**آزمایش هشتم**

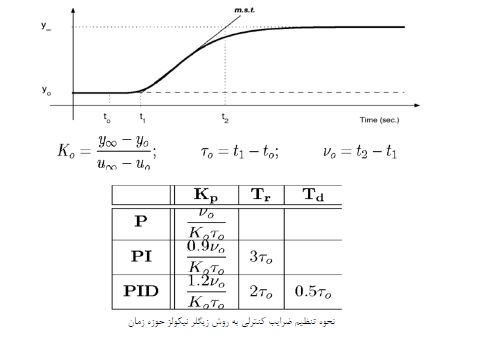
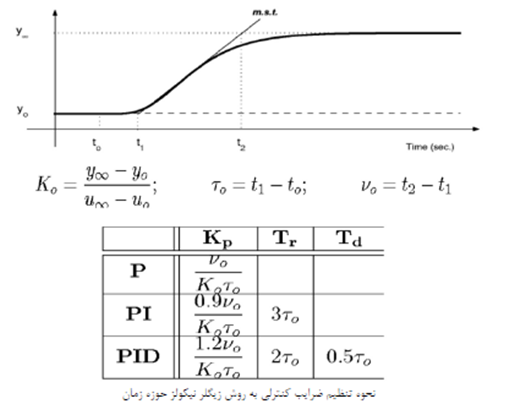
در این آزمایش هدفی که داریم طراحی کنترل کننده ای آنالوگ برای سرعت سروو موتور است که به دو روش آزماشگاهی و تئوری انجام می شود .

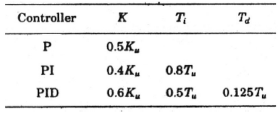
دو رویکردی که ذکر شد به طوری کلی به صورت :

١- نتايج آزمايشگاهي و جداول طراحي ضرايب زيگلر-نيكلز و ٢- طراحي كنترل كننده براساس مدل فرآيند و روش هاى طراحي كلاسيك و تئورى است که مورد بررسی قرار می دهیم.

رویکرد کلاسیک بدین صورت است که از مدل ديناميكي به دست آمده در آزمايش مدلسازى استفاده می نماییم .

فرم استاندارد مورد استفاده در روش هاى طراحي زيگلر نيكولز براى كنترل كننده به صورت زير ميباشد :

براى تنظيم ضرايب به روش زيگلر نيكولز حوزه زمان، به سيستم ورودى پله اعمال مينمائيم و بر اساس تغييرات پاسخ پله و روابط جدول زير، طراحي كنترل كننده صورت ميگيرد.

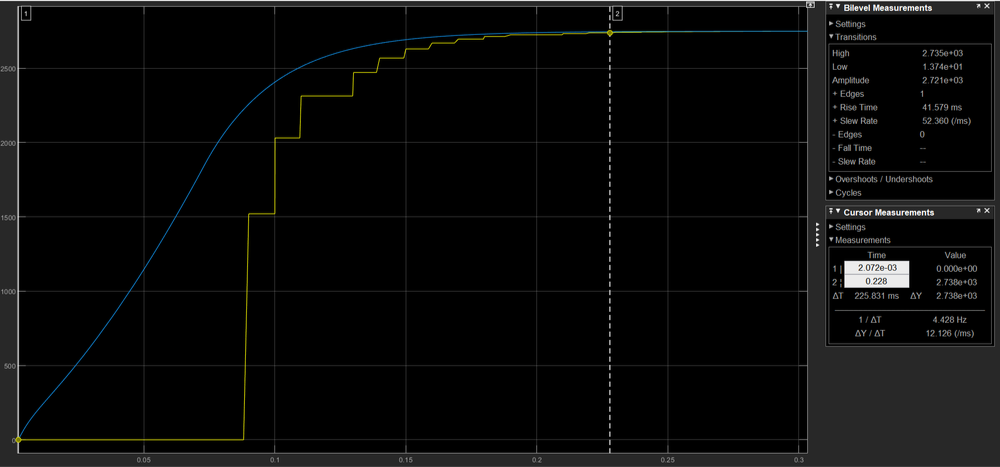
در روش زيگلر نيكولز حوزه فركانس، سيستم را به ازاى ورودى ثابت با استفاده از كنترل كننده تناسبي به صورت حلقه بسته می بندیم و با تغيير ضريب كنترل كننده تناسبي، به ازاى كوچكترين مقدارى كه سيستم نوساني مي گردد، ضريب بهره و دوره تناوب نوسانات را به دست می اوریم .

