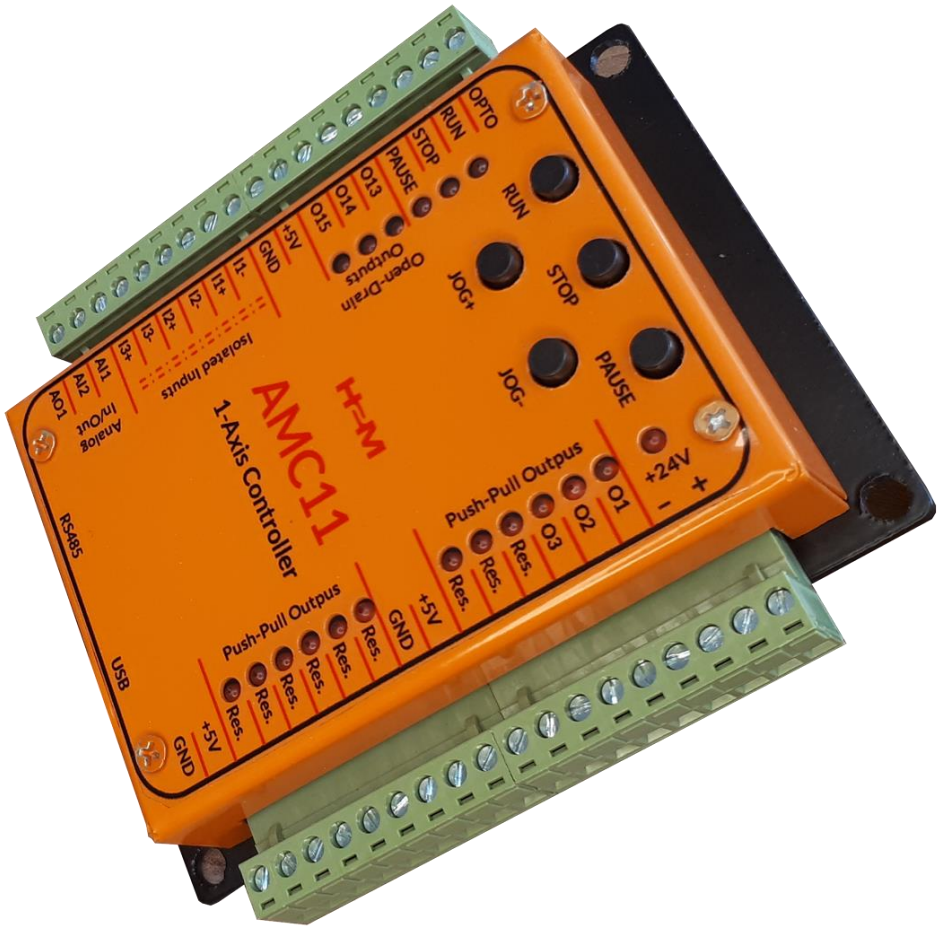


AMC11 | 1-Axis Motion Controller

طراح و سازنده درایور
موتورهای الکتریکی
کنترل دورهای صنعتی
و رباتیک در ایران
RobotMakers.ir

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved.

علائم راهنما

توجه	نکات و اطلاعات اضافی.
هشدار	در صورت عدم توجه ممکن است در راه‌اندازی کنترلر با مشکل مواجه شوید.
خطر	در صورت رعایت نکردن ممکن است به شما و یا کنترلر آسیب وارد شود.
	نمونه مثال عملی جهت درک بهتر موضوع

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved.

۱_ مقدمه

کنترلر AMC11 یک کنترل‌کننده حرکت تک محوره می‌باشد. این کنترلر قادر است فرمان‌های لازم برای کنترل یک محور سرو یا استپر را صادر نماید. رابط کاربری(GUI) این کنترلر کار با آن و تنظیم پارامترهایش را بسیار آسان کرده است. از این کنترلر می‌توان برای هدایت و فرمان دادن به درایورهای استپر موتور، درایورهای سرو موتور، اسپیندل، بوبین رله، شیر برقی و ... استفاده نمود.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

۲_ مشخصات اجمالی

- **ولتاژ کاری:** ۱۲ تا ۳۶ ولت دی سی(ولتاژ پیشنهادی ۲۴ ولت دی سی)
- **تعداد محورهای قابل هدایت:** یک محور
- **حداکثر فرکانس پالس:** ۱۰۰ کیلوهرتز
- **ورودی‌های ایزوله:** ۳ عدد
- **خروجی‌های اوپن درین:** ۳ عدد خروجی ۱۰۰ میلی آمپر
- **ورودی‌های آنالوگ:** ۲ عدد ورودی آنالوگ ۰ تا ۱۰ ولت
- **خروجی‌های آنالوگ:** ۱ عدد خروجی آنالوگ ۰ تا ۱۰ ولت
- **دارای ورودی‌های کنترلی ایزوله RUN، STOP و PAUSE**
- **محافظت‌ها:** پلاریته معکوس، محافظت ESD در ورودی‌های USB و RS485

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

۳_ کاربردها

- سوراخکاری‌های خطی
- میزهای ایندکس دوار صنعتی
- فیدرهای برش
- تجهیزات ساخت فنر
- برش پروفیل
- جوش نقطه‌ای
- میز عکاسی ۳۶۰ درجه

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved.

۴_ مشخصات الکتریکی، دمایی و مکانیکی کنترلر AMC11

۴_۱_ جدول مشخصات الکتریکی کنترلر AMC11

جدول ۱: مشخصات الکتریکی کنترلر AMC11

پارامتر	مقدار	واحد
ولتاژ تغذیه	۲۴	ولت
حداکثر ولتاژ قابل تحمل خط تغذیه	۳۶	ولت
حداقل ولتاژ قابل تحمل خط تغذیه	۱۰	ولت
تعداد خروجی ولتاژ مثبت ۵ ولت	۳	ولت
حداکثر جریان خروجی های مثبت ۵ ولت	۱۰۰	میلی آمپر
تعداد محورهای قابل کنترل	۱	---
تعداد خروجی پوش پول	۱۲	---
منطق خروجی‌های پوش پول	۵	ولت
تعداد خروجی آنالوگ	۱	---
تعداد ورودی آنالوگ	۲	---
منطق ورودی‌ها و خروجی‌های آنالوگ	۰ تا ۱۰	ولت
تعداد ورودی‌های دیجیتال ایزوله	۳	---
منطق ورودی‌های دیجیتال ایزوله	۵	ولت
تعداد خروجی دیجیتال اوپن درین	۳	---
منطق خروجی‌های دیجیتال اوپن درین	۲۴	ولت
منطق ورودی‌ها کنترلی OPTO، RUN، STOP و PAUSE	۵	ولت
حداکثر طول کابل RS485	۱۰	متر
حداکثر طول کابل USB	۳	متر

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

۴_۲_ جدول مشخصات دمایی کنترلر AMC11

جدول ۲: مشخصات دمایی کنترلر AMC11

پارامتر	مقدار	واحد
دمای کاری	منفی ۲۰ تا ۸۵	درجه سانتی‌گراد
نحوه خنک کاری	به صورت طبیعی	---

۴_۳_ جدول مشخصات مکانیکی کنترلر AMC11

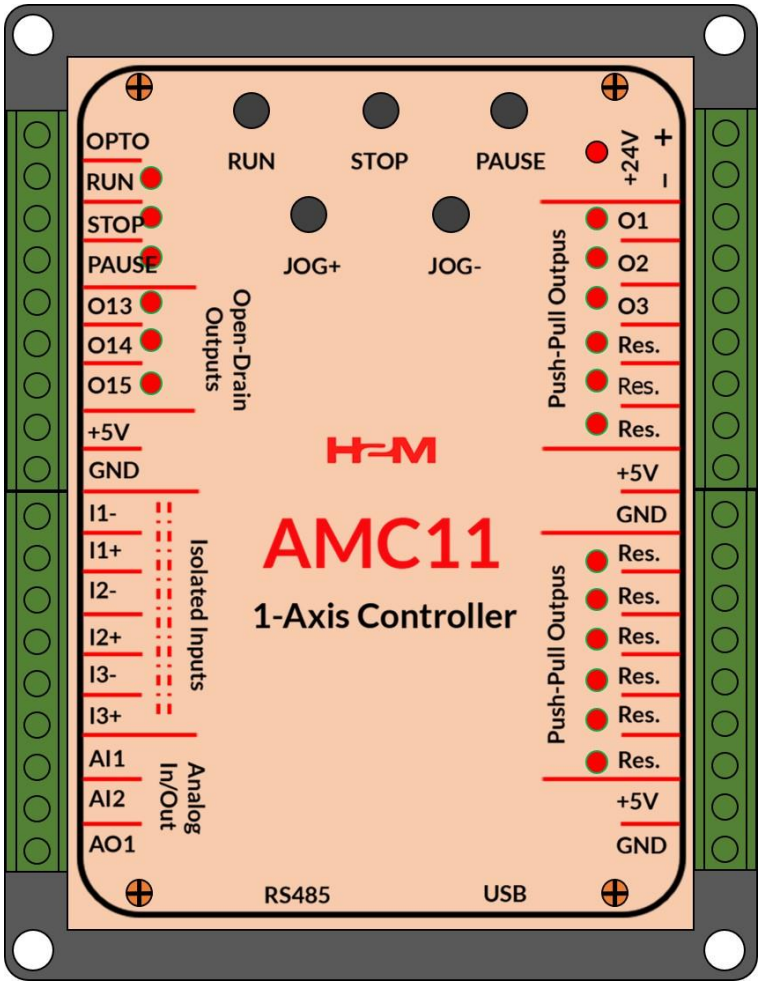
جدول ۳: مشخصات مکانیکی کنترلر AMC11

پارامتر	مقدار	واحد
وزن	۳۱۲	گرم
ابعاد	۱۲۹x۱۱۳x۳۰	میلیمتر
نحوه نصب	قابلیت نصب بر روی تابلو برق	---

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

۵ـ ورودی‌ها و خروجی‌های کنترلر

در شکل ۱ ورودی‌ها و خروجی‌های کنترلر AMC11 نمایش داده شده است. کنترلر دارای ورودی تغذیه 24 VDC+، سه عدد خروجی 5V+، خروجی‌های پوش پول O1 تا O3، ورودی‌های فرمان هم به صورت کلید فشاری (RUN، STOP، PAUSE، JOG+ و JOG-) و هم به صورت فرمان پذیر خارجی (RUN،OPTO، STOP و PAUSE)، خروجی‌های اوپن درین O13 تا O15، ورودی‌های ایزوله I1 تا I3، ورودی‌ها و خروجی آنالوگ AI1، AI2 و AO1، و درنهایت پورت USB و RS485 می‌باشد. در ادامه به توضیح هر کدام از ورودی‌های و خروجی‌های موشن کنترلر می‌پردازیم.



شکل ۱: ورودی‌ها و خروجی‌های کنترلر AMC11

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved.

ورودی تغذیه: تغذیه کنترلر ولتاژ دی سی مثبت ۲۴ ولت می‌باشد.

به هنگام اتصال تغذیه به جهت مثبت و منفی ورودی تغذیه دقت فرمایید. در صورت اشتباه زدن پلاریته کنترلر دارای حفاظت پلاریته معکوس می‌باشد و آسیب نخواهد دید.

خروجی‌های مثبت ۵ ولت: کنترلر دارای سه عدد خروجی مثبت ۵ ولت می‌باشد.

خروجی‌های مثبت ۵ ولت تنها برای استفاده در مدارهای مربوط به کنترلر در نظر گرفته شده‌اند. در صورت استفاده از این خروجی‌ها برای سایر مصارف احتمال آسیب رسیدن به کنترلر وجود دارد.

خروجی‌های پوش پول O1 تا O3: خرجی‌های O1 تا O3 خروجی‌های کنترلی کنترلر AMC11 هستند که به درایور استپ موتور و یا درایو سرو موتور متصل می‌گردند. منطق این خروجی‌ها ۵ ولت می‌باشد. عملکرد هر یک از این خروجی‌ها در جدول ۴ نمایش داده شده است.

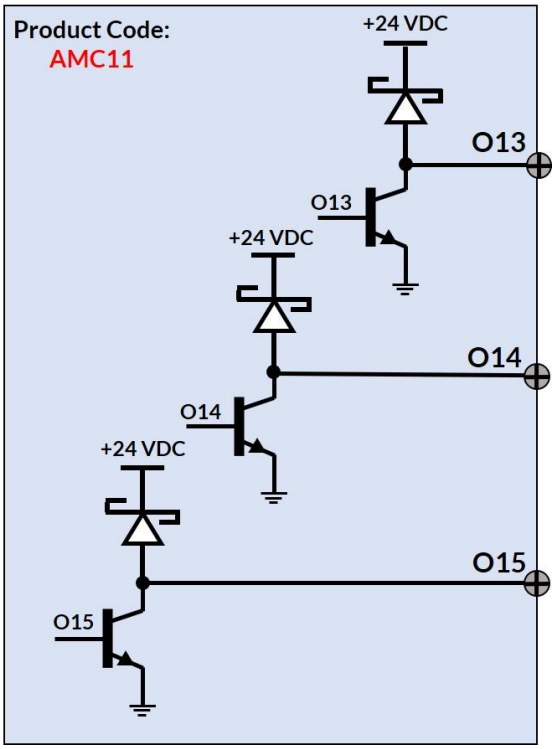
جدول ۴: عملکرد خروجی‌های O1 تا O3

خروجی	عملکرد
O1	پالس
O2	جهت
O3	فعال/غیرفعال

خروجی‌های O1 تا O3 به درایور استپ موتور (استپر موتور) و یا درایور سرو موتور (اینورتر) متصل می‌شوند.

خروجی‌های اوپن درین O13 تا O15: این خروجی‌ها به صورت اوپن درین با منطق ۲۴ ولت می‌باشند. از این خروجی‌ها می‌توان برای راه‌اندازی بوبین رله، شیر برقی، و یا فرمان دادن به PLC استفاده کرد. شکل ۲ مدار داخلی این خروجی‌های اوپن درین را در کنترلر نشان می‌دهد.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir



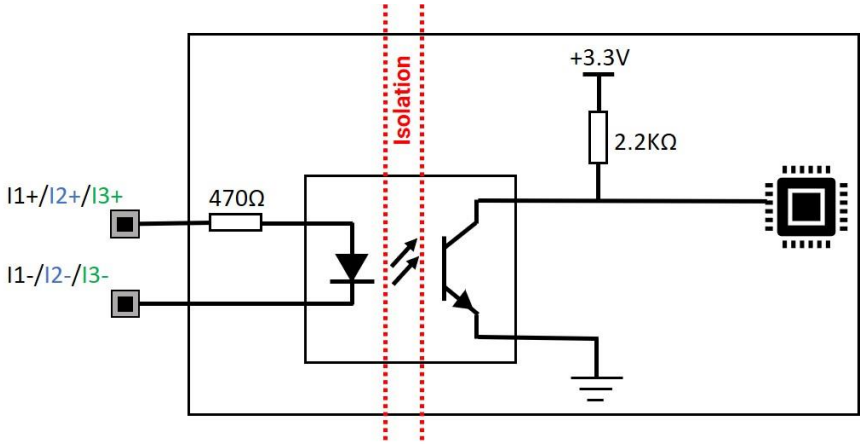
شکل ۲: مدار داخلی خروجی‌های اوپن درین

عملکرد این خروجی‌ها به این صورت می‌باشد که هر یک از این خروجی‌ها می‌توانند در حین حرکت شماره ۱ تا ۵ و یا در حین توقف حرکت شماره ۱ تا ۵ فعال شوند.

خروجی‌های پوش پول رزرو شده: خرجی‌هایی که با علامت .Res مشخص شده‌اند برای مصارف آینده در نظر گرفته شده‌اند و در این نسخه از کنترلر هیچ عملکردی برای آنها تعریف نشده است.

ورودی‌های ایزوله I1 تا I3: از ورودی‌های ایزوله I1 تا I3 جهت اتصال به مدارهای فرمان خارجی استفاده می‌شود. سطح ولتاژ اعمالی به این ورودی‌ها ولتاژ مثبت ۵ ولت می‌باشد. برای اتصال به سطح ولتاژ ۱۲ و یا ۲۴ ولت باید از مقاومت خارجی مناسب استفاده نمود. شکل ۳-الف مدار داخلی این ورودی‌های ایزوله را در کنترلر نشان می‌دهد.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir



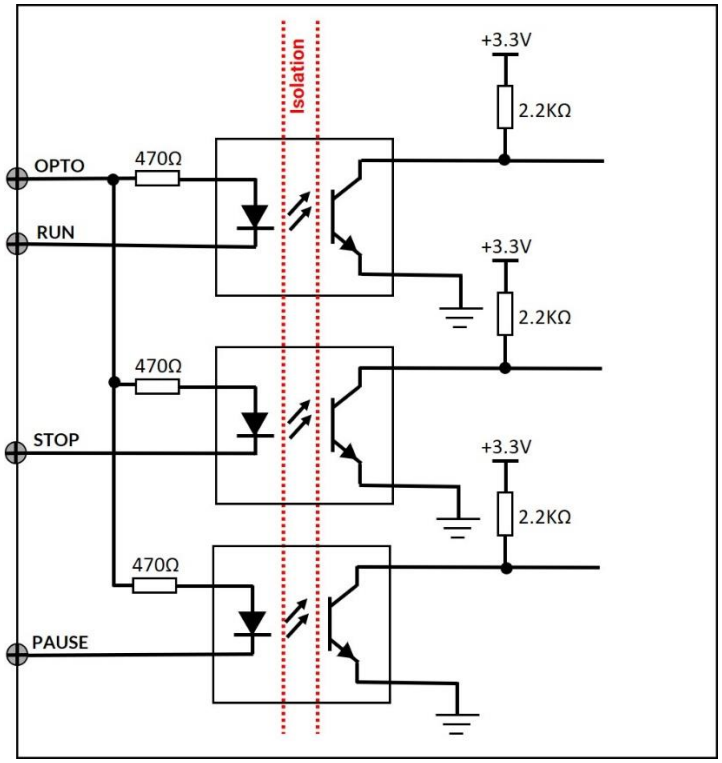
شکل ۳-الف: مدار داخلی ورودی‌های ایزوله

عملکرد این ورودی‌های ایزوله به این صورت می‌باشد که هر یک از حرکت‌های ۱ تا ۵ در موشن کنترلر می‌توانند منتظر رسیدن یکی از این ورودی‌ها به منظور شروع شدن بمانند.

