

فصل چهارم



پردازش سیگنال های آنالوگ

در این فصل آشنا خواهید شد با ...

۱. آشنایی با انواع سیگنال های آنالوگ
۲. آدرس دهی و تنظیمات نرم افزاری کارت های آنالوگ
۳. برنامه نویسی و آشنایی با بلوک های سیگنال های آنالوگ

پردازش سیگنال های آنالوگ:

با مفهوم سیگنال آنالوگ در مبحث آشنایی با کارت ها آشنا شدید و انواع آن را مشاهده نمودید. اکثر پارامترهایی که در محیط اطراف وجود دارند از نوع آنالوگ می باشد مانند : فشار ، دما ، فاصله ، سرعت ، وزن و غیره . به همین جهت سنسور هایی که دارای خروجی آنالوگ می باشند نیز از محبوبیت بیشتری برخوردار هستند از طرفی خروجی این سنسورها حاوی اطلاعات بیشتری نسبت به سیگنال های دیجیتال می باشد.

همان طور که گفته شد سیگنال های آنالوگ برای انتقال به PLC و سپس به کامپیوتر ابتدا باید به حالت دیجیتال تبدیل شوند که این کار توسط عمل کوانتیزه کردن یا سطح بندی سیگنال های آنالوگ صورت می گیرد. میزان این سطوح بستگی به تعداد بیت های رزلوشن دارد و رابطه زیر برقرار است.

$$\text{تعداد بیت ها} = 2^{\text{تعداد سطوح کوانتیزه}}$$

سیگنال های آنالوگ توسط مداراتی موسوم به ADC (Analog Digital Converter) مبدل آنالوگ به دیجیتال صورت می گیرد. این مدار در ورودی هر کارت ورودی آنالوگی تعبیه شده است و CPU دیجیتال شده سیگنال آنالوگ را دریافت می کند. عکس همین عمل نیز برای خروجی آنالوگ صدق می کند. سیگنال های کنترلی تولید شده توسط CPU از نوع دیجیتال می باشند در نتیجه توسط مداراتی موسوم به DAC (Digital Analog Converter) مبدل های دیجیتال به آنالوگ صورت می گیرند. تعداد رزلوشن و همچنین تعداد کانال های یک کارت را کاربر با توجه به نیاز خود می تواند انتخاب نماید.

آدرس دهی در سیگنال های آنالوگ:

CPU جهت پردازش سیگنال های آنالوگ به علت تغییرات دائمی که دارد از جداول PII و PIQ استفاده نمی کند و فضای دیگری برای آن در نظر می گیرد که این فضا با آدرس PIW (peripheral Input Word) برای سیگنال های ورودی و PQW برای سیگنال های خروجی قابل تعریف هستند. سیگنال های آنالوگ پس از تبدیل به دیجیتال فضایی به اندازه یک Word یا همان 2 بیت را اشغال می نمایند.

شماره آدرس کانال های آنالوگ را می توان در پیکر بندی سخت افزار مشاهده نمود و تغییر داد. اگر آدرس شروع سیگنال های آنالوگ PIW 256 باشد آنگاه آدرس شروع کانال بعدی از PIW 258 آغاز می گردد. کاربر نمی تواند از PIW 257 به عنوان ورودی آنالوگ استفاده نماید. سیستم خطایی نمی دهد ولی سیگنالی که دریافت می کند نامعتبر است.

همین موارد برای خروجی آنالوگ نیز صادق می باشند. در شکل زیر این آدرس ها نشان داده شده اند.

تعیین نوع ورودی از طریق نرم افزار:

سیگنال های آنالوگ به 4 دسته زیر تقسیم بندی می شوند:

- ولتاژی
- جریانی
- مقاومتی
- ترموکوپلی

با توجه به تعداد سیگنال های آنالوگ و تفاوت سیم بندی این سیگنال ها ، علاوه بر تنظیمات سخت افزاری باید تنظیمات نرم افزاری نیز صورت بگیرد که در قسمت پیکر بندی سخت افزار این کار انجام می شود.

