لزوم ارائه مدلی نرم افزاری از سیستم برق کارگاهی قبل از تجهیز کارگاه تونل سازی

نویسنده: میلاد ایوبی - Aubi_milad@yahoo.com

چکیده: برق و سیستم‌های انرژی الکتریکی و همچنین موتورهای الکتریکی جزء لاینفک کارگاه‌ها و پروژه‌های عمرانی است. همچنین یکی از هزینه‌های اساسی هر پروژه عمرانی هزینه‌های مربوط به خرید برق و نحوه استفاده از انرژی الکتریکی می‌باشد. در این مقاله ضمن معرفی الگویی برای پروژه‌های عمرانی به طور ویژه به بررسی سیستم الکتریکی یک پروژه تونل سازی پرداخته می‌شود. مشخص کردن نحوه کنترل پروژه و شناسایی بارهای موتوری و غیر موتوری و همچنین جایابی مناسب برای کاهش تلفات از معیارهایی خواهد بود که در این مقاله بدان پرداخته خواهد شد. اگر در هر پروژه عمرانی قبل از تجهیز کارگاه مدلی احتمالی با ضریب قطعیت بالا برای سیستم الکتریکی کارگاه در نظر گرفته شود در ادامه مسیر پروژه با مشکلات کمتری در تحلیل و جایابی ابزارهای پر مصرف مانند بوستر های نوار نقاله و همچنین بار پمپ‌های مسیر مواجه خواهیم شد.

کلیدواژه: توزیع انرژی، پخش بار، جایابی اقتصادی، پروژه عمرانی، تلفات مسیر

۱- مقدمه

در این مقاله از یک سیستم ۹ باسه استفاده شده است که بأس ورودی که به یک شبکه خط انتقال متوسط 20Kv متصل شده است. در نمای کلی با توجه به کارگاه تونل سازی و شرایط پروژه انرژی الکتریکی ورودی در سه قسمت کلی استفاده می‌شود. پست برق نوار نقاله، برق پرتال و برق تونل با توجه به پروژه‌های تونل سازی و حداقل احتیاجات نسبی هر قسمت از بارهای موتوری و غیر موتوری استفاده شده است که هر یک را به تفضیل شرح خواهیم داد. در طرحواره پیشنهادی از الگوی پروژه تونل انتقال آب کرمان – دهانه خروجی استفاده شده است و متراژها و دستگاه‌های وارد شده از پروژه نامبرده شده وارد شده است. در این مقاله سعی به شبیه سازی محیط واقعی کارگاهی در نرم افزار power factor-Digsailent شده است و پخش بار و توزیع اتصال کوتاه در این نرم افزار انجام گرفته است. در طرحواره شبیه سازی شده تلاش شده است که از ارقام و اعداد پلاک‌ها استفاده شود. با استفاده از شبیه سازی فضای پروژه قبل از تجهیز کارگاه می‌توان علاوه بر صرفه جویی در هزینه اولیه در کنترل مصرف واحدهای مختلف نیز هدف مند و قانون مند عمل کرد. در مقاله ارائه شده علاوه بر میزان مصرف توان اکتیو و راکتیو هر واحد به اثرات ناشی از اتصال کوتاه در هر بأس نیز پرداخته می‌شود.

۲- سیستم برق پرتال

در این واحد تمامی وظایف مرتبط با برق در بیرون تونل از جمله نگهداری موتورهای تصفیه خانه، پمپ‌های انتقال آب به داخل تونل، جرثقیل‌ها و سایر قسمتهای مرتبط با برق را بر عهده دارد.

