

اجرای اسکرم به کمک موتور محرک صفحه های کنترلی قلب ترکیبی راکتور تهران به عنوان پشتیبان عملیات سقوط صفحه ها تحت نیروی گرانشی زمین به کمک نرم افزار MATLAB

قوامی، سید محسن*^(۱) - نگارستانی، علی^(۱)

دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان، دانشکده برق و کامپیوتر، گروه مهندسی هسته ای - راکتور

چکیده:

موتور ۱۱۰ ولت ۶۰ هرتز و جعبه دنده ی نشان دهنده ی موقعیت آن که به کمک چرخ دنده نوع *pinion* صفحه های کنترلی قلب راکتور تهران را به حرکت در می آورد از اجزای تشکیل دهنده ی این مکانیسم است که برای مجتمع های کنترلی تعبیه شده است. مکانیسم فعلی دارای یک سیم پیچ نگه دارنده است که رابط میان انتهای موتور و دیسک فلزی متصل به صفحات کنترلی می باشد [1]. هرگونه انحراف مهم از کارکرد ایمن راکتور منجر به قطع جریان سیم پیچها و سقوط صفحه های کنترلی تحت نیروی گرانشی زمین می شود. با توجه به امکان بروز خطا و عدم سقوط صفحات، نیاز به سیستمی برای افزایش اطمینان دیده می شود. در این مقاله از مکانیسم موتور سنکرون مغناطیس دائم به عنوان موتور محرک صفحات کنترلی مجتمع های کنترلی قلب راکتور تهران [2] به عنوان پشتیبان برای عملیات اسکرم فعلی استفاده شده است.

کلمات کلیدی: TRR CORE-ROD CONTROL -PMSM-SCRAM

مقدمه :

مکانیسم حرکتی میله های کنترل قلب راکتور تهران از موتور پله ای، جعبه دنده نشان دهنده ی موقعیت، میله ی مارپیچ و سیم پیچ مغناطیس شونده و دیسک و میله ی رابط آن تشکیل شده است [1]. قطع و گسیختگی مکانیسم محافظه حرکتی میله های کنترل از مواردی است که مورد توجه محققین قرار گرفته است [3]. در صورتی که بتوان همزمان با اجرای عملیات اسکرم توسط قطع برق سیم پیچ مغناطیس شونده، محور موتور را نیز با سرعت بالا به داخل قلب هدایت نمود، می توان از توقف ناگهانی میله های کنترل در مسیر جلوگیری نمود. در اینجا موتور سنکرون مغناطیس دائم استفاده شده در [2] بلافاصله پس از اجرای دستور اسکرم، در مد کنترل موقعیت قرار می گیرد (*Position control mode*) و در طی زمان کوتاهی میله های کنترل را همراهی می کند. جهت اعتبار سنجی، نتایج با عملکرد موتور سنکرون مغناطیس دائم دستگاه میلینگ کارخانه لوله مسی مس باهنر کرمان مقایسه گردیده است که حاکی از صحت عملکرد موتور و توانایی موتور سنکرون پیشنهادی در اجرای عملیات اسکرم می باشد.

روش کار :

مشخصات قلب و سوخت راکتور

قلب دارای ۵۴ محل بالقوه برای قرارگیری مجتمع های سوخت می باشد. هریک از صفحه های سوخت داخل مجتمع سوخت که به دو نوع کنترلی و استاندارد می باشند در محل خود مستقر می گردد و مجموعه های آن ها قلب را تشکیل می دهد. چیدمان قلب شماره یک در شکل ۱ آمده است. سوخت اولیه این راکتور آلیاژی از آلومینیوم و اورانیوم با درصد غنای بالا (HEU) و در حدود ۹۳٪ بوده است. در سال ۱۳۷۲ سوخت راکتور از درجه غنای بالا به درجه غنای پایین (LEU) یعنی ۲۰٪ تبدیل گردید و از این تاریخ با سوخت جدید کار می کند. ترکیب شیمیایی سوخت جدید به صورت $U_3O_8 - Al$ می باشد.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A									
B		IR BOX	SFE	SFE	SFE	IR BOX			
C	IR BOX	CFE	SFE	CFE	SFE	SFE	IR BOX		
D	IR BOX	SFE	CFE	SFE	CFE	SFE	IR BOX		
E	IR BOX	SFE	SFE	CFE	SFE	IR BOX			
F		IR BOX	SFE	SFE	IR BOX				