به قسمت پیکر بندی سخت افزار وارد شوید و بر روی کارت آنالوگ موجود دابل کلیک کنید تا کادر مربوط به تنظیمات آن ظاهر شود. ابتدا کارت ورودی آنالوگ توضیح داده خواهد شد. در زیر تنظیمات انواع کارت ها توضیح داده شده است.

| Input | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Measurement type: | V | V | V | V | R-2L |
| Measuring range: | +/- 10 V | +/- 10 V | +/- 10 V | +/- 10 V | 600 Ohms |
| interference frequency | 50 Hz | 50 Hz | 50 Hz | 50 Hz | |

همان طور که در شکل بالا مشاهده می نمائید این کارت دارای 4 ورودی ولتاژ یا جریانی و یک ورودی مقاومتی می باشد. با کلیک بر روی نوع سیگنال ، منوی زیر ظاهر می گردد که می توان ورودی ولتاژ ، جریان و یا حالت غیر فعال را انتخاب نمود. اگر حالت deactivated (غیر فعال) انتخاب شود باید به صورت سخت افزاری آن ورودی را اتصال کوتاه گردد. این کار باعث افزایش سرعت پردازش کارت می گردد.

در قسمت رنج اندازه گیری می توان بازه سیگنال آنالوگ را مشخص نمود در شکل زیر بازه ولتاژی و جریانی نشان داده شده است.

در مورد ورودی پنجم که از جنس مقاومت می باشد نیز همین مسائل صادق است.

R-2L: این گزینه مربوط به استفاده از خط کش های مقاومتی است که معمولاً برای تعیین موقعیت استفاده می گردد.

RTD-2L: این گزینه برای استفاده از سنسور های دمایی از جنس RTD است که معروفترین آنها PT100 از نوع سه سیمه می باشد ولی همان طور که در گزینه ها دیده می شود واژه 2-wire (دوسیمه) ذکر شده است. در هنگام استفاده از سنسور های 3 سیمه کفایت سیم های هم رنگ سنسور را به هم اتصال دهید.

گزینه interference frequency (فرکانس تداخل) برای جلوگیری از تداخل عملیات تبدیل آنالوگ کانال ها با هم دیگر می باشد که بهتر است بر روی عدد پیش فرض آن 50 Hz قرار داشته باشد.

کاربر با توجه به نحوه اندازه گیری دما می تواند واحد اندازه گیری خود را انتخاب نماید که این واحد ها به ترتیب عبارتند از درجه سلسیوس (سانتی گراد) ، درجه فارنهایت و درجه کلوین. البته این واحد ها با توجه به رابطه زیر قابل تبدیل به هم نیز می باشند.

| | |
|-------------------|---|
| Temperature unit: | Degrees Celsius |
| | Degrees Celsius Degrees Fahrenheit Degrees Kelvin |

تبدیل درجه سلسیوس به فارنهایت:

تبدیل درجه سلسیوس به کلوین:

با توجه به روابط بالا دمای جوش آب معادل 100 درجه سلسیوس ، 212 درجه فارنهایت و 373 درجه کلوین می باشد.

حال کارت SM 331 با کد فنی 6ES7 331-1KF01-0AB0 را در نظر بگیرید . این کارت دارای 8 ورودی آنالوگ می باشد تنظیمات این کارت با تنظیمات قبلی اندکی متفاوت است. پس از قرار دادن کارت مربوطه در اسلات مورد نظر بر روی آن دابل کلیک نمائید. در لبه Inputs تنظیمات مربوطه موجود می باشد.

(۱) تنظیم واحد اندازه گیری

(۲) تعیین فرکانس تداخل

(۳) شماره کانال ها و نشانگر های حرکت شماره کانال ها

(۴) نوع سیگنال آنالوگ ورودی

(۵) رنج اندازه گیری

همان طور که در شکل بالا نشان داده شده است هر کانال می تواند ورودی متفاوت دریافت کند.

کارت ورودی آنالوگ SM 331 با دو ورودی آنالوگ 12 بیتی با شماره فنی 6ES7 331-7KB01-0AB0 را در نظر بگیرید. کارت مربوطه را در اسلات مورد نظر قرار دهید حال بر روی کارت دابل کلیک نموده تا صفحه تنظیمات آن باز شود. از لبه Inputs می توان به تنظیمات کارت دسترسی پیدا کرد. در ابتدای این صفحه دو گزینه وجود دارد که فعال ساز وقفه برای این کارت می باشند.