قسمت‌های مختلف برق پرتال:

۱- جرثقیل‌ها

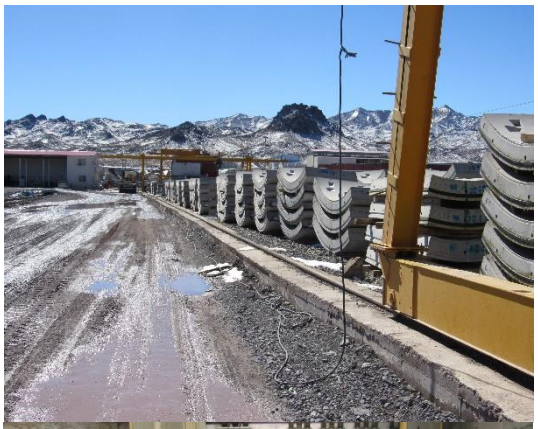
۲- انواع پمپ‌ها

۳- برق اداری و خابگاه ها و سیستم برق موتور خانه

۴- تصفیه خانه

۵- جت فن‌ها و تهویه تونل

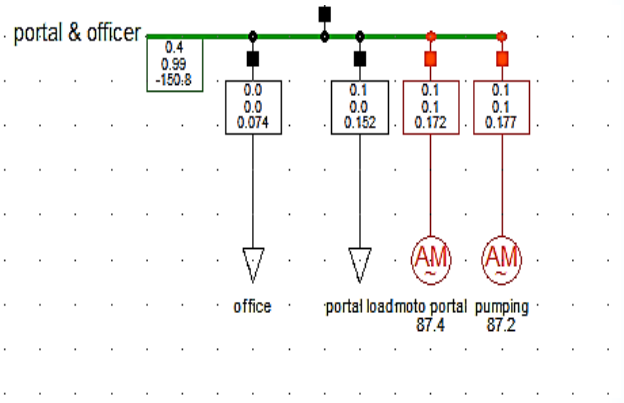






شکل شماره ۱- برق پرتال

در طرحواره پیشنهادی شبیه سازی واحد برق پرتال به صورت به دو بار عمومی و دو موتور 110kw انجام گرفته است ولی این بارها به صورت دلخواه انتخاب شده است، و می‌توان به این بارها اضافه یا کم کرد.



شکل شماره ۲- شبیه سازی برق پرتال

۳- سیستم برق نوار نقاله

نوار نقاله دستگاهی برای خارج کردن نخاله‌ها و سنگهای حفاره شده توسط دستگاه TBM به محیط پرتال است هر نوار نقاله از یک یا چند واحد به نام بوستر تشکیل شده است بوستر در واقع قلب تپنده یک سیستم نوار نقاله می‌باشد که در آن علاوه بر موتورهای الکتریکی مجهز به گیربکس سایر قسمتهای مکانیکی از جمله رولیک ها و درام‌ها قرار دارند.

قسمت‌های مهم برق نوار نقاله:

۱- موتورهای گیربکس دار

۲- واحد کنترل و فرمان

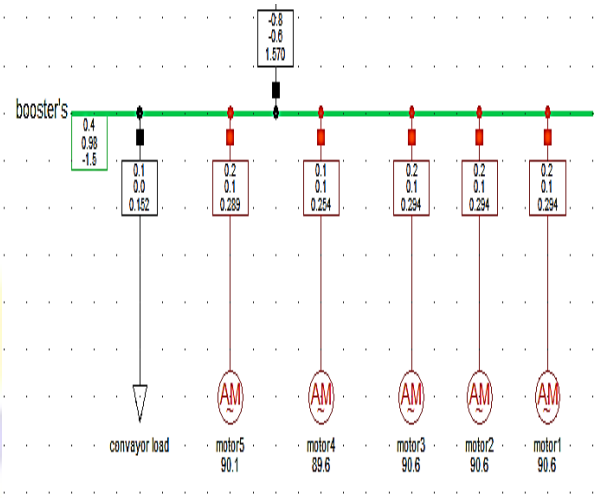
۳- درایوهای الکتریکی و سیستم خنک کاری

۴- Oil Power pack



شکل شماره ۳- نوار نقاله پروژه انتقال آب کرمان

در این مقاله سیستم برق نوار نقاله محدود به پنج موتور 160Kw و یک بار برای شبیه سازی واحد کنترل و power pack شده است لازم به ذکر است که قدرت موتور و تعداد آنها قابل تغییر می باشد.



شکل شماره ۴- شبیه سازی برق نوار نقاله

www.kahrobaonline.ir

۴- سیستم برق TBM

واحد برق TBM درواقع امور روی دستگاه و همچنین کارهای تونل از جمله انتقال انرژی و همچنین روشنایی مسیر بر عهده این واحد می‌باشد انرژی استفاده شده در دستگاه TBM با توجه به نوع دستگاه متفاوت خواهد بود.