جدول رو به رو مشخص كننده ضرايب كنترل كننده مي باشد.

حال به سراغ انجام هر بخش آزمایش می رویم که در آن قصد داریم ضرايب كنترلي را به روش زيگلر نيكولز در دو حوزه زمان و فركانس تنظيم نماييم .

**1-2-15 : طراحى به كمك روش زيگلر- نيكلز حوزه زمان**

ابتدا روش حوزه زمان را بر سيستم حلقه باز اعمال نمودیم و نمودار پا سخ خروجي را در شكل زير رسم کردیم . ورودى مرجع را مشابه آزمايش قبلي با سيگنال ژنراتور اعمال کرده و براى هر حالت جدول ضرايب تنظیمات را انجام دادیم و با تنظيم ضرايب طراحي شده شكل پاسخ پله را به ازاى ورودى بدست اوردیم که به شکل زیر می باشد :



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Kp | Tr | Td |
| P | 11.2 |  |  |
| PI | 10.08 | 0.042 |  |
| PID | 13.44 | 0.028 | 0.007 |

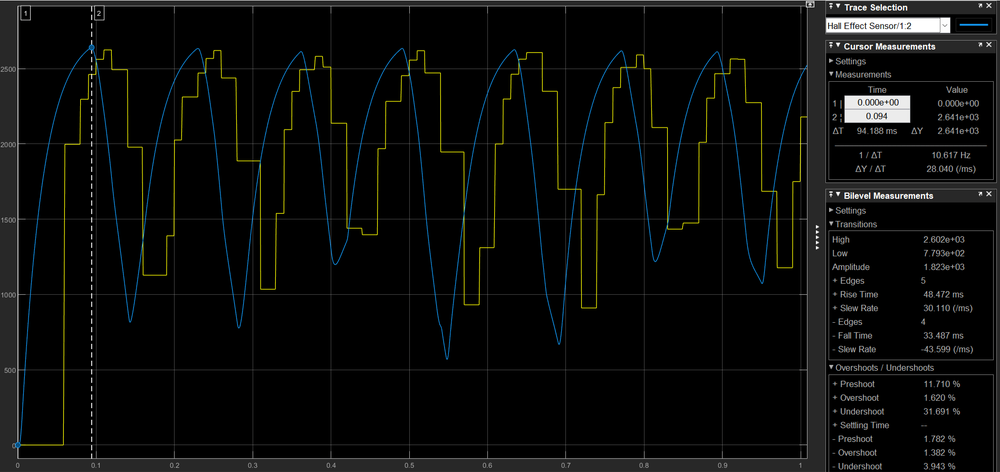
ضرایب کنترلر P , PI , PID :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Kp | Ki | Kd |
| P | 11.2 |  |  |
| PI | 10.08 | 23.8 |  |
| PID | 13.44 | 35.7 | 0.094 |