با فعال کردن اولین گزینه سمت چپ در صورت بروز خطا در کارت، کارت به طور خودکار فرمان وقفه صادر می کند و وقفه تنظیمی در CPU اجرا خواهد شد. با فعال نمودن گزینه دوم، زمانی که رنج سیگنال ورودی از رنج تعیین شده بیشتر گردد کارت سیگنال وقفه سخت افزاری را تولید می نماید تا OB تنظیمی در CPU اجرا شود.

در قسمت مربوط به Measuring نیز می توان نوع ورودی را انتخاب نمود. همانطور که در این تنظیمات مشاهده می کنید این کارت قابلیت اندازه گیری سیگنال های آنالوگ از جنس ترموکوپل و جریان های 4 سیمه را نیز دارد.

E

deactivated

E voltage

4DMU current (4-wire transducer)

2DMU current (2-wire transducer)

R-4L resistor (4-conductor terminal)

RT resistor (thermal, lin.)

TC-I thermocouple (int. comp.)

TC-E thermocouple (ext. comp.)

TC-IL thermocouple (int. comp. linear.)

TC-EL thermocouple (ext. comp. linear.)

با انتخاب هر یک از موارد روبه رو تنظیمات جزئیات آن نیز ظاهر می شود.

Trigger for Hardware Interrupt: راه اندازی وقفه سخت افزاری زمانی فعال می شود که کاربر گزینه سمت راست در بالای همین صفحه را فعال نماید آن زمان می تواند حداقل و حداکثر مقدار مجاز سیگنال آنالوگ را وارد نماید.

تنظیمات کارت های خروجی آنالوگ:

سیگنال های خروجی به دو دسته ولتاژی و جریانی تقسیم می شوند که این کارت ها نیز مانند کارت ها قبلی دارای تنظیماتی می باشند و کاربر می تواند مطابق نیاز خود آن را انتخاب نماید.

کارت آنالوگ با 4 خروجی 16 بیتی را با کد فنی 6ES7 332-7ND01-0AB0 را در نظر بگیرید. کارت را در اسلات مورد نظر قرار داده و روی آن دابل کلیک نمائید. در صفحه باز شده لبه Output را انتخاب نمائید.

Enable

☐ Diagnostic Interrupt

در قسمت Enable با فعال کردن این گزینه وقفه سخت افزاری نیز فعال می گردد.

Output

Type of Output: 1 E I E E

Output Range: 2 +/- 10 V 4..20 mA +/- 10 V +/- 10 V

Reaction to CPU-STOP: 3 OCV OCV OCV OCV

Substitute Value:

OCV Outputs have no current or voltage

KLV Keep last value

SV Substitute a value

(۱) نوع خروجی

(۲) بازه تغییرات خروجی

(۳) عکس العمل سیستم زمانی که CPU در مد استپ است.

وقتی CPU در حالت Stop قرار بگیرد برای خروجی آنالوگ آن 3 حالت می توان در نظر گرفت:

۱- OCV: خروجی هیچگونه ولتاژ یا جریانی نداشته باشد.

۲- KLV: آخرین مقدار خود را حفظ نماید.

۳- SV: عدد خاصی جایگزین شود. زمانیکه این گزینه انتخاب می شود قسمت زیرین آن فعال شده که کاربر می تواند عدد دلخواه خود را وارد نماید.

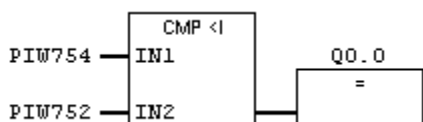
برای مثال در یک کارخانه تولید مواد شیمیایی ، پروانه ظرف مخلوط کن باید همواره بچرخد در غیر این صورت باعث نابودی مواد می شود. اگر بر اثر اشتباه در برنامه نویسی CPU به مد Stop برود با تنظیم خروجی کارت آنالوگ بر روی مقدار دلخواه می توان این پروانه را دائم در حرکت نگه داشت و از خسارت ناشی از آن جلوگیری نمود.

