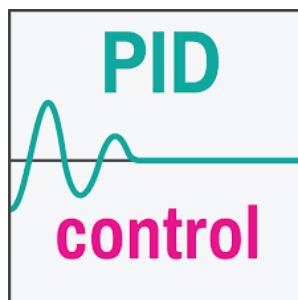


راه اندازی PID کنترل اینورتر IG5 LS با استفاده از لودسل و نمایشگر وزن SEWHA

تهیه و تنظیم : علی یزدخواستی



قسمت اول

آشنایی با پارامترهای PID کنترل اینورتر IG5

- کنترل PID یک سیستم کنترلی است که باعث کاهش خطا می شود.
- کنترل PID با اینورتر یعنی تنظیم فرکانس خروجی برای مطابقت با حفظ بارهای مختلف نظیر سرعت ، فشار ، دما ، وزن و غیره

از جمله کاربردهای آن :

- کنترل فشار آب در یک خط لوله توسط کنترل دور پمپ
- کنترل دبی آب در یک خط لوله توسط کنترل دور پمپ
- کنترل فلو هوای یک سیستم دمنده توسط کنترل دور فن
- کنترل دمای یک سالن توسط کنترل دور فن دمنده هوای گرم
- کنترل وزن یک پرکن توسط کنترل دریچه های ریزش مواد

برای شروع کار پارامترهای زیر را باید تنظیم کنیم:

- ابتدا دستگاه را به تنظیمات کارخانه بر می گردانیم.
- H49 را یک قرار می دهیم تا PID فعال شود.
- مقدار Accel time و Decel time را باید صفر قرار دهیم.
- Frq نیاز به تنظیم ندارد چون غیر فعال می شود.
- H55 مربوط به ماکزیمم مقدار فرکانس خروجی PID می باشد که باید تنظیم شود.
- H56 مربوط به مینیمم مقدار فرکانس خروجی PID می باشد که باید تنظیم شود.

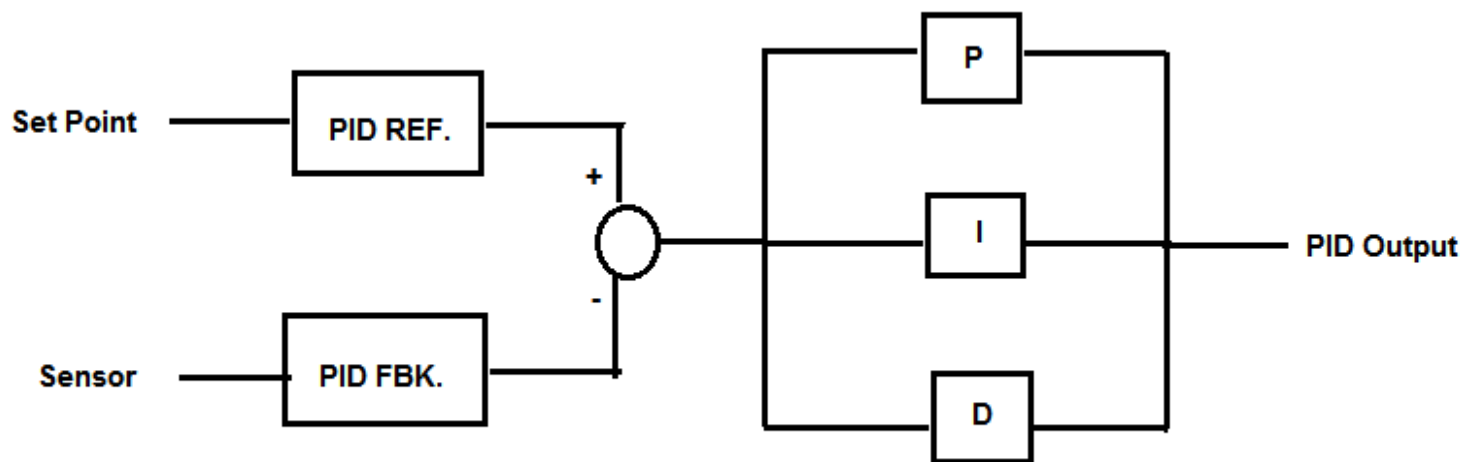
برای راه اندازی PID به موارد زیر نیاز داریم:

- **مقدار فیدبک :** (از سنسور گرفته می شود. به آن مقدار PID فیدبک گفته می شود.)

