یا درگاه UART

1-2-2. ارتباط با درایور از طریق پورت USB

2-2-2. ارتباط با درایور از طریق درگاه UART

### 3. کنترل MDC20 در حالت راه اندازی دو موتور DC

1-3. نحوه روشن کردن درایور

2-3. انجام تنظیمات اولیه

3-3. قرار دادن درایور در حالت کنترل دو موتور دی سی

4-3. جدول دستورت

5-3. تنظیم سرعت موتورها

6-3. تنظیم شتاب موتورها

7-3. دریافت مقادیر انکودرها

#### 4. کنترل MDC20 در حالت راه‌اندازی یک موتور پله‌ای

- 1-4. انجام تنظیمات اولیه
- 2-4. قرار دادن درایور در حالت کنترل یک موتور پله‌ای
- 3-4. جدول دستورات
- 4-4. تنظیم نحوه‌ی راه‌اندازی موتور پله‌ای
- 5-4. راه‌اندازی موتورهای پله‌ای دوقطبی
- 6-4. راه‌اندازی موتورهای پله‌ای تک قطبی

#### 5. نحوه‌ی شبکه‌کده کردن

- 1-5. شبکه‌کده کردن سه یا چند موتور DC
  - 2-5. شبکه‌کده کردن دو یا چند موتور پله‌ای
  - 3-5. شبکه‌کده‌ای از موتورهای DC و پله‌ای
6. خلاصه‌ی نکات مهم در مورد درایور

# 1. مقدمه

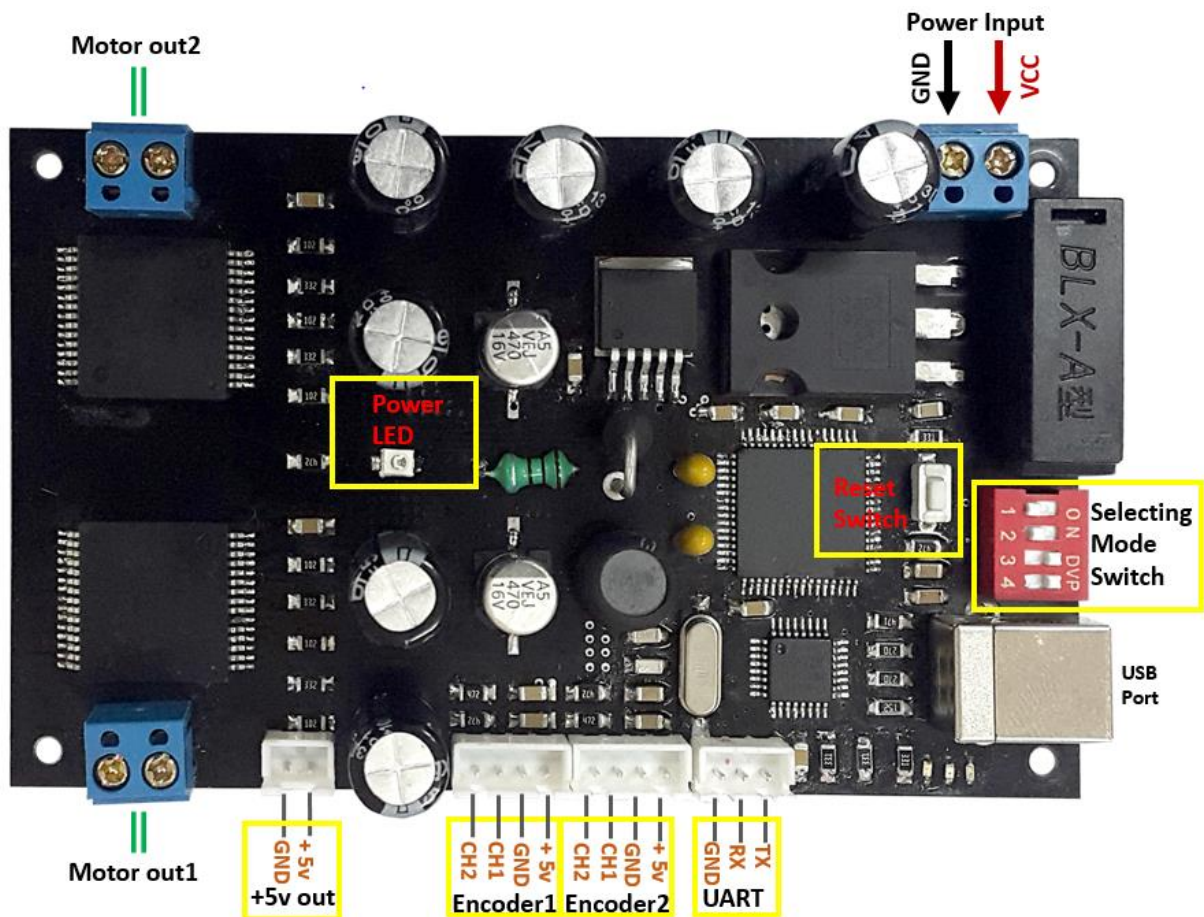
درایور MDC20 چیست؟

نقاط قوت درایور MDC20 کدام است؟

مشخصات درایور MDC20 به چه صورت می باشد؟

## 1-1. درایور MDC20 چیست؟

درایور و کنترل کننده حرکت MDC20 یک درایور با قابلیت کنترل حرکت و درایو دو موتور دی سی یا یک موتور پله ای محصولی پلتفرم، تولیدی شرکت دانش بنیان ربات سازان مستقر در دانشگاه فردوسی مشهد است. این درایور با قابلیت های فراوان پاسخگوی نیاز قشر عظیمی از کاربران می باشد. شکل زیر نمایی از این درایور و امکانات آن را نشان می دهد.



شکل 1: درایور MDC20

همان طور که مشاهده می کنید این درایور دارای ورودی تغذیه، خروجی موتور، ورودی انکودر، پورت USB، درگاه UART، خروجی +5V دکمه ریست و سوئیچ های تنظیم مد کاری می باشد.