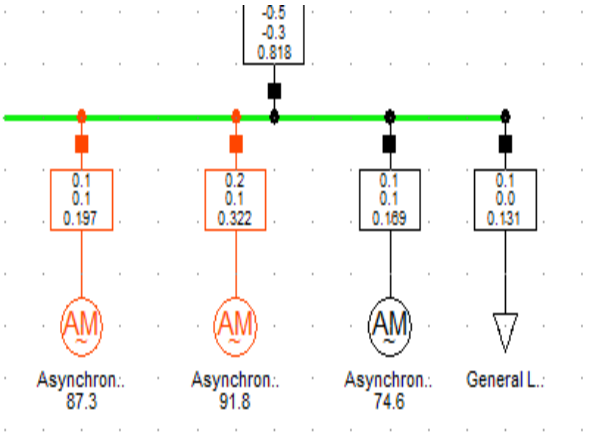
قسمت‌های واحد برق TBM:

۱- انرژی الکتریکی مورد نیاز TBM
۲- روشنایی مسیر
۳- مسیر انتقال برق 20Kv و junction Box
۴- فیبر نوری و خطوط تلفن مسیر تونل

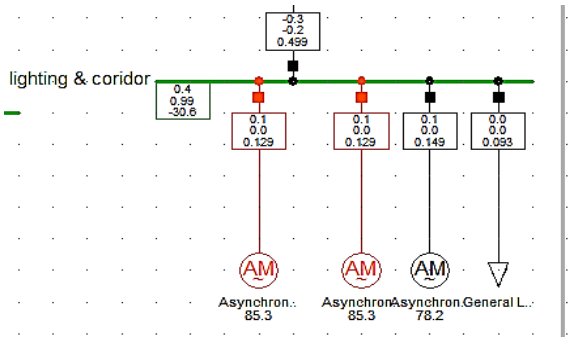


شکل شماره ۵- تونل و مسیر برق تونل

برای شبیه سازی واحد برق TBM آن را به دو قسمت تقسیم کرده یکی روی دستگاه و یکی روشنایی و انرژی مسیر برای کاراهایی که در مسیر پیش می‌آید.



شکل شماره ۶- روی دستگاه



شکل شماره ۷- روشنایی و تجهیزات مسیر

۵- ژنراتور خانه کارگاه

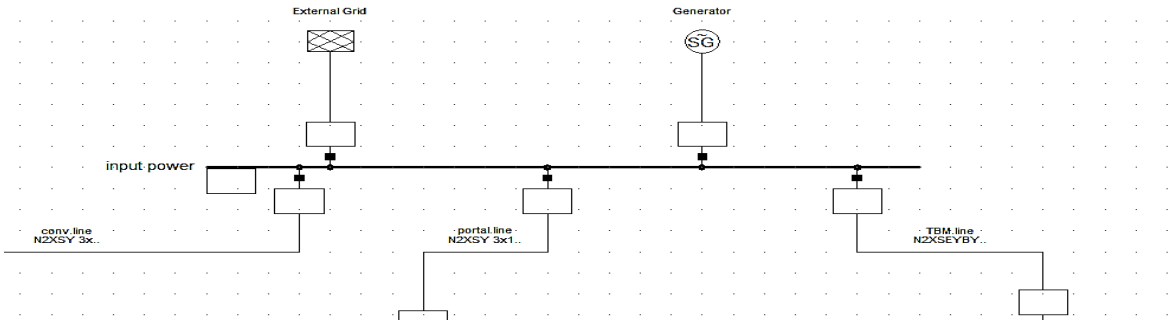
در بأس اول سیستم شبیه سازی شده با نام input power انرژی الکتریکی مورد نیاز کارگاه مورد بررسی واقع می‌شود، هرکار صنعتی و کارگاهی مستلزم داشتن یک سطح رزرو از انرژی می باشد این سطح در کارگاه‌ها توسط چندین ژنراتور در مکان ژنراتور خانه انجام می‌گیرد. این واحد اگرچه از واحدهای برق پرتال می باشد ولی به عنوان یک بخش مهم جداگانه بررسی می‌شود.