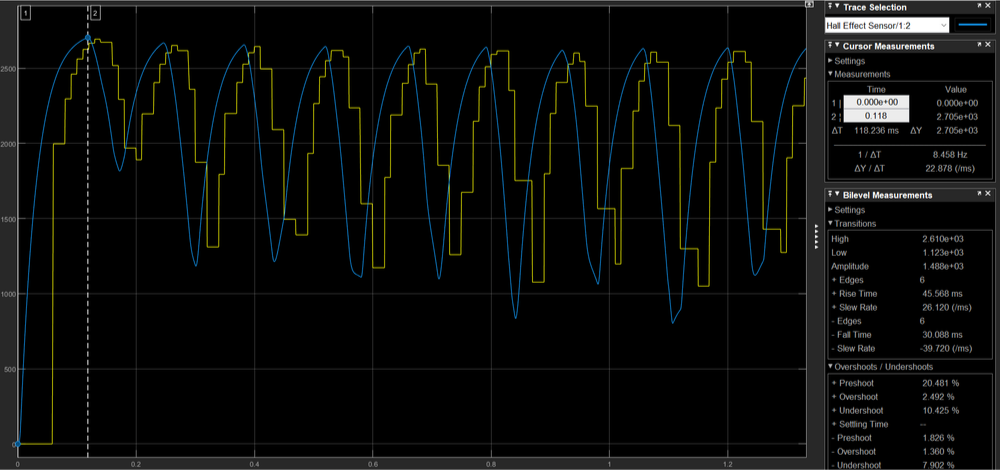
پس از این قسمت ، در بخش بعدی پاسخ فرآيند كنترل سرعت به ازاى ورودى پله با دامنه rpm2000 و كنترل كننده تناسبى- انتگرالى و پاسخ فرآيند كنترل سرعت به ازاى ورودى پله با rpm2000 و كنترل كننده را نمودار هایشان را به دست اورده که به شکل زیر می باشند و سپس با توجه به شكلهاى حاصل از آزمايش، جدول مقايسه كنترلرهاى مورد طراحى از ديدگاه ويژگی هاى حالت گذرا را کامل می نماییم .

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| روش / ویژگی | خطای حالت دائمی | زمان صعود | درصد فراجهش |
| کنترل کننده تناسبی | نوسانی | 48.35 ms | 32% |
| کنترل کننده تناسبی-انتگرال | نوسانی | 47.01ms | 35 % |
| کنترل کننده PID | نوسانی | 41.18 ms | 34 % |

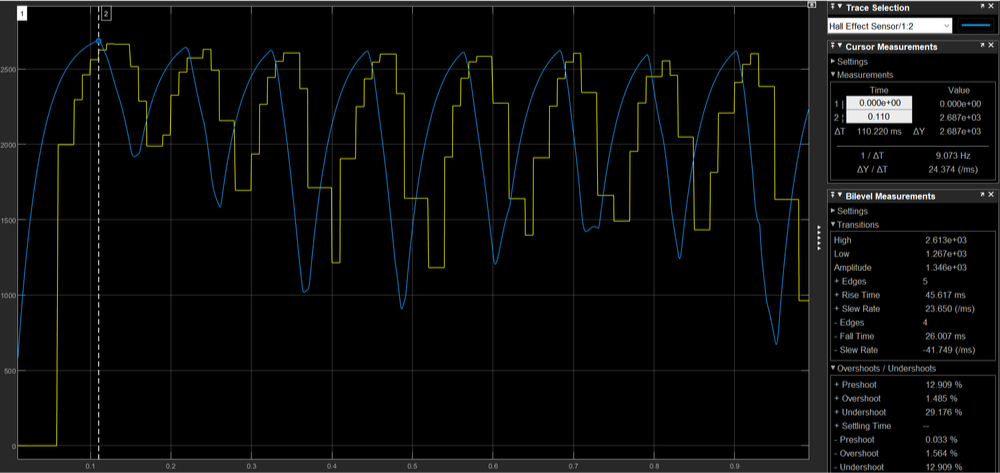
پاسخ فرآيند كنترل سرعت به ازاى ورودى پله با 2000rpm و كنترل كننده تناسبى:



پاسخ فرآيند كنترل سرعت به ازاى ورودى پله با 2000rpm و كنترل كننده تناسبى- انتگرالى :