- **مقدار رفرنس :** (رفرنس یا Set Point را باید برای اینورتر مشخص کنیم. به آن مقدار PID رفرنس گفته می شود.)

همان طور که در دیاگرام زیر مشاهده میکنید مقدار **اختلاف** بین **PID رفرنس** و **PID فیدبک** حساب میشود. اگر **صفر** باشد یا یک **عدد منفی** باشد خروجی صفر می باشد (حالت مطلوب) ولی اگر **مثبت** باشد در یک **Gain (P, I, D)** ضرب میشود تا **اختلاف** بین **رفرنس** و **فیدبک** صفر شود. در حقیقت ما در **PID** کنترل به دنبال رسیدن به معادله زیر هستیم:

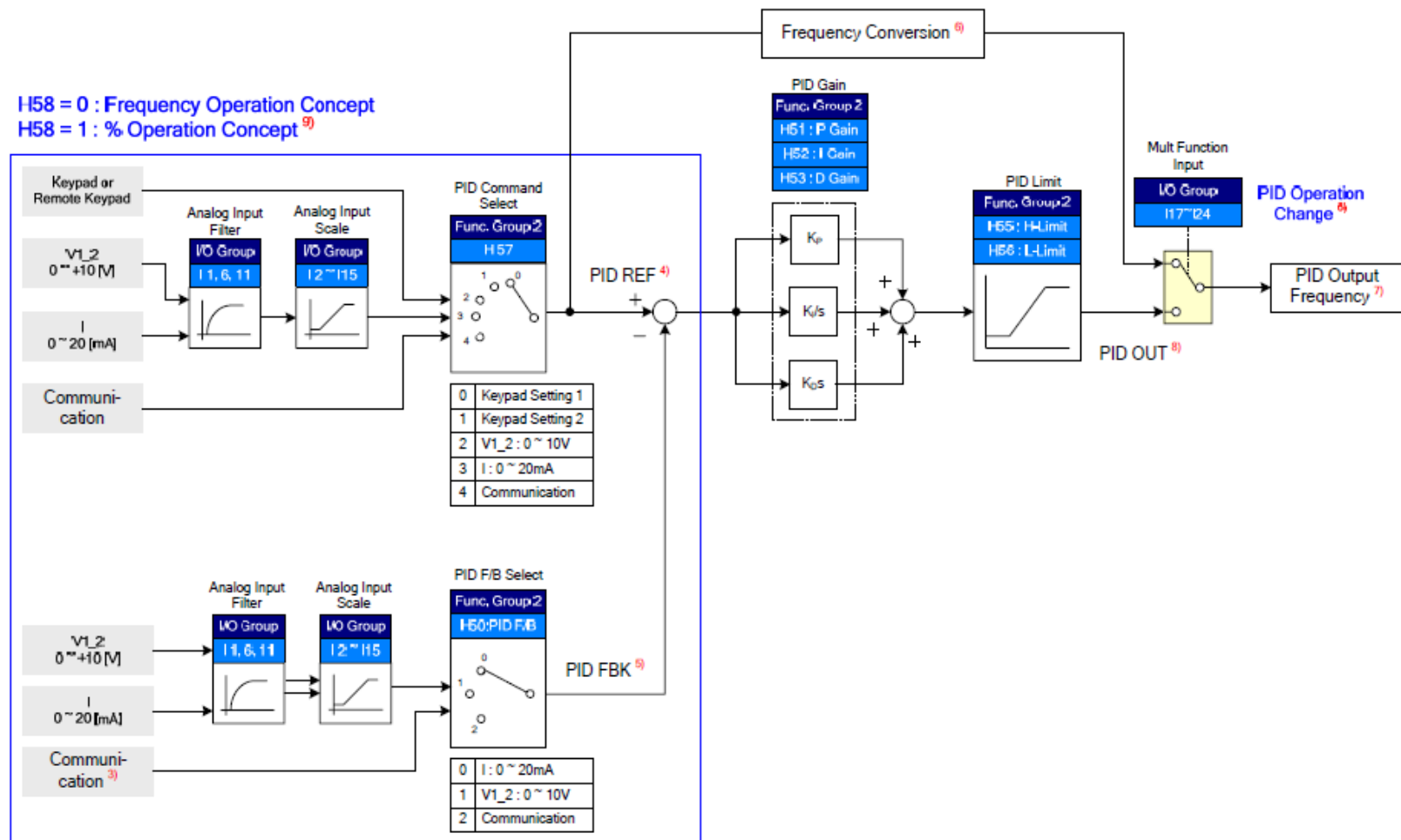
$$\text{PID REF.} - \text{PID FBK.} \leq 0$$



PID control diagram

H58 = 0 : Frequency Operation Concept

H58 = 1 : % Operation Concept⁹⁾



مقدار فیدبک (سنسور)

- سنسور میتواند دما ، فشار ، وزن و یا هر سنسور دیگری باشد که خروجی ۰ تا ۲۰ میلی آمپر یا صفر تا ۱۰ ولت به ما بدهد که این در حقیقت همان مقدار PID فیدبک ما می باشد.