کارت های خروجی به علت محدودیت در نوع سیگنال ، بر خلاف کارت های ورودی از تنوع زیادی برخوردار نمی باشند.

برنامه نویسی با استفاده از سیگنال های آنالوگ:

در برنامه نویسی سیگنال های آنالوگ باید این نکته را در نظر داشت که این سیگنال از جنس Word می باشد و در وارد کردن فرمت اعداد باید دقت نمود.

مثال : ورودی آنالوگ اول را دریافت نماید و با ورودی آنالوگ دوم مقایسه کنید هرگاه ورودی اول بیشتر از ورودی دوم شد خروجی Q0.0 روشن شود.



پاسخ: از بین مقایسه کننده های موجود فقط نوع INT شامل یک WORD می باشد و از آن استفاده شده است.

همان طور که گفته شد سیگنال های آنالوگ در دو بایت یا یک Word قرار می گیرند آخرین بیت سمت چپ بیت علامت می باشد که 1 بودن این بیت به معنی منفی بودن عدد است. بقیه بیت ها نیز مطابق با جدول زیر پر می شوند.

| تعداد بیت رزولوشن | شماره بیت ها | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 8 | S | * | * | * | * | * | * | * | * | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | S | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 0 | 0 | 0 |
| 15 | S | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 0 |

علامت S به معنی Sign علامت می باشد. بیت هایی که با ستاره نشان داده شده اند بیت های متغیر هستند و بیت های نشان داده شده با صفر نیز همیشه صفر می باشند. برای مثال کارت با رزولوشن 8 بیت را در نظر بگیرید، 7 بیت سمت راست آن همواره صفر خواهد بود بنابراین فاصله بین دو سطح متوالی 128 خواهد بود که این عدد برای کارت 12 بیتی 32 و برای کارت 15 بیتی 1 خواهد بود.

خروجی سنسور ها برحسب یکی از سیگنال های ولتاژ ، جریان ، مقاومت یا ترموکوپلی می باشد که وقتی برای CPU تعریف می گردد به بازه های تعریف شده برای CPU تبدیل می شوند. برای مثال سیگنال 0-10V به عدد 0-27648 مقیاس می شود یا سیگنال جریانی 4-20 mA به عدد 0-27648 مقیاس می گردد. حد موجود برای عدد مقیاس شده 27648 می باشد.

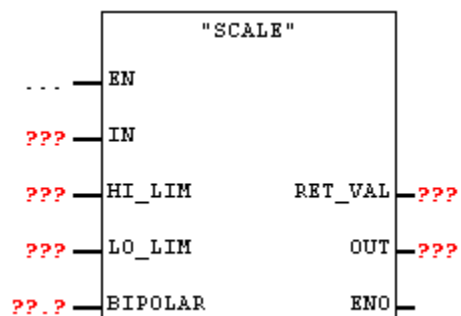
| نوع سیگنال | ولتاژی | | جریانی | | مقاومتی برای مثال خط کش 300Ω | | سنسور دما برای مثال PT100 | |
|------------|--------|--------|--------|-------|--|-------|------------------------------|-------|
| حد بالا | 10 | 27648 | 20 | 27648 | 300Ω | 27648 | 850 | 8500 |
| صفر | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| حد پائین | -10 | -27648 | ---- | | ----- | | -200 | -2000 |

همان طور که از اعداد بالا مشخص است کار کردن با اعداد مقیاس شده برای CPU ، برای کاربر مشکل خواهد بود ، برای مثال کاربر علاقه مند به دانستن ارتفاع تانک مایع است ولی در خروجی CPU عددی به شکل 17348 موجود است که مفهومی برای کاربر ندارد. عمل تبدیل سیگنال زبان ماشین به زبان کاربر و بالعکس تحت نام مقیاس کردن و از مقیاس خارج کردن مطرح می شود که در ادامه با آن آشنا خواهید شد.