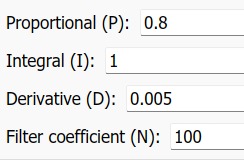


پاسخ فرآيند كنترل سرعت به ازاى ورودى پله با 2000rpm و كنترل كننده PID:



از آنجايي كه روش زيگلر نيكلز تجربي مي باشد و در عمل مقادير تا حدى به صورت ميداني نيز تنظيم ميشوند با تنظيم ميداني ضرايب كنترل كننده PID عملكرد پاسخ را بهبود دادیم که نمودار پاسخ پله بهبود يافته به شکل زیر می باشد :



ضرایب PID تصحیح شده :

به منظور بررسي عملكرد كنترل كننده حاصل به ازاى دو نقطه كار جديد 1800و 2200 نمودار پاسخ پله را مشاهده بررسی کرده و نتیجه را بدست اوردیم . اين عمليات را به ازاى ضرايب بهبود يافته نهايي نیز صورت گرفت و نتايج حاصل از مشاهده را در جدول زير يادداشت نمودیم .

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| نقطه کار / ویژگی | خطای حالت دائمی | زمان صعود | درصد فراجهش |
| 1800rpm | 4 | 70ms | 14.3% |
| 2200rpm | 5 | 67.7ms | 13% |

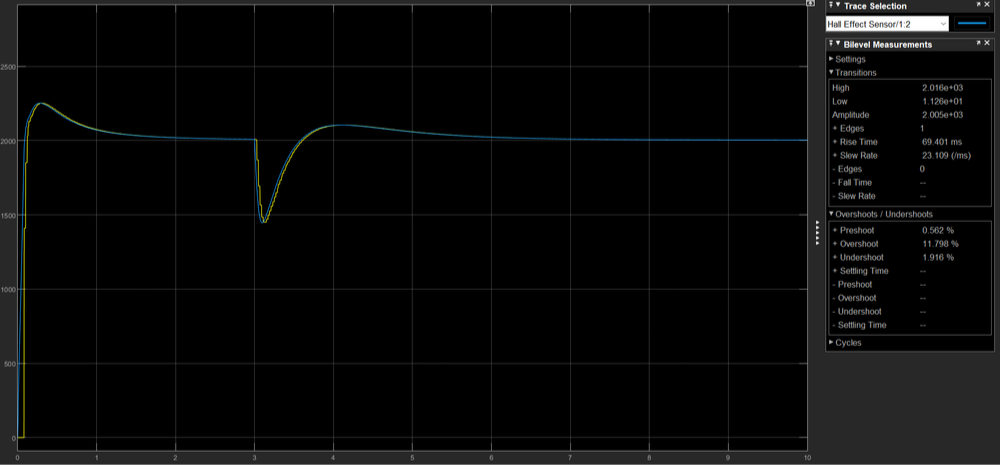
پاسخ پله :



2200 پاسخ پله :