شکل شماره ۸- ژنراتور perkings

www.kahrobaonline.ir

در حالت واقعی بین برق شبکه و ژنراتور کلیدی کاردی به نام "کات اوت" قرار می‌گیرد که ورودی کارگاه را بین آنها تغییر می‌دهد. و در سیستم شبیه سازی هر دو به یک بأس متصل می‌شوند که می‌توان با بریکر های نرم افزار هر بار یکی را وارد مسیر کرد. در ضمن سیستم برق شبکه در نرم افزار Digsailent را با المانی به نام External Grid شبیه سازی می‌کنند.



شکل شماره ۹- بأس توان دریافتی

۶- پارامترها و دستگاه‌های انتخاب شده

۶-۱- ژنراتور

جدول شماره ۱

۱	۲۵ MVGT

۶-۲- موتورها

جدول شماره ۲

پرتال	۱	۱۱۰kW/ ۰,۴kV/۳/D
	۲	۱۱۰kW/ ۰,۴kV/۳/D
نوار نقاله	۱	۱۶۰kW/ ۰,۴kV/۵
	۲	۱۶۰kW/ ۰,۴kV/۵
	۳	۱۶۰kW/ ۰,۴kV/۵
	۴	۱۶۰kW/ ۰,۴kV/۵
	۵	۱۶۰kW/ ۰,۴kV/۵
TBM	۱	۱۳۲kW/ ۰,۴kV/۱/D
	۲	۱۳۲kW/ ۰,۴kV/۱/D
	۳	۱۳۲kW/ ۰,۴kV/۱/D
مسیر تونل	۴	۹۰kW/ ۰,۴kV/۱/D
	۵	۹۰kW/ ۰,۴kV/۱/D
	۶	۹۰kW/ ۰,۴kV/۱/D

www.kahrobaonline.ir

۶-۳- خطوط انتقال

جدول شماره ۳

پرتال	0/1km	\Library\IEC Standard Cable\۲۰kV\Cu\VPE\N۲XSY ۳x۱۸۵rm ۲۰/۱۲kV.TypLne
نوار نقاله	0.3km	\Library\IEC Standard Cable\۲۰kV\Cu\VPE\N۲XSY ۳x۲۴۰rm ۲۰/۱۲kV.TypLne
TBM	9km	\Library\IEC Standard Cable\۲۰kV\Cu\VPE\N۲XSEYBY ۳x۲۴۰rm ۲۰/۱۲kV.TypLne
مسیر تونل	9km	\Library\IEC Standard Cable\۲۰kV\Cu\Paper\NHKBA ۳x۲۴۰sm ۲۰/۱۲kV.TypLne