## 1-2. نقاط قوت درایور MDC20 کدام است؟

از ویژگی های منحصر به فردی که درایور MDC20 را از سایر محصولات موجود در بازار متمایز می کند می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ❖ درایور MDC20 یک درایور پلتفرم با قابلیت اتصال به نرم افزارهایی همچون MATLAB، VISUAL STUDIO، LABVIEW و... می باشد و می توان با اتصال فقط یک کابل USB آن را راه اندازی و کنترل کرد.
- ❖ درایو دو دسته از مهم ترین موتورهای پرکاربرد به طوری که با در اختیار داشتن این درایور قادر خواهید بود دو موتور DC و یا یک موتور پله ای را هدایت و کنترل کنید.
- ❖ امکان شبکه کردن تعداد 100 درایور و کنترل تمامی آنها فقط با یک کابل USB.
- ❖ پشتیبانی و وجود آموزش های گام به گام در سایت شرکت به نشانی [www.robotmakers.ir](http://www.robotmakers.ir)

### 3-1. مشخصات درایور MDC20 به چه صورت می باشد؟

- درایو و کنترل دو موتور DC یا یک موتور پله‌ای با ولتاژ بین 5.5 تا 36 ولت و با جریان دهی دائمی 15 آمپر و جریان دهی لحظه‌ای 30 آمپر برای هر کانال خروجی (توان نامی 540 وات برای هر کانال خروجی).
- محافظت در برابر جابجا زدن تغذیه مورد (Reverse Voltage Protection)، اتصال کوتاه در خروجی موتورها، جریان کشی بیش از 15 آمپر با قرار دادن فیوز، دمای بیش از حد، قطع ناگهانی VCC و یا زمین.
- قابلیت اتصال مستقیم به کامپیوتر با استفاده از پورت USB.
- ارسال و دریافت فرمان‌ها با سرعت 300 تا 57600 بیت در ثانیه.
- قابلیت شبکه شدن 100 عدد مورد به صورت همزمان و کنترل تمامی آن‌ها فقط با یک کابل USB.
- توان مصرفی فوق العاده پایین در حالت استراحت (Standby).
- دارای دو ورودی 32 بیتی شمارنده‌ی انکودر (Encoder Input) در دو مد کاری ساده و پیشرفته (quadrature).
- دارای پروتکل‌های USB و UART برای ارتباط با دیگر اجزای سیستم و کامپیوتر.
- قابلیت تنظیم شتاب موتورها برای جلوگیری از سرعت گرفتن سریع و امکان توقف نرم.
- قابلیت پیاده سازی الگوریتم‌های کنترل موتور (موقعیت، سرعت و شتاب) در نرم افزار هدف.
- محافظت موتورها در مقابل تغییر ناگهانی جهت موتورها و افزایش طول عمر آنها.
- دارای کدهای راه اندازی نمونه به زبان‌های برنامه نویسی مختلف از جمله زبان برنامه نویسی C# و ++C و همچنین نرافزار MATLAB در سایت شرکت.
- دارای یک خروجی 5 ولت یک آمپر برای راه‌اندازی مدارات متصل به درایور و همچنین تغذیه فن در صورت نیاز.

## 2. ارتباط با درایور

نصب نرم افزارهای مورد نیاز

ارتباط با درایور از طریق پورت USB یا درگاه UART



## 1-2. نصب نرم افزارهای مورد نیاز

برای ارتباط با درایور MDC20 باید درایور FTDI را بر روی سیستم خود نصب کنید پس از نصب درایورهای مورد نیاز در صورت اتصال درایور از طریق پورت USB به کامپیوتر درایور شناسایی شده و سپس تنظیمات درگاه شناخته شده از جمله نرخ ارسال اطلاعات را در کامپیوتر منطبق با درایور انجام دهید. (برای دریافت راهنمای نصب درایور FTDI و کسب اطلاعات راجع به تنظیمات پورت USB در ویندوز به بخش مقالات آموزشی در سایت شرکت به [این نشانی](#) مراجعه کنید).

## 2-2. ارتباط با درایور از طریق پورت USB یا درگاه UART

### 1-2-2. ارتباط با درایور از طریق پورت USB

از این نوع ارتباط زمانی استفاده می شود که قصد دارید درایور را به وسیله کامپیوتر کنترل و هدایت کنید.

### 2-2-2. ارتباط با درایور از طریق درگاه UART

چنانچه بخواهید از طریق یک برد کنترلی این درایور را کنترل کنید یا چندین درایور را با یکدیگر شبکه کنید از طریق درگاه UART می توانید این کار را انجام دهید.

## 3. کنترل MDC20 در حالت درایو دو موتور DC

نحوه‌ی روشن کردن درایور

انجام تنظیمات اولیه

قرار دادن درایور در حالت کنترل دو موتور دی سی

جدول دستورت

تنظیم سرعت موتورها

تنظیم شتاب موتورها

دریافت مقادیر انکودرها

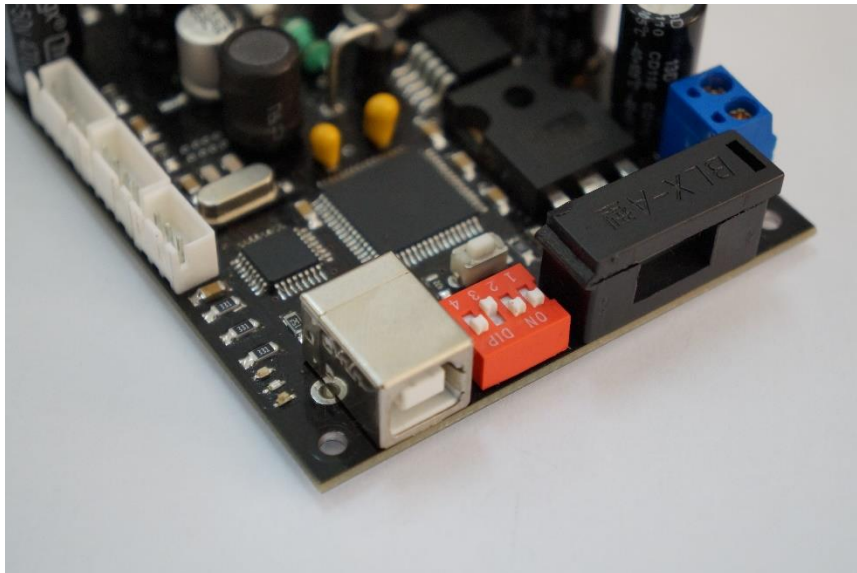
### 3-1. نحوه‌ی روشن کردن درایور

درایور MDC20 را می‌توانید با ولتاژی از 5.5 تا 36 ولت راه اندازی کنید. مطابق شکل 1 از طریق درگاه ورودی توان می‌توانید درایور را تغذیه کنید. سپس در صورتی که تغذیه مورد نیاز را درست متصل کرده باشید چراغ Power's LED که مطابق شکل 1 در قسمت میانی برد قرار دارد روشن خواهد شد.