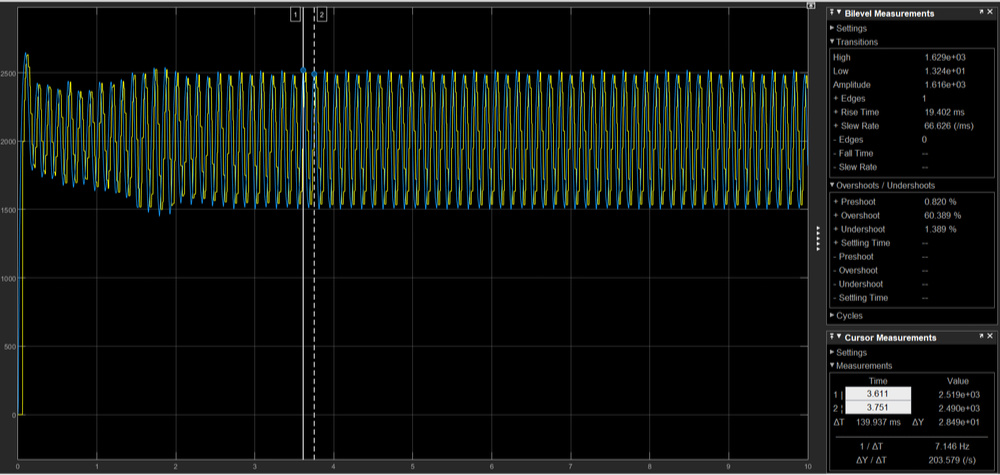


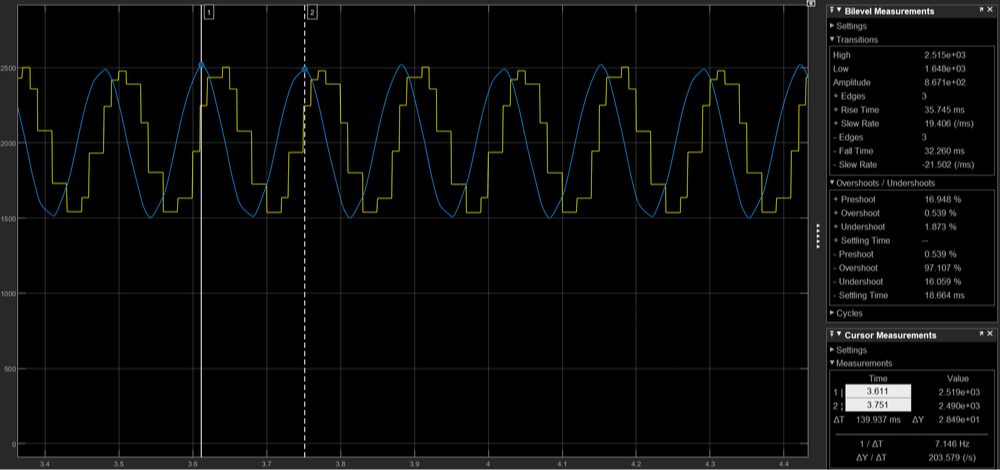
همچنين به منظور بررسي عملكرد كنترل كننده در مقابل اغتشاش با تغيير ميزان ترمز در 500 N جدول زير را بدست اوردیم :



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| اغتشاش / ویژگی | خطای حالت دائمی | زمان صعود | درصد فراجهش |
| 500 N | 5 | 350 ms | 17% |

**\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*طراحى به كمك زيگلر نيكولز حوزه فركانس :** در روش طراحي كنترل كننده به روش زيگلر نيكولز حوزه فركانس ، سيستم حلقه بسته با كنترل كننده تناسبي را راه اندازى کرده و ضريب تناسبي را چنان تنظيم کردیم كه سيستم در حالت نوسان قرار گرفت . در اين شرايط ضرايب حاصل و مراحل كار را مشابه بخش قبلي تكرار کرده و پاسخ نوساني فرآيند را به ازاى ورودى پله را در شكل زير نشان دادیم . سپس به كمك آن ضرايب كنترل كننده را محاسبه کرده و در جدول زير يادداشت کردیم .





ضرايب كنترلى در روش زيگلر نيكولز حوزه فركانس :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Td | Ti | K | controller |
|  |  | 1.7 | P |
|  | 0.112 | 1.36 | PI |
| 0.0175 | 0.07 | 2.04 | PID |