ورودی‌های فرمان: کلیدهای فشاری روی کنترلر و ورودی‌های OPTO، RUN، STOP و PUASE ورودی‌های فرمان می‌باشند. با فشار دادن کلید RUN (و یا فرمان دادن به ورودی RUN) کنترلر شروع به انجام حرکت‌های تنظیم شده می‌کند. چانچه کلید STOP فشار داده شود (و یا فرمان دادن به ورودی STOP) کنترلر کلا ریست شده و با فشار دادن مجدد کلید RUN حرکت‌ها مجدد شروع به آغاز خواهند کرد. همچنین هر زمان در حین حرکت‌ها کلید PAUSE فشار داده شود(و یا فرمان دادن به ورودی PAUSE) کنترلر متوقف خواهد شد و با فشار دادن مجدد کلید PASUE ادامه حرکت‌ها از سر گرفته خواهد شد. از کلیدهای JOG+ و JOG- نیز به منظور حرکت دادن محور به صورت دستی استفاده می‌شود.

مدار داخلی ورودی‌های فرمان RUN، STOP و PAUSE به صورت ایزوله اپتوکوپلری با سر مشترک مثبت به صورت شکل ۳-ب می‌باشد.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir



شکل ۳-ب: مدار داخلی ورودی‌های فرمان

ورودی خروجی‌های آنالوگ: کنترلر AMC11 دارای دو ورودی آنالوگ ۰ تا ۱۰ ولت و یک خروجی آنالوگ ۰ تا ۱۰ ولت می‌باشد. عملکرد ورودی‌های آنالوگ به صورت این می‌باشد که هر یک از موشن‌های شماره ۱ تا ۵ می‌توانند منتظر اعمال ولتاژ آنالوگ به این ورودی‌ها بمانند، چنانچه سطح ولتاژ اعمالی بیشتر از سطح فعال‌سازی تنظیم شده باشد حرکت مورد نظر اجرا خواهد شد. همچنین عملکرد خروجی آنالوگ نیز به این صورت می‌باشد که این خروجی می‌تواند در حین حرکت هر یک از موشن‌های شماره ۱ تا ۵ و یا در حین توقف آنها فعال شود و ولتاژی متناظر با ولتاژ تنظیم شده تولید نماید. از خروجی آنالوگ می‌توان برای فرمان دادن به اینورتر به منظور تنظیم دور اسپیندل استفاده نمود.

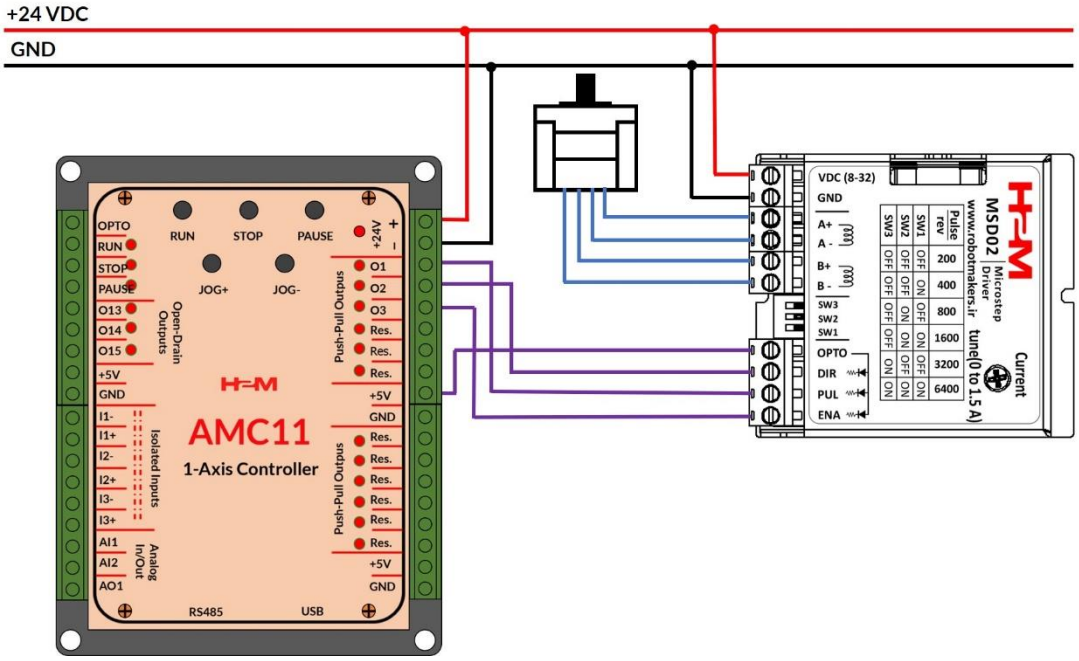
© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

۶_ اتصال کنترلر به مدارهای فرمان

در این قسمت نحوه اتصال کنترلر AMC11 به درایور استپ موتور و یا سرو موتور و سایر مدارهای فرمان ترسیم و توضیح داده شده است.

۶_۱_ راه‌اندازی کنترلر با حداقل سیم کشی

در شکل ۴ نحوه اتصال کنترلر به درایور استپ موتور MSD02 نمایش داده شده است. از آنجایی‌که منطق خروجی‌های پوش پول O1 تا O3 کنترلر و ورودی‌های OPTO، DIR، PUL و ENA درایور استپر موتور MSD02 هر دو یکسان می‌باشند(منطق ۵ ولت) نیازی به مقاومت سری نبوده و اتصال به طور مستقیم صورت گرفته است.



شکل ۴: راه‌اندازی کنترلر با حداقل سیم کشی

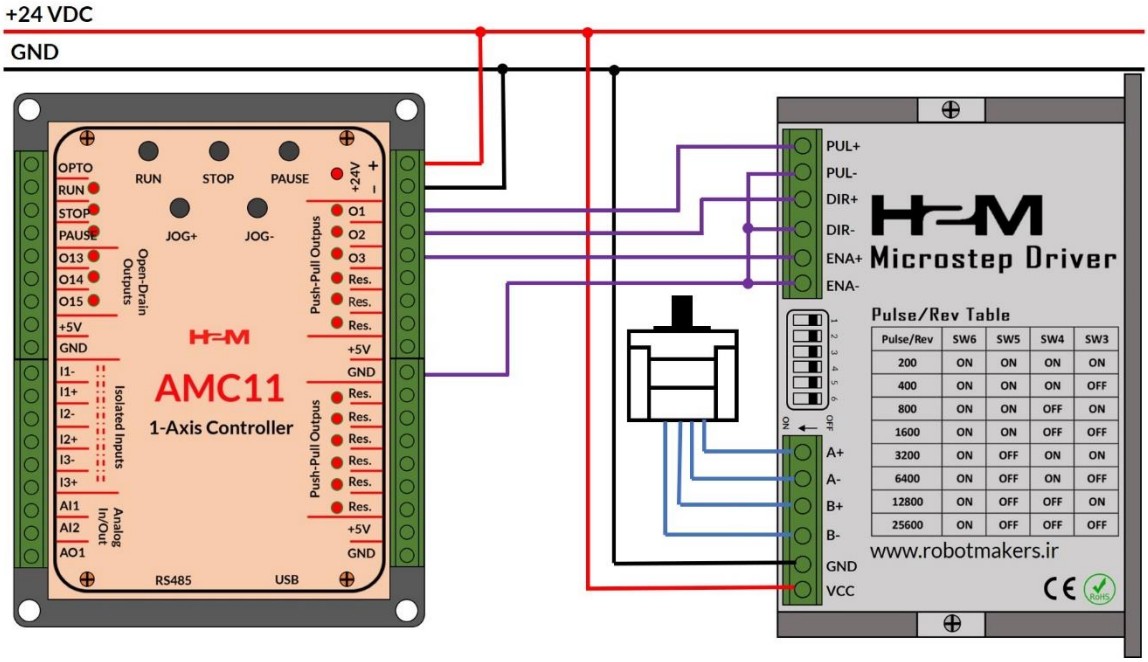
توجه

از آنجایی‌که در درایور استپ موتور MSD02 ورودی‌ها دارای سر مثبت مشترک می‌باشند، ورودی OPTO به ولتاژ ۵ ولت در موشن کنترلر متصل شده است.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved.

۶_۲_ اتصال کنترلر به درایور استپ موتور با ورودی‌های اپتوکوپلری با سرهای مجزا

در شکل ۵ نحوه اتصال کنترلر به درایور استپ موتور با ورودی‌های اپتوکوپلری با سرهای مجزا نمایش داده شده است. ورودی‌های -PUL، -DIR و -ENA به صورت مشترک به GND کنترلر و ورودی‌های +PUL، +DIR و +ENA نیز به ترتیب به خروجی های O1، O2 و O3 وصل شده‌اند.

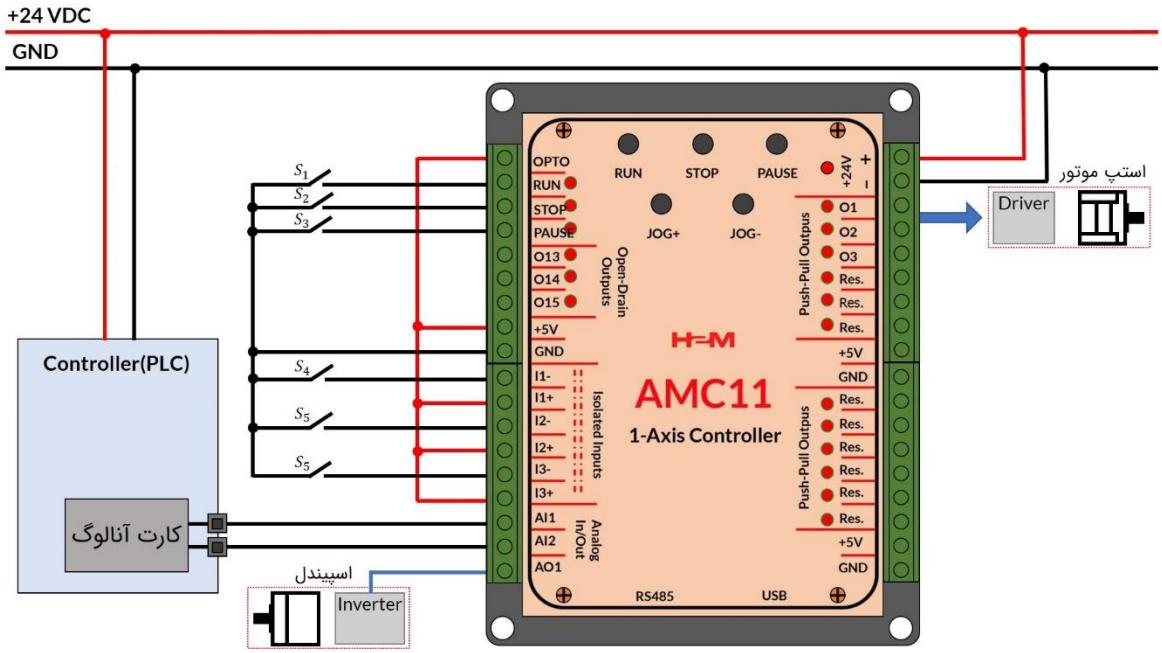


شکل ۵: اتصال کنترلر به درایور استپ موتور با ورودی‌های اپتوکوپلری با سرهای مجزا

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved.

۶_۳_ اتصالات کنترلر به PLC و سایر مدارهای خارجی

در شکل ۶ اتصالات کنترلر به PLC و سایر مدارهی خارجی نمایش داده شده است. از خروجی AO1 به منظور فرمان دادن به اسپیندل استفاده شده است. فرامین RUN، STOP و PAUSE هم از طریق کلیدهای روی موشن کنترلر و هم به صورت خارجی قابل اعمال می‌باشند.

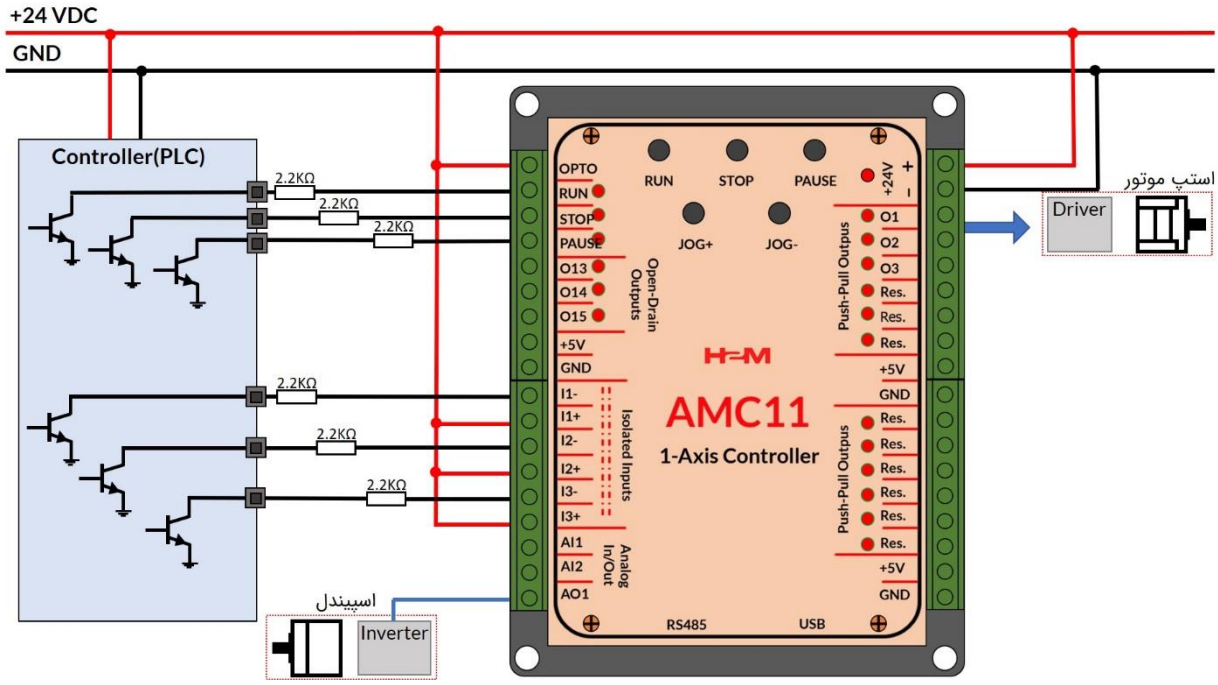


شکل ۶: اتصالات موشن کنترلر در یک سیستم ۴ محوره

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved.

۶_۴_ اتصال کنترلر به PLC با خروجی NPN

در شکل ۷ نحوه اتصال کنترلر به PLC با خروجی NPN نمایش داده شده است. به منظور تطبیق منطق ۲۴ ولت پی ال سی با منطق ۵ ولت کنترلر از مقاومت‌های سری ۲/۲ کیلواهم استفاده شده است.