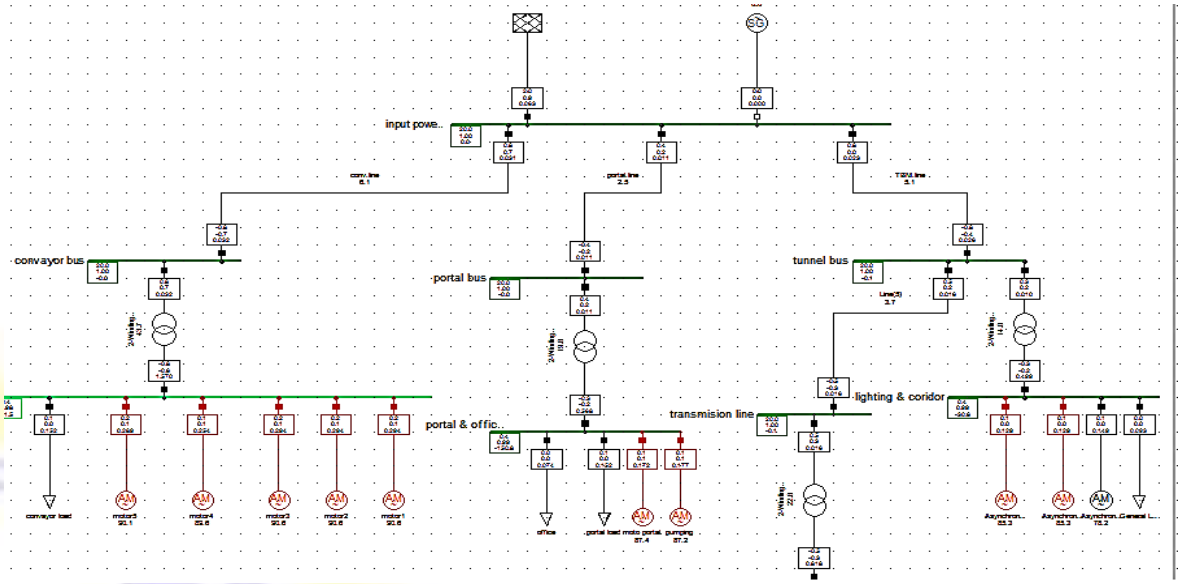
۶-۴- ترانسفورماتورها

جدول شماره ۴

۱	ترانس پرتال	\Library\Transformers\۵۰Hz\Distribution\۲۰kV\ ۲MVA ۰,۴/۲۰kV Trafo Union.TypTr۲
۲	ترانس نوار نقاله	\Library\Transformers\۵۰Hz\Distribution\۲۰kV\ ۲,۵MVA ۰,۴/۲۰kV Yyn ۰ ASEA.TypTr۲
۳	ترانس TBM	\Library\Transformers\۵۰Hz\Distribution\۲۰kV\ ۲,۵MVA ۰,۴/۲۰kV Yyn ۶ wnr ASEA.TypTr۲
۴	ترانس مسیر	\Library\Transformers\۵۰Hz\Distribution\۲۰kV\ ۲,۵MVA ۰,۴/۲۰kV Dyn ۱ ASEA.TypTr۲

۷- نتیجه گیری

۷-۱- پخش بار



شکل شماره ۱۰: پاسخ کامل نرم افزار به شبیه سازی

www.kahrobaonline.ir

```
DIgSI/wrng - ' Generator':
DIgSI/wrng - Nominal voltage differs by -45.00 % from bus voltage!
DIgSI/info - Element ' External Grid' is local reference in separated area of ' input power'
DIgSI/info - Calculating load flow...
DIgSI/info - ------------------------------------------------------------------------------------------
DIgSI/info - Start Newton-Raphson Algorithm...
DIgSI/info - load flow iteration: 1
DIgSI/info - load flow iteration: 2
DIgSI/info - Newton-Raphson converged with 2 iterations.
DIgSI/info - Load flow calculation successful.
DIgSI/info - ------------------------------------------------------------------------------------------
DIgSI/info -      Report of Control Condition for Relevant Controllers
DIgSI/info - ------------------------------------------------------------------------------------------
DIgSI/info - Control conditions for all controllers of interest are fulfilled.
```