اگر خروجی سنسور ما **جریانی** باشد پارامترهای زیر را در اینورتر باید تنظیم کنیم:

- **H50** را صفر قرار میدهیم
- **I12** مربوط به **مینیم جریان** می شود و **I13** مربوط به **فرکانس متناظر** با **مینیم جریان** است
- **I14** مربوط به **ماکزیم جریان** می شود و **I15** **فرکانس متناظر** با **ماکزیم جریان** هست

اگر خروجی سنسور ما **ولتاژی** باشد پارامترهای
زیر را در اینورتر باید تنظیم کنیم:

- **H50** را یک قرار میدهیم
- **I7** مربوط به **مینیم ولتاژ** می شود و **I8** مربوط به
فرکانس متناظر با **مینیم ولتاژ** است
- **I9** مربوط به **ماکزیم ولتاژ** می شود و **I10** **فرکانس**
متناظر با **ماکزیم ولتاژ** هست

- برای مشاهده PID فیدبک در پارمترهای **DRIVE GROUP** اگر روی FBK برویم مقدار فیدبک قابل مشاهده می باشد.
اگر **H58** مقدارش **صفر** باشد **فیدبک** بر حسب هرتز حساب میشود و اگر مقدارش **یک** باشد بر حسب درصدی از **پروسه** حساب میشود.

مقدار رفرنس

- مقدار **Set point** ما می باشد که برای اینورتر باید مشخص کنیم .
- به ۵ روش می توان مقدار رفرنس را برای اینورتر تعریف کنیم.

محل تنظیم رفرنس توسط H57 :

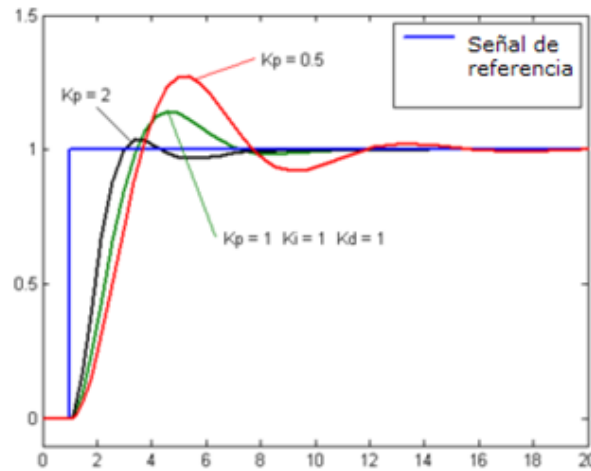
۱. اگر **صفر** باشد توسط **کی پد اصلی** تنظیم میشود .
۲. اگر **یک** باشد توسط **کی پد دوم** تنظیم میشود .
۳. اگر **۲** باشد از طریق **ورودی ولتاژ** قابل تنظیم است .
۴. اگر **۳** باشد از طریق **ورودی جریان** قابل تنظیم است .
۵. اگر **۴** باشد از طریق **شبکه RS485** قابل تنظیم می باشد .

- برای مشاهده PID رفرنس در پارمترهای **DRIVE GROUP** اگر روی REF برویم مقدار رفرنس قابل مشاهده می باشد.
اگر **H58** مقدارش **صفر** باشد **رفرنس** بر حسب هرتز حساب میشود و اگر مقدارش **یک** باشد بر حسب درصدی از پروسه حساب میشود.