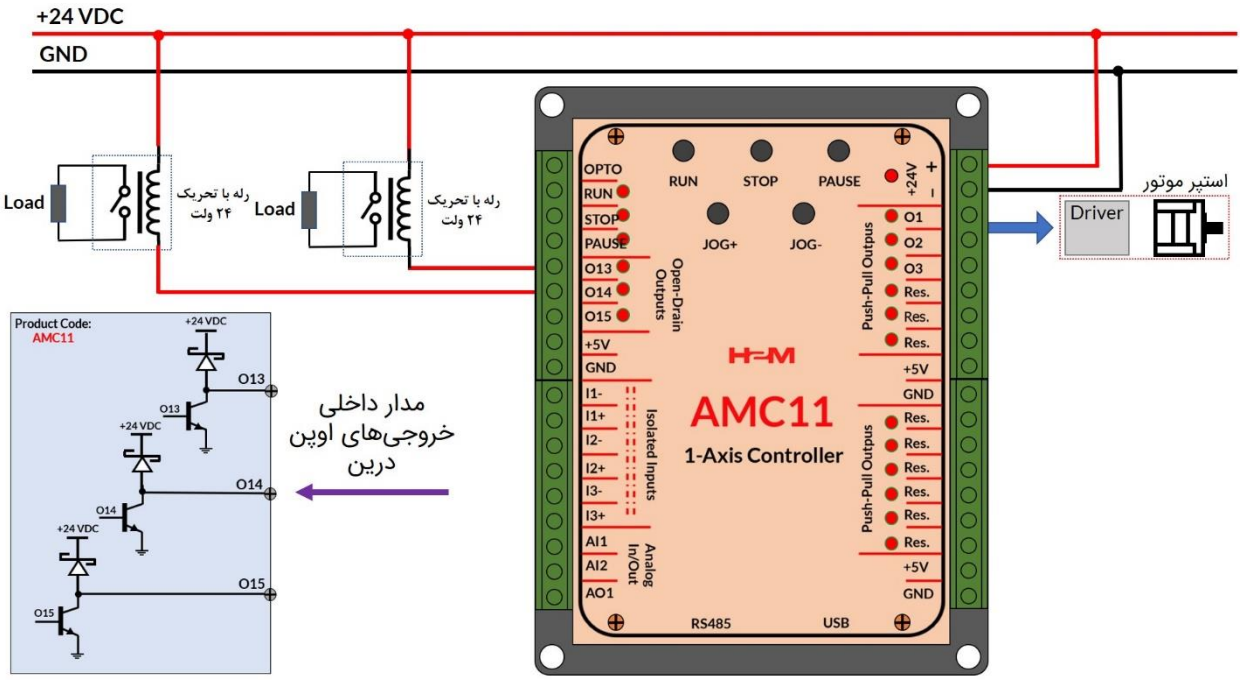


شکل ۷: اتصال کنترلر به پی ال سی با خروجی منفی(NPN)

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

۶_۵_ استفاده از خروجی‌های اوپن درین جهت تحریک بوبین رله

در شکل ۸ نحوه اتصال خروجی‌های اوپن درین به رله با تحریک ۲۴ ولت نشان داده شده است. نظر به اینکه خروجی‌های O13، O14 و O15 از داخل توسط یک دیود شاتکی به ولتاژ مثبت ۲۴ ولت متصل شده‌اند، باید یک سر بوبین رله به هر یک از خروجی‌های O13، O14 و O15 و سر دیگر آن به لاین مثبت ۲۴ ولت متصل شود. نقش دیودهای شاتکی محافظت از ترانزیستورهای داخلی در مقابل جریان‌های برگشتی بوبین رله می‌باشد.



شکل ۸: راه اندازی رله با خروجی‌های اوپن درین

توجه

به منظور اتصال خروجی‌های O13، O14 و O15 به رله با تحریک ۵ و یا ۱۲ ولت باید از دیود شاتکی خارجی مناسب استفاده نمود.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved.

۷_ انجام تنظیمات کنترلر از طریق USB و یا RS485

در کنترلر AMC11 تمامی تنظیمات کنترلر از جمله: میزان جابه‌جایی، سرعت، شتاب شروع و توقف حرکت، میزان توقف پس از هر حرکت، تعداد تکرار هر حرکت و ... از طریق پروتکل‌های USB و RS485 قابل تنظیم می‌باشند.

۷_۱_ ساختار فریم‌های ارسالی، تصدیق و فیدبک

در این قسمت ساختار فریم‌های ارسالی، تصدیق و فیدبک توضیح داده شده است.

۷_۱_۱_ ساختار فریم ارسالی

ساختار فریم ارسالی در پروتکل‌های USB و RS485 مشابه هم هستند. در جدول ۵ ساختار فریم ارسالی نمایش داده شده است. همانطورکه مشاهده می‌کنید فریم متشکل از ۱۱ بایت است. در ادامه به توضیح هر قسمت از فریم می‌پردازیم.

جدول ۵: ساختار فریم ارسالی

Start Bytes بایت‌های شروع فریم (۲ بایت)	Address آدرس کنترلر (۱ بایت)	Command فرمان (۱ بایت)	Action تعیین عملیات خواندن یا نوشتن (۱ بایت)	Data بایت‌های داده (۴ بایت)	Stop Byte بایت پایانی (۱ بایت)	CRC چک خطا (۱ بایت)
0xFFFF(fixed)	Variable(0x01 – 0xFC)	Variable(0x01 – 0xFF)	Fixed(0x01 , 0x02)	Variable	0xFE(fixed)	Variable

۷_۱_۱_۱_ بایت‌های شروع فریم(Start Bytes)

بایت‌های شروع فریم(Start Bytes) متشکل از ۲ بایت هستند. مقدار هر بایت برحسب هگزادسمیال 0xFF و برحسب دسیمال ۲۵۵ است. این دو بایت در ابتدای فریم قرار می‌گیرند و همواره مقدارشان ثابت است.

۷_۱_۱_۲_ بایت آدرس کنترلر(Address)

آدرس کنترلر شامل یک بایت است که می‌تواند مقداری بین ۱ تا ۲۵۲ تنظیم شود.

توجه

چنانچه بخواهید بیش از یک کنترلر را به صورت زنجیره وار از طریق باس RS485 کنترل نمایید باید آدرس‌های کنترلر متفاوت از هم تنظیم شوند.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

توجه

در صورتی که آدرس کنترلر را فراموش کرده باشید، چنانچه به جای بایت آدرس مقدار ۲۵۵ یا 0xFF قرار دهید آدرس کنترلر به مقدار صفر ریست خواهد شد.

۷_۱_۱_۳_ بایت فرمان(Command)

این بایت فرمان عملیاتی که باید کنترلر به آن عمل نماید می‌باشد. در جدول ۶ تمامی فرمان‌های کنترلر آورده شده است.

جدول ۶: جدول دستورات کنترلر

فرمان	کاربری فرمان	مقادیر قابل قبول	پیش فرض	واحد
0x01	آدرس کنترلر	از ۱ تا ۲۵۲	۱	بدون واحد
0x02	نرخ ارسال اطلاعات در پروتکل RS485	۹۶۰۰، ۱۹۲۰۰، ۳۸۴۰۰ و ...	۳۸۴۰۰	بیت بر ثانیه
0x03	Reserved	---	---	---
0x04	واحد حرکت	۱ --> درجه، ۲ --> میلیمتر	۱	درجه یا میلیمتر
0x05	Reserved	---	---	---
0x06	Reserved	---	---	---
0x07	Reserved	---	---	---
0x08	Reserved			
0x09	سرعت جاگ مد	از ۰ تا ۳۰۰۰	۱۰	دور بر دقیقه یا میلیمتر بر ثانیه
0x0A	Reserved	---	---	---
0x0B	Reserved	---	---	---
0x0C	Reserved	---	---	---
0x0D	مایکرو استپ	از ۰ تا ۵۰۰۰۰	۶۴۰۰	پالس بر دور
0x0E	Reserved	---	---	---
0x0F	Reserved	---	---	---
0x10	Reserved	---	---	---
0x11	نسبت گیربکس	از ۰/۰۱ تا ۱۰۰۰	۱	بدون واحد
0x12	Reserved	---	---	---
0x13	Reserved	---	---	---
0x14	Reserved	---	---	---
0x15	جابجایی خطی	از ۰/۰۱ تا ۱۰۰۰	۱۰	میلیمتر بر دور
0x16	Reserved	---	---	---
0x17	Reserved	---	---	---
0x18	Reserved	---	---	---
0x19	سطح خروجی فعال/غیرفعال ساز	۱ -> اکتیو high، ۲ -> اکتیو low	۱	بدون واحد
0x1A	Reserved	---	---	---
0x1B	Reserved	---	---	---

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

0x1C	Reserved	---	---	---
0x1D	Reserved	---	---	---
0x1E	Reserved	---	---	---
0x1F	Reserved	---	---	---
0x20	تعداد کل تکرارهای موشن ۱ تا ۵	از ۰ تا ۱۰۰۰۰	۱	بدون واحد
0x21	مقدار حرکت موشن ۱	از ۰ تا ۸۳۸۸۶۰۶	۳۶۰	درجه یا میلیمتر
0x22	سرعت موشن ۱	از ۰ تا ۳۰۰۰	۲۵۰	دور بر دقیقه یا میلیمتر بر ثانیه
0x23	تعداد پالس سافت استارت در موشن ۱	از ۰ تا ۸۳۸۸۶۰۶	۱۰	پالس
0x24	تعداد پالس سافت استاپ در موشن ۱	از ۰ تا ۸۳۸۸۶۰۶	۱۰	پالس
0x25	زمان توقف پس از اتمام یک حرکت در موشن ۱	از ۰ تا ۱۰۰۰۰۰	۵۰۰	میلی ثانیه
0x26	جهت حرکت در موشن ۱	۱ -> ساعتگرد، ۲ -> پادساعتگرد	۱	بدون واحد
0x27	ورودی انتظار برای شروع حرکت در موشن ۱	۱، ۲، ۳، ۴، ۵	۰	بدون واحد
0x28	خروجی فعال در حین حرکت در موشن ۱	۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶	۰	بدون واحد
0x29	خروجی فعال در حین توقف در موشن ۱	۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶	۰	بدون واحد
0x2A	تعداد تکرار موشن ۱	۱ تا ۱۰۰۰۰	۱	بدون واحد
0x2B	Reserved	---	---	---
0x2C	فعال و غیرفعال کردن موشن ۱	۱ --> فعال، ۲ --> غیرفعال	۱	بدون واحد
0x2D	تعیین سطح ورودی آنالوگ ۱ در موشن ۱	۰ تا ۱۰ ولت	۵	ولت
0x2E	تعیین سطح ورودی آنالوگ ۲ در موشن ۱	۰ تا ۱۰ ولت	۵	ولت
0x2F	تعیین سطح خروجی آنالوگ ۱ در موشن ۱	۰ تا ۱۰ ولت	۵	ولت
0x30	Reserved	---	---	---
0x31	مقدار حرکت موشن ۲	از ۰ تا ۸۳۸۸۶۰۶	۳۶۰	درجه یا میلیمتر
0x32	سرعت موشن ۲	از ۰ تا ۳۰۰۰	۲۵۰	دور بر دقیقه یا میلیمتر بر ثانیه
0x33	تعداد پالس سافت استارت در موشن ۲	از ۰ تا ۸۳۸۸۶۰۶	۱۰	پالس
0x34	تعداد پالس سافت استاپ در موشن ۲	از ۰ تا ۸۳۸۸۶۰۶	۱۰	پالس
0x35	زمان توقف پس از اتمام یک حرکت در موشن ۲	از ۰ تا ۱۰۰۰۰۰	۵۰۰	میلی ثانیه
0x36	جهت حرکت در موشن ۲	۱ -> ساعتگرد، ۲ -> پادساعتگرد	۱	بدون واحد
0x37	ورودی انتظار برای شروع حرکت در موشن ۲	۱، ۲، ۳، ۴، ۵	۰	بدون واحد
0x38	خروجی فعال در حین حرکت در موشن ۲	۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶	۰	بدون واحد
0x39	خروجی فعال در حین توقف در موشن ۲	۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶	۰	بدون واحد
0x3A	تعداد تکرار موشن ۲	۱ تا ۱۰۰۰۰	۱	بدون واحد
0x3B	Reserved	---	---	---
0x3C	فعال و غیرفعال کردن موشن ۲	۱ --> فعال، ۲ --> غیرفعال	۱	بدون واحد
0x3D	تعیین سطح ورودی آنالوگ ۱ در موشن ۲	۰ تا ۱۰ ولت	۵	ولت
0x3E	تعیین سطح ورودی آنالوگ ۲ در موشن ۲	۰ تا ۱۰ ولت	۵	ولت
0x3F	تعیین سطح خروجی آنالوگ ۱ در موشن ۲	۰ تا ۱۰ ولت	۵	ولت
0x40	Reserved	---	---	---
0x41	مقدار حرکت موشن ۳	از ۰ تا ۸۳۸۸۶۰۶	۳۶۰	درجه یا میلیمتر

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

0x42	سرعت موشن ۳	از ۰ تا ۳۰۰۰	۲۵۰	دور بر دقیقه یا میلیمتر بر ثانیه
0x43	تعداد پالس سافت استارت در موشن ۳	از ۰ تا ۸۳۸۸۶۰۶	۱۰	پالس
0x44	تعداد پالس سافت استاپ در موشن ۳	از ۰ تا ۸۳۸۸۶۰۶	۱۰	پالس
0x45	توقف پس از اتمام یک حرکت در موشن ۳	از ۰ تا ۱۰۰۰۰۰	۵۰۰	میلی ثانیه
0x46	جهت حرکت در موشن ۳	۱ -> ساعتگرد، ۲ -> پادساعتگرد	۱	بدون واحد
0x47	ورودی انتظار برای شروع حرکت در موشن ۳	۱، ۲، ۳، ۴، ۵	۰	بدون واحد
0x48	خروجی فعال در حین حرکت در موشن ۳	۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶	۰	بدون واحد
0x49	خروجی فعال در حین توقف در موشن ۳	۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶	۰	بدون واحد
0x4A	تعداد تکرار موشن ۳	۱ تا ۱۰۰۰۰	۱	بدون واحد
0x4B	Reserved	---	---	---
0x4C	فعال و غیرفعال کردن موشن ۳	۱ --> فعال، ۲ --> غیرفعال	۱	بدون واحد
0x4D	تعیین سطح ورودی آنالوگ ۱ در موشن ۳	۰ تا ۱۰ ولت	۵	ولت
0x4E	تعیین سطح ورودی آنالوگ ۲ در موشن ۳	۰ تا ۱۰ ولت	۵	ولت
0x4F	تعیین سطح خروجی آنالوگ ۱ در موشن ۳	۰ تا ۱۰ ولت	۵	ولت
0x50	Reserved	---	---	---
0x51	مقدار حرکت موشن ۴	از ۰ تا ۸۳۸۸۶۰۶	۳۶۰	درجه یا میلیمتر
0x52	سرعت موشن ۴	از ۰ تا ۳۰۰۰	۲۵۰	دور بر دقیقه یا میلیمتر بر ثانیه
0x53	تعداد پالس سافت استارت در موشن ۴	از ۰ تا ۸۳۸۸۶۰۶	۱۰	پالس
0x54	تعداد پالس سافت استاپ در موشن ۴	از ۰ تا ۸۳۸۸۶۰۶	۱۰	پالس
0x55	زمان توقف پس از اتمام یک حرکت در موشن ۴	از ۰ تا ۱۰۰۰۰۰	۵۰۰	میلی ثانیه
0x56	جهت حرکت در موشن ۴	۱ -> ساعتگرد، ۲ -> پادساعتگرد	۱	بدون واحد
0x57	ورودی انتظار برای شروع حرکت در موشن ۴	۱، ۲، ۳، ۴، ۵	۰	بدون واحد
0x58	خروجی فعال در حین حرکت در موشن ۴	۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶	۰	بدون واحد
0x59	خروجی فعال در حین توقف در موشن ۴	۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶	۰	بدون واحد
0x5A	تعداد تکرار موشن ۴	۱ تا ۱۰۰۰۰	۱	بدون واحد
0x5B	Reserved	---	---	---
0x5C	فعال و غیرفعال کردن موشن ۴	۱ --> فعال، ۲ --> غیرفعال	۱	بدون واحد
0x5D	تعیین سطح ورودی آنالوگ ۱ در موشن ۴	۰ تا ۱۰ ولت	۵	ولت
0x5E	تعیین سطح ورودی آنالوگ ۲ در موشن ۴	۰ تا ۱۰ ولت	۵	ولت
0x5F	تعیین سطح خروجی آنالوگ ۱ در موشن ۴	۰ تا ۱۰ ولت	۵	ولت
0x60	Reserved	---	---	---
0x61	مقدار حرکت موشن ۵	از ۰ تا ۸۳۸۸۶۰۶	۳۶۰	درجه یا میلیمتر
0x62	سرعت موشن ۵	از ۰ تا ۳۰۰۰	۲۵۰	دور بر دقیقه یا میلیمتر بر ثانیه
0x63	تعداد پالس سافت استارت در موشن ۵	از ۰ تا ۸۳۸۸۶۰۶	۱۰	پالس
0x64	تعداد پالس سافت استاپ در موشن ۵	از ۰ تا ۸۳۸۸۶۰۶	۱۰	پالس
0x65	زمان توقف پس از اتمام یک حرکت در موشن ۵	از ۰ تا ۱۰۰۰۰۰	۵۰۰	میلی ثانیه
0x66	جهت حرکت در موشن ۵	۱ -> ساعتگرد، ۲ -> پادساعتگرد	۱	بدون واحد

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

0x67	ورودی انتظار برای شروع حرکت در موشن ۵	۱، ۲، ۳، ۴، ۵	۰	بدون واحد
0x68	خروجی فعال در حین حرکت در موشن ۵	۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶	۰	بدون واحد
0x69	خروجی فعال در حین توقف در موشن ۵	۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶	۰	بدون واحد
0x6A	تعداد تکرار موشن ۵	۱ تا ۱۰۰۰۰	۱	بدون واحد
0x6B	Reserved	---	---	---
0x6C	فعال و غیرفعال کردن موشن ۵	۱ --> فعال، ۲ --> غیرفعال	۱	بدون واحد
0x6D	تعیین سطح ورودی آنالوگ ۱ در موشن ۵	۰ تا ۱۰ ولت	۵	ولت
0x6E	تعیین سطح ورودی آنالوگ ۲ در موشن ۵	۰ تا ۱۰ ولت	۵	ولت
0x6F	تعیین سطح خروجی آنالوگ ۱ در موشن ۵	۰ تا ۱۰ ولت	۵	ولت
0x70	Reserved	---	---	---
...	Reserved	---	---	---
0xF7	فرمان RUN			
0xF8	فرمان STOP			
0xF9	فرمان PAUSE			
0xFA	فرمان +JOG			
0xFB	فرمان -JOG			
0xFC	ریست کردن تمامی پارامترها به مقادیر پیش فرض کارخانه			
0xFD	غیر مجاز			
0xFE	غیر مجاز			
0xFF	ریست کردن آدرس موشن کنترلر به مقدار پیش فرض 0x01			

۷_۱_۱_۴_ توضیحات تکمیلی راجع به فرامین مهم

فرمان‌های 0x01 و 0xFF: با فرمان 0x01 می‌توان آدرس کنترلر را تنظیم کرد. همچنین در صورتی که آدرس کنترلر را فراموش کرده باشید با استفاده از فرمان 0xFF آدرس کنترلر به مقدار 0x01 بازگردانی خواهد شد.