مقیاس کردن یک سیگنال آنالوگ:

همان طور که گفته شد عمل مقیاس کردن باید در ورودی CPU انجام شود تا عدد خروجی سنسور که به عدد قابل فهم برای ماشین تبدیل گشته توسط کاربر قابل استفاده باشد. این کار توسط FC 105 که یک فانکشن نوشته شده توسط خود شرکت زیمنس می باشد، انجام می گیرد. این فانکشن از مسیر زیر قابل دسترسی است:

Libraries --- Standard Library --- TI_S7 Converting Blocks --- FC 105 scale convert



شکل این بلوک در روبه‌رو نشان داده شده است همان طور که می بینید

این بلوک دارای 5 ورودی و 3 خروجی می باشد.

EN: از نوع بیت می باشد که به عنوان فعال ساز این بلوک به کار می رود و استفاده از آن اختیاری است.

IN: ورودی آنالوگ می باشد که با PIW آغاز می گردد.

HI_LIM: حداکثر مقدار متغیر فیزیکی باید وارد شود این عدد از نوع Real می باشد. برای مثال ارتفاع یک تانک که می تواند 500 cm باشد.

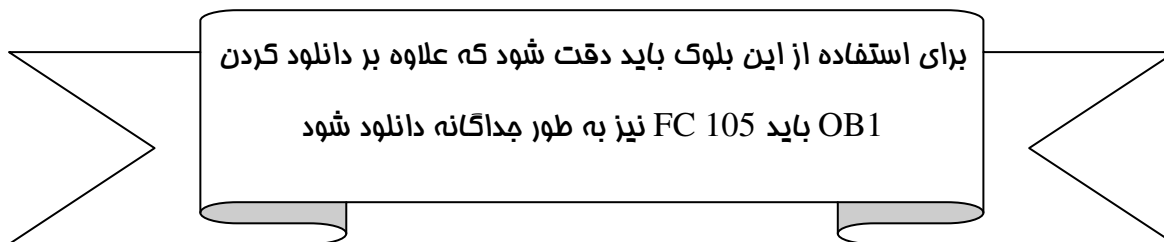
LO_LM: حداقل مقدار متغیر فیزیکی می باشد که این عدد هم از نوع Real می باشد. برای مثال ارتفاع 50 cm

BIPOLAR: این متغیر از نوع بیت می باشد با فعال شدن این پایه خروجی سنسور به عنوان یک سیگنال دارای ناحیه منفی در نظر گرفته می شود. برای مثال اگر این پایه غیر فعال باشد ارتفاع 50 cm به عنوان صفر ولت و 500cm به عنوان 10V در نظر گرفته می شود ولی با فعال کردن این پایه ارتفاع 50cm به عنوان 10V- و ارتفاع 275 cm (نقطه میانی 500 و 50 می باشد) به عنوان صفر ولت و ارتفاع 500 cm به عنوان 10V در نظر گرفته می شود.

RET_VALUE: مقدار بازگشتی است که برای بررسی خطا به کار می رود. در حالتی که عدد ورودی در بازه تعریف شده باشد این مقدار برابر با 0 است و در صورت بروز خطا این عدد 8 خواهد شد.

OUT: خروجی اصلی بلوک می باشد که از نوع Real بوده و باید برای آن دابل Word را در نظر گرفت.

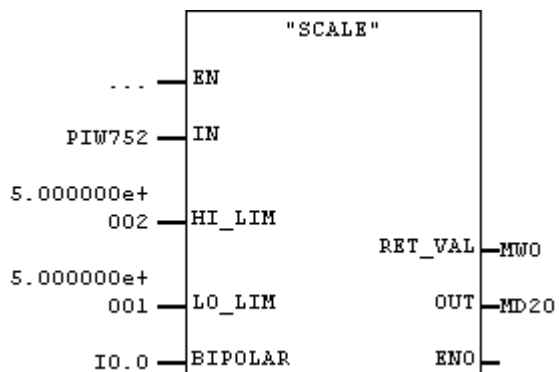
ENO: در صورتی که این بلوک عملیات خود را به درستی انجام دهد این پایه فعال می شود.