توجه. در صورتی که تغذیه‌ی برد را جابجا وصل کنید (VCC و GND را جابجا متصل کنید)، درایور MDC20 مجهز به مدار محافظت در برابر جابجا زدن ولتاژ ورودی بوده و از صدمه دیدن برد جلوگیری می‌کند.

### 3-2. انجام تنظیمات اولیه

برای کنترل MDC20 در حالت درایو موتور DC باید ابتدا تنظیمات اولیه را انجام دهید برای این منظور تغذیه درایور را وصل کرده و کابل USB را متصل نمایید. سوئیچ‌های 1 و 2 به هنگام شبکه کردن چند برد با یکدیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند و در حالتی که می‌خواهید تنها یک برد را از طریق پورت USB کنترل کنید باید همواره در حالت ON قرار داشته باشند. مطابق شکل زیر سوئیچ‌های 1، 2 و 4 را در حالت ON و سوئیچ 3 را در حالت OFF قرار دهید.



شکل 2: حالت سوئیچ‌ها برای ورود به مد تنظیمات

جدول زیر چهار مد عملیاتی درایور MDC20 را نشان می‌دهد.

DIP Switch3	DIP Switch4	Operating Mode
ON	ON	DC Mode
ON	OFF	Stepper Mode
OFF	ON	Setting Mode
OFF	OFF	Factory Reset Mode

جدول 1: مدهای عملیاتی درایور MDC20

بعد از قرار دادن درایور در حالت مد انجام تنظیمات (Setting Mode) دکمه ریست که دقیقاً در پشت سوئیچ‌ها قرار دارد را به مدت یک ثانیه فشار دهید. بعد از ریست کردن بورد، درایور وارد مد تنظیمات می‌شود. قالب دستورات ارسالی برای درایور در این حالت به صورت زیر می‌باشد.

Board Address	Baud Rate	Encoder Mode
---------------	-----------	--------------

از آنجایی که نحوه‌ی ارتباط با درایور MDC20 از طریق پروتکل‌های ارتباطی USB و UART می‌باشد بنابراین در این نوع از پروتکل‌ها اطلاعات به صورت سریال در بسته‌های 8 بیتی منتقل می‌شوند (در ارتباط سریال علاوه بر داده‌ها معمولاً یک یا دو بیت توقف (Stop Bit) و یک بیت Parity به همراه داده‌ها منتقل می‌گردند). بنابراین در قالب دستورات فوق هر یک از رشته‌ها باید اعدادی در مبنای 16 (هگزادسیمال) که حداکثر 8 بیت را اشغال می‌کنند، باشند.

به عنوان مثال عدد 50 در مبنای 16 به صورت 0X32 نمایش داده می‌شود که فرم باینری آن به صورت زیر می‌باشد:

0	0	1	1	0	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

حال به توضیح قالب دستورات فوق می‌پردازیم. از آنجا که هر بورد MDC20 می‌تواند یک آدرس از 0 تا 99 داشته باشد باید آدرس بورد (Board Address) مورد نظر خود را قبل از کار با آن تنظیم کنید.

توجه. آدرس بورد پیش فرض کارخانه 0X00 می‌باشد.

در درایور MD20 نرخ ارسال اطلاعات (Baud Rate) می تواند از 300 تا 57600 بیت در ثانیه تنظیم گردد. برای این منظور متناظر با نرخ ارسال اطلاعات مورد نظر رشته مربوطه طبق جدول زیر باید بعد از آدرس بورد ارسال گردد.

0X04	0X03	0X02	0X01	0X00	رشته ارسالی (هگزا دسیمال)
4800	2400	1200	600	300	نرخ ارسال اطلاعات (bps)

0X0A	0X09	0X08	0X07	0X06	0X05
57600	56000	38400	19200	14400	9600

جدول 2: نرخ ارسال اطلاعات در درایور MDC20

**توجه. نرخ ارسال اطلاعات پیش فرض کارخانه 9600 می باشد. همچنین در صورتی که رشته ارسالی یکی از 11 حالت فوق را شامل نشود نرخ ارسال اطلاعات همان 9600 تنظیم می گردد.**

آخرین رشته ارسالی مربوط به تنظیمات مد کاری موتور DC، مد انکودر (Encoder Mode) می باشد در صورت ارسال 0X00 مد انکودر در حالت شمارش ساده (معمولی) قرار می گیرد، این مد زمانی کاربرد دارد که شما انکودری در اختیار دارید که تنها یک پالس خروجی دارد و این گونه از انکودرها را می-توانید به راحتی خودتان بسازید (به بخش مقالات آموزشی در سایت شرکت به [این](#) نشانی مراجعه کنید). این مد عملیاتی در مواردی خاص بسته به کاربرد کارایی نداشته که برای حل این مشکل باید از انکودری استفاده نمایید که دو پالس خروجی با اختلاف فاز 90 درجه تولید نماید (quadrature encoder). در صورت استفاده از این گونه از انکودرها باید مد انکودر را 0X01 تنظیم نمایید.

**توجه. مد عملیاتی انکودر پیش فرض کارخانه 0X00 می باشد.**

به عنوان مثال فرض کنید می خواهید آدرس بورد را 20، نرخ ارسال اطلاعات را 38400 و مد انکودر را در حالت 0X01 قرار دهید. بنابراین باید رشته زیر را ارسال نمایید:

0X14 0X08 0X01

رشته فوق باید از چپ به راست ارسال گردد. توجه کنید که 0X14 در واقع همان معادل مبنای 16 عدد 20 می باشد. دقت شود که عبارت 0X... در ابتدای هر رشته بیان کننده عدد در مبنای 16 بوده که تنها یک نماد می باشد و نباید ارسال گردد.