نحوه تنظیم ضرایب P و I و D

ضریب P:

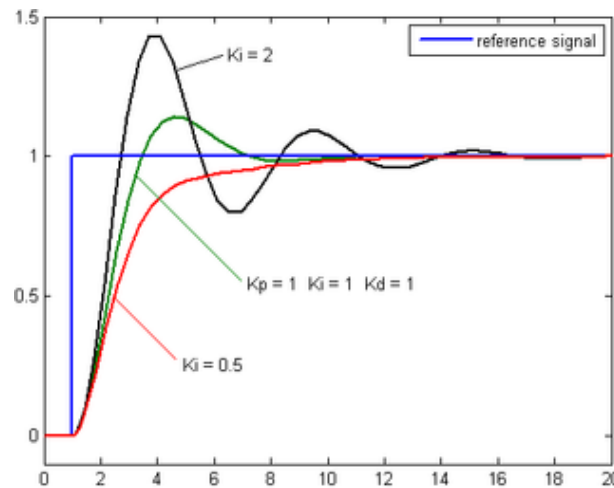
- اولین ضریبی که باید تنظیم کنیم P است که **H51** مربوط به آن میشود. H51 از **صفر تا 999.9** قابل تنظیم است.



- هر چه مقدار P **بیشتر** باشد **سرعت پاسخگویی** سیستم **بیشتر** خواهد بود ولی در بعضی مواقع مقادیر بالاتر باعث به نوسان افتادن سیستم میگردد.

ضریب ۱ :

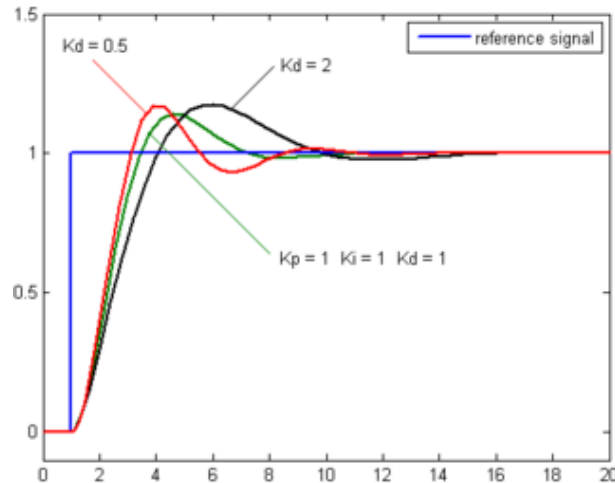
- **H52** را باید تنظیم کنیم که از 0,1 تا ۳۲ قابل تنظیم است .



- هر چه مقدار **۱ کمتر** باشد **سرعت پاسخگویی** سیستم **بیشتر** خواهد بود ولی در بعضی مواقع مقادیر پایینتر باعث به نوسان افتادن سیستم میگردد

ضریب D :

- **H53** مربوط به D میباشد که از صفر تا ۳۰ قابل تنظیم میباشد

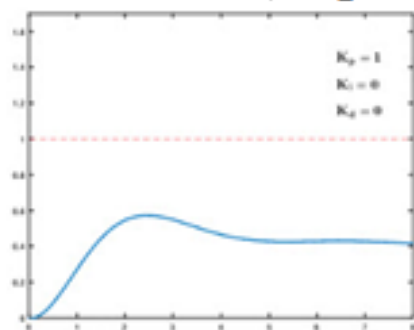


- هر چه مقدار D بیشتر باشد سرعت پاسخگویی سیستم بیشتر خواهد بود ولی در بعضی مواقع مقادیر بالاتر باعث به نوسان افتادن سیستم میگردد.

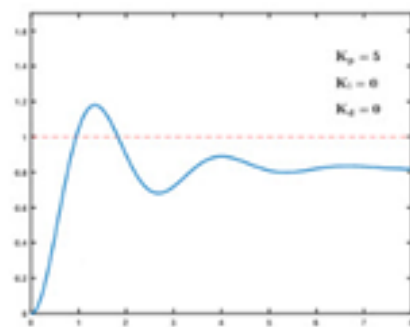
روش کارکنترلر PID

- ابتدا **کنترل کننده P** وارد عمل شده و عملکرد سیستم را بهبود می بخشد در این حالت ما خطای ماندگار خواهیم داشت ولی توسط کنترل کننده P به حداقل میرسد ولی به صفر نخواهد رسید. سپس **کنترل کننده I** وارد عمل شده و خطای ماندگار را صفر میکند ولی در این حالت تعداد زیادی OVERSHOOT , UNDERSHOOT به سیستم اضافه خواهد گردید که نامناسب میباشد. به همین دلیل **کنترل کننده D** وارد عمل شده و این نوسانات ناخواسته را حذف میکند و پاسخ سیستم سریع تر می شود.

