



PLC500 سری N
کنترل PID
ویرایش ۱

کنترونیک CONTRONIC

PLC500N series
Programmable Logic Controllers

PID Control

ویرایش ۱
مهرماه ۱۳۸۸



معرفی

این راهنما برای کاربران PLC500 Nseries تهیه شده و چگونگی استفاده از بلوک تابع کنترل PID در برنامه های PLC را نشان می دهد. این راهنما شما را با این Function Block و پارامترهای آن آشنا می کند.

اسامی برخی از واژه های مورد استفاده در این راهنما:

FUNCTION یا به اختصار FU	تابع:
FUNCTION-BLOCK یا به اختصار FB	بلوک تابع:
FIRMWARE FUNCTIONS یا FW_FU	توابع آماده در حافظه دائمی:
FIRMWARE FUNCTION-BLOCKS یا FW_FB	بلوک توابع آماده در حافظه دائمی:
USER FUNCTION یا USER FU	توابع کاربر:
USER FUNCTION-BLOCK یا USER FB	بلوک توابع کاربر:
PLC Specific Functions	توابع مخصوص خانواده پی ال سی:
PLC Specific Function Blocks	بلوک توابع مخصوص خانواده پی ال سی:
PROCESSOR Specific Functions	توابع مخصوص CPU:
PROCESSOR Specific Function Blocks	بلوک توابع مخصوص CPU:

FU ها و FB های اولیه ای که در استاندارد IEC1131-3 تعریف شده اند همگی در حافظه ی دائمی CPU های مختلف خانواده PLC500 Nseries نصب شده اند. به این توابع Firmware FB/FU یا به اختصار FB-FW یا FW-FU گفته می شود. این نامگذاری در مقابل آن دسته از توابعی است که کاربر برای خود ایجاد می کند که به آنها USER FU یا USER FB میگویند.

در تمام پی ال سی های خانواده PLC500 Nseries صرفنظر از نوع CPU، چند FB پرکاربرد نیز که در استاندارد تعریف نشده ولی کاربرد زیادی دارند در FW قرار داده شده اند. کاربران می توانند در صورتیکه آنها را مفید یافتند مورد استفاده قرار دهند. به این نوع توابع، توابع مخصوص پی ال سی یا PLC Specific FU/FB گفته می شود.

در خانواده PLC500 Nseries چند نوع CPU با قابلیت های مختلف وجود دارد. در هر نوع CPU تعدادی تابع در حافظه دائمی اضافه شده اند. به این نوع توابع، توابع مخصوص سی پی یو یا توابع PROCESSOR Specific FU یا FB گفته می شود.



مقدمه:

هر چند که کاربر همواره می تواند با استفاده از دستورات منطقی و محاسباتی PLC نسبت به نوشتن برنامه کنترل حلقه بسته PID اقدام کند، لیکن با توجه به پیچیدگی نسبی و کاربرد فراوان آن، بلوک تابع مخصوصی برای انجام این نوع کنترل در حافظه دائمی CPU قرار داده شده است (FW-FB). نام این بلوک PID_Ctrlr است.

این FB یک کنترل کننده نرم افزار است که تمام نیازمندیهای متفاوتی را که در فرایند های مختلف ممکن است لازم شوند، در آن پیش بینی شده است. داده های مورد نیاز برای محاسبات سیکلیک در خود FB ذخیره شده و می توان به هر تعداد از آنها را در برنامه بکار برد.