توجه. آدرس مورد، نرخ ارسال اطلاعات و مد انکودر بعد از تنظیم آن‌ها در حافظه‌ی EEPROM درایور قرار می‌گیرند، بدین معنا که با قطع تغذیه‌ی مورد MDC20 دیگر به مقادیر پیش فرض کارخانه برنمی‌گردند.

توجه. در صورتی که مطابق جدول 1 سوئیچ‌های 3 و 4 را در حالت OFF قرار داده و دکمه ریست را به مدت یک ثانیه فشار دهید آدرس مورد، نرخ ارسال اطلاعات و مد انکودر به ترتیب به مقادیر 0، 5 و 0 که همان تنظیمات پیش فرض کارخانه می‌باشند، برگردانده می‌شوند.

### 3-3. قرار دادن درایور در حالت کنترل دو موتور دی سی

بعد از انجام تنظیمات اولیه مطابق جدول 1 سوئیچ‌های 3 و 4 را در حالت ON قرار داده و دکمه ریست را به مدت یک ثانیه فشار دهید تا وارد مد کنترل موتور DC شوید.

توجه. به طور کلی پس از هر بار تغییر مد عملیاتی برای ورود به آن مد باید دکمه ریست را به مدت یک ثانیه فشار دهید.

### 3-4. جدول دستورات

آدرس دستور (Instruction)	نام دستور	تعداد بایت ارسالی	تعداد بایت دریافتی	توضیحات
0X64	تنظیم سرعت موتور یک	3	-----	دستور تنظیم سرعت موتور یک در جهت ساعت گرد
0X65	تنظیم سرعت موتور دو	3	-----	دستور تنظیم سرعت موتور دو در جهت ساعت گرد
0X66	تنظیم سرعت موتور یک	3	-----	دستور تنظیم سرعت موتور یک در جهت پاد ساعت گرد
0X67	تنظیم سرعت موتور دو	3	-----	دستور تنظیم سرعت موتور دو در جهت پاد ساعت گرد
0X68	تنظیم شتاب موتورها	2	-----	-----
0X69	دریافت مقدار انکودر کانال 1 موتور یک	2	4	در حالتی که مد انکودر 0X00 باشد استفاده می‌گردد

0X6A	دریافت مقدار انکودر کانال 2 موتور یک	2	4	در حالتی که مد انکودر 0X00 باشد استفاده می گردد
0X6B	دریافت مقدار انکودر کانال 1 موتور دو			در حالتی که مد انکودر 0X00 باشد استفاده می گردد
0X6C	دریافت مقدار انکودر کانال 2 موتور دو	2	4	در حالتی که مد انکودر 0X00 باشد استفاده می گردد
0X6D	دریافت مقدار انکودر موتور یک در مد quadrature	2	4	در حالتی که مد انکودر 0X01 باشد استفاده می گردد
0X6E	دریافت مقدار انکودر موتور دو در مد quadrature	2	4	در حالتی که مد انکودر 0X01 باشد استفاده می گردد
0X6F	دریافت سرعت موتور اول	2	1	دریافت سرعت موتور اول
0X70	دریافت سرعت موتور دوم	2	1	دریافت سرعت موتور دوم
0X71	دریافت شتاب موتورها	2	1	دریافت شتاب موتورها
0X72	ریست کردن مقدار انکودرها	2	-----	به مقدار صفر بر می گردند
0X73	دریافت آدرس بورد	2	1	مقدار ID درایور ارسال می- گردد
0X74	دریافت مدل بورد	2	-	دریافت مدل بورد (MDC20)
0X75	دریافت مد انکودر	2	1	مقادیر 0 یا 1 از سوی بورد ارسال می گردند
0X76	دریافت baud rate	2	1	نرخ ارسال اطلاعات از سوی بورد ارسال می گردد.
0X77	دریافت نسخه نرم افزار بورد	2	-	دریافت نسخه نرم افزار بورد
0X78	دریافت تمامی اطلاعات بورد	2	-	دریافت تمامی اطلاعات بورد

جدول 3: جدول دستورات در حالت درایور دو یا یک موتور DC

در جدول فوق مقادیر ستون اول (آدرس دستور) هگزادسیمال (مبنای 16) می باشند. دلیل استفاده از مبنای 16 به ماهیت ارسال اطلاعات به صورت سریال برمی گردد (برای کسب اطلاعات بیشتر راجع به پروتکل سریال به بخش مقالات آموزشی در سایت شرکت به این نشانی مراجعه کنید).

### 3-5. تنظیم سرعت موتورها

قالب دستورات برای تنظیم سرعت موتورها به صورت زیر می باشد.

BOARD ADDRESS	INSTRUCTION	MOTOR'S SPEED
---------------	-------------	---------------

از آنجایی که هر بورد MDC20 می تواند یک آدرس از 0 تا 99 داشته باشد، اولین قدم برای شروع ارتباط با درایور ارسال آدرس بورد (Board Address) برای آن در ابتدای هر دستور عملیاتی می باشد. در واقع با ارسال آدرس بورد در ابتدای دستورات در صورت شبکه بودن درایورها، آن درایوری به دستورات عمل خواهد کرد که آدرسش با آدرس ارسالی یکسان باشد.

برای تعیین جهت هر یک از موتورها مطابق جدول 3 دو عدد به نام آدرس دستور (INSTRUCTION) وجود دارد به طوری که اعداد 0X64 و 0X66 برای تعیین جهت موتور یک به ترتیب در جهت ساعت گرد و پادساعت گرد و اعداد 0X65 و 0X67 برای تعیین جهت موتور دو به ترتیب در جهت ساعت گرد و پاد ساعت گرد می باشند.

