



برنامه کامپیوتری " تحلیلگر شبکه توزیع "

پرویز مقدم - محمد حسن مدیر شانه‌چی
دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده :

در این مقاله ، برنامه کامپیوتری تحلیلگر شبکه توزیع معرفی خواهد شد. این نرم‌افزار ، در جهت فراهم آمدن مجموعه‌ای از امکانات به منظور مدل‌سازی و تحلیل شبکه توزیع بیست کیلوولت تدوین یافته است . برنامه مذکور بصورت محاوره‌ای بوده و امکانات گسترده‌ای را در اختیار کاربر ، قرار می‌دهد . این امکانات شامل ترسیم، نمایش، چاپ دیاگرام تک فاز و سه فاز یک شبکه توزیع، محاسبات پخش بار و اتصال کوتاه بصورت تک فاز و سه فاز و نهایتاً چاپ مشخصات الکتریکی عناصر شبکه و نیز نتایج محاسبات می‌باشد . نرم‌افزار تحلیلگر شبکه توزیع ، از حدود بیست و پنج هزار خط برنامه تشکیل شده است .

شرح مقاله :

شبکه توزیع بیست کیلوولت ، شبکه‌ای واسطه‌ای است که از شبکه انتقال تغذیه شده و خود شبکه مصرف را تغذیه می‌کند . عناصر اصلی شبکه توزیع را ترانسهای کاهنده ولتاژ تغذیه کننده ، خطوط ، خازنها ، رگولاتورهای ولتاژ ، ترانسهای کاهنده ولتاژ تأمین کننده بخشی از شبکه مصرف و نهایتاً مصرف کننده‌های در سطح ولتاژ توزیع تشکیل می‌دهند . این شبکه ، از نقطه نظر ساختار شبکه‌ای حلقوی است که عموماً " از آن بصورت شعاعی بهره‌برداری می‌شود . توسط

کلیدهای موجود در طول شبکه ، ارتباط الکتریکی در نقاطی قطع شده و بدین گونه شبکه اولیه به مجموعه‌ای از زیر شبکه‌های مستقل و عموماً شعاعی و تغذیه شده از یک نقطه ، تبدیل می‌شود. هر یک از زیر شبکه‌های مذکور ، تحت عنوان فیدر ، تأمین انرژی الکتریکی بخشی از شبکه مصرف را برعهده دارد. بر اساس آنچه که بیان شد، بررسی یک شبکه توزیع مستلزم مطالعه هر یک از فیدرهای آن خواهد بود. فیدرهای توزیع دارای ویژگی‌هایی می‌باشند که مهمترین آنها عبارتند از :

- ساختار شعاعی و بندرت وجود چند لوپ محدود در شبکه
 - تغذیه از یک منبع ، و بندرت چند منبع تغذیه کننده محدود
 - تعداد بسیار زیاد خطوط و مصرف کننده ها
 - امکان دو و یا تک فاز بودن در نقاطی از شبکه
 - مصرف کننده‌ها با ماهیت عموماً غیر بالانس
- مجموعه این ویژگیها ، متمایز کننده فیدرهای توزیع از دیگر انواع شبکه‌ها و دلیل نیاز به توجه مستقل به آن می‌باشد . این نکته به معنای لزوم تدوین روشهای محاسباتی خاص فیدرهای توزیع خواهد بود .

در راستای اهداف فوق ، و در چارچوب یک پروژه تحقیقاتی ، برنامه کامپیوتری تحلیلگر شبکه توزیع تهیه شده است . برنامه مذکور مجموعه کاملی است که در آن امکانات لازم برای مدل‌سازی و تحلیل طیف بسیار گسترده‌ای از انواع حالت‌های ممکن در یک شبکه ، فراهم می‌باشد . در این جهت ، تمامی امکانات موجود در برنامه ، بر این اساس شکل یافته‌اند که هر یک از عناصر تشکیل دهنده یک شبکه بتوانند سه فاز ، دو فاز و یا تک فاز معرفی شوند .

۱- برنامه " تحلیلگر شبکه توزیع " :

برنامه کامپیوتری تحلیلگر شبکه توزیع ، برنامه‌ای محاوره‌ای بوده و تبادل اطلاعات با آن بشکلی ساده و توسط فشار دادن یک و یا چند کلید محدود انجام می‌پذیرد . در قسمت‌های مختلف اجرای برنامه ، پیام‌های مناسب به نمایش درآمده و اطلاعات مورد نیاز اخذ شده و یا نمایش داده می‌شود . روند استفاده از امکانات برنامه به دلخواه توسط کاربر تعیین خواهد شد .

۱-۱- روش دسترسی به امکانات :

برنامه دارای یک منو اصلی و چند منو فرعی است . این منوها دارای چندین

گزینش می باشند و هر یک از منوهای فرعی خود از یکی از گزینشهای یک منو ، منسحب می شود . بدین ترتیب ، با یک یا چند گزینش متوالی میتوان به عمل مورد نظر دست یافت . انتخاب یکی از گزینشها در هر یک از منوهای مذکور ، میتواند با استفاده از کلیدهای انتقال مکاننما و یا توسط کلید کد متناظر انجام پذیرد .