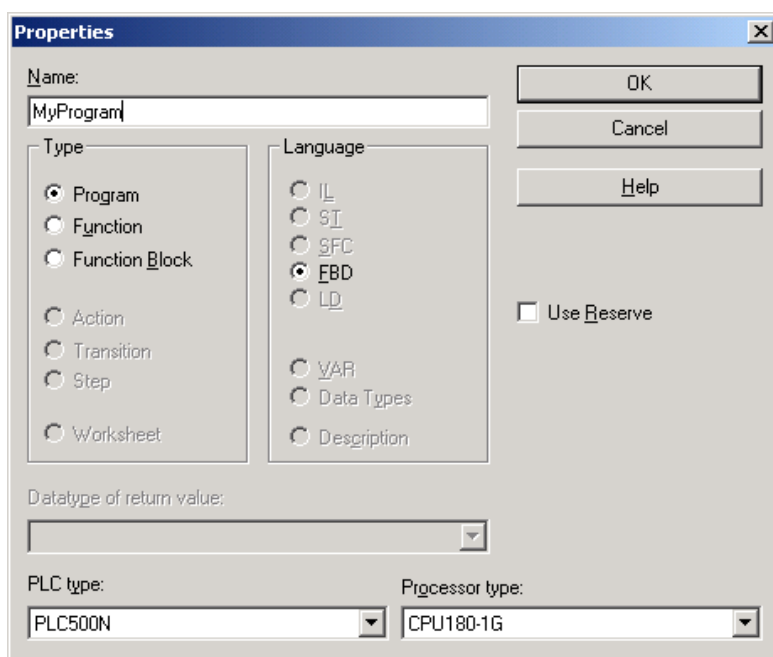
بلوک تابع PIDCtrlr در درون خود چند تابع زیر مجموعه نیز دارد که می توان آنها را بسته به نیاز فعال یا غیرفعال کرد. علاوه بر پارامترهای اصلی الگوریتم PID، توابع زیر مجموعه ی آن برای پردازش متغیرهای فرایند در دسترسند تا برای انطباق با سیستم تحت کنترل بکار روند.

از این FB میتوان به تعداد حلقه های کنترلی مورد نظر استفاده کرد. بدیهی است که با افزایش زمان اجرای سیکل PLC، تعداد حلقه های کنترلی را میتوان افزایش داد. محدودیتی در مورد نوع فرایند کنترلی هم وجود ندارد. هم فرایندهای کند مانند کنترل دما، سطح مخازن و ... و نیز فرایندهای بسیار سریع مانند کنترل سرعت موتور، جریان عبور سیالات و ... را میتوان کنترل نمود.

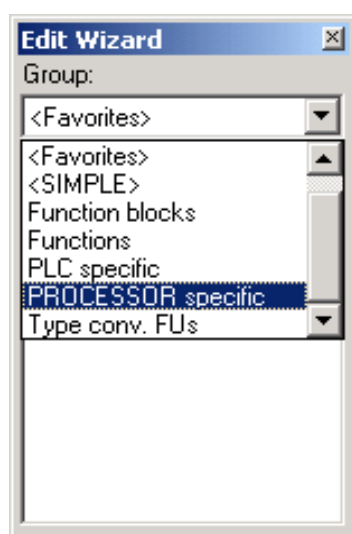
باید توجه داشت که رفتار ایستایی و پویایی فرایند تحت کنترل، مقادیر پارامترهای P، I و D را تعیین می کند. بنابراین شناختی دقیق از نوع و رفتار فرایند و نیز دانش اولیه تنظیم حلقه های کنترلی برای استفاده ی موفق از این FB ضروری است.

نصب بلوک تابع PIDCtrlr در برنامه ی PLC

برای استفاده از این FB ابتدا یک POU در نرم افزار برنامه نویسی MWT بسازید که اختصاص به PLC500N و CPU180-1G یا بالاتر داشته باشد (شکل زیر).

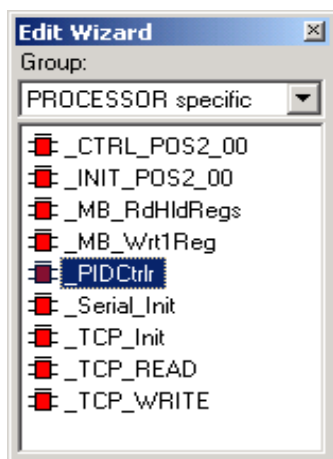


با این روش به کلیه FU و FB های مخصوص PLC500N و CPU180-1G و منجمله PIDCtrlr در هنگام برنامه نویسی دسترسی خواهیم داشت.
در جادوگر ویرایش یا Edit Wizard گزینه ی PROCESSOR Specific را انتخاب کنید (شکل زیر).