بعد از ارسال آدرس بورد (Board Address) و آدرس دستور (INSTRUCTION) درایور مورد نظر منتظر دریافت سرعت موتور می ماند. سرعت هر یک از موتورها در درایور MDC20 یک سرعت نسبی است که می تواند یک عدد از 0 تا 255 باشد (0X00 تا 0XFF). عدد 0 متناظر با سرعت صفر و عدد 255 متناظر با ماکزیمم سرعت موتور در جهت مورد نظر می باشد.

به عنوان مثال فرض کنید که می خواهید که موتور یک بوردی با آدرس 10 با حداکثر سرعت در جهت ساعت گرد شروع به حرکت کند، رشته ای که باید ارسال کنید مطابق زیر می باشد.

**0X0A 0X64 0XFF**

با ارسال رشته ی فوق از چپ به راست برای درایور یا شبکه ای از درایورهای MDC20 موتور یک بوردی که آدرس آن 10 می باشد با سرعت 255 شروع به حرکت می کند (برای مشاهده نمونه کدهای راه اندازی به زبان های C# و MATLAB به بخش مقالات آموزشی در سایت شرکت به این نشانی مراجعه نمایید).



### 3-6. تنظیم شتاب موتورها

شتات موتورها پارامتری از لختی موتورها می باشد. در تنظیم شتاب دیگر نیازی به تنظیم شتاب جداگانه‌ی هر یک از موتورها نیست و شتاب هر دو موتور در یک بورد MDC20 به طور همزمان مساوی تنظیم می شود. شتاب دار بودن حرکت موتورها باعث افزایش طول عمر محسوس موتورها و درایور می شود چرا که از تغییر ناگهانی جریان در موتورها جلوگیری کرده و در دراز مدت باعث افزایش طول عمر موتورها می شود.

هم چنین شتاب دار بودن حرکت موتورها علاوه بر افزایش طول عمر موتورها و درایور در مواردی می تواند مفید واقع شود. به عنوان مثال در برخی از کاربردها می خواهیم موتور از سرعت صفر کم کم شروع به حرکت کرده و تدریجا به حداکثر سرعت خود برسد (Soft Start) و یا برعکس می خواهیم موتور کم کم و تدریجا متوقف شود (Soft Stop). این پارامتر عددی بین 0 تا 255 بوده که برای هر دو موتور DC به یک میزان تنظیم می گردد، به طوری که به ازای عدد 0 موتور دارای کمترین شتاب ممکن (بیشترین میزان لختی) و به ازای عدد 255 موتور دارای بیشترین شتاب (کمترین میزان لختی) می باشد. میزان شتاب پیش فرض درایور 255 بوده که به معنی کمترین لختی می باشد. به عبارتی در این حالت موتور در کمترین زمان ممکن سرعت می گیرد و هر چقدر میزان این عدد را کاهش دهیم (شتاب را کمتر کنیم) حرکت موتور نرم تر شده و دیرتر سرعت می گیرد.

Board Address	0X68(Instruction)	Acceleration
---------------	-------------------	--------------

به عنوان مثال فرض کنید قصد داریم موتور یک درایوری با آدرس 16 در جهت ساعت گرد با سرعت 40 و موتور دو همان درایور در جهت پاد ساعت گرد با حداکثر سرعت و شتاب 3 شروع به حرکت کنند. برای این منظور باید رشته زیر را ارسال کنیم.

**0X10 0X68 0X03 0X10 0X64 0X28 0X10 0X66 0XFF**

در رشته‌ی فوق سه بایت اول (0X10 0X68 0X03) مربوط به تنظیم شتاب موتورها به میزان سه می‌باشند. هم چنین سه بایت دوم و سوم به ترتیب برای تنظیم سرعت موتور اول در جهت ساعت گرد به میزان 40(0X28) و سرعت موتور دوم در جهت پاد ساعت گرد به میزان 255(0XFF) می‌باشند. توجه. شتاب پیش فرض بورد 0XFF می‌باشد(حداکثر شتاب یا کمترین لختی).

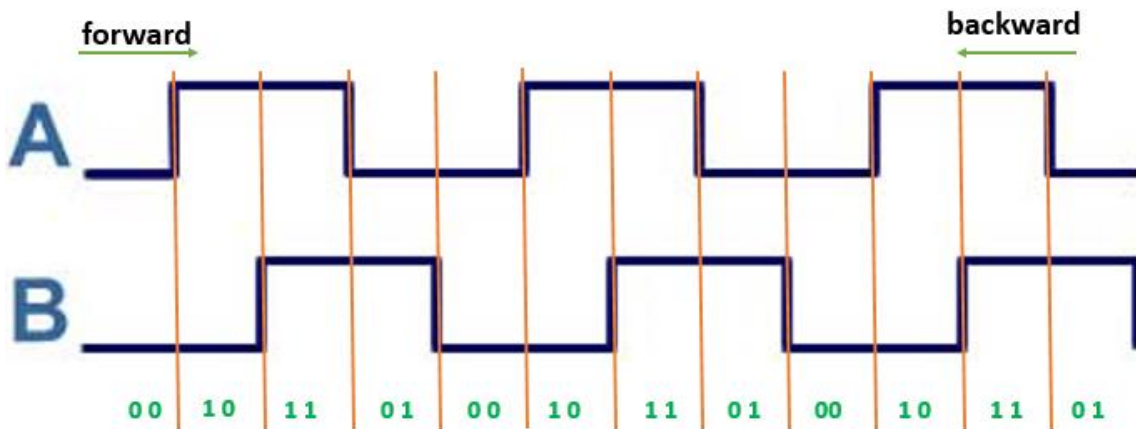
### 3-7. دریافت مقادیر انکودرها

با مراجعه به جدول دستورات در حالت کنترل موتور DC (جدول 3) مشاهده می‌کنید که با ارسال آدرس‌های 0X69 تا 0X6E می‌توانید مقادیر مربوط به انکودرها را دریافت نمایید به طوری که آدرس-های 0X69 تا 0X6C برای دریافت میزان پالس‌های انکودر در مد معمولی و آدرس‌های 0X6D و 0X6E برای دریافت میزان پالس‌های انکودر در مد Quadrature می‌باشند.