شکل شماره ۱۱: از روش نیوتن رافسون در دو مرحله پخش بار کامل شده است

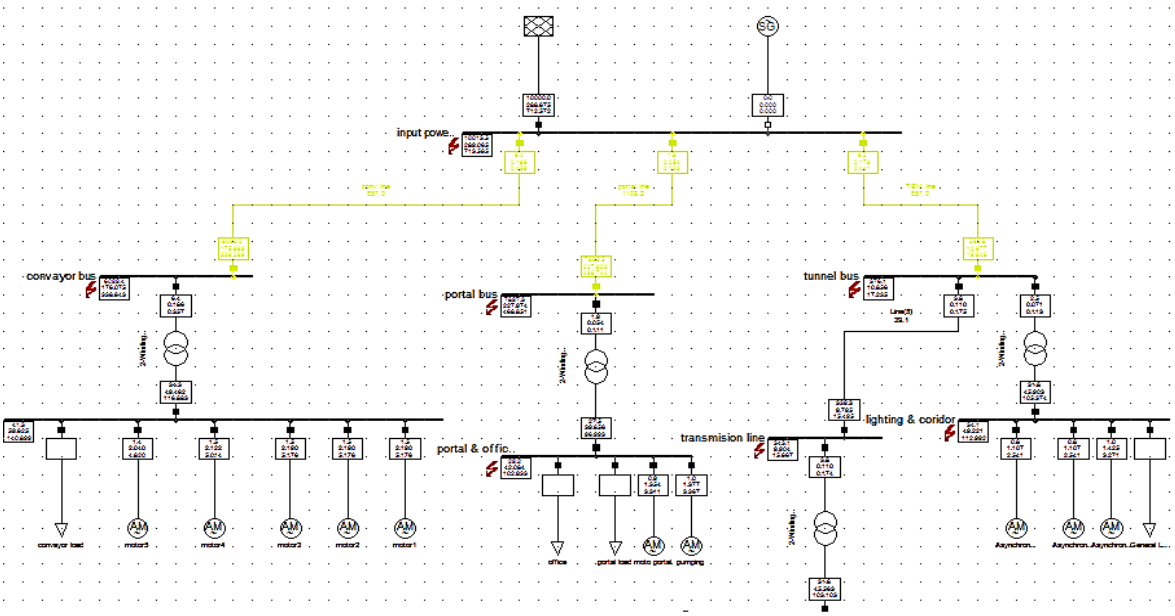
۷-۲- محاسبه اتصال کوتاه در باس‌ها

Grid: Grid	System Stage: Grid									Annex:	/ 1	
	rtd.V. [kV]	Voltage [kV]	[deg]	c-Factor	Sk" [MVA/MVA]	Ik" [kA/kA]	[deg]	ip [kA/kA]	Ib [kA]	Sb [MVA]	Ik [kA]	Ith [kA]
input power	20.00	0.00	0.00	1.10	10013.51 MVA	289.07 kA	-84.26	713.53 kA	289.07	10013.51	289.07	293.94
conv.line	convayor b				6.43 MVA	0.19 kA	112.05	0.46 kA				
portal.line	portal bus				1.87 MVA	0.05 kA	121.77	0.13 kA				
TBM.line	tunnel bus				6.19 MVA	0.18 kA	119.61	0.44 kA				
External Grid					10000.00 MVA	288.68 kA	-84.29	712.57 kA				
Generator					0.00 MVA	0.00 kA	0.00	0.00 kA				
convayor bus	20.00	0.00	0.00	1.10	6099.42 MVA	176.08 kA	-70.55	338.64 kA	176.08	6099.42	176.08	176.93
conv.line	input powe				6092.99 MVA	175.89 kA	109.44	338.29 kA				
2-Winding Trans	booster's				6.44 MVA	0.19 kA	112.04	0.36 kA				
portal bus	20.00	0.00	0.00	1.10	7897.27 MVA	227.97 kA	-74.81	468.85 kA	227.97	7897.27	227.97	229.41
portal.line	input powe				7895.48 MVA	227.92 kA	105.19	468.74 kA				
2-Winding Trans	portal & o				1.87 MVA	0.05 kA	121.77	0.11 kA				
tunnel bus	20.00	0.00	0.00	1.10	376.08 MVA	10.86 kA	-53.00	17.23 kA	10.86	376.08	10.86	10.88
TBM.line	input powe				369.85 MVA	10.68 kA	127.13	16.95 kA				
2-Winding Trans	lighting &				2.48 MVA	0.07 kA	121.55	0.11 kA				
Line(5)	transmisio				3.81 MVA	0.11 kA	118.12	0.17 kA				
lighting & corido	0.40	0.00	0.00	1.05	34.10 MVA	49.22 kA	-79.82	112.99 kA	47.92	33.20	45.40	49.74
2-Winding Trans	tunnel bus				31.80 MVA	45.90 kA	98.39	105.37 kA				
Asynchronous Ma					0.77 MVA	1.11 kA	121.28	2.54 kA				
Asynchronous Ma					0.99 MVA	1.42 kA	126.64	3.27 kA				
Asynchronous Ma					0.77 MVA	1.11 kA	121.28	2.54 kA				
portal & officer	0.40	0.00	0.00	1.05	29.16 MVA	42.08 kA	-82.83	102.93 kA	41.12	28.49	39.61	42.75
2-Winding Trans	portal bus				27.47 MVA	39.66 kA	95.41	96.99 kA				
pumping					0.95 MVA	1.38 kA	123.29	3.37 kA				