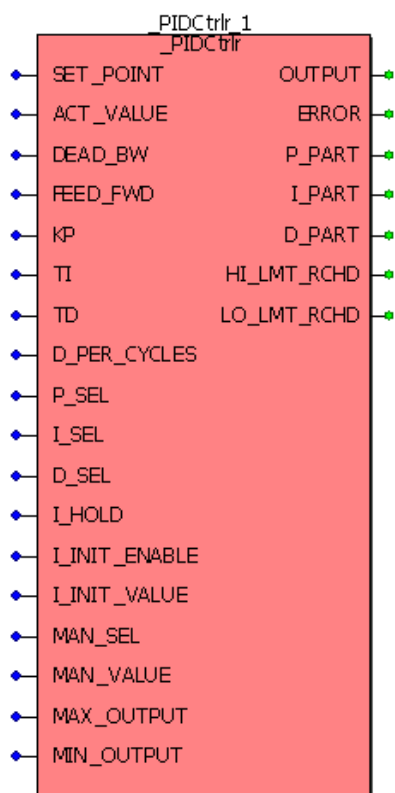
توجه داشته باشید که این گزینه تنها برای برنامه هایی که برای PLC500N و CPU180-1G تهیه شده باشند ظاهر خواهد شد.

با انتخاب PROCESSOR Specific ، لیست توابع موجود مانند شکل زیر در این پنجره پیدا خواهد شد.



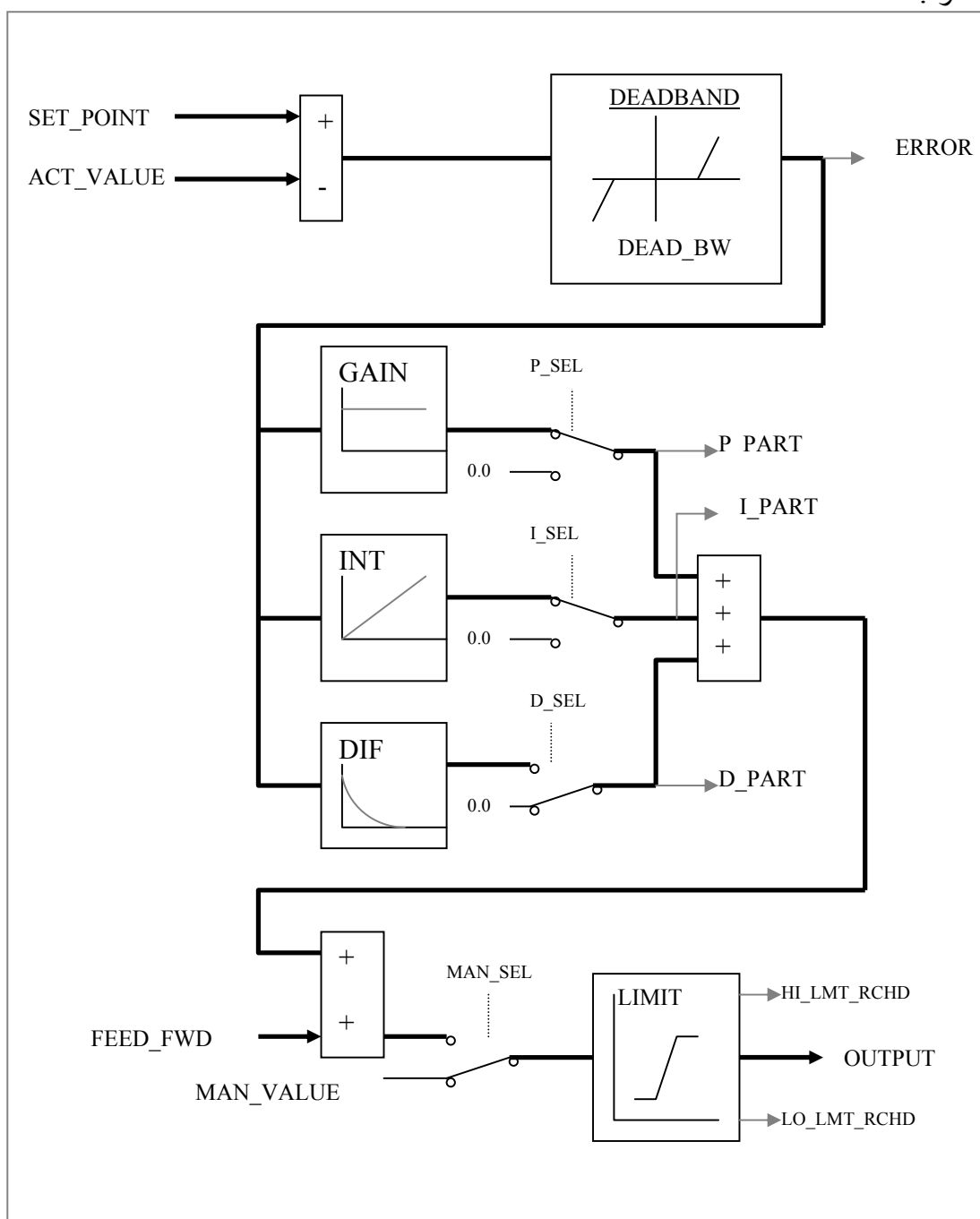
Worksheet برنامه خود را باز کرده و یک نسخه از بلوک تابع PIDCtrlr را در آن قرار دهید.