شکل شماره (۱)

چیدمان قلب شماره یک راکتور تحقیقاتی تهران (صفحه ۱۶۵ گزارش تهران)

مکانیسم حرکتی

مکانیسم انتقال دهنده حرکت دورانی موتور به حرکت خطی در اینجا satellite roller screw می باشد. شکل شماره ۲ محور اصلی ، چرخ دنده و رولر های این تجهیز را نمایش می دهد [4]. استفاده از رولر در اینجا ظرفیت بار بالاتر را به همراه دارد. بدین ترتیب قابلیت اطمینان این مکانیسم بسیار بالا می باشد. همچنین دقت بسیار بالای این مکانیسم آن را به راه حلی برای سیستمهای با دقت بالا تبدیل کرده است.



شکل شماره (۲)

موتور استفاده شده از نوع سرو موتور سنکرون مغناطیس دائم می باشد. جهت فیدبک از موقعیت محور موتور و متعاقباً موقعیت تیغه ها، از resolver نصب شده بر روی محور موتور استفاده شده است.

روش انجام محاسبات

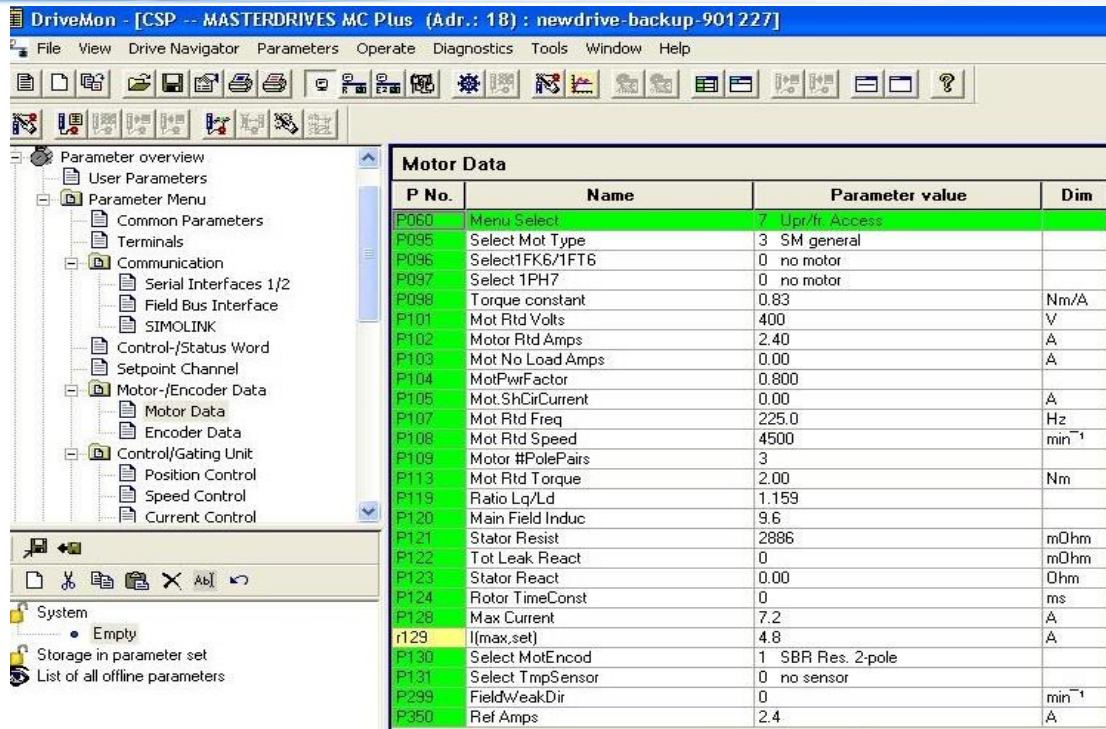
موتور PMSM سه فاز رتور استوانه ای با استفاده از شیوه پارک [5] مدل شده است. در این مدل جهت کنترل به جریانهای ماشین در حوزه مرجع $d-q$ نیاز می باشد. این جریانها به رگولاتور رفته و توسط کنترل کننده هایی سعی می شود تا آنها به مقادیر مرجعشان (مقادیر مطلوب) تنظیم شوند. سیستم مربوطه در نرم افزار MATLAB شبیه سازی و قابلیت تغییر مد کنترلی از مد کنترل توان که در حالت کار عادی استفاده می شود، به مد کنترل موقعیت برای زمانهای اسکرم اجرا گردیده است.