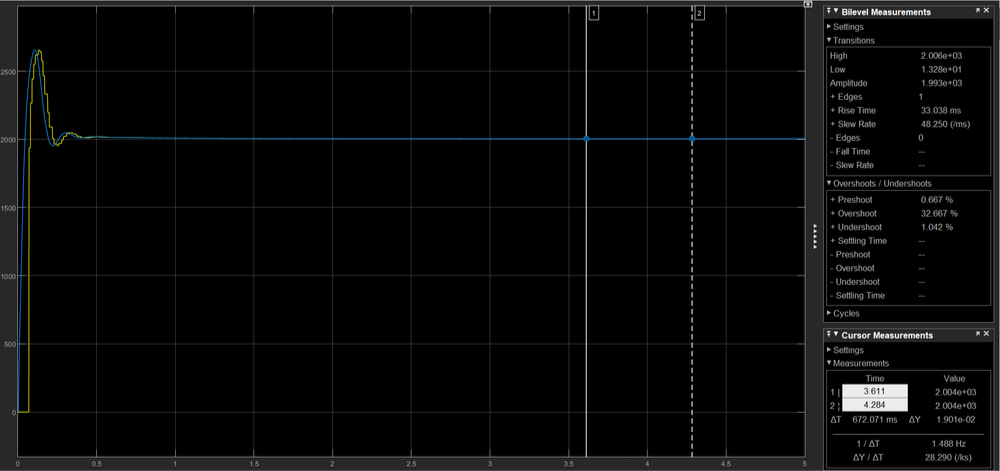
و در نهای ضرایب به صورت زیر در حوزه فرکامس خواهند بود :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Kp | Ki | Kd |
| P | 1.7 |  |  |
| PI | 1.36 | 8.92 |  |
| PID | 2.04 | 14.28 | 0.0357 |

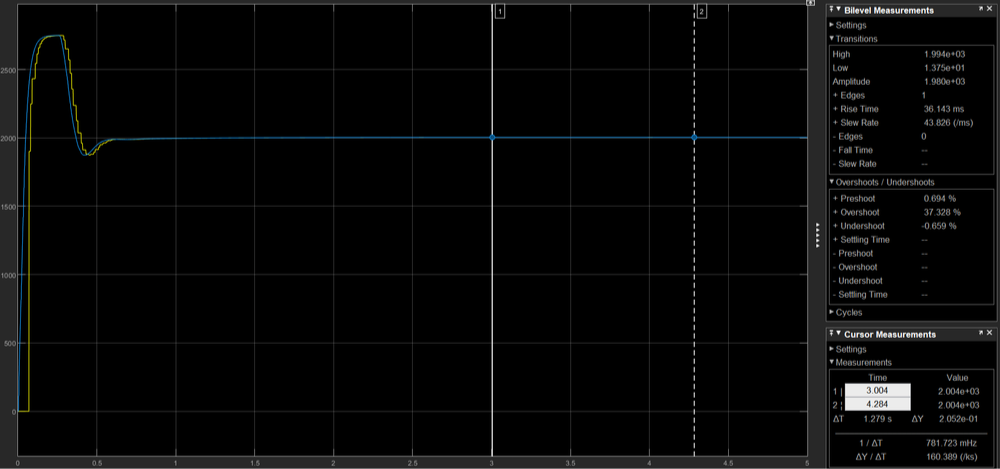
با پیاده سازی کنترلر های با ضرایب طراحی شده و سیگنال ورودی با 2000rpmشکل های زیر را مشاهده نموده و ان را رسم کردیم .

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| روش / ویژگی | خطای حالت دائمی | زمان صعود | درصد فراجهش |
| کنترل کننده تناسبی | 4 | 33ms | 32% |
| کنترل کننده تناسبی-انتگرال | 4 | 36ms | 37.6 % |
| کنترل کننده PID | 4 | 27ms | 36 % |