بلوک تابع مورد نظر بشکل زیر در صفحه ی کار پیدا خواهد شد.



این تابع دارای ۱۸ پارامتر ورودی و ۸ مقدار خروجی است.

افزون بر فراهم آوردن امکانات لازم برای کنترل PID، در این FB پیش بینی های لازم برای کنترل دستی (Manual) نیز بعمل آمده است. نمای بلوکی این FB که چگونگی کارکرد داخلی آن را منعکس می کند در شکل زیر دیده می شود.



لیست پارامترهای ورودی به FUNCTION BLOCK

پارامتر ورودی	نوع داده	شرح انگلیسی	شرح
SET_POINT	REAL	Process Set point	نقطه کار یا مقدار مورد نظر برای متغیر تحت کنترل
ACT_VALUE	REAL	Process Actual Value	مقدار واقعی متغیر تحت کنترل یا بازخورد
DEAD_BW	REAL	Dead-Band Width	خطای ناچیز مورد قبول
FEED_FWD	REAL	Feed Forward	مقدار پیش خورد در کنترل FEED FORWARD
KP	REAL	Proportional Gain	ضریب کنترل متناسب
TI	REAL	Reset Time	ضریب یا ثابت زمانی برای کنترل انتگرالی
TD	REAL	Derivative Time	ضریب یا ثابت زمانی برای کنترل مشتقی
D_PER_CYCLES	INT	Derivative action per cycles	محاسبه حلقه مشتق در هر n سیکل یکبار
P_SEL	BOOL	Proportional Control Select	انتخاب کنترل متناسب
I_SEL	BOOL	Integral Control Select	انتخاب کنترل انتگرالی
D_SEL	BOOL	Differential Control Select	انتخاب کنترل مشتقی
I_HOLD	BOOL	Integral Hold	توقف انتگرال گیر
I_INIT_ENABLE	BOOL	Integral Initialization Enable	فعال سازی بارگذاری اولیه در بخش انتگرال گیر
I_INIT_VALUE	BOOL	Initial Value of Integrator	مقدار اولیه برای بخش انتگرال گیر
MAN_SEL	BOOL	Manual Control Select	انتخاب کنترل دستی
MAN_VALUE	REAL	Manual Set point	مقدار خروجی در کنترل دستی
MAX_OUTPUT	REAL	Maximum Output	حداکثر مقدار خروجی
MIN_OUTPUT	REAL	Minimum Output	حداقل مقدار خروجی