سخت افزار مورد نیاز

تجهیزات مورد استفاده برای اجرای سیستم کنترل موتور سنکرون مغناطیس دائم و مانیتورینگ آن در شکل شماره ۴ آمده است. شکل شماره ۵ مشخصات موتور استفاده شده در دستگاه میلینگ کارخانه لوله مسی مس باهنر کرمان را نمایش می دهد. (اخذ شده توسط نرم افزار Drive monitor).



شکل شماره (۳)



P No.	Name	Parameter value	Dim
P060	Menu Select	7 Upr/Tr Access	
P095	Select Mot Type	3 SM general	
P096	Select1FK6/1FT6	0 no motor	
P097	Select 1PH7	0 no motor	
P098	Torque constant	0.83	Nm/A
P101	Mot Rtd Volts	400	V
P102	Motor Rtd Amps	2.40	A
P103	Mot No Load Amps	0.00	A
P104	MotPwrFactor	0.800	
P105	Mot ShCirCurrent	0.00	A
P107	Mot Rtd Freq	225.0	Hz
P108	Mot Rtd Speed	4500	min ⁻¹
P109	Motor #PolePairs	3	
P113	Mot Rtd Torque	2.00	Nm
P119	Ratio Lq/Ld	1.159	
P120	Main Field Induc	9.6	
P121	Stator Resist	2886	mOhm
P122	Tot Leak React	0	mOhm
P123	Stator React	0.00	Ohm
P124	Rotor TimeConst	0	ms
P128	Max Current	7.2	A
r129	I(max,set)	4.8	A
P130	Select MotEncod	1 SBR Res. 2-pole	
P131	Select TmpSensor	0 no sensor	
P299	FieldWeakDir	0	min ⁻¹
P350	Ref Amps	2.4	A

شکل شماره (۴)

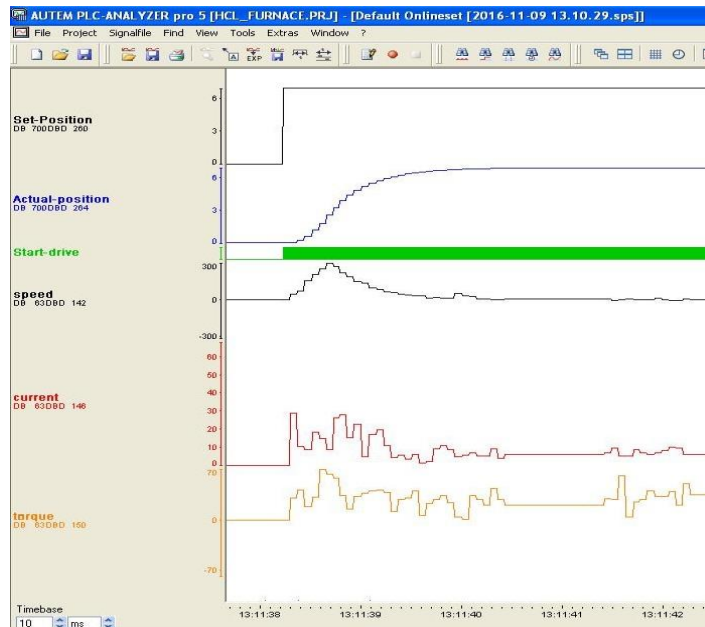
نتایج :