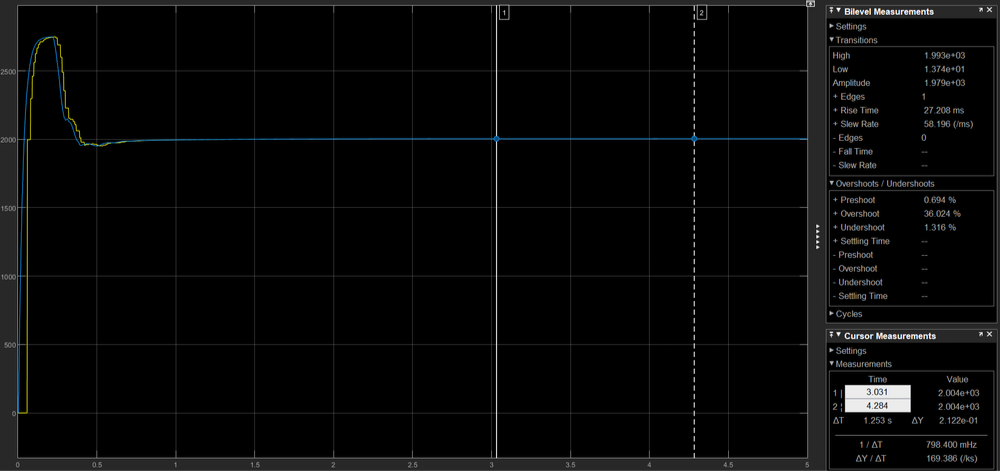
پاسخ پله فرآيند با پيادهسازى كنترل كننده P به روش زيگلر نيكولز حوزه فركانس:



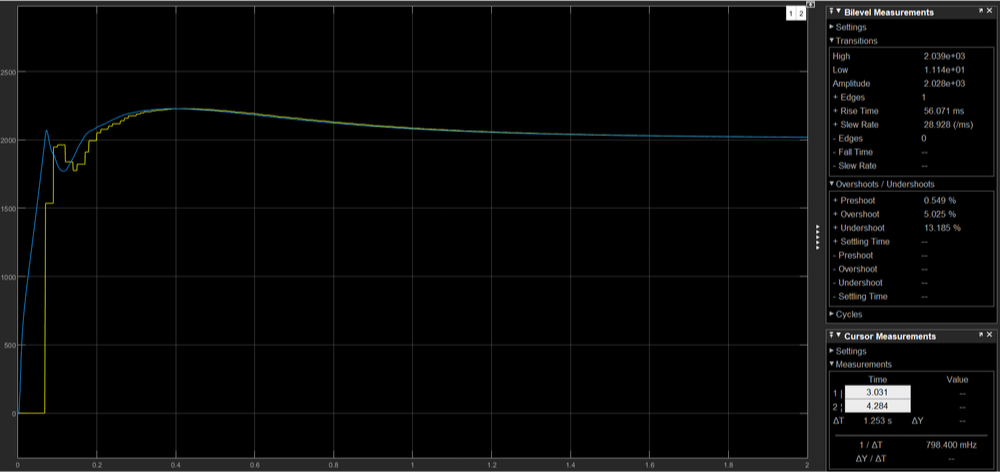
پاسخ پله فرآيند با پيادهسازى كنترلكننده PI به روش زيگلر نيكولز حوزه فركانس:

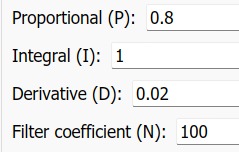


پاسخ پله فرآيند با پياده سازى كنترل كننده PID به روش زيگلر نيكولز حوزه فركانس:



از آنجايي كه روش زيگلر نيكلز تجربي مي باشد و در عمل مقادير تا حدى به صورت ميداني نيز تنظيم ميشوند با تنظيم ميداني ضرايب كنترل كننده PID عملكرد پاسخ را بهبود دادیم که نمودار پاسخ پله بهبود يافته به شکل زیر می باشد :