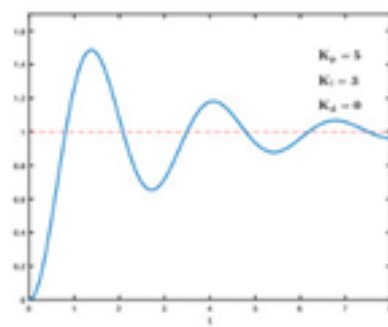
پاسخ سیستم بدون کنترلر PID



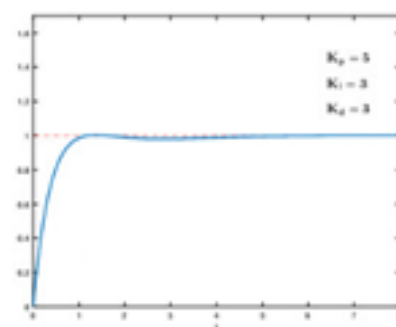
پاسخ سیستم با کنترلر P



پاسخ سیستم با کنترلر PI



پاسخ سیستم با کنترلر PID



به طور خلاصه پارامترهای PID کنترل اینورتر IG5 LS

Group	Display	Parameter Name	Setting	Range	Default	Unit
Function group 2	H49	[PID Operation select]	1	0 ~ 1	0	-
	H50	[PID Feedback select]	-	0 ~ 1	0	-
	H51	[P gain for PID controller]	-	0 ~ 999.9	300.0	%
	H52	[Integral time for PID controller (I gain)]	-	0.1~ 32.0	1.0	sec
	H53	[Differential time for PID controller (D gain)]	-	0.0~30.0	0	sec
	H55	[PID output frequency high limit]	-	0.1 ~ 400	60.0	Hz
	H56	[PID output frequency low limit]	-	0.1 ~ 400	0.50	Hz
	H57	[PID reference select]	-	0~4	0	Hz
Drive group	rEF	[PID reference]	-	0~400 /0~100	0.00 /0.0	Hz /%
	Fbk	[PID feedback]	-	0~400 /0~100	0.00 /0.0	Hz /%