فرمان 0x02: این فرمان تنها از طریق ارتباط USB قابل اجرا می‌باشد.

فرمان‌های 0x27، 0x37، 0x47، 0x57 و 0x67: این فرامین طبق جدول ۷ ورودی انتظار برای یک موشن را مشخص می‌کنند.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

جدول ۷: تعیین ورودی انتظار در هر موشن

مقادیر قابل قبول	مقدار بایت‌های داده در فرمت IEEE754	ورودی انتظار متناظر
۱	3F 80 00 00	ورودی I1
۲	40 00 00 00	ورودی I2
۳	40 40 00 00	ورودی I3
۴	40 80 00 00	ورودی AI1
۵	40 A0 00 00	ورودی AI2

فرمان‌های (0x28، 0x29)، (0x38، 0x39)، (0x48، 0x49)، (0x58، 0x59)، (0x68، 0x69): این فرامین مطابق جدول ۸ خروجی فعال در حین حرکت و توقف در یک موشن را مشخص می‌کنند.

جدول ۸: تعیین خروجی فعال در حین حرکت و توقف

مقادیر قابل قبول	مقدار بایت‌های داده در فرمت IEEE754	خروجی متناظر فعال
۱۳	41 50 00 00	خروجی O13
۱۴	41 60 00 00	خروجی O14
۱۵	41 70 00 00	خروجی O15
۱۶	41 80 00 00	خروجی AO1

فرمان 0xFC: با استفاده از این فرمان می‌توان تمامی تنظیمات انجام شده را به مقادیر پیش فرض کارخانه بازگردانی کرد. برای این منظور باید فریم [FF FF 01 FC 01 00 00 00 00 FE 50] را برای کنترلر ارسال نمود.

۷_۱_۱_۵_ بایت عملیات(Action)

توسط این بایت تعیین می‌کنیم که قصد خواندن و یا نوشتن یک Command را داریم. اگر مقدار این بایت عدد ۱ باشد هدف از فرمان نوشتن یک مقدار بر روی حافظه کنترلر می‌باشد. ولی چنانچه مقدار این بایت عدد ۲ باشد هدف از فرمان خواندن مقدار نوشته شده از روی حافظه کنترلر است.

۷_۱_۱_۶_ بایت‌های داده(Data)

بایت‌های داده که شامل ۴ بایت است دیتاهای ارسالی یا دریافتی از کنترلر می‌باشند. داده‌ها باید براساس استاندارد IEEE754 منتقل شوند. به عنوان مثال چنانچه هدف تنظیم سرعت موشن ۱ برحسب RPM باشد، ابتدا باید عدد سرعت به صورت استاندارد IEEE754 تبدیل شود و سپس مقدار حاصل شده در این ۴ بایت قرار گیرد.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

توجه

در صورتی که مقدار بایت Action عدد ۱ باشد(تنظیم پارامتر) مقدار بایت‌های داده مقدار پارامتری است که قرار است تنظیم شود. ولی چنانچه مقدار بایت Action عدد ۲ باشد(خواندن پارامتر) مقدار بایت‌های داده باید صفر تنظیم شوند.

۷_۱_۱_۷_ بایت پایان فریم(Stop Byte)

بایت پایان فریم(Stop Byte) شامل یک بایت می‌باشد. مقدار این بایت برحسب هگزادسمیال 0xFE و برحسب دسیمال ۲۵۴ می‌باشد. این بایت در انتهای فریم و قبل از بایت CRC قرار می‌گیرد و همواره مقدار آن ثابت می‌باشد.

۷_۱_۱_۸_ بایت چک خطا(CRC)

این بایت که در انتهای فریم قرار می‌گیرد وظیفه تشخیص خطا در کل فریم را برعهده دارد. روش تشخیص خطا به این صورت می‌باشد که مقدار بایت CRC از روی بایت‌های قبلی براساس یک قاعده مشخصی محاسبه می‌شود و سپس فریم ارسال می‌گردد. در سمت گیرنده مجدد بایت CRC از روی داده‌های ارسال شده محاسبه شده و با بایت CRC خود فریم مقایسه می‌شود. در صورتی که با هم تفاوت داشته باشند یعنی خطایی به هنگام ارسال داده‌ها رخ داده است.

۷_۱_۲_ ساختار فریم تصدیق (Acknowledgment)

چنانچه هدف فریم ارسالی تنظیم یکی از پارامترها باشد(مقدار بایت Action عدد ۱ باشد) یک فریم از سمت کنترلر ارسال می‌شود که مشخص کننده صحت ارسال می‌باشد. ساختار فریم تصدیق مشابه فریم ارسالی بوده تنها به جای بایت فرمان(Command) مقدار 0xFD جایگزین خواهد شد. به عبارتی همان فریم ارسالی به عنوان فریم تصدیق از سمت کنترلر ارسال می‌شوند و تنها بایت فرمان با مقدار 0xFD جایگزین شده است.

جدول ۹: ساختار فریم تصدیق

Start Bytes بایت‌های شروع فریم (۲ بایت)	Address آدرس کنترلر (۱ بایت)	Command فرمان (۱ بایت)	Action تعیین عملیات خواندن یا نوشتن (۱ بایت)	Data بایت‌های داده (۴ بایت)	Stop Byte بایت پایانی (۱ بایت)	CRC چک خطا (۱ بایت)
0xFFFF(fixed)	Variable(0x01 – 0xFC)	0xFD(fixed)	0x01 (fixed)	Variable	0xFE(fixed)	Variable

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

۷_۱_۳_ ساختار فریم فیدبک (Feedback)

چنانچه هدف از فریم ارسالی درخواست ارسال مقدار یک پارامتر باشد(مقدار بایت Action عدد ۲ باشد)، فریم فیدبک از سمت کنترلر ارسال می‌شود. ساختار فریم فیدبک نیز مشابه ساختار فریم ارسالی می‌باشد با این تفاوت که مقدار پارامتر درخواست شده به جای ۴ بایت دیتا قرار داده شده است.

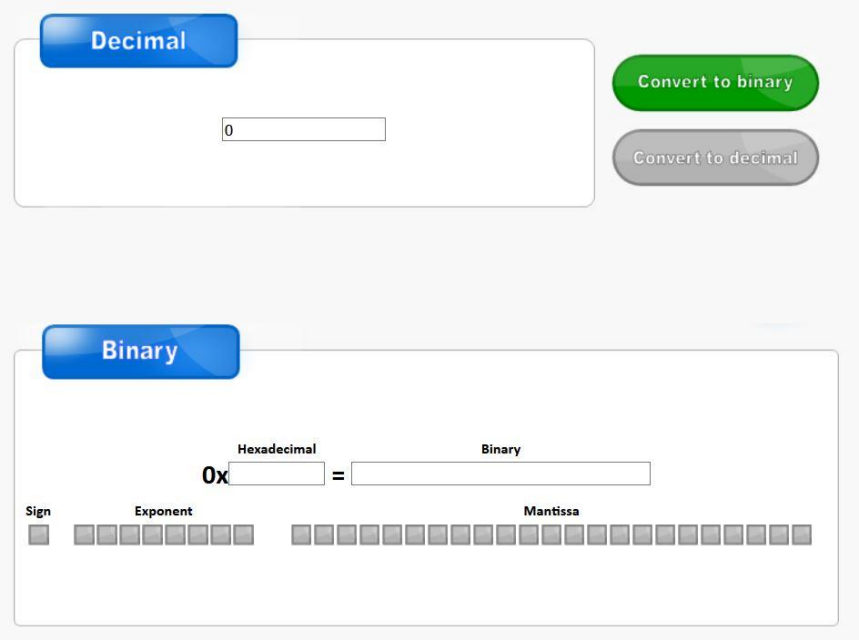
جدول ۱۰: ساختار فریم فیدبک

Start Bytes بایت‌های شروع فریم (۲ بایت)	Address آدرس کنترلر (۱ بایت)	Command فرمان (۱ بایت)	Action تعیین عملیات خواندن یا نوشتن (۱ بایت)	Data بایت‌های داده (۴ بایت)	Stop Byte بایت پایانی (۱ بایت)	CRC چک خطا (۱ بایت)
0xFFFF(fixed)	Variable(0x01 – 0xFC)	Variable(0x01 – 0xFF)	0x02 (fixed)	Variable	0xFE(fixed)	Variable

۷_۲_ تبدیل عدد دسیمال به فرمت IEEE754 و برعکس به کمک مبدل‌های تحت وب

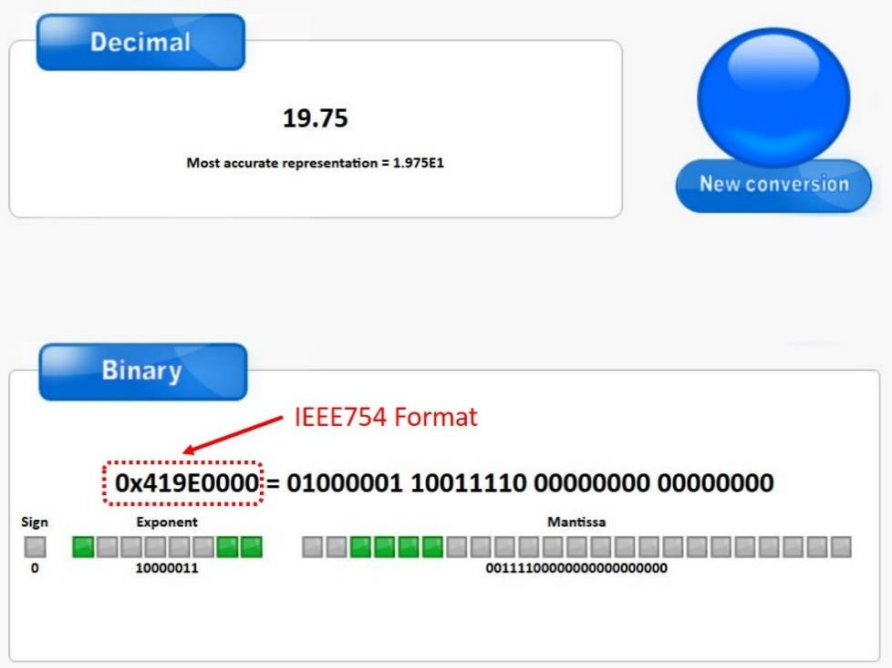
راحت ترین راه جهت تبدیل عدد دسیمال به فرمت IEEE754 استفاده از مبدل‌های تحت وب می‌باشد. یکی از این مبدل‌های آنلاین سایت binaryconvert است. مطابق شکل ۹ به منظور تبدیل عدد دسیمال به فرمت IEEE754 عدد مورد نظر را در قسمت Decimal تایپ کرده و روی Convert to binary کلیک کنید. برعکس جهت تبدیل عدد با فرمت IEEE754 به دسیمال عدد مورد نظر را در قسمت Binary تایپ کرده و روی Convert to decimal کلیک نمایید.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir



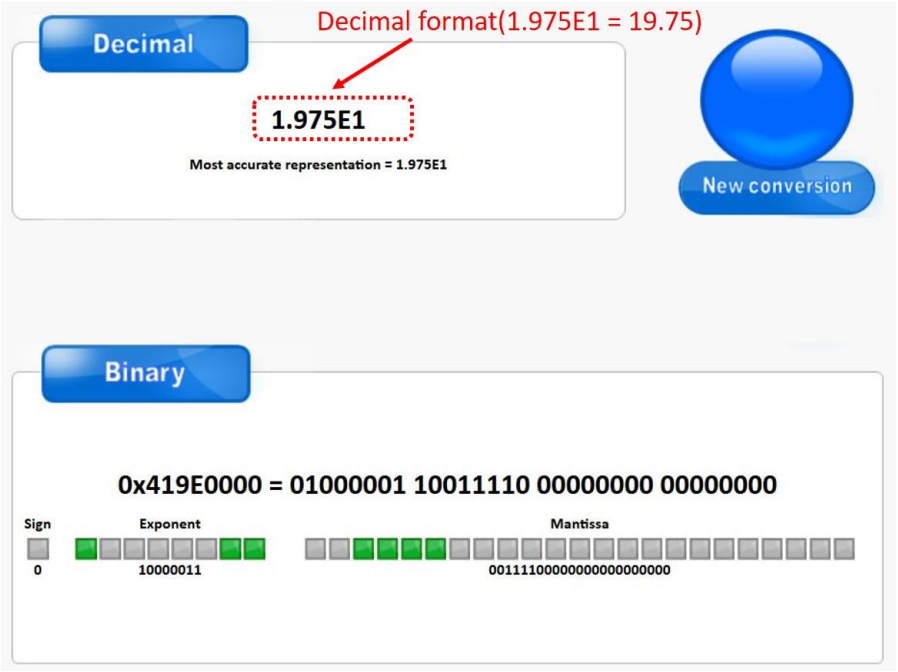
شکل ۹: مبدل تحت وب تبدیل عدد دسیمال به فرمت IEEE754 و برعکس

در شکل ۱۰ عدد دسیمال ۱۹/۷۵ به فرمت IEEE754 تبدیل شده است که مقدار آن 0x419E0000 می‌باشد. در شکل ۱۱ نیز مجدد عدد با فرمت IEEE754 به معادل دسیمال تبدیل شده است.



شکل۱۰: تبدیل عدد دسیمال به فرمت IEE754 توسط مبدل تحت وب

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir



شکل ۱۱: تبدیل عدد با فرمت IEE754 معادل دسیمال توسط مبدل تحت وب

۷_۳_ تئوری تبدیل عدد دسیمال به فرمت IEEE754 و برعکس(روش علمی)

در موشن کنترلر AMC11 از استاندارد IEEE754 جهت ارسال و دریافت داده‌ها از طریق پروتکل‌های USB و RS485 استفاده شده است.

۷_۳_۱_ تبدیل عدد دسیمال به فرمت IEEE754

استاندارد IEEE754 دارای ۲ دقت Single و Double می‌باشد. در موشن کنترلر AMC11 از استاندارد IEEE754 با دقت Single استفاده شده است. ساختار استاندارد IEEE754 با دقت Single در شکل ۱۲ نشان داده شده است.

شکل ۱۲: استاندارد IEEE754 با دقت Single

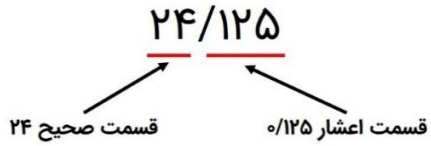
مطابق شکل ۱۲ فرمت IEEE754 با دقت Single دارای ۳۲ بیت (۴ بایت) می‌باشد که از سه بخش تشکیل شده است. بخش اول که شامل یک بیت می‌باشد Sign نام دارد. به بخش دوم که دارای ۸

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved.

بیت است Exponent می‌گویند. بخش Mantissa یا Fraction نیز از ۲۳ بیت تشکیل شده است. در ادامه روند تبدیل عدد دسیمال ۲۴/۱۲۵ به فرمت IEEE754 با دقت Single توضیح داده شده است.

مرحله ۱: جداسازی قسمت‌های صحیح و اعشار از یکدیگر

ابتدا قسمت صحیح و اعشار عدد مورد نظر را جدا نمایید. مطابق شکل ۱۳ قسمت‌های صحیح و اعشار عدد ۲۴/۱۲۵ به ترتیب ۲۴ و ۰/۱۲۵ می‌باشند.