شمارش پالس‌ها در درایور MDC20 در صورتی که مد انکودر در حالت Quadrature قرار گیرد(0X01) با دقت یک برابر انجام می‌شود. به عنوان مثال در صورتی که انکودری در اختیار دارید که دقت نامی آن 500 پالس می‌باشد، درایور MDC20 به ازای چرخش یک دور شقف موتوری که انکودر به آن متصل است مقدار 500 را برمی‌گرداند.

در درایور MDC20 برای هر انکودر حافظه‌ای 32 بیتی در نظر گرفته شده است که می‌تواند در دو جهت متفاوت به شمارش پالس‌های انکودر پردازد این عدد می‌تواند بین 2147483648 تا -2147483648 باشد. در واقع بری چرخش در جهت ساعت گرد این عدد افزایشی(Incremental) و برای چرخش در جهت پاد ساعت گرد این عدد کاهشی(Decremental) می‌باشد.

توضیح اینکه در صورتی که موتور در جهت ساعت گرد بچرخد مقدار انکودر به ازای هر پالس یک واحد افزایش و درصورتی که موتور در جهت پاد ساعت گرد بچرخد مقدار انکودر به ازای هر پالس یک واحد کاهش می‌یابد. شکل موج خروجی کانال‌های یک انکودر Quadrature به صورت زیر می‌باشد.



شکل 3: شکل موج خروجی کانال‌های یک انکودر Quadrature

در صورتی که مد انکودر 0X01 تنظیم گردد، شکل موج پالس‌هایی که به MDC20 اعمال خواهند شد به صورت شکل بالا می‌باشد که در آن کانال‌های A و B به میزان 90 درجه با یکدیگر اختلاف فاز دارند و از روی همین اختلاف فاز درایور جهت را تشخیص داده و اقدام به شمارش افزایشی یا کاهش می‌نماید (برای کسب اطلاعات بیشتر راجع به انکودر Quadrature به بخش مقالات آموزشی در سایت شرکت به این [نشانی](#) مراجعه نمایید).

قالب دستورات برای دریافت مقادیر انکودرها به صورت زیر می‌باشد.

Board Address	Instruction
---------------	-------------

مطابق جدول 3 آدرس دستور (Instruction) برای خواندن مقدار انکودر هر یک از موتورها در دو مد کاری معمولی و quadrature از 0X69 تا 0X6E می‌باشد.

برای مثال اگر مد انکودر خود را در حالت 0X01 (مد Quadrature) تنظیم کرده‌اید با ارسال رشته زیر می‌توانید مقدار انکودر موتور یک بردی با آدرس 3 را در حالت شمارش Quadrature دریافت نمایید.

#### 0X03 0X6D

در سایر دستورات خواندنی در جدول دستورات 3 از قبیل خواندن سرعت، شتاب، مدل برد و... روال کار دقیقاً مشابه می‌باشد. در واقع سه مرحله‌ی پشت سر هم از قبیل:

1- ارسال آدرس مورد

2- ارسال آدرس دستور

3- خواندن جواب ارسالی از درایور

باید در تمامی دستورات خواندنی انجام پذیرند.

## 4. کنترل MDC20 در حالت درایو یک موتور پله‌ای

## انجام تنظیمات اولیه

### قرار دادن درایور در حالت درایو یک موتور پله‌ای

#### جدول دستورات

تنظیم نحوه‌ی راه‌اندازی موتور پله‌ای

راه‌اندازی موتورهای پله‌ای دوقطبی

راه‌اندازی موتورهای پله‌ای تک‌قطبی

#### 4-1. انجام تنظیمات اولیه

برای انجام تنظیمات مربوط به مد کاری موتور پله‌ای مشابه قسمت تنظیمات در مد کاری موتور DC عمل کنید با این تفاوت که چون کنترل موتورهای پله‌ای به صورت حلقه باز انجام می‌شود دیگر نیازی به استفاده از انکودر در آن‌ها نمی‌باشد و رشته‌ی مربوط به مد انکودر را می‌توانید هر یک از مقادیر 0X00 و یا 0X01 تنظیم کنید. رشته‌های مربوط به آدرس برد و نرخ ارسال اطلاعات نیز مشابه مد کاری موتور DC می‌باشند.

#### 4-2. قرار دادن درایور در حالت درایو یک موتور پله‌ای

مطابق جدول 1 برای ورود به مد کاری موتور پله‌ای سوئیچ‌های 1، 2 و 3 را در حالت ON و سوئیچ 4 را در حالت OFF قرار دهید. سپس دکمه ریست را به مدت یک ثانیه فشار دهید تا وارد مد کاری موتور پله‌ای شوید.

موتورهای پله‌ای برخلاف موتورهای دی‌سی که دو رشته سیم از آن‌ها خارج می‌شود شامل 4، 5، 6 و یا 8 رشته سیم خروجی می‌باشند که دلیل آن به ساختار موتورهای پله‌ای برمی‌گردد (برای کسب اطلاعات راجع به ساختار موتورهای پله‌ای به بخش مقالات آموزشی در سایت شرکت به [این](#) نشانی

مراجعه کنید). به طور خلاصه موتورهای پله‌ای به دو دسته‌ی مهم تک قطبی و دوقطبی تقسیم می‌شوند که نحوه‌ی راه اندازی در هر کدام متفاوت است.