Grid: Grid	System Stage: Grid									Annex:	/ 2	
	rtd.V. [kV]	Voltage [kV]	[deg]	c-Factor	Sk" [MVA/MVA]	Ik" [kA/kA]	[deg]	ip [kA/kA]	Ib [kA]	Sb [MVA]	Ik [kA]	Ith [kA]
moto portal					0.94 MVA	1.35 kA	123.75	3.31 kA				
booster's	0.40	0.00	0.00	1.05	41.31 MVA	59.63 kA	-80.72	140.90 kA	53.66	37.18	49.43	60.37
2-Winding Trans	convayor b				34.27 MVA	49.46 kA	95.82	116.88 kA				
motor1					1.52 MVA	2.19 kA	111.33	5.18 kA				
motor2					1.52 MVA	2.19 kA	111.33	5.18 kA				
motor3					1.52 MVA	2.19 kA	111.33	5.18 kA				
motor4					1.47 MVA	2.12 kA	125.75	5.01 kA				
motor5					1.41 MVA	2.04 kA	118.29	4.82 kA				
transmision line	20.00	0.00	0.00	1.10	343.08 MVA	9.90 kA	-52.51	15.67 kA	9.90	343.08	9.90	9.93
Line(5)	tunnel bus				339.31 MVA	9.80 kA	127.59	15.49 kA				
2-Winding Trans	TBM				3.82 MVA	0.11 kA	118.10	0.17 kA				
TBM	0.40	0.00	0.00	1.05	35.34 MVA	51.01 kA	-78.87	115.43 kA	48.58	33.66	45.23	51.51
2-Winding Trans	transmisio				31.57 MVA	45.56 kA	98.69	103.10 kA				
Asynchronous Ma					1.76 MVA	2.54 kA	120.25	5.75 kA				
Asynchronous Ma					1.14 MVA	1.64 kA	120.97	3.71 kA				
Asynchronous Ma					1.14 MVA	1.64 kA	120.97	3.71 kA				

شکل شماره ۱۲: نتایج محاسبات اتصال کوتاه

www.kahrobaonline.ir



شکل شماره ۱۳: پاسخ نرم افزار به اتصال کوتاه بأس‌ها

مراجع

[۱] تهامی، ف.(۱۳۹۲)،"کنترل ماشین‌های الکترکی" انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.

[۲] رضایی، الف. (۱۳۸۹)، "تخمین همزمان سرعت و مقاومت‌های روتور و استاتور در شرایط موتوری و ژنراتوری،" مجله علمی-پژوهشی مهندسی برق مدرس دوره دهم شماره ۲.

[۳] هاونگی، ر.(۱۳۸۳)،"تلفیق کامل GPS/INS و بهبود آن با فیلتر تطبیقی فازی،"مجله علمی-پژوهشی برق مدرس دوره پنجم شماره ۱.

[4] Zhao, Y. Z. (1993), “Fuzzy Gain Scheduling of PID Controllers” IEEE Transaction on system vol 23 No 5.

[۵] افشارنیا. س، (۱۳۹۰) "طراحی و شبیه سازی ماشین‌های الکتریکی در متلب" انتشارات دانشگاه تهران

[6] Tir,Z. (2016), ” Fuzzy logic based speed control of indirect field oriented controlled Double Star Induction Motors connected in parallel to a single six-phase inverter supply” 2016 Elsevier B.V. Published by Elsevier.

[7] Onge,ch, (2009)”Modelling and Dynamic Simulation of Electric machinery USING MATLAB/SIMUYLINK”, University of Tehran press,3rd Edition

[۸] مویدی زاده، ح.(۱۳۹۰)،"ارائه شیوه‌ای جدید برای کنترل عصبی سرعت ماشین القایی مقاوم در برابر تغییرات مقاومت استاتورو روتور" نشریه مهندسی برق و کامپیوتر ایران سال ۹ شماره ۲.

[9] F.line, K.shyu(2009) “online gain tuning PI controller using genetic algorithm” Electric power system Research, vol 79, no 1,

[10] Astrom.K, “PID controllers design and Tuning” 2nd edition instrument society of America,USA 1995