شکل ۱۳: جداسازی قسمت صحیح و اعشار

مرحله ۲: تبدیل قسمت صحیح به باینری

قسمت صحیح را به معادل باینری آن تبدیل نمایید. در این مثال معادل باینری ۲۴ مقدار ۱۱۰۰۰ می‌باشد. روند تبدیل در جدول ۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۱۱: تبدیل قسمت صحیح به باینری

تقسیمات قسمت صحیح	نتیجه	باقیمانده
$\frac{۲۴}{۲}$	۱۲	۰
$\frac{۱۲}{۲}$	۶	۰
$\frac{۶}{۲}$	۳	۰
$\frac{۳}{۲}$	۱	۱
$\frac{۱}{۲}$	۰	۱

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

مرحله ۳: تبدیل قسمت اعشار به باینری

قسمت اعشاری عدد ۲۴/۱۲۵ یعنی ۰/۱۲۵ را به معادل باینری آن تبدیل نمایید.روند تبدیل در جدول ۱۲ نمایش داده شده است. حاصل این تبدیل ۰/۰۰۱ می‌باشد.

جدول ۱۲: تبدیل قسمت اعشار به باینری

ضرب‌های متوالی قسمت اعشار	نتیجه	رقم قبل از اعشار
۰/۱۲۵×۲	۰/۲۵	۰
۰/۲۵×۲	۰/۵	۰
۰/۵×۲	۱/۰	۱
۰/۰×۲	۰/۰	۰

مرحله ۴: ترکیب معادل باینری قسمت صحیح و اعشار با یکدیگر

قسمت صحیح و اعشاری را با یدیگر ترکیب نمایید. برای عدد عدد ۲۴/۱۲۵ معادل باینری آن عدد ۱۱۰۰۰/۰۰۱ خواهد شد.

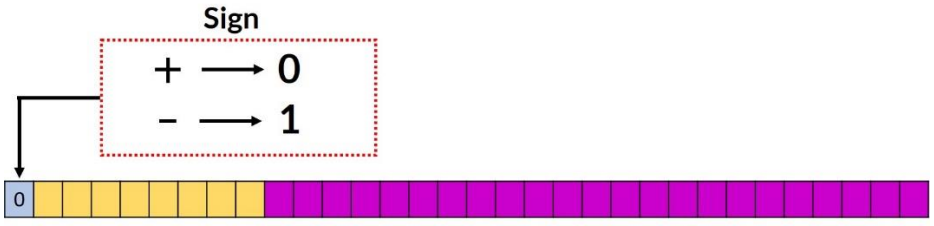
مرحله ۵: تبدیل عدد حاصل شده به صورت نمایش علمی مبنای ۲

اکنون عدد ۱۱۰۰۰/۰۰۱ را به صورت نماد علمی مبنای ۲ نمایش دهید. حاصل عبارت است از:

$$\mathbf{1.1000001 \times 2^4}$$

مرحله ۶: تعیین علامت عدد و نمایش به صورت باینری

با توجه به علامت عدد ۲۴/۱۲۵ بیت علامت رو تعیین نمایید. مطابق شکل ۱۴ چنانچه عدد مثبت باشد بیت علامت ۰ و چنانچه عدد منفی باشد بیت علامت ۱ می‌باشد.

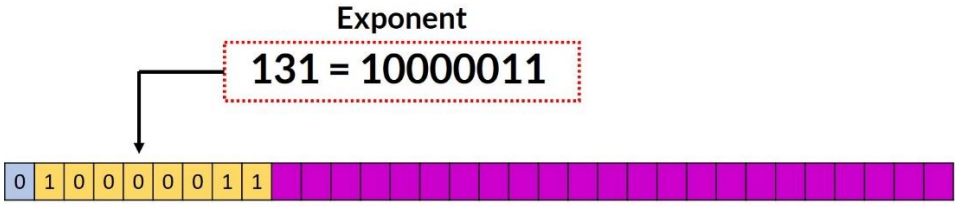


شکل ۱۴: تعیین مقدار بیت علامت

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

مرحله ۷: تعیین قسمت Exponent

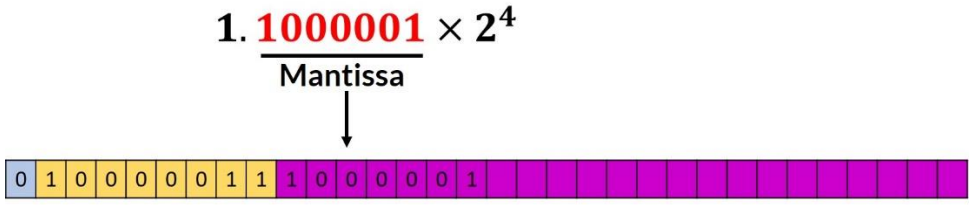
در استاندارد IEEE754 با دقت Single و Double یک مقدار بایاس تعریف می‌شود. این مقدار بایاس برای دقت Single عدد ۱۲۷ می‌باشد. برای تعیین قسمت Exponent توان عدد ۲ که در مرحله ۵ بدست آوردیم(یعنی عدد ۴) را با عدد بایاس ۱۲۷ جمع کرده (۱۳۱ = ۱۲۷ + ۴) و حاصل را پس از تبدیل به باینری در قسمت Exponent مطابق شکل ۱۵ قرار می‌دهیم.



شکل ۱۵: تعیین مقدار Exponent

مرحله ۸: تعیین قسمت Mantissa

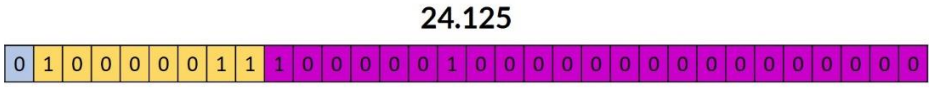
مقدار Mantissa قسمت اعشار نمایش مبنای علمی ۲ که در مرحله ۵ حاصل شد میباشد. مطابق شکل ۱۶ قسمت Mantissa در جایگاه مربوطه قرار داده شده است.



شکل ۱۶: تعیین مقدار Mantissa

مرحله ۹: ترکیب سه قسمت حاصل شده به صورت یک عدد

به جای بیت‌های باقیمانده مقدار "۰" قرار دهید. مطابق شکل ۱۷ معادل IEEE754 عدد دسیمال ۲۴/۱۲۵ در نمایش باینری عدد "0 10000011 10000010000000000000000" و در نمایش هگزادسیمال عدد "0x41C10000" می‌باشد.



شکل۱۷: عدد IEEE754 تبدیل شده نهایی

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

۷_۳_۲_ تبدیل عدد با فرمت IEEE754 به معادل دسیمال

در این قسمت عدد "0 10000011 10000010000000000000000" با فرمت IEEE754 را به معادل دسیمال آن تبدیل می‌کنیم.

مرحله یک: بیت‌ها را به سه قسمت دسته بندی نمایید.

- بیت ۳۱ یا آخرین بیت سمت چپ علامت عدد را نشان می‌دهد.
- بیت‌های ۲۳ تا ۳۰ قسمت Exponent می‌باشد.
- بیت های ۰ تا ۲۲ قسمت Mantissa می‌باشد.

مرحله دو: بیت علامت را در نظر بگیرید.

اگر بیت علامت ۱ باشد عدد منفی و اگر صفر باشد عدد مثبت می‌باشد. از آنجایی که بیت علامت ۰ است پس علامت عدد مورد نظر مثبت خواهد بود.

مرحله سه: قسمت Exponent را در نظر گرفته و معادل دسیمال آن را حساب نمایید.

بیت‌های ۲۳ تا ۳۰ عدد "10000011" می‌باشد که اگر آن را به دسیمال تبدیل نماییم عدد ۱۳۱ حاصل می‌شود.

مرحله چهار: قسمت Mantissa را به مبنای ۱۰ تبدیل کنید.

قسمت Mantissa عدد "10000010000000000000000" می‌باشد بنابراین:

$$"\mathbf{0.10000010000000000000000}"_{bin} = \mathbf{1} \times \mathbf{2^{-1}} + \mathbf{0} \times \mathbf{2^{-2}} + \mathbf{0} \times \mathbf{2^{-3}} + \mathbf{0} \times \mathbf{2^{-4}} + \mathbf{0} \times \mathbf{2^{-5}} + \mathbf{0} \times \mathbf{2^{-6}} + \mathbf{1} \times \mathbf{2^{-7}} = \mathbf{0.5078125}$$

مرحله پنج: با استفاده از رابطه زیر معادل دسیمال را محاسبه کنید.

$$\mathbf{(-1)}^{\boldsymbol{Sign\ bit}} \times \mathbf{(1 + \boldsymbol{Mantissa})} \times \mathbf{2}^{\mathbf{(\boldsymbol{Exponent - bias})}} = \mathbf{(-1)^0} \times \mathbf{(1 + 0.5078125)} \times \mathbf{2^{(131-127)}} = \mathbf{24.125}$$

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

۷_۴_ تئوری محاسبه بایت CRC

در انتقال داده‌ها به صورت دیجیتال از CRC جهت تشخیص خطا در فریم ارسالی یا دریافتی استفاده می‌شود. در موشن کنترلر AMC11 از یک بایت CRC استفاده شده است. این بایت به انتهای فریم متصل شده و به دریافت‌کننده کمک می‌کند تا خطای احتمالی رخ داده در فریم را تشخیص دهد. الگوریتم‌های مختلفی برای محاسبه CRC وجود دارند که در موشن کنترلر AMC11 از الگوریتم CRC-8 استفاده شده است. در این الگوریتم فریم در یک چند جمله‌ای از پیش تعیین شده XOR می‌شود. نحوه عملکرد XOR در جدول ۱۳ نمایش داده شده است.

جدول ۱۳: عملگرد XOR

XOR	0	1
0	0	1
1	1	0

چند جمله‌ای مورد استفاده برای محاسب بایت CRC به صورت زیر می‌باشد.

$$x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

برای استفاده از چند جمله‌ای فوق جهت محاسبه بایت CRC باید آن را به صورت باینری نمایش دهیم. در نمایش باینری هر توانی که وجود دارد معادل یک و هر توانی که وجود ندارد معادل صفر در نظر می‌گیریم. نمایش باینری چند جمله‌ای فوق عدد "0b100011101" می‌باشد. برای ایجاد بایت CRC توسط الگوریتم CRC-8 مراحل زیر را انجام دهید:

- ابتدا ۸ بیت صفر به انتهای فریم اضافه کنید.
- مطابق شکل ۱۸ در هر مرحله اولین ۱ در چند جمله‌ای را با اولین ۱ از فریم ورودی در یک راستا قرار دهید و عملیاد XOR رو انجام دهید.
- عملیات را تا جایی ادامه دهید که حاصل XOR از فریم ورودی خارج شود.
- مطابق شکل ۱۸ هشت بیت زیر بیت‌های صفر اضافه شده به فریم در ابتدای کار همان بایت CRC می‌باشند. که در این مثال عدد 0x76 می‌باشد.

در شکل ۱۸ مراحل محاسبه بایت CRC توسط الگوریتم CRC-8 به صورت مرحله به مرحله نمایش داده شده است.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

Example for two bytes input data {0x01, 0x02} with polynomial "0b100011101" Calculated CRC: "0x76" or "0b01110110"																							
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
							1	0	0	0	1	1	1	0	1								
----------XOR----------																							
							0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
											1	0	0	0	1	1	1	0	1				
----------XOR----------																							
											0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
												1	0	0	0	1	1	1	0	1			
----------XOR----------																							
												0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
													1	0	0	0	1	1	1	0	1		
----------XOR----------																							
													0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
														1	0	0	0	1	1	1	0	1	
----------XOR----------																							
														0	0	0	1	1	1	0	1	1	0

شکل ۱۸: محاسب بایت CRC توسط روش 8-CRC

همچنین جهت محاسبه بایت CRC توسط الگوریتم CRC-8 با چند جمله‌ای "0b100011101" در زبان C می‌توانید از کد شکل ۱۹ استفاده نمایید.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved.

```
uint8_t Compute_CRC8(uint8_t Data_Input[], uint8_t Length){
        uint8_t generator = 0x1D;
        uint8_t crc = 0x00;
        for(int i = 0; i < Length; i++){
            crc ^= Data_Input[i];
            for (int i = 0; i < 8; i++){
                if ((crc & 0x80) != 0){
                 crc = ((crc << 1) ^ generator);
                }
                else{
                 crc <<= 1;
                }
            }
        }
        return crc;
}
```

شکل ۱۹: کد زبان C جهت محاسبه CRC در یک فریم

۷_۵_ محاسبه بایت CRC توسط مبدل‌های آنلاین

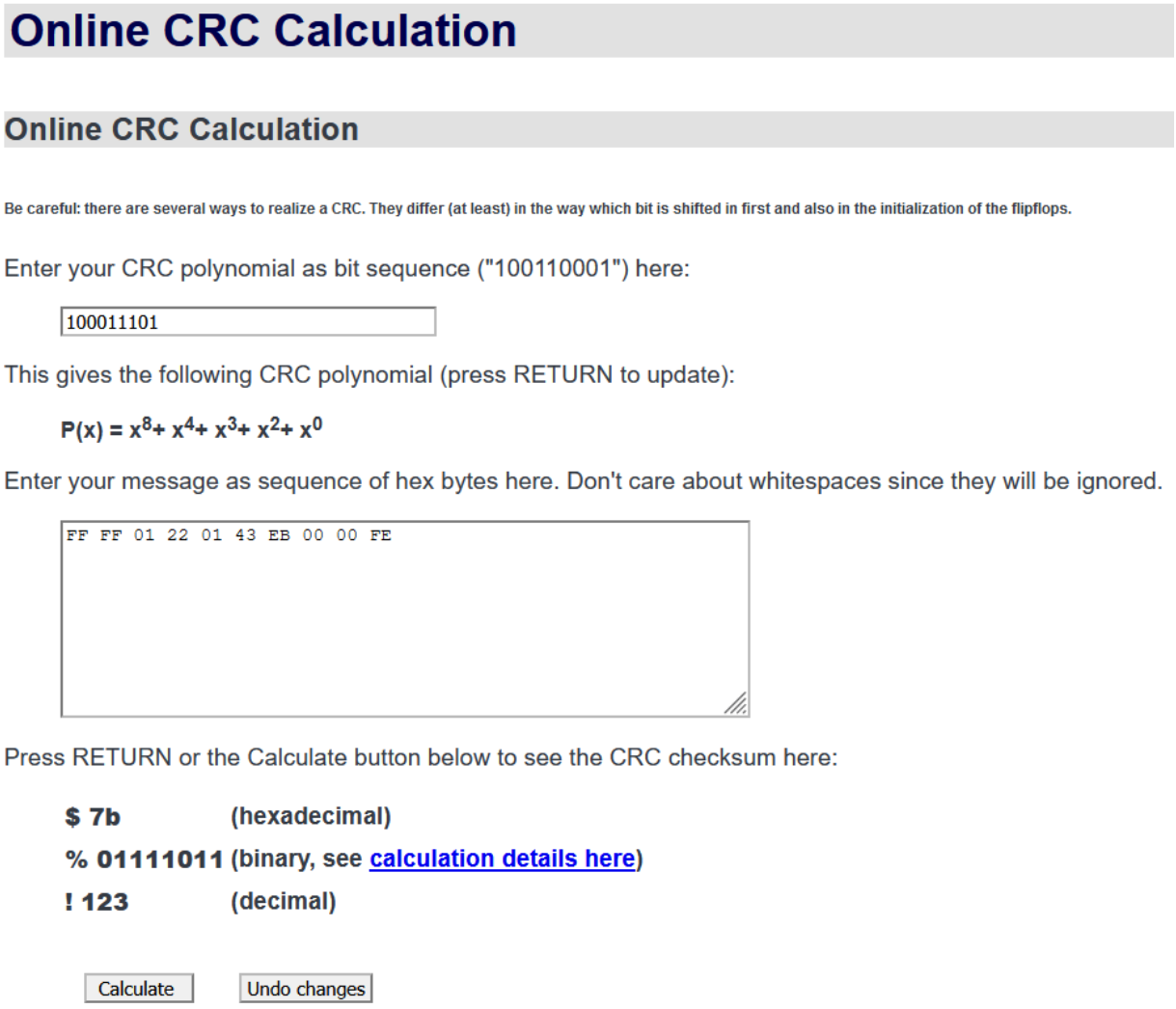
آسان‌ترین راه جهت محاسبه بایت CRC استفاده از مبدل‌های آنلاین است. یکی از این مبدل‌های آنلاین سایت GHSI می‌باشد. به عنوان مثال فرض کنید بخواهیم سرعت حرکت در موشن شماره ۱ را بر روی ۴۷۰ دور بر دقیقه تنظیم کنیم.