### 3-4. جدول دستورات

آدرس دستور (Instruction)	نام دستور	تعداد بایت ارسالی	تعداد بایت دریافتی	توضیحات
0XC9	چرخش در جهت ساعت گرد	3	_	چرخش در جهت ساعت گرد
0XCA	چرخش در جهت پاد ساعت گرد	3	_	چرخش در جهت پاد ساعت گرد
0XCB	تنظیم نحوه‌ی راه‌اندازی موتور پله‌ای	3	_	راه‌اندازی دوقطبی، موجی، کامل و یا نیم پله
0XCC	تنظیم سرعت چرخش موتور پله‌ای	3	_	فاصله زمانی بین هر دو پله‌ی متوالی بر حسب میکروثانیه
0XCD	دریافت آدرس بورد	2	1	دریافت آدرس بورد
0XCE	تنظیم آدرس بورد	3	_	تنظیم آدرس بورد
0XCF	دریافت مدل بورد	2	_	دریافت مدل بورد
0XD0	دریافت نحوه‌ی راه‌اندازی موتور پله‌ای	2	_	Bipolar drive, wave, full of half drive
0XD1	دریافت سرعت موتور پله‌ای	2	1	دریافت فاصله زمانی بین هر دو پله متوالی بر حسب میکروثانیه
0XD2	دریافت نسخه نرم افزار بورد	2	_	دریافت نسخه نرم افزار بورد
0XD3	دریافت تمامی اطلاعات بورد	2	_	دریافت تمامی اطلاعات بورد

جدول 4: جدول دستورات در حالت مد عملیاتی موتور پله‌ای

### 4-4. تنظیم نحوه‌ی راه‌اندازی موتور پله‌ای

همان طور که می‌دانیم موتورهای پله‌ای به دو دسته تک قطبی و دو قطبی تقسیم می‌شوند که نحوه‌ی راه‌اندازی در هر کدام متفاوت است. هم‌چنین راه‌اندازی موتورهای تک قطبی نیز شامل سه روش راه

اندازی موجی، راه اندازی کامل و راه اندازی نیم پله می‌باشد. بنابراین اولین قدم در راه اندازی موتور پله‌ای تنظیم نحوه‌ی راه اندازی آن می‌باشد.

قالب دستورات برای تنظیم نحوه‌ی راه اندازی موتور پله‌ای به صورت زیر می‌باشد:

Board Address	0XCB(Instruction)	Mode of Drive
---------------	-------------------	---------------

در قالب فوق رشته‌ی **Mode of Drive** به صورت جدول زیر روش راه اندازی موتور پله‌ای را مشخص می‌کند:

0X01	0X02	0X03	0X04
Bipolar Drive	Wave Drive	Full Step Drive	Half Step Drive

جدول 5: جدول تنظیم نحوه‌ی راه اندازی موتور پله‌ای

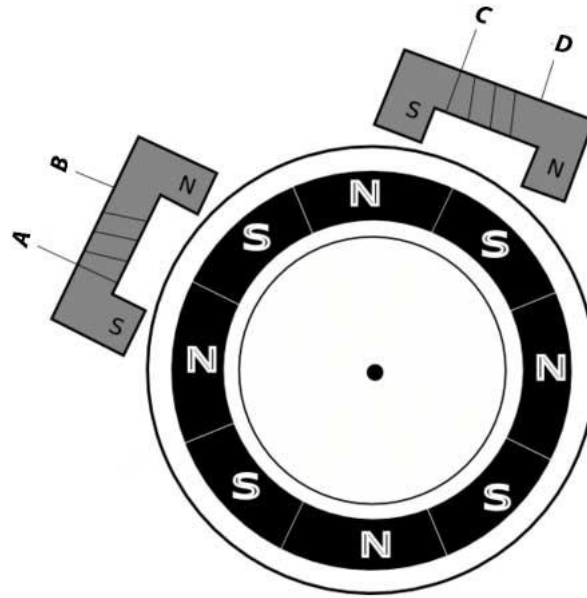
به عنوان مثال برای تنظیم نحوه‌ی راه اندازی موتور پله‌ای با آدرس 99 به صورت دوقطبی باید رشته زیر را ارسال نمایید:

**0X63 0XCB 0X01**

**نکته. در درایور نحوه‌ی راه اندازی پیش فرض موتور پله‌ای، راه اندازی دوقطبی می‌باشد.**

#### 4-5. راه اندازی موتورهای پله‌ای دوقطبی

در استاتور موتورهای پله‌ای دوقطبی دو سیم پیچ مجزا وجود دارد که انتهای هر یک از آن‌ها به صورت دو رشته سیم از آن بیرون آمده است. راه اندازی این گونه از موتورها کمی دشوارتر از موتورهای پله‌ای تک قطبی است چرا که در موتورهای پله‌ای دوقطبی مجبوریم جهت جریان عبوری از سیم‌پیچ‌ها را تغییر دهیم. توجه کنید که هر یک از موتورهای پله‌ای 5، 6 و 8 سیمه را می‌توان با آرایش دوقطبی راه اندازی کرد. فرض کنید سیم‌پیچ‌های یک موتور پله‌ای دوقطبی را به صورت زیر در نظر بگیریم:



شکل 4: ساختار موتور پله‌ای دوقطبی

برای راه‌اندازی موتور پله‌ای دوقطبی مطابق جدول 5 باید ابتدا نحوه‌ی راه‌اندازی را به صورت دوقطبی تنظیم کنید. سپس سرهای A و B را به خروجی موتوریک و سرهای C و D را به خروجی موتور دو متصل کنید.

پس از تنظیم نحوه‌ی راه‌اندازی موتور پله‌ای باید سرعت چرخش موتور پله‌ای را مشخص کنید. برای این کار مطابق جدول 4 قالب دستورات برای تنظیم سرعت موتور پله‌ای به صورت زیر می‌باشد:

Board Address	0XCC(Instruction)	Stepper's Speed
---------------	-------------------	-----------------

در قالب فوق بایت **Stepper's Speed** که سرعت چرخش موتور پله‌ای را مشخص می‌کند می‌تواند از صفر (0x00) تا (0xFF) تنظیم گردد، به طوری که 0xFF متناظر با ماکزیمم سرعت موتور پله‌ای و 0x00 متناظر با مینیمم سرعت می‌باشد. به عنوان مثال برای تنظیم سرعت موتور پله‌ای با آدرس 50 به میزان 252 باید رشته زیر را ارسال نمایید:

0X32 0XCC 0XFC



از آنجایی که در موتورهای پله‌ای با افزایش سرعت از یک میزان مشخصی گشتاور موتور صفر شده و پدیده‌ی رزونانس رخ می‌دهد، بنابراین در اکثر موتورهای پله‌ای سرعت‌های 255 و 254 منجر به این پدیده می‌شود که باید در این موتورها سرعت را به مقدار پایین تری کاهش داد.