شکل شماره ۵ یک نمونه عملکرد شروع به کار سیستم کنترل دستگاه میلینگ که با نرم افزار PLC- ANALYZER PRO 5 ضبط شده است ، را نشان می دهد. همچنین شکل شماره ۶ توقف موتور را نمایش می دهد. در یک تست شبیه سازی ، فرض شده است راکتور در حال کار نامی است و موقعیت میله های کنترل هر ۵ مجتمع کنترلی ۹۵ در صد خارج است. توان خروجی راکتور در این حالت ۴,۹۸۸۲ مگا وات برآورد شده است [2]. عملیات اسکرم در $t=12s$ آغاز می شود (شکل ۷). دیده می شود در طی زمان ۵ ثانیه محور متصل به موتور ، خود را به پایین ترین موقعیت می رساند.

بحث و نتیجه گیری :

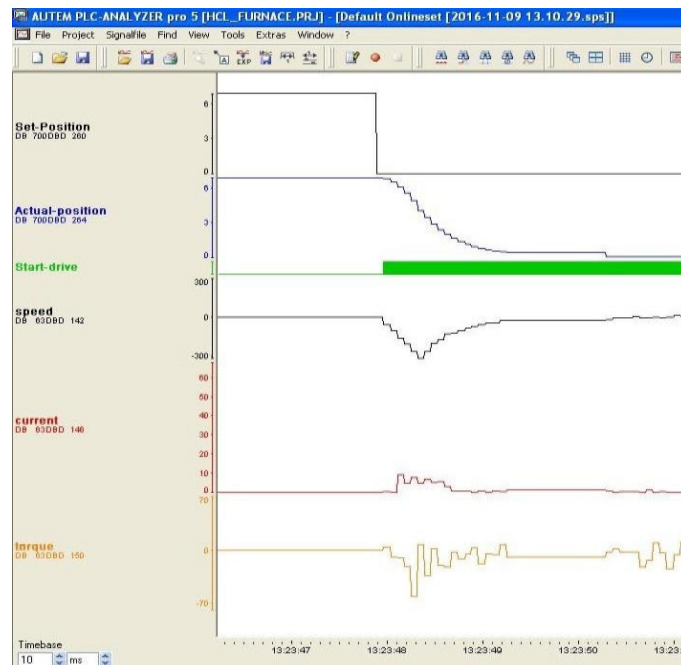
درایو کنترل سرعت موتور سنکرون مغناطیس دائم استفاده شده در کارخانه لوله مسی مس باهنر کرمان به خوبی عملیات کنترل موقعیت تیغه های براده برداری سطح لوله را انجام می دهد که از این شیوه برای تعقیب نمودن میله های کنترلی در حال اسکرم برای افزایش ضریب اطمینان استفاده شد. مکانیسم انتقال دهنده حرکت دورانی به خطی satellite roller screw استفاده شده مزایای دقت بسیار بالا ، ظرفیت بار بالاتر و افزایش قابلیت اطمینان را دارد. با توجه به نتایج مشاهده شده از صحت عملکرد موتور سنکرون مغناطیس

دائم ، می توان از این سیستم برای بهینه سازی مکانیسم حرکتی میله های کنترل قلب راکتور تهران استفاده نمود.