*** دقت کنید که این فانکشن از طرف شرکت زیمنس مسدود می باشد و کاربر اجازه ورود به آن را ندارد.

مثال: یک مخزن را در نظر بگیرید حداکثر ارتفاع آن 500cm و حداقل ارتفاع آن 50cm می باشد که به ازای این

ارتفاع ها سنسور میزان 0-10V را تولید می کند. حال توسط بلوک fc 105 آنرا مقیاس کنید.



پاسخ:

عدد وارد شده در PIW 752 مقدار سیگنال به زبان ماشین

می باشد و عدد موجود در MD 20 عدد قابل فهم برای

کاربر.

حال به مقدار حافظه MD 20 را به ازای مقادیر مختلف PIW 752 توجه نمایید.

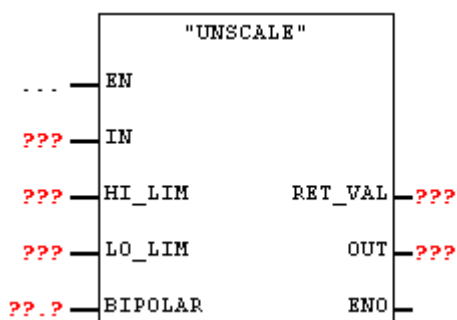


از مقیاس خارج کردن سیگنال آنالوگ:

در قسمت قبل دیده شد که با استفاده از FC 105 می توان عدد قابل فهم برای CPU را به عدد مناسب برای کاربر مقیاس کرد و کاربر می تواند در روند اجرای برنامه با مقادیر فیزیکی کار نماید. بعد از انجام تحلیل های لازم و تولید سیگنال مناسب ، حال باید عدد تولیدی را به زبان CPU تبدیل کرده و به کارت ها انتقال دهید. این عمل تبدیل از زبان کاربر به زبان CPU از مقیاس خارج کردن یا Unscale نامیده می شود.

این عمل توسط بلوک FC 106 UNSCALE CONVERT که توسط خود شرکت زیمنس نوشته شده است صورت می گیرد. این بلوک از مسیر زیر قابل دستیابی است:

Libraries --- Standard Library --- TI_S7 Converting Blocks --- FC 106 unscale convert



نمای کلی این بلوک در زیر نشان داده شده است. پایه های EN , ENO , RET_VAL و BIPOLAR عملکردی مشابه بلوک قبلی دارند و از توضیح در اینجا خودداری شده است.

IN: ورودی اصلی این بلوک بوده که از نوع دابل Word می باشد.

HI_LIM و LO_LIM: مقدار حداکثر و حداقل مقدار فیزیکی می باشد و فرمت این اعداد باید از نوع Real باشد.

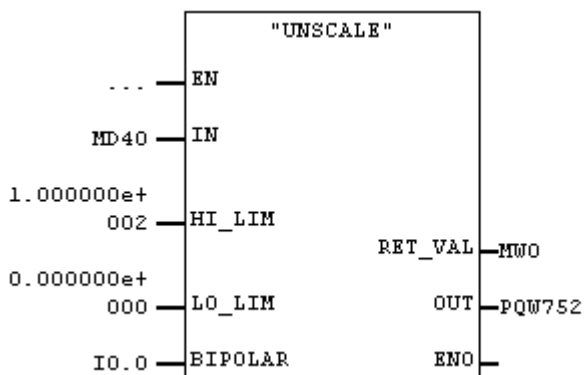
OUT: از نوع Word بوده که می توان به خروجی آنالوگ PQW انتقال داد.

مثال : شیر ورودی یک مخزن را در نظر بگیرید این شیر برای تعیین میزان ارتفاع مایع درون مخزن به کار می رود.