**نکته. سرعت موتور پله‌ای در تنظیمات پیش فرض کارخانه 252 می‌باشد.**

پس از تنظیم سرعت می‌توانید با استفاده از قالب زیر دستورات حرکتی را برای موتور پله‌ای مورد نظر ارسال کنید:

Board Address	0XC9/0XCA(Instruction)	Stepper's Step
---------------	------------------------	----------------

در قالب دستورات فوق 0XC9 برای چرخش در جهت ساعت گرد و 0XCA برای چرخش در جهت پاد ساعت گرد می‌باشد. هم‌چنین بایت Stepper's Step تعداد پله را مشخص می‌کند که می‌تواند از صفر تا 255 پله تنظیم گردد.

به عنوان مثال چنانچه قصد دارید موتور پله‌ای با آدرس 50 به صورت دوقطبی با سرعت 252 در جهت ساعت گرد 200 پله حرکت کند باید رشته زیر را ارسال کنید:

**0X32 0XCB 0X01 0X32 0XCC 0X252 0X32 0XC9 0XC8**

رشته‌ی فوق باید به ترتیب از سمت چپ ارسال گردد. توضیح اینکه سه بایت اول نحوه‌ی راه‌اندازی موتور پله‌ای با آدرس 50 را در حالت دوقطبی تنظیم می‌کند، هم‌چنین سه بایت دوم سرعت موتور پله‌ای را 252 قرار می‌دهد و در نهایت سه بایت سوم باعث چرخش موتور پله‌ای به میزان 200 پله در جهت ساعت گرد می‌گردد.

#### 4-6. راه‌اندازی موتورهای پله‌ای تک‌قطبی

موتورهای پله‌ای تک‌قطبی را می‌توان به سه روش زیر راه‌اندازی کرد:

1- راه‌اندازی موجی (Wave Drive)

2- راه‌اندازی کامل (Full Drive)

3- راه‌اندازی نیم پله (Half Drive)

برای راه‌اندازی موتورهای پله‌ای تک قطبی به لحاظ نرم‌افزاری تنها کفایت مطابق جدول 5 نحوه‌ی راه‌اندازی موتور پله‌ای را یکی از سه روش فوق تنظیم کنیم.

ولی نحوه‌ی اتصال موتور پله‌ای تک قطبی به درایور به سادگی موتور پله‌ای دوقطبی نبوده و باید از نحوه‌ی اتصالات سیم پیچ‌های موتور پله‌ای مطلع باشیم که برای کسب اطلاعات راجع به نحوه‌ی اتصالات در سیم‌پیچ‌های موتور پله‌ای به بخش مقالات آموزشی در سایت شرکت به [این](#) نشانی مراجعه نمایید. سایر مراحل از قبیل تنظیم سرعت و دستورات حرکتی مشابه راه‌اندازی موتورهای پله‌ای دو قطبی می‌باشد.

## 5. نحوه شبکه کردن

شبکه کردن سه یا چند موتور DC

شبکه کردن دو یا چند موتور پله‌ای

شبکه‌ای از موتورهای DC و پله‌ای

### 5-1. شبکه کردن سه یا چند موتور DC

چنانچه بخواهید بیش از دو موتور DC را تنها از طریق یک درگاه USB یا UART کنترل و هدایت کنید باید از درایورهای MDC20 به صورت شبکه استفاده کنید.

برای این منظور ابتدا باید تنظیمات درایورهای MDC20 را به طور جداگانه مشابه قسمت انجام تنظیمات در مد کاری موتور دی سی (قسمت 3-2) انجام دهید. دقت کنید که در این مرحله باید به هر یک از بوردهای MDC20 آدرسی متفاوت اختصاص دهید (در صورت مشابه بودن آدرس‌ها عملکرد مطلوب حاصل نخواهد شد).

پس از انجام تنظیمات باید تمامی بوردهای MDC20 را از طریق درگاه UART با یکدیگر شبکه کنید که برای این منظور باید تمامی پایه‌های RX در بوردهای MDC20 را به یکدیگر و تمامی پایه‌های TX را نیز به یکدیگر متصل کنید.

**نکته. در صورتی که درایورهای MDC20 را از طریق منابع متفاوت تغذیه می‌کنید باید زمین تمامی بوردها را به منظور عملکرد صحیح یکی کنید(همه زمین‌ها را به هم متصل کنید).**

پس از شبکه کردن بوردهای MDC20 با یکدیگر چنانچه می‌خواهید تمامی آنها را از طریق یک درگاه USB و به وسیله کامپیوتر کنترل کنید، ابتدا مطابق جدول 1 مد کاری تمامی درایورهای MDC20 را در حال DC قرار دهید.

سپس سوئیچ‌های 1 و 2 درایوری که می‌خواهید از طریق آن به وسیله درگاه USB به کامپیوتر متصل شوید را در حالت ON قرار داده و سوئیچ‌های 1 و 2 سایر درایورها را از حالت ON خارج کنید.

پس از انجام مراحل فوق دکمه ریست را در تک تک بوردها به مدت یک ثانیه فشار دهید تا هر کدام از بوردها وارد مد عملیاتی DC شوند(در صورتی که تغذیه بوردها را خاموش و سپس روشن کنید نیز این کار انجام می‌شود). اکنون می‌توانید این شبکه از بوردها را از طریق درگاه USB کنترل کنید.

چنانچه می‌خواهید این شبکه از درایورهای MDC20 را از طریق درگاه UART و به وسیله یک برد کنترلی دیگر کنترل کنید لازم است که سوئیچ‌های 1 و 2 در تمامی بوردها را از حالت ON خارج کنید.

## 2-5. شبکه کردن دو یا چند موتور پله‌ای

چنانچه می‌خواهید بیش از یک موتور پله‌ای را از طریق یک درگاه USB و یا UART کنترل کنید باید مشابه قسمت قبل عمل کنید تنها با این تفاوت که مد عملیاتی بوردها باید در حالت کنترل موتور پله‌ای قرار گیرند.

## 3-5. شبکه‌ای از موتورهای DC و پله‌ای

با ترکیب دو مرحله‌ی قبل می‌توانید شبکه‌ای از موتورهای DC و پله‌ای را از طریق یک درگاه USB و یا UART کنترل و هدایت کنید.