ابتدا باید عدد ۴۷۰ را به صورت استاندارد IEEE754 تبدیل کنیم که می‌توانیم از مبدل آنلاین معرفی شده در بخش‌های قبل استفاده کنیم. سپس مطابق جدول دستورات کنترلر باید از فرمان 0x22 به منظور تنظیم سرعت موشن شماره ۱ برحسب دور بر دقیقه استفاده کنیم. فریم ارسالی به صورت زیر خواهد بود:

FF FF 01 22 01 43 EB 00 00 FE (CRC)

در فریم فوق باید مقدار بایت CRC محاسبه شود. ابتدا مطابق شکل ۲۰ چند جمله "0b100011101" را در قسمت مشخص شده وارد نمایید سپس تمامی ۱۰ بایت قبل از CRC را وارد نموده و در نهایت دکمه Calculate را بزنید تا بایت CRC محاسبه شود.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir



شکل ۲۰: محاسبه بایت CRC توسط مبدل آنلاین

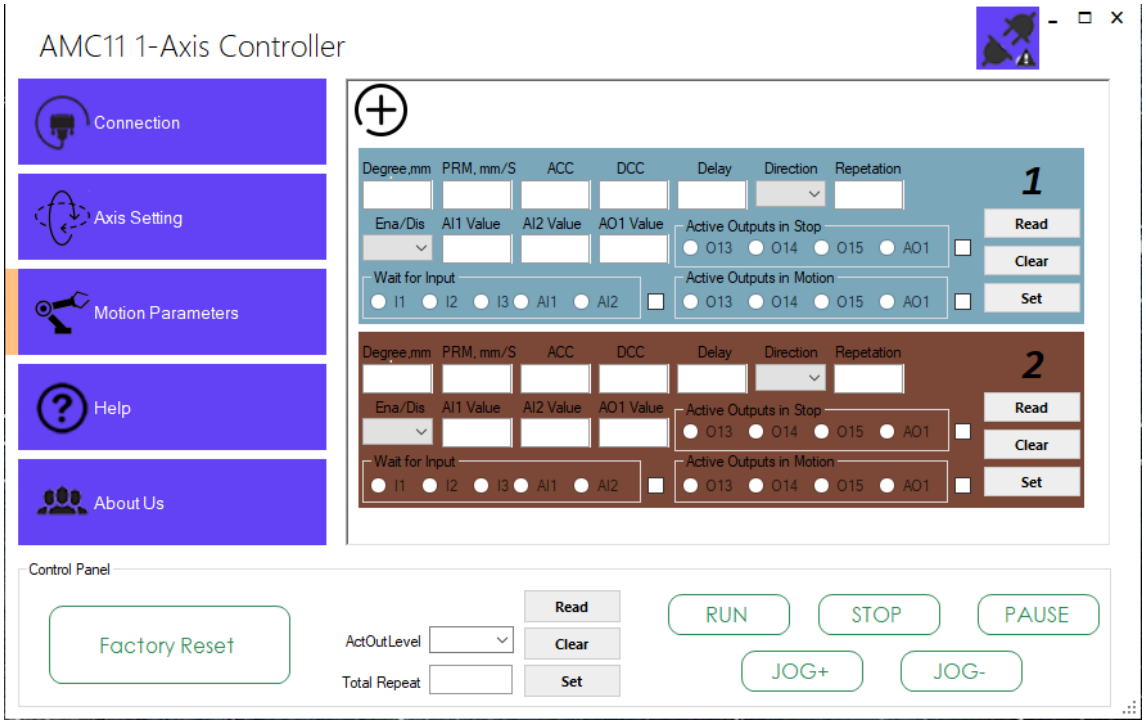
همانطور که در شکل ۲۰ مشاهده می‌کنید مقدار CRC عدد 0x7B می‌باشد. بنابراین فریم ارسالی باید به صورت زیر تشکیل شود.

FF FF 01 22 01 43 EB 00 00 FE 7B

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved.

۸_ نحوه کار با GUI موشن کنترلر AMC11

کنترلر AMC11 دارای یک محیط گرافیکی مخصوص به خود می‌باشد که از طریق آن می‌توانید پارامترهای کنترلر را به راحتی تنظیم نمایید. در شکل ۲۱ نمای کلی محیط گرافیکی یا GUI کنترلر AMC11 نمایش داده شده است.



شکل۲۱: رابط گرافیکی کنترلر AMC11

رابط گرافیکی دارای ۵ قسمت اصلی می‌باشد که عبارت‌اند از:

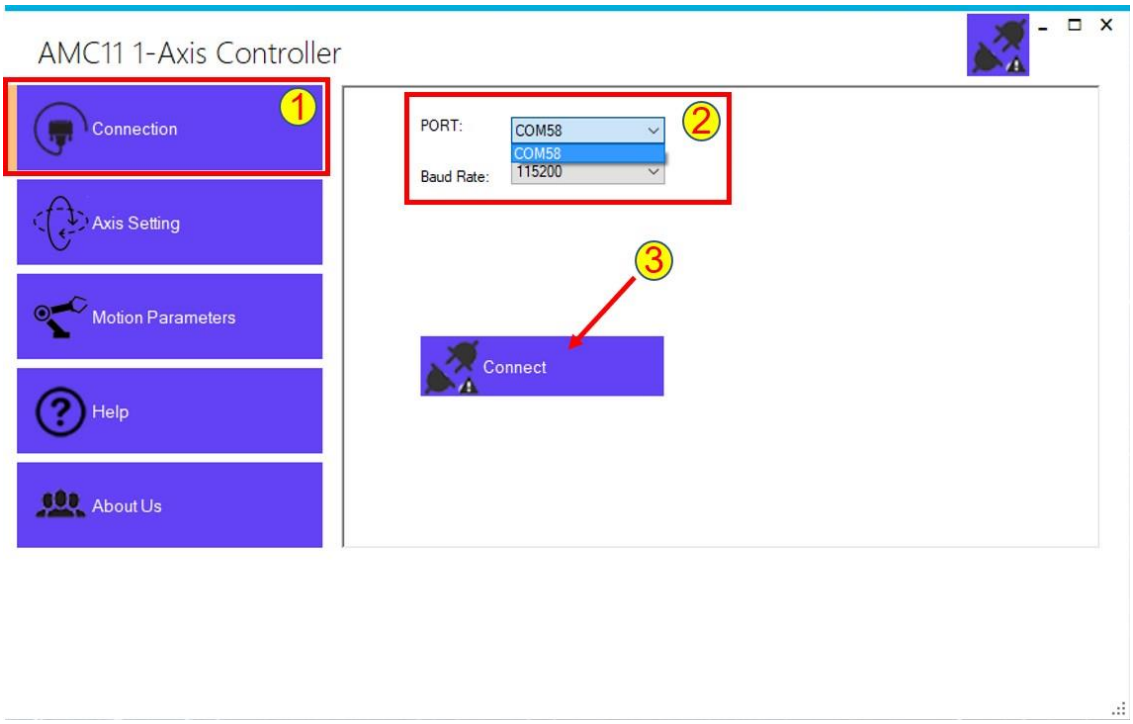
- سربرگ Connection
- سربرگ Axis Setting
- سربرگ Motion Parameters
- سربرگ Help
- سربرگ About Us

در ادامه به توضیح هر یک از سربرگ‌ها می‌پردازیم.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

۸ـ۱ـ سربرگ Connection

پس از وصل کردن تغذیه کنترلر و اتصال آن به کامپیوتر وارد این سربرگ شده و تنظیمات مربوط به پورت و نرخ ارسال اطلاعات را انتخاب نمایید. سپس بر روی دکمه Connect کلیک نمایید.



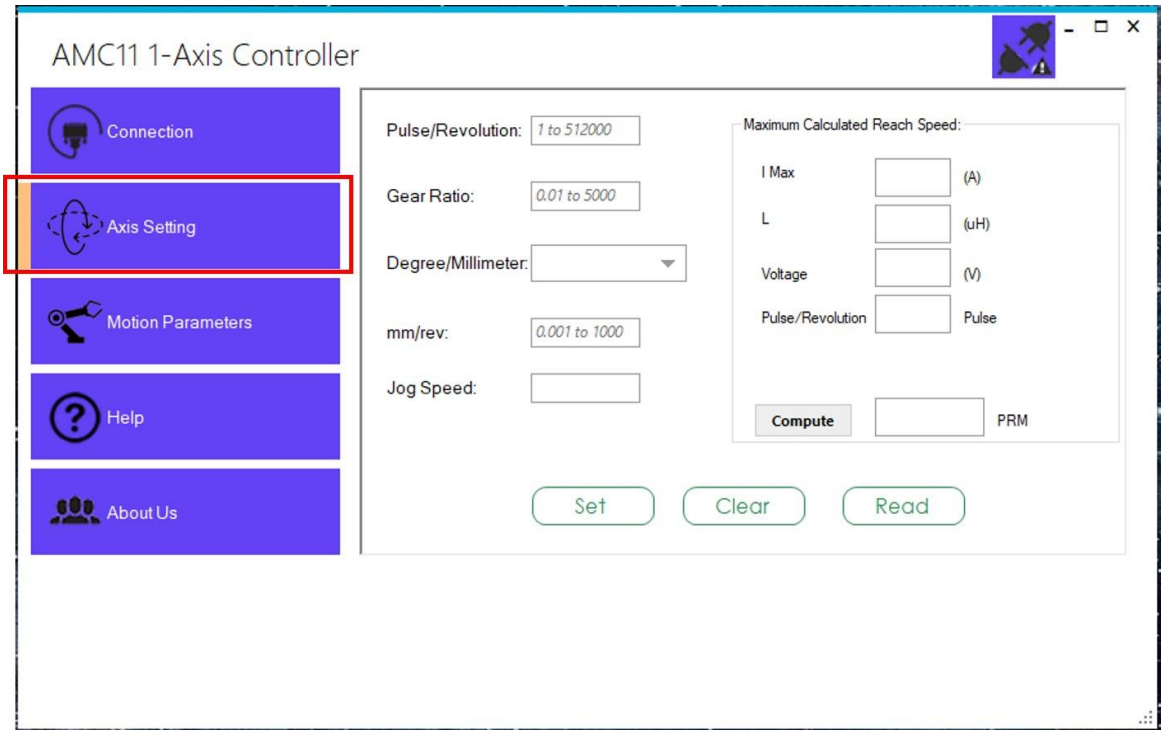
شکل۲۲: تنظیمات سربرگ Connection

اتصال کنترلر به کامپیوتر زمانی به درستی برقرار خواهد شد که وضعیت دکمه Connect به Connected تغییر نام دهد.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved.

۸ـ۲ـ سربرگ Axis Setting

تنظیمات سربرگ Axis Setting در شکل۲۳ نشان داده شده است. در این قسمت تنظیمات مربوط به محور حرکتی کنترلر قابل انجام می‌باشد.



شکل۲۳: تنظیمات سربرگ Axis Setting

پالس بر دور (Pulse/Revolution): در درایورهای استپ موتور پارامتر Pulse/Revolution به این معنی می‌باشد که درایور به ازای دریافت چند پالس منجر به حرکت یک دور کامل شفت موتور خواهد شد. هر مقداری که بر روی درایور استپ موتور برای این پارامتر تنظیم نموده‌اید را در این قسمت وارد کنید.

نسبت گیربکس (Gear Ratio): در برخی از کاربردها به منظور رسیدن به سرعت و گشتاور مطلوب از گیربکس استفاده می‌کنند. گیربکس‌ها به دو صورت کاهنده و افزاینده وجود دارند. در گیربکس کاهنده(سرعت شفت خروجی کمتر از سرعت شفت ورودی) نسبت گیربکس عددی بزرگتر از یک می‌باشد ولی در گیربکس افزاینده(سرعت شفت خروجی بیشتر از سرعت شفت ورودی) نسبت گیربکس کمتر از یک است. همچنین در شرایطی که کوپلینگ به صورت مستقیم می‌باشد و از گیربکس استفاده نمی‌شود نسبت گیربکس عدد ۱ خواهد بود.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

توجه

نسبت گیربکس عدد حاصل از تقسیم تعداد دندانه‌های چرخ‌دنده خروجی به تعداد دندانه‌های چرخ‌دنده ورودی می‌باشد(در صورتی که گیربکس تنها دارای دو چرخ‌دنده باشد). همچنین با تقسیم سرعت شفت ورودی به سرعت شفت خروجی نسبت گیربکس بدست می‌آید.

مکانیزم حرکتی (Degree/Millimeter): چنانچه عملکرد دستگاه به صورت دورانی می‌باشد(به عنوان مثال میزها و سکوهای دوار) این پارامتر را بر روی Degree تنظیم نمایید. اما در صورتیکه حرکت دستگاه به صورت خطی است (کاربردهایی مثل سوراخکاری‌های خطی) این پارامتر باید بر روی Millimeter تنظیم شود.

گام حرکت خطی (mm/rev): چنانچه حرکت دستگاه به صورت خطی می‌باشد این پارامتر تعیین می‌کند که یک دوران در شفت ورودی منجر به چند میلیمتر حرکت خطی در خروجی خواهد شد. به عنوان مثال اگر مقدار این پارامتر را عدد ۱۰ تنظیم نمایید به این معنی است که با یک دور کامل شفت ورودی، محور خطی به اندازه ۱۰ میلیمتر جابجا خواهد شد.

سرعت جاگ (Jog Speed): کلیدهای +JOG و -JOG بر روی کنترلر کلیدهای مربوط به جاگ مد می‌باشند. با فشار دادن و نگه‌داشتن هر یک از این کلیدها موتور با سرعتی ثابت مادامی که کلید رو فشار داده‌ایم در جهت مورد نظر شروع به حرکت می‌نماید. پارامتر Jog Speed سرعت حرکت بر حسب دور بر دقیقه را تعیین می‌نماید.

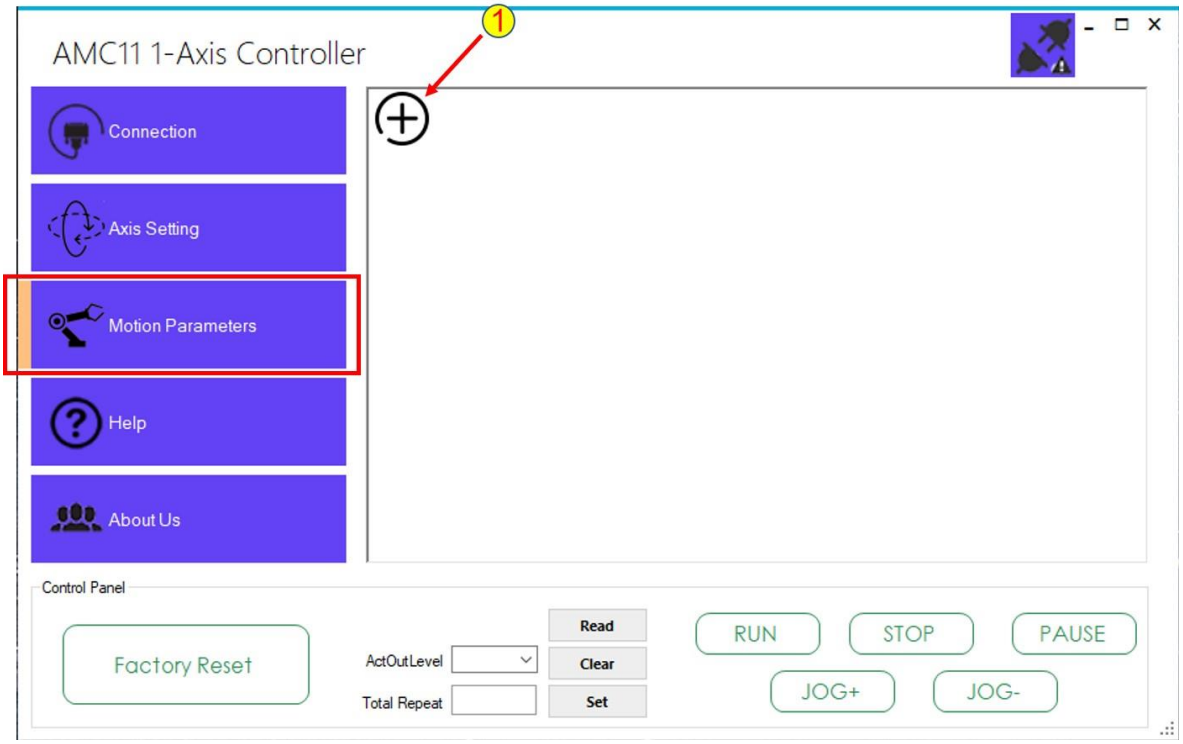
کلیدهای Read، Clear و Set: با کلیک بر روی دکمه Clear تمامی کاردهای مربوط به درج مقدار پارامتر پاک خواهند شد. با کلیک بر روی دکمه Read کنترلر مقادیر حال حاضر ذخیر شده بر روی کنترلر را باز خواهد گرداند. همچنین پس از تنظیم هر یک از پارامترهای فوق با کلیک بر روی دکمه Set مقدار مورد نظر بر روی حافظه کنترلر ذخیر خواهد شد.