میزان باز بودن شیر به در صد بیان می شود یعنی وقتی به آن سیگنال 50 اعمال می شود تا نیمه باز است و با اعمال

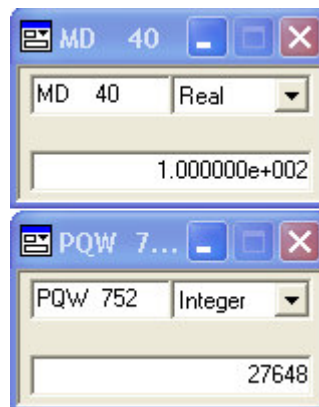
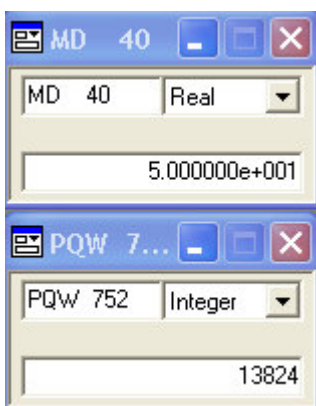
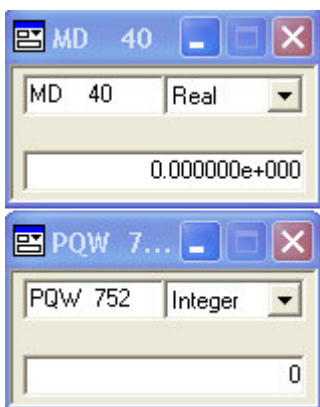
سیگنال 100 شیر کاملاً باز می گردد. این عمل چگونه صورت می پذیرد؟

پاسخ: از بلوک FC 106 استفاده شده است و در ورودی که بیانگر متغیر های فیزیکی می باشد عدد 0 و عدد 100



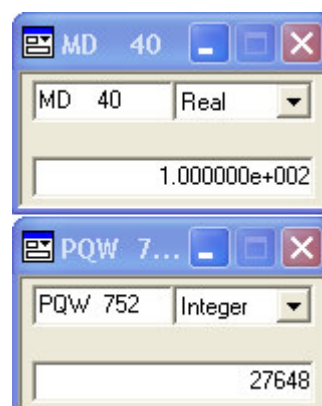
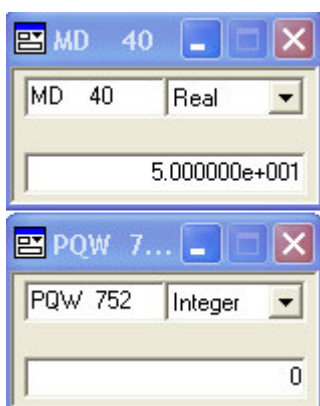
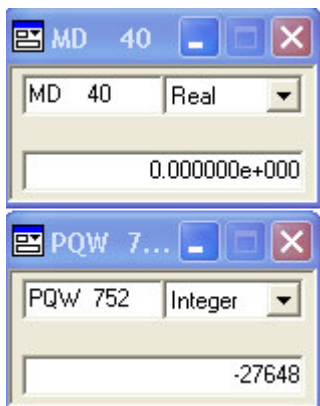
وارد گردیده و خروجی این بلوک نیز به کارت آنالوگ اعمال گشته است. خروجی این بلوک به ازای مقادیر مختلف ورودی نشان داده شده است. عدد MD 40 ورودی می باشد که از سمت راست مقدار حداقل ، مقدار میانی و

مقدار حداکثر وارد شده و خروجی نیز مقدار حداقل و میانی و حداکثر بازه 0—27648 را نشان می دهد.

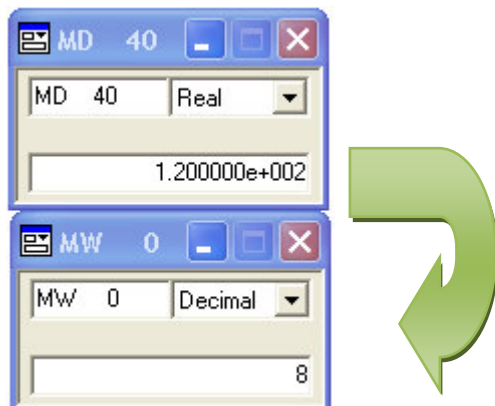


در شبیه سازی های بالا ورودی IO.0 صفر می باشد.

حال IO.0 را یک کنید با این عمل ، خروجی از 27648 ---- -27648- تغییر خواهد کرد این مقادیر را با مقادیر قبلی مقایسه کنید.