لیست پارامترهای خروجی از FUNCTION BLOCK

پارامتر خروجی	نوع داده	شرح انگلیسی	شرح
OUTPUT	REAL	Output of PID-Controller	خروجی کنترلر PID
ERROR	REAL	Error Value	مقدار خطا
P_PART	REAL	Proportional Value	سهم کنترلر متناسب از خروجی
I_PART	REAL	Integral Value	سهم کنترلر انتگرالی از خروجی
D_PART	REAL	Derivative Value	سهم کنترلر مشتق گیر از خروجی
HI_LMT_RCHD	BOOL	High limit reached	خروجی به حداکثر ممکن رسیده است
LO_LMT_RCHD	BOOL	Low limit reached	خروجی به حداقل ممکن رسیده است

کنترل پیوسته توسط بلوک تابع PIDCtrlr

معرفی

این تابع برای کنترل پیوسته فرآیندهای صنعتی که دارای متغیرهای پیوسته در ورودی و خروجی هستند بکار میرود. هنگام معرفی پارامترهای آن، میتواند بخشهایی از توابع زیر مجموعه کنترلر PID را فعال یا غیر فعال نموده تا به بهترین شکل ممکن آن را با فرآیند منطبق سازید. از این کنترلر میتوان به عنوان یک کنترلر ساده، یا در یک مجموعه چند حلقه ای بصورت cascade و ... نیز استفاده کرد. در ادامه شرح کاملتری را در مورد کارکرد بخشهای مختلف آن خواهید دید.

سیگنال خطا یا ERROR

اختلاف بین SET_POINT و مقدار فعلی متغیر یا ACT_VALUE، سیگنال خطا یا ERROR نام دارد. در برخی فرآیندهای کنترلی خروجی کنترلر PID را با چند مقدار مشخص مقایسه کرده و تجهیزاتی را بصورت On/Off کنترل می کنند. برای پرهیز از تکرار زیاد چنین فرامینی میتوان یک ناحیه ی باریک خطای مجاز تعیین کرد. هنگامی که خطا در این محدوده ی کوچک قرار دارد سیگنال خطا تقریباً صفر فرض شده و از ایجاد دستورات مکرر On/Off جلوگیری خواهد شد. بزرگی این مقدار خطا توسط پارامتری بنام DEAD_BW مشخص می شود.

الگوریتم PID

مقدار خطای محاسبه شده وارد سه کنترلر تناسبی (Proportional)، انتگرالی (Integral) و مشتقی (Derivative) که با هم موازیند میشود. بدین ترتیب آرایش انواع کنترلر های نوع P، PI، PD و PID ممکن می گردد. همچنین کنترلر های خالص نوع I و D نیز میسر است.

نکته: در کنترلر نوع D افزون بر پارامتر TD که زمان مشتق گیری را تعیین می کند، پارامتر دیگری بنام D_PER_CYCLES نیز وجود دارد. در نمونه برداری های سریعی که از مقادیر فرآیند صورت می گیرد، معمولاً سیگنال خطا تغییرات جزئی ای دارد که تشخیص شیب تغییرات خطا را مشکل می نماید. برای اندازه گیری دقیق تر شیب سیگنال خطا، میتوان نمونه برداری و محاسبه شیب خطا را هر D_PER_CYCLES یکبار انجام داد. با این حال مقدار محاسبه شده برای تمام سیکلها اعمال میشود.

فرمول محاسبات PID

محاسبات PID در PLC500 Nseries را می توان با فرمول ریاضی زیر نمایش داد

$$\text{OUTPUT} = K_P * e + (1/T_I) \int e dt + T_D * (de/dt)$$

Where e is ERROR signal

KP:	Proportional gain	(No units)
TI:	Reset time	(Seconds)
TD:	Derivative time	(seconds)

عملکرد دستی

همواره میتوان بین مودهای اتوماتیک و دستی تغییر وضعیت داد. در وضعیت دستی خروجی کنترلر برابر با مقدار دستی خواهد بود. مقدار سیگنال انباشته شده در انتگرال گیر و مقدار لحظه ای مشتق گیر همواره بترتیبی تنظیم می شود که گذار ناگهانی از حالت دستی به اتوماتیک باعث تغییر ناگهانی خروجی کنترلر نشود.