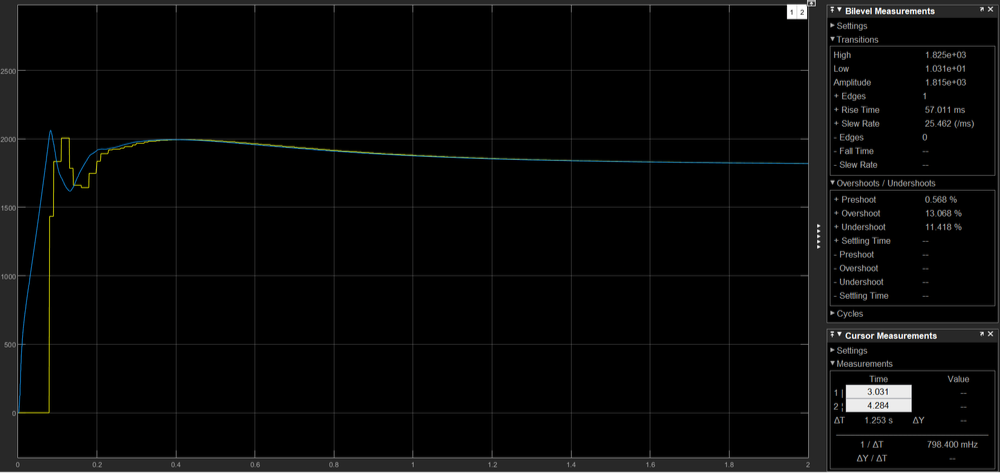


ضرایب PID تصحیح شده :

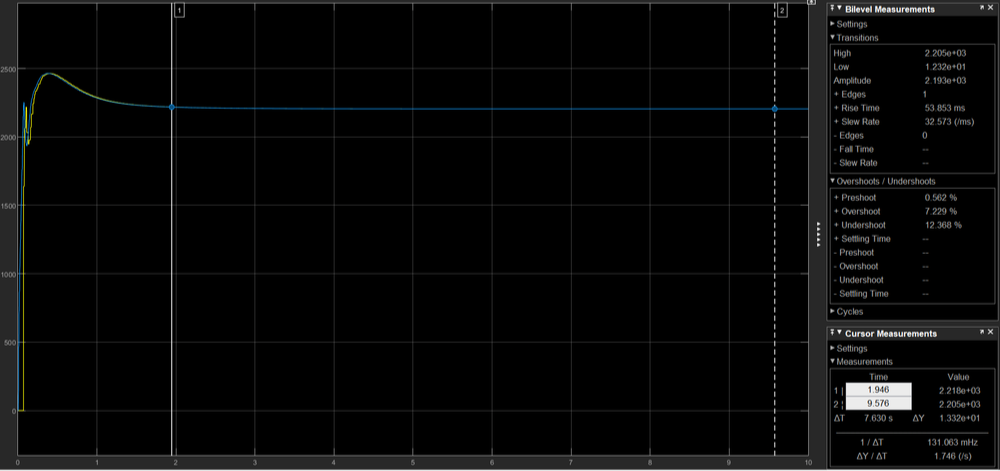
به منظور بررسي عملكرد كنترل كننده حاصل به ازاى دو نقطه كار جديد 1800و 2200 نمودار پاسخ پله را مشاهده بررسی کرده و نتیجه را بدست اوردیم . اين عمليات را به ازاى ضرايب بهبود يافته نهايي نیز صورت گرفت و نتايج حاصل از مشاهده را در جدول زير يادداشت نمودیم .

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| نقطه کار / ویژگی | خطای حالت دائمی | زمان صعود | درصد فراجهش |
| 1800rpm | 4 | 56ms | 14% |
| 2200rpm | 5 | 53.8ms | 7.229% |

1800 rpm پاسخ پله :



2200rpm پاسخ پله :



همچنين به منظور بررسي عملكرد كنترل كننده در مقابل اغتشاش با تغيير ميزان ترمز در 500 N جدول زير را بدست اوردیم :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| اغتشاش / ویژگی | خطای حالت دائمی | زمان صعود | درصد فراجهش |
| 500 N | 5 | 285 ms | 28.9% |