در تمامی موارد فوق عدد ورودی در بازه مجاز می باشد و مقدار RET_VAL برابر با 0 می باشد اگر عدد خارج از این بازه وارد شود مانند: 120 آنگاه مقدار 8 بر گردانده می شود. به شکل زیر دقت کنید:

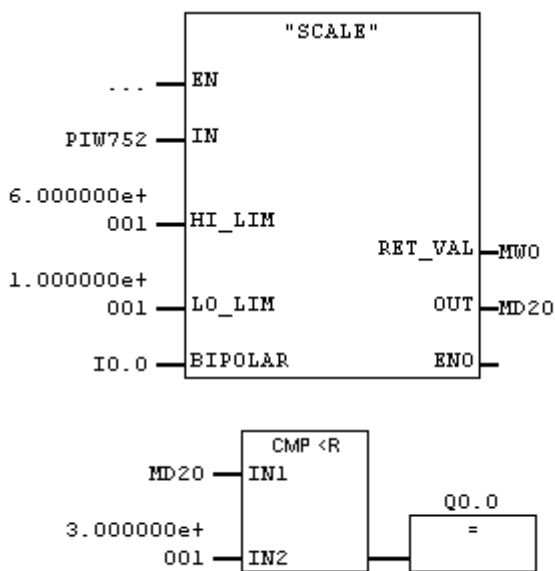


مثال : یک سنسور آلتراسونیک (ما فوق صوت) را در نظر بگیرید. از این سنسور جهت تشخیص فاصله استفاده می گردد. این سنسور به ازای بازه 10cm – 60 cm ، خروجی ولتاژی در بازه 0 – 10V می دهد. اگر جسم در فاصله کمتر از 30cm سنسور قرار گیرد خروجی Q0.0 روشن شود و در خارج از این بازه ، فاصله تا سنسور بر عدد 6 تقسیم شود و به عنوان ولتاژ ورودی به یک کنترل دور موتور ارسال نماید.

پاسخ: ابتدا عدد را از ورودی آنالوگ خوانده و آنرا به FC 105 مقیاس کنید تا در روند برنامه نویسی با کمیت فیزیکی

فاصله سروکار داشته باشید. حاصل نیز در

دابل Word مربوطه ذخیره می گردد.



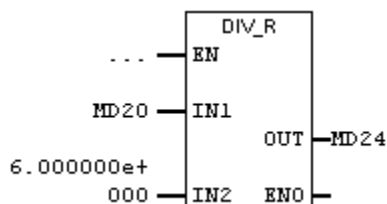
در قدم بعدی باید فاصله را با مقدار 30

مقایسه نمود. اگر این رابطه برقرار باشد خروجی

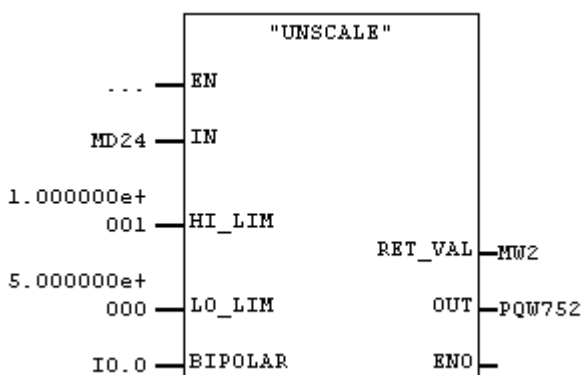


مربوطه روشن خواهد شد در غیر این صورت با استفاده از دستور پرش به انتهای سیکل رفته و کاری را انجام ندهید.

حال طبق صورت مسئله عدد تولیدی باید بر عدد 6 تقسیم شود که این کار با استفاده از بلوک DIV_R انجام



می شود. (دقت شود که عدد مورد نظر از نوع Real می باشد)



حال عدد تولید شده را باید به خروجی اعمال کنید که این کار توسط FC 106 صورت می گیرد. حداکثر این مقدار برابر با 10 و حداقل آن برابر با 5 می باشد. این اعداد از تقسیم حداکثر و حداقل مقادیر سنسور بر عدد 6 بدست آمده است.

end: NOP 0

در نهایت سیگنال خروجی نیز به کارت ارسال می گردد. و در انتها نیز برچسب end که کاری را انجام نمی دهد قرار داده شده است.