حداکثر سرعت قابل دستیابی (Maximum Calculated Reachable Speed): در استپ موتورها با افزایش سرعت دورانی گشتاور کاهش می‌یابد به طوریکه از یک سرعتی به بعد شفت موتور دچار رزونانس شده و متوقف می‌شود. در این قسمت جریان موتور، اندوکتانس موتور، ولتاژ تغذیه و مقدار پالس بر دور را وارد نمایید و سپس دکمه Compute را زده تا حداکثر سرعت قابل دستیابی بر حسب دور بر دقیقه محاسبه شود.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

۸ـ۳ـ سربرگ Motion Parameters

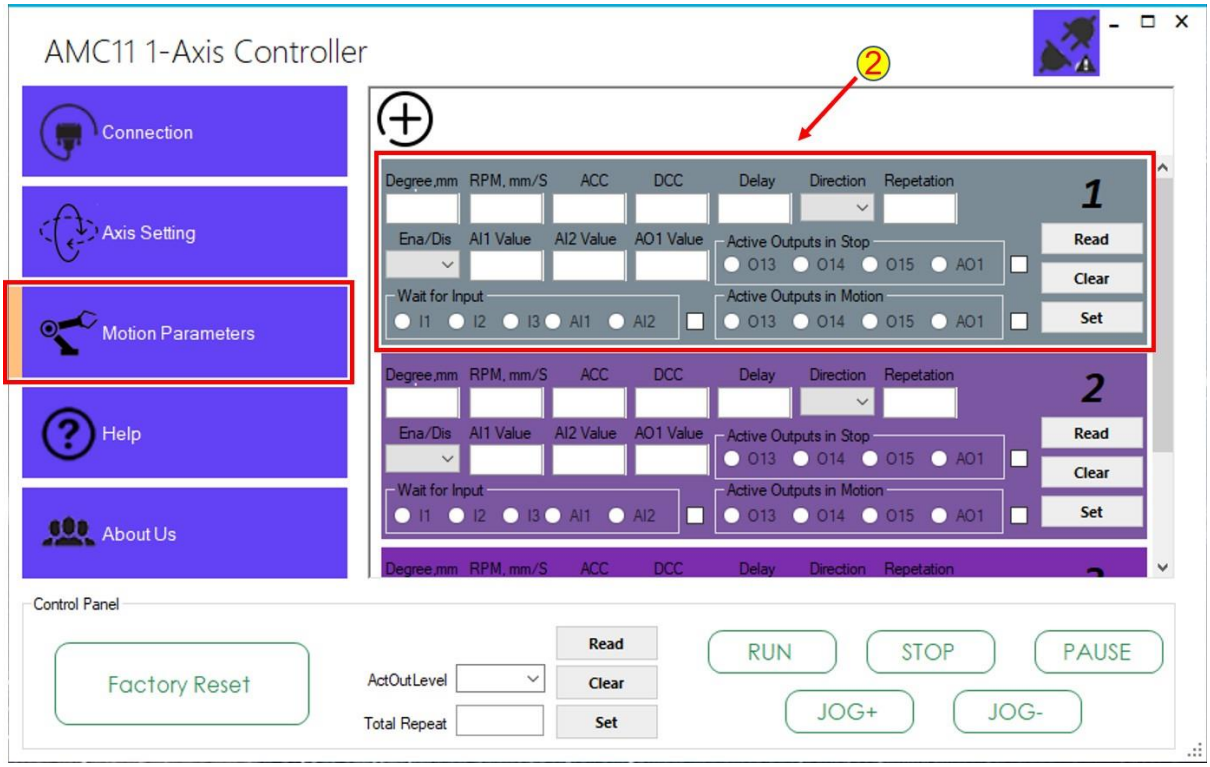
پس از ورود به سربرگ Motion Parameters مطابق شکل۲۴ یک علامت مثبت مشاهده خواهید کرد. با کلیک بر روی این علامت کادر مربوط به تنظیمات موشن شماره یک باز خواهد شد. با کلیک مجدد بر روی علامت مثبت کادر مربوط به تنظیمات موشن شماره دو باز خواهد شد(برای باز شدن موشن بعدی مجدد بر روی علامت مثبت کلیک نمایید). در کنترلر AMC11 تا پنج موشن مستقل از هم قابل تعریف می‌باشد.



شکل۲۴: سربرگ Motion Parameter

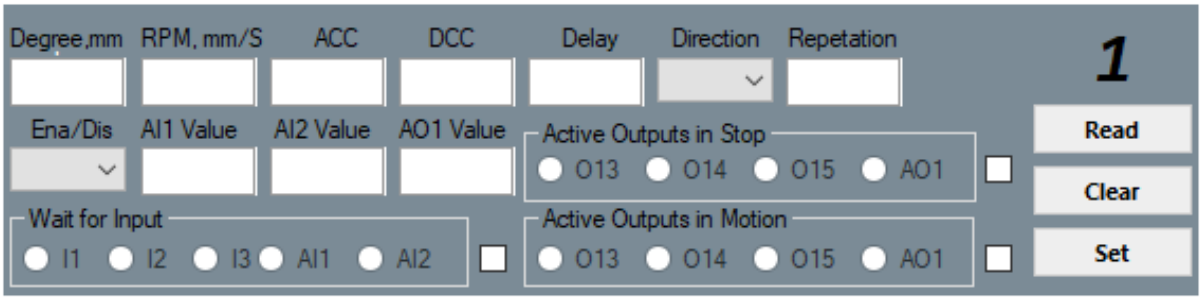
© 2022 Robot Makers. All Right Reserved.

در شکل۲۵ کادرهای باز شده پس از هر بار کلیک بر روی علامت مثبت نشان داده شده است.



شکل۲۵: جزئیات سربرگ Motion Parameters

همچنین در شکل۲۶ جزئیات مربوط به تنظیمات هر موشن را مشاهده می‌کنید.



شکل۲۶: جزئیات تنظیمات هر موشن

تنظیم مقدار حرکت (Degree, mm): با توجه به مکانیزم حرکتی دستگاه در این قسمت میزان حرکت برحسب درجه و یا میلیمتر قابل تنظیم می‌باشد.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

تنظیم سرعت حرکت (RPM, mm/S): با توجه به مکانیزم حرکتی دستگاه در این قسمت سرعت برحسب دور بر دقیقه و یا میلیمتر بر ثانیه قابل تنظیم می‌باشد.

هشدار

چنانچه مقدار سرعت وارد شده بر حسب دور بر دقیقه (RPM) بیشتر از مقدار سرعت محاسبه شده در قسمت Maximum Calculated Reachable Speed در تب Axis Settings باشد احتمال اینکه موتور دچار رزونانس شده و شفت موتور متوقف شود می‌باشد.

شتاب شروع حرکت (ACC): با تنظیم شتاب حرکت می‌توان از ایجاد ضربه هنگام شروع حرکت جلوگیری کرد و حرکت نرم‌تری را ایجاد نمود. این پارامتر برحسب پالس می‌باشد. معمولا عددی بین ۱۰ تا ۱۰۰۰ مناسب است.

شتاب توقف حرکت (DCC): با تنظیم شتاب توقف می‌توان از ایجاد ضربه هنگام توقف حرکت جلوگیری کرد و حرکت نرم‌تری را ایجاد نمود. این پارامتر برحسب پالس می‌باشد. معمولا عددی بین ۱۰ تا ۱۰۰۰ مناسب می‌باشد.

مدت زمان توقف (Delay): این پارامتر که برحسب میلی ثانیه قابل تنظیم می‌باشد مدت زمان توقف موتور پس از اتمام حرکت را مشخص می‌کند.

جهت حرکت (Direction): این پارامتر جهت دوران موتور را تعیین می‌نماید و می‌تواند به دو صورت ساعتگرد و پادستگرد تنظیم شود.

تکرار حرکت (Repetition): در این قسمت می‌توانیم تعیین نماییم که حرکت مورد نظر چندبار تکرار شود.

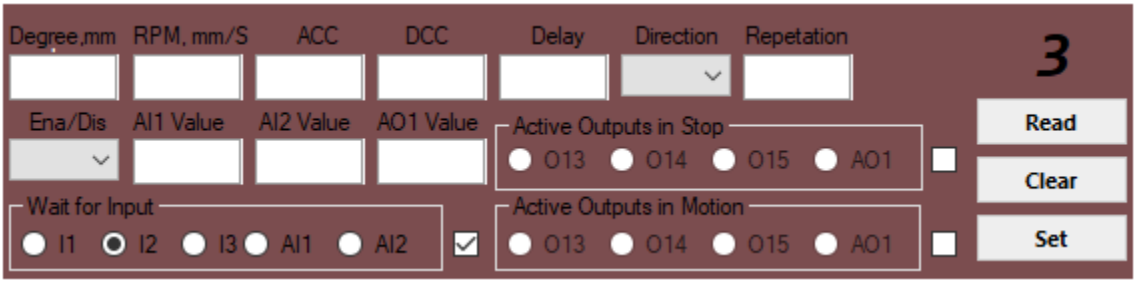
فعال و غیرفعال سازی حرکت (Ena/Dis): با استفاده از این پارامتر می‌توان حرکت مورد نظر را فعال و یا غیرفعال کرد.

سطح فعال‌سازی ورودی‌های آنالوگ (AI1 Value, AI2 Value): در این قسمت می‌توان سطح فعال‌سازی ورودی‌های آنالوگ AI1 و AI2 را تعیین نمود. این سطح می‌تواند مقداری بین ۰ تا ۱۰ ولت باشد.

سطح ولتاژ خروجی آنالوگ (AO1 Value): این پارامتر سطح ولتاژ خروجی آنالوگ AO1 را مشخص می‌کند که عددی بین ۰ تا ۱۰ می‌باشد.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

تعیین ورودی انتظار (Wait for Input): در کنترلر شروع حرکت می‌تواند منتظر یکی از ورودی‌های دیجیتال I1، I2 ، I3 و یا ورودی‌های آنالوگ AI1 و AI2 بماند. به طوریکه تا زمانیکه ورودی مد نظر اعمال نشده است کنترلر منتظر میماند. به عنوان مثال در شکل۲۷ شروع موشن شماره ۳ مقید به اعمال ورودی دیجیتال I2 شده است.



شکل۲۷: تعیین ورودی انتظار موشن شماره ۳ برای ورودی دیجیتال شماره ۲

توجه

در صورتیکه ورودی انتظار یکی از ورودی‌های آنالوگ AI1 یا AI2 انتخاب شود، موشن مد نظر زمانی شروع خواهد شد که سطح ولتاژ آنالوگ اعمالی بیشتر از سطح فعال‌سازی (مقادیر AI1 Value و AI2 Value) تنظیم شده باشد.

تعیین خروجی فعال در زمان توقف (Active Output in Stop): در کنترلر در زمان توقف (توقف به مدت زمان پارامتر Delay) می‌تواند یکی از خروجی‌های اوپن درین O13، O14، O15 و یا خروجی آنالوگ AO1 فعال شود.

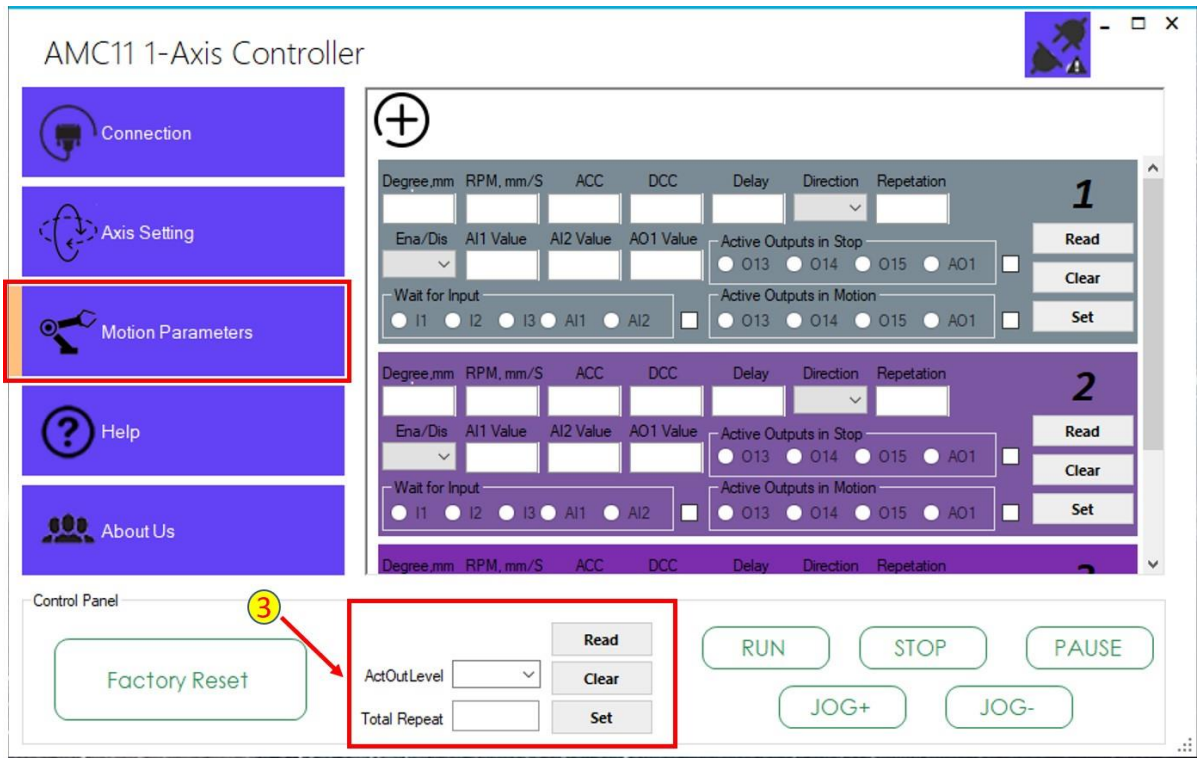
تعیین خروجی فعال در زمان حرکت (Active Output in Motion): در کنترلر در زمان حرکت می‌تواند یکی از خروجی‌های اوپن درین O13، O14، O15 و یا خروجی آنالوگ AO1 فعال شود.

توجه

در صورتیکه که خروجی فعال در زمان توقف و یا حرکت خروجی آنالوگ AO1 انتخاب شود، در زمان توقف و یا حرکت مقدار خروجی آنالوگ بر روی پارامتر AO1 Value قرار خواهد گرفت. از این خروجی آنالوگ می‌تواند برای کنترل سرعت یک درایور خارجی، اینورتر، اسپیندل و ... استفاده نمود.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

تعیین وضعیت خروجی O3 و مقدار تکرار کل: مطابق شکل۲۸ در قسمت مشخص شده می‌توان تعداد کل تکرار موشن شماره ۱ تا ۵ و وضعیت خروجی O3 را تنظیم نمود. به عنوان مثال چنانچه مقدار Total Repeat بر روی ۷ تنظیم شود کل موشن‌های شماره ۱ تا ۵ هفت مرتبه انجام خواهند شد.



شکل۲۸: تعیین وضعیت خروجی O3 و مقدار تکرار کل

توجه

در صورتیکه مقدار پارامتر ActOutLevel بر روی High تنظیم شود در حین حرکت خروجی O3 دارای سطح ولتاژ ۵ ولت می‌باشد. همچنین در صورتیکه مقدار این پارامتر بر روی Low تنظیم شود در حین حرکت خروجی O3 دارای سطح ولتاژ صفر خواهد بود.

هشدار

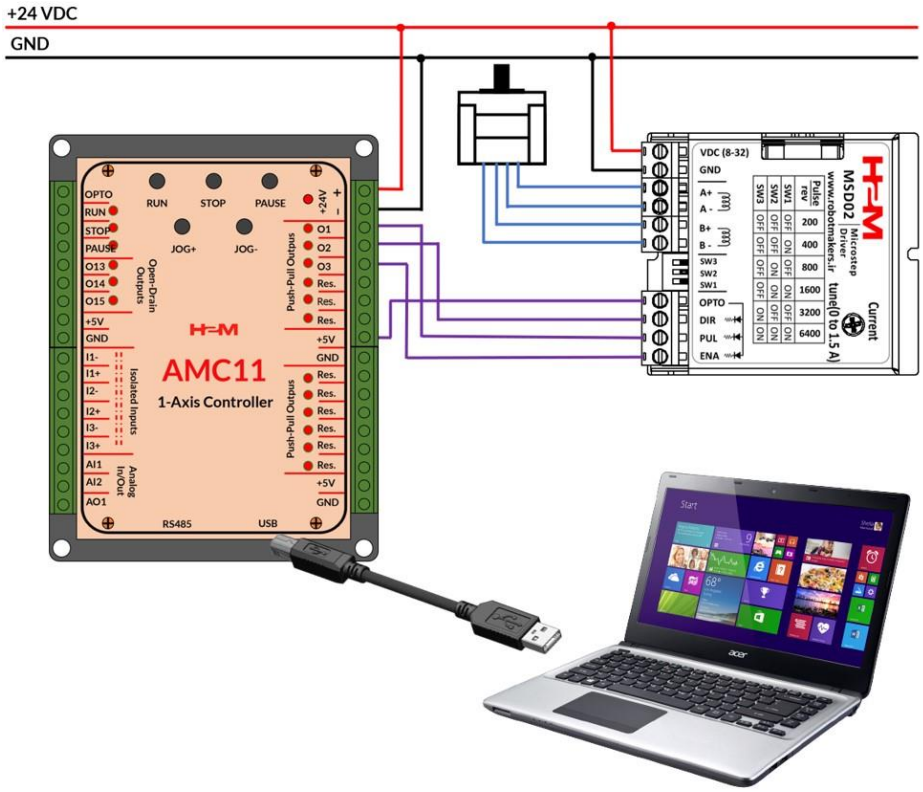
با کلیک بر روی دکمه Factory Reset مقادیر تمامی پارامترها به مقادیر پیش فرض کارخانه برگردانده خواهند شد.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

۹_ راه‌اندازی سریع موشن کنترلر AMC11

به منظور راه‌اندازی سریع موشن کنترلر AMC11 مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید.