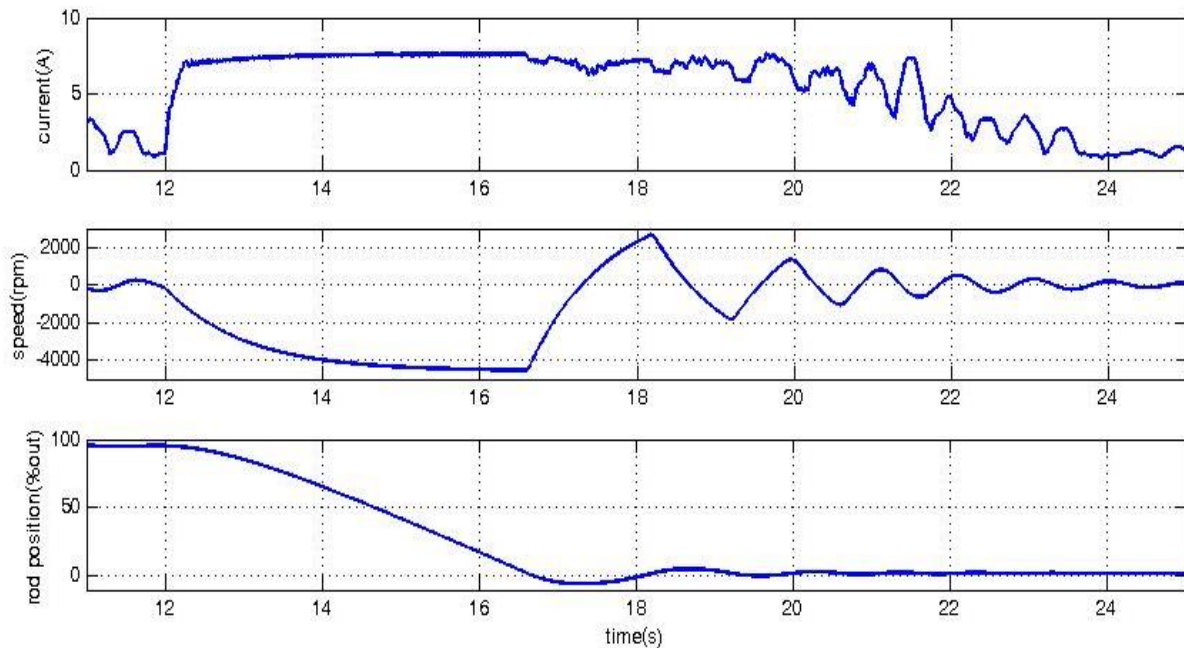
شکل شماره (۵)

جریان و گشتاور بر حسب درصد می باشد.



شکل شماره (۶)

جریان و گشتاور بر حسب درصد می باشد.



شکل شماره (۷)

مراجع :

- [1] - آزمایش های راکتورهای هسته ای ، مرتضی قریب ،محمد ارکانی،نشر تهران،اندیشه سرا ، ۱۳۸۹
- [2]- مدلسازی استفاده از موتور سنکرون مغناطیس دائم به عنوان موتور محرک میله ی کنترل درقلب ترکیبی راکتور تهران با استفاده از کدهای WIMSD-4 ,PARCS2.6 و نرم افزار MATLAB-ارسال شده جهت بیست و سومین کنفرانس هسته ای ایران
- [3]- شبیه سازی حادثه خروج میله کنترل در نیروگاه بوشهر با استفاده از کدهای PARCS2.7 و WIMSD-5B-اکبری جیحونی، رضا؛ مینوچهر، عبدالحمید؛ نوری کلخوران، امید-نوزدهمین کنفرانس هسته ای ایران
- [4]- satellite roller screws-Rollvis swiss-catalogue january 2008
- [5]- M.A.Shamsi nejad’’ Architectures d’Alimentation et de Commande d’Actionneurs Tolérants aux Défauts - Régulateur de Courant Non Linéaire à Large Bande Passante’’june2007