قسمت دوم

راه اندازی با استفاده از لودسل و نمایشگر وزن SEWHA

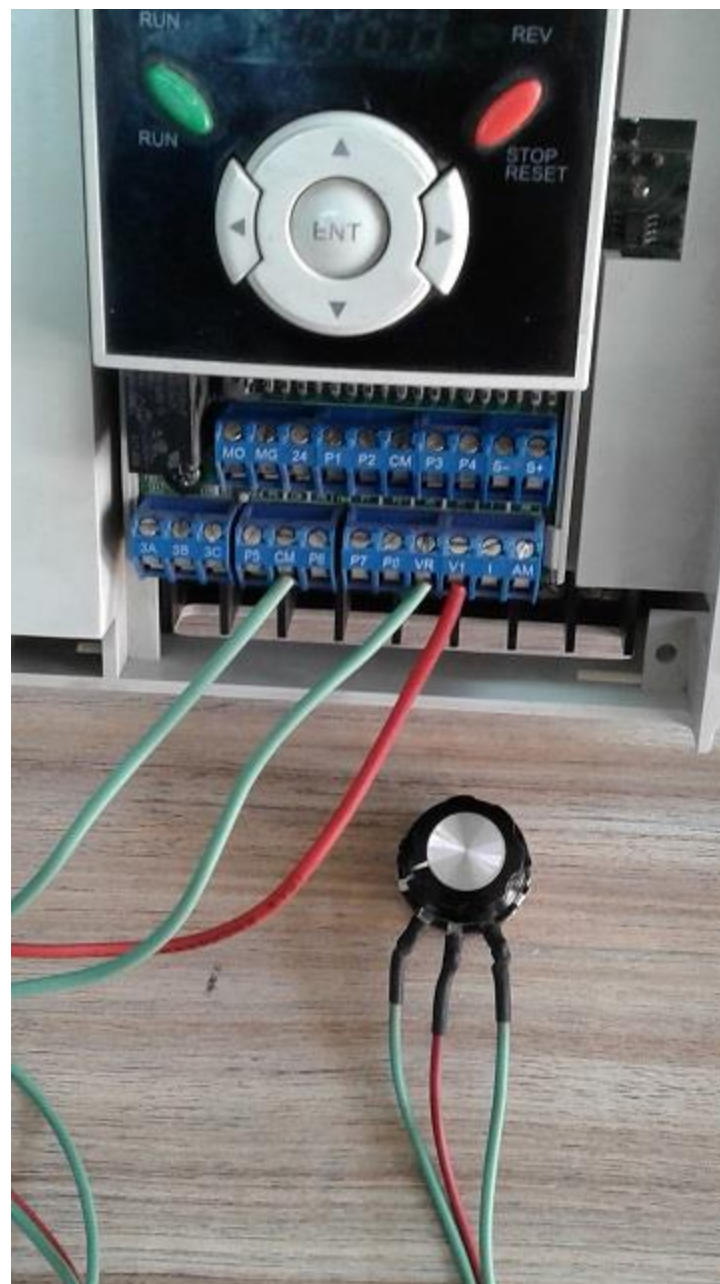


مقدار PID فیدبک :

- در این مثال سنسور ما یک لودسل ۵ کیلویی می باشد. چون خروجی لودسل ما آنالوگ استاندارد نیست آن را به نمایشگر SI580E وصل می کنیم و از خروجی آنالوگ (۴ تا ۲۰ میلی آمپر) آن استفاده می کنیم.
- خروجی آنالوگ نمایشگر SI580E PID فیدبک ما می باشد.
- خروجی آنالوگ نمایشگر را به ورودی جریان اینورتر وصل می کنیم (پایه های ۱ و CM)

مقدار PID رفرنس :

- مقدار Set Point یا همان مقدار PID رفرنس را توسط یک ولوم به ورودی ولتاژ اینورتر می دهیم.
- پایه وسط ولوم را به پایه V1 اینورتر وصل کرده و دو پایه دیگر ولوم را به پایه های VR و CM اینورتر وصل می کنیم.



پارامترهای زیر را در اینورتر تنظیم می کنیم:

- ابتدا دستگاه را به تنظیمات کارخانه بر می گردانیم.
- H49 را یک قرار می دهیم تا PID فعال شود.
- مقدار Accel time و Decel time را صفر می کنیم.
- H55 را روی عدد 50 تنظیم میکنیم
- H56 را تغییر نمی دهیم چون Default آن 0.5 است.
- H50 را صفر قرار می دهیم
- I12 را تغییر نمی دهیم چون Default آن 4 است.
- I13 را تغییر نمی دهیم چون Default آن 0 است.
- I14 را تغییر نمی دهیم چون Default آن 20 است.
- I15 را 50 قرار می دهیم.
- H57 را 2 قرار می دهیم.
- H58 را یک قرار می دهیم.

تنظیم مقدار رفرنس:

- در این پروژه می خواهیم وزن را روی 2.5 کیلو گرم ثابت نگه داریم.
- 2.5 کیلو گرم وزنه استاندارد روی لودسل قرار می دهیم .
- لودسل ما 5 کیلو گرم است پس 2.5 کیلو گرم ، 50 درصد مقدار آن می شود یعنی مقدار رفرنس یا همان Set Point را روی 50 باید تنظیم کنیم.
- وارد پارمترهای **DRIVE GROUP** شده و روی REF میرویم مقدار رفرنس را مشاهده می کنیم و ولوم را می چرخانیم تا عدد به 50 برسد.

تنظیم ضرایب (P,I,D)

- ضرایب PID را به گونه ای باید تنظیم کنیم که فرکانس اینورتر به مینیمم مقدار خود برسد . مقدار مینیمم فرکانس توسط H56 تنظیم می شود.
- این ضرایب با روش سعی و خطا بدست می آید.
- در هر پروژه با توجه به شرایط نصب مقدار ضرایب PID متفاوت می باشد .
- اولین ضربی که تنظیم می کنیم ضریب P است. مقدار P توسط H51 تنظیم می شود. مقدار P را آنقدر افزایش می دهیم تا فرکانس اینورتر به مینیمم مقدار خود برسد.
- اگر با ضریب P نتوانستیم فرکانس اینورتر را مینیمم کنیم به سراغ ضریب I یعنی H52 می رویم . مقدار I را نباید خیلی زیاد کنیم چون ممکن است نوسانات سیستم زیاد شود
- در نهایت سراغ ضریب D یعنی H53 می رویم . افزایش D پاسخ سیستم را سریع تر می کند.



- در این پروژه ضرایبی که بدست آمد به صورت زیر می باشد:

- $D=1 \quad I=10 \quad P=350$

- همان طور که گفته شد ضرایب PID به صورت **سعی و خطا** بدست می آید و در هر پروژه با توجه به شرایط نصب و شرایط محیط ضرایب متفاوت می باشد .