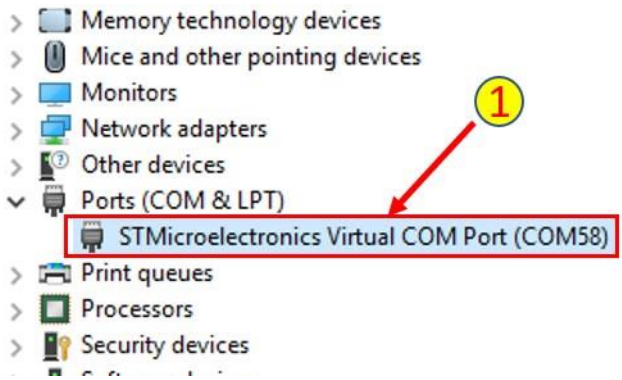
مرحله ۱: مطابق شکل۲۹ حداقل سیم کشی لازم جهت راه‌اندازی کنترلر را برقرار کرده و تغذیه کنترلر را متصل نمایید. سپس کنترلر را از طریق کابل USB به کامپیوتر متصل کنید.



شکل۲۹: حداقل سیم کشی جهت راه‌اندازی سریع کنترلر AMC11

مرحله ۲: پس از اتصال کنترلر به کامپیوتر به قسمت Device Manager کامپیوتر رفته و در صورتیکه درایورهای لازم را نصب داشته باشید باید پورت مجازی ایجاد شده توسط کنترلر را مطابق شکل۳۰ مشاهده نمایید. در صورتی که کنترلر به درستی توسط کامپیوتر شناسایی نشده است بایستی درایور USB کنترلر رو از روی سایت شرکت در قسمت صفحه محصول AMC11 دانلود نمایید.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved.



شکل۳۰: پورت مجازی ایجاد شده توسط کنترلر در قسمت Device Manager

مرحله ۳: شماره پورت شناسایی شده توسط کامپیوتر را در سربرگ Connection رابط گرافیکی کنترلر وارد نموده و بر روی دکمه Connect کلیک نمایید. در صورتی که عبارت Connect به Connected تغییر نام دهد یعنی اتصال کنترلر به کامپیوتر به درستی انجام شده است.

مرحله ۴: تنظیمات لازم در سربرگ Axis Setting و Motion Parameters را متناسب با کاربرد خود انجام دهید و در هر مرحله با استفاده از دکمه‌های Set و Read مطمئن شوید که تنظیمات به درستی بر روی حافظه درایور ذخیر شده است.

مرحله ۵: با کلیک بر روی دکمه RUN در رابط گرافیکی یا فشار دادن دکمه RUN از روی کنترلر و یا اعمال فرمان RUN به صورت خارجی عملیات مورد نظر اجرا خواهد شد.

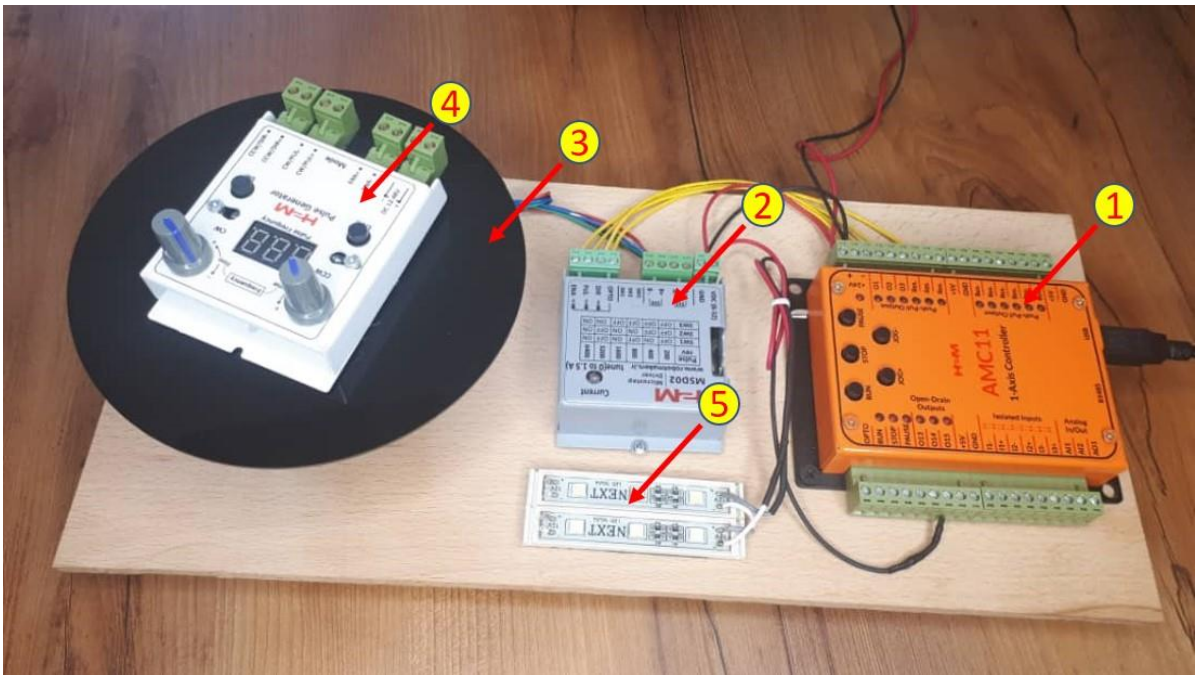
© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

۱۰ـ نمونه مثال‌های کاربردی

در این قسمت نمونه مثال‌های کاربردی به مرور اضافه خواهند شد.

۱۰ـ۱ـ میز عکاسی ۳۶۰ درجه

از میز عکاسی ۳۶۰ درجه به منظور عکس‌برداری از یک شئ از زاویه‌های مختلف استفاده می‌شود. شکل۳۱ یک میز عکاسی ۳۶۰ درجه را نشان می‌دهد که با حداقل تجهیزات به صورتی ساده ساخته شده است تا کاربرد کنترلر AMC11 بهتر درک شود.



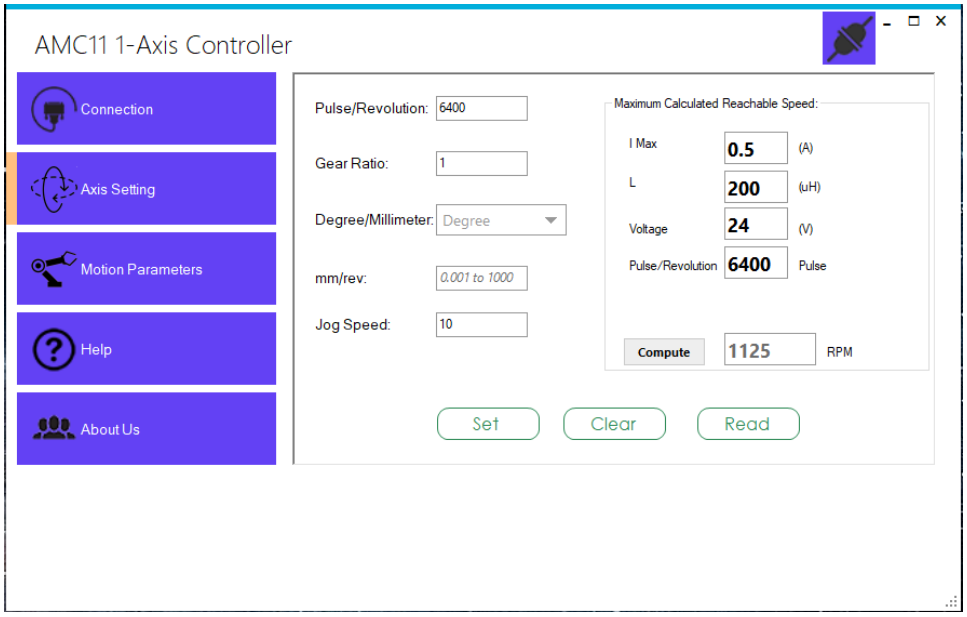
شکل۳۱: میز عکاسی ۳۶۰ درجه

این تست ستاپ از اجزای زیر تشکیل شده است:

۱. کنترلر AMC11
۲. درایور استپ موتور MSD02
۳. سکوی دوار متصل شده به یک استپ موتور ۲ فاز(استپ موتور در زیر سکو قرار دارد و در عکس قابل مشاهده نیست).
۴. جسمی که قرار است از آن عکس برداری شود(مولد پالس PG48)
۵. یک عدد نوار LED که بیانگر شاتر دوربین می‌باشد!

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved.

هدف این است که در زوایه‌های ۱۰ درجه‌ای از مولد پالس عکس برداری شده و اینکار در ۳۶۰ درجه تکرار شود(۳۶ عکس در یک دور کامل). اگر بخواهیم اینکار را به صورت دستی انجام دهیم هم دقت کافی را نخواهد داشت و هم کاری زمان‌بر و خسته کننده می‌باشد. تنظیمات سربرگ Axis Setting در شکل۳۲ نشان داده شده است.



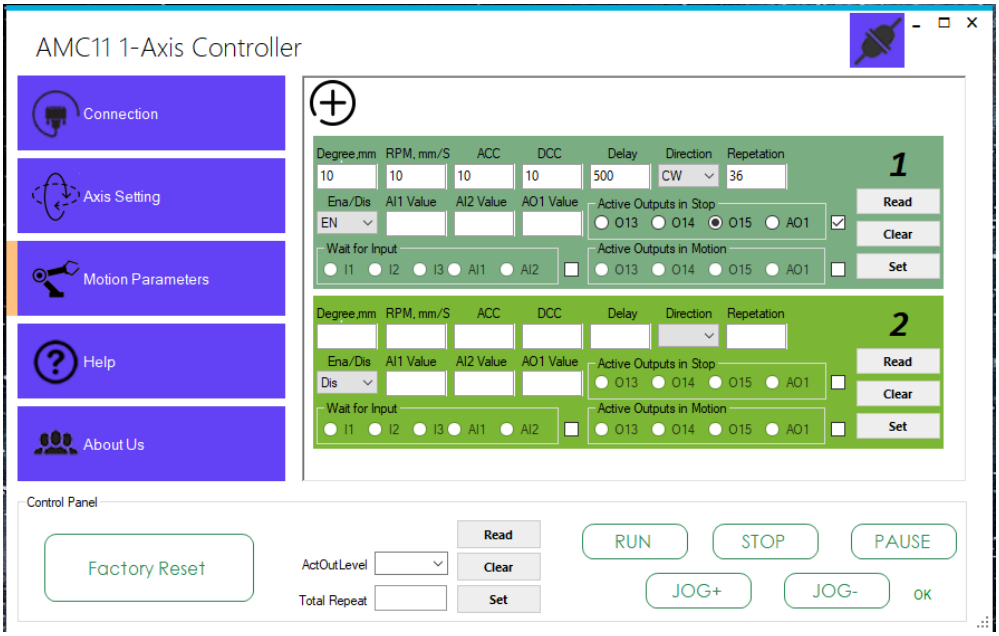
شکل۳۲: تنظیمات سربرگ Axis Setting برای میز عکاسی ۳۶۰ درجه

مطابق شکل۳۲ از آنجاییکه Pulse/Revolution درایور MSD02 را بر روی ۶۴۰۰ پالس بر دور قرار داده‌ایم در GUI نیز همین مقدار را تنظیم کرده‌ایم. چون کوپلینگ مستقیم است نسب گیربکس را یک تنظیم می‌کنیم. مکانیزم حرکتی از نوع دورانی بوده و بنابراین پارامتر Degree/Millimeter را بر روی Degree تنظیم کرده‌ایم. همچنین سرعت جاگ مد بر روی ۱۰ دور بر دقیقه تنظیم شده است.

در قسمت ماکزیمم سرعت قابل دستیابی جریان موتور، اندوکتانس موتور، ولتاژ تغذیه و پالس بر دور را وارد کرده و ماکزیمم سرعت قابل دستیابی ۱۱۲۵ دور بر دقیقه محاسبه شده است. این ماکزیمم سرعتی است که موتور می‌تواند در صورت تنظیم درست شتاب حرکت و توقف به آن سرعت برسد.

تنظیمات سربرگ Motion Parameters نیز در شکل۳۳ نشان داده شده است. تنها از موشن شماره ۱ استفاده شده است و موشن‌های شماره ۲ تا ۵ باید در حالت غیرفعال قرار بگیرند. از خروجی اوپن درین O15 در قسمت Active Output in Stop جهت فرمان دادن با شاتر دوربین استفاده شده است.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir



شکل۳۳: تنظیمات سربرگ Motion Parameters برای میز عکاسی ۳۶۰ درجه

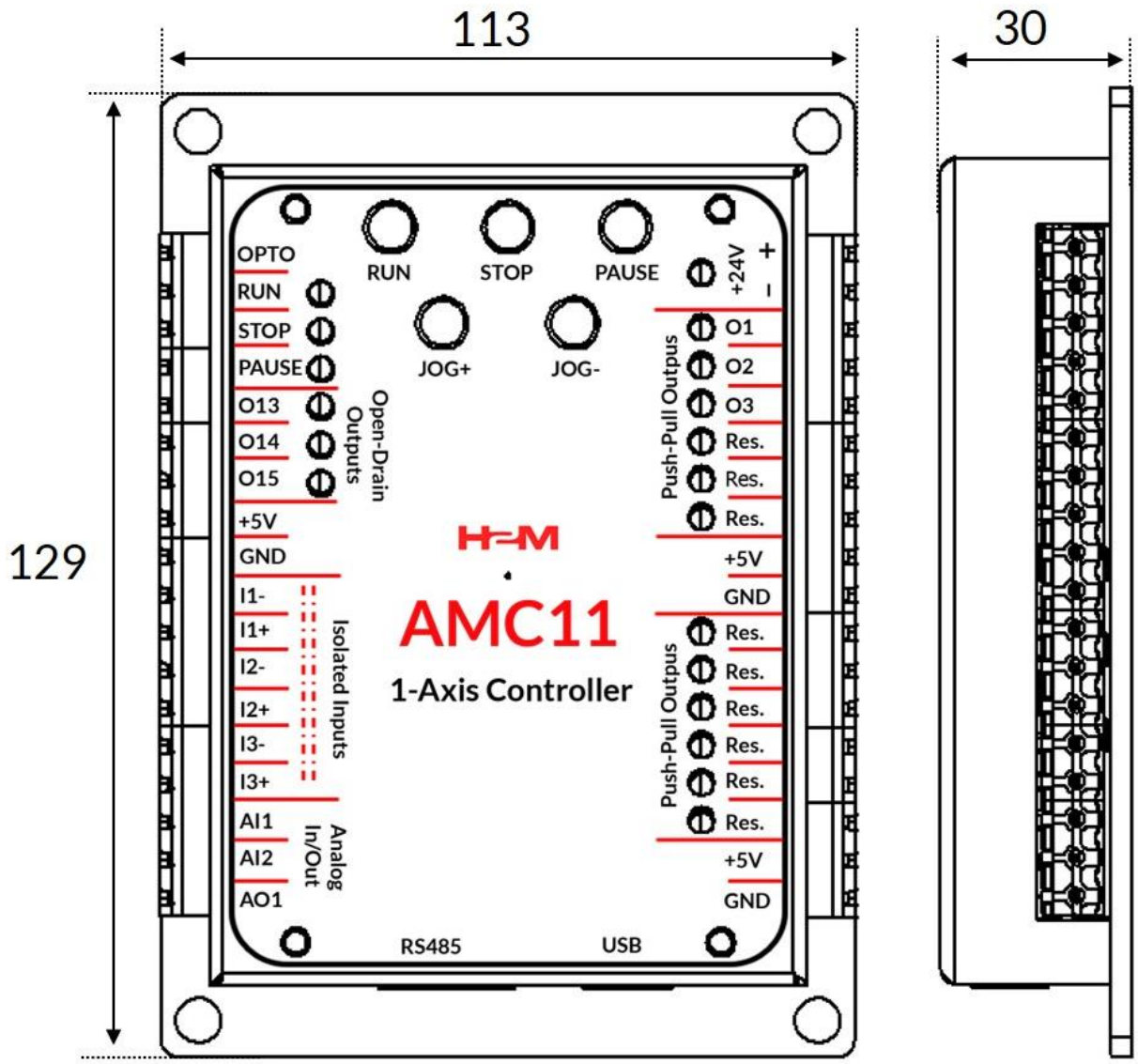
اکنون با کلیک بر روی دکمه RUN عملیات عکس برداری آغاز خواهد شد. عکس برداری به این صورت خواهد بود میز ۱۰ درجه دوران می‌کند و ۵۰۰ میلی ثانیه متوقف می‌شود. در زمان توقف شاتر دوربین فعال شده و عکس برداری انجام می‌شود. این کار در ۳۶۰ درجه ۳۶ مرتبه تکرار خواهد شد.

توجه

فیلم پیاده‌سازی و نحوه انجام تنظیمات و عملکرد میز عکاسی ۳٦۰ درجه را می‌توانید از روی سایت در قسمت فیلم‌های آموزشی محصول AMC11 مشاهده نمایید.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved. www.robotmakers.ir

۱۱_ ابعاد مکانیکی موشن کنترلر



توجه

ابعاد برحسب میلیمتر می‌باشند.

© 2022 Robot Makers. All Right Reserved.