مقدار خروجی

میزان خروجی را میتوان بین دو حد ماکزیمم و مینیمم محدود کرد. برای این کار دو پارامتر MAX_OUTPUT و MIN_OUTPUT در نظر گرفته شده اند. هنگامی که خروجی کنترلر به محدوده ی تعیین شده برسد دو خروجی منطقی به نامهای HI_LMT_RCHD و LO_LMT_RCHD شما را از وقوع این پدیده آگاه می نماید.

در خروجی FB مقادیر جداگانه ی P_PART، I_PART و D_PART در دسترس قرار دارند تا با مشاهده ی همزمان آنها، بتوانید از نقش و سهمی که هر یک از کنترلرها به عهده گرفته اند آگاه شده و پارامترها را بهتر تنظیم کنید.

کنترل پیش خورد

هنگامی که یک عامل تغییر دهنده شرایط (disturbance)، بشکل پیش بینی شدنی ای وارد عمل شود (مثل ورود تناژ مشخصی مواد به کوره حرارتی یا باز شدن در کوره و یا وارد شدن مواد از دریچه ی ثانوی به داخل مخزن مواد که تاثیر آنها بر فرآیند کمابیش قابل پیش بینی است) ورودی مخصوصی بنام FEED_FWD برای پیش بینی و جبران کردن تغییرات مورد انتظار در نظر گرفته شده است. با اعمال پارامتری مناسب همواره می توان پاسخ سیستم به چنین تغییراتی را بهینه کرد.

آموزش کاربری کنترلر PIDCtrlr

بلوک تابع کنترل PIDCtrlr بسیار انعطاف پذیر است. شما می توانید با روشن و خاموش کردن بخشهای مختلف این تابع حلقه کنترلی خود را بشکل بهینه ای تنظیم کنید. برخی از مهمترین نکات در زیر بصورت تیتروار ذکر میشود.

۱. اکثر حلقه های کنترلی بصورت PI بخوبی کار می کنند و نیازی به کنترلر D نیست. در این موارد پارامتر D_SEL را FALSE نمایید.

۲. هنگامیکه SET_POINT فاصله زیادی با ACT_VALUE دارد و فرآیند کنترلی نسبتاً کند است، تا رسیدن به نقطه تعادل زمان زیادی طول می کشد. این زمان زیاد، موجب انباشته شدن عدد بزرگی در سیگنال I_PART و در نتیجه باعث ایجاد Overshoot در ACT_VALUE می شود. این پدیده معمولاً در زمان استارت ایجاد می شود که یکبار SET_POINT زیادی را از سیستم درخواست می کنیم. برای غلبه بر این مشکل می توان از چند SET_POINT واسطه استفاده کرد و یا تا رسیدن به نزدیکی هدف بخش انتگرال گیر را خاموش نگاه داشت.

۳. در مواردی می توان مقدار اولیه ای برای انتگرال گیر در نظر گرفت. این کار با پارامترهای I_INIT_VALUE و I_INIT_ENABLE امکان پذیر است.

۴. توسط ورودی I_HOLD میتوان در مواردی مقدار انتگرال گیر را ثابت نگاه داشت.

۵. در صورتیکه از کنترلر مشتقی استفاده می کنید، بخاطر داشته باشید که ضریب D_PER_CYCLES را همواره عددی بزرگتر یا مساوی با یک قرار دهید. مقدار این ضریب بستگی به سرعت تغییرات ERROR دارد. با مشاهده Online این متغیر ضریب را تنظیم کنید. رسیدن به عددی بزرگتر از ۱۰ هرگز عجیب نیست.