۲-۱- مجموعه امکانات :

برنامه کامپیوتری تحلیلگر شبکه توزیع ، دارای تمامی امکانات لازم برای تعیین مشخصات الکتریکی یک شبکه ، انجام محاسبات ، و بررسی نتایج میباشد. از نقطه نظر کلی ، امکانات مذکور را می توان در بخشهای زیر خلاصه نمود :

- ایجاد ، اصلاح ، تکمیل ، نمایش و چاپ دیاگرام تک فاز ، سه فاز و یا چند فاز یک شبکه

- ایجاد ، اصلاح ، تکمیل ، نمایش ، م چاپ مشخصات الکتریکی عناصر تشکیل دهنده یک شبکه

- انجام محاسبات پخش بار بصورت تکفاز ، سه فاز و چند فاز

- انجام محاسبات اتصال کوتاه بصورت تکفاز ، سه فاز و چند فاز

- نمایش و چاپ نتایج محاسبات پخش بار و اتصال کوتاه

- ایجاد و بازخوانی فایل های اطلاعات مستناظر با داده های دیاگرام ، مشخصات الکتریکی و نتایج محاسبات یک شبکه از دیسک

- تعیین ، اصلاح ، تکمیل ، نمایش و چاپ مشخصات انواع خطوط

۳-۱- انواع شبکه های قابل مطالعه :

در تدوین برنامه کامپیوتری تحلیلگر شبکه توزیع ، به منظور جامع بودن برنامه و نیز پرهیز از عملیات غیرضروری ، انواع حالت های ممکن در فیدرها به چهار گروه تقسیم بندی شده و امکانات مختلف برنامه برای هر یک از گروه های مذکور تطبیق یافته اند . مجموعه گروه های مختلف فیدرهای توزیع از فیدرهای نوع تک فاز ، سه فاز ، چند فاز و عمومی تشکیل می شود .

- فیدر نوع تک فاز مبین آن گروه از فیدرهای توزیع است که یا تک فاز بوده و یا اینکه بصورت تک فاز مدل می شوند .

- ماهیت عمومی فیدرهای توزیع ، شبکه‌ای سه فاز با منابع تغذیه کننده بالانس و مصرف کننده‌های غیر بالانس است . فیدر نوع سه فاز بیانگر این نوع از شبکه‌ها می‌باشد.

- در برخی از فیدرهای توزیع ، قسمتهایی از شبکه بصورت دو فاز و یا تک فاز امتداد یافته‌اند . فیدر نوع چند فاز مبین آن گروه از فیدرها است که در آنها عناصر مختلف شبکه می‌توانند سه فاز ، دو فاز و یا تک فاز باشند و همواره تمامی فازهای تعریف شده برای هر یک از عناصر مذکور ، تغذیه می‌شوند .
- در موقعیتهای ویژه‌ای ، ممکن است عملاً " برخی از فازهای تعریف شده برای عناصری از یک فیدر ، تغذیه نشوند .

فیدر نوع عمومی ، بیانگر آن گروه از فیدرهای توزیع است که در آنها عناصر مختلف شبکه می‌توانند بدون هیچگونه محدودیتی سه فاز ، دو فاز و یا تک فاز معرفی شده و از نظر تعداد و نوع فازها هر ترکیبی را دارا باشند. در شروع محاسبات فیدرهای نوع عمومی ، برای بخشهای مختلف یک فیدر ، فازهای تغذیه شونده توسط خود برنامه مشخص خواهند شد .

در ابتدای معرفی یک فیدر جدید ، نوع آن توسط کاربر مشخص می‌شود . در این حالت ، نوع فیدر مذکور تعیین کننده امکاناتی است که در ارتباط با این فیدر ، در اختیار کاربر قرار خواهند گرفت .

۲- روش محاسبات :

در مقدمه ، ویژگیهای فیدرهای توزیع بیان شدند . در برنامه کامپیوتری تحلیلگر شبکه توزیع ، برای محاسبات پخش بار و اتصال کوتاه از روشهای محاسباتی خاصی استفاده شده که با ویژگیهای مذکور تطبیق دارند . بر این اساس ، امکان تحلیل شبکه‌های بزرگتر فراهم آمده و نیز سرعت محاسبات نسبت به روشهای کلاسیک تسریع یافته است . این محاسبات ، به پریوسیت و برای فازهای واقعی فیدرها انجام می‌پذیرند .

۲-۱- محاسبات پخش بار :

در نرم‌افزار تدوین یافته ، دیدگاه تحلیلگر برنامه به شبکه‌های توزیع محدود شده است . در این راستا ، انواع عناصر در نظر گرفته شده برای یک فیدر شامل باس بی‌نهایت ، باس کنترل ولتاژ ، خط ، بار ، خازن و رگولاتور ولتاژ

می شود . هر یک از بارها می تواند بصورت مصرف کننده توان ، مصرف کننده جریان ، ادمیتانس ، و یا ترکیبی از هر سه نوع مصرف کننده مذکور مدل شود .

۲-۲- محاسبات اتصال کوتاه :

در برنامه کامپیوتری تحلیلگر شبکه توزیع ، یک اتصال کوتاه می تواند بصورت امپدانس و یا ادمیتانس مدل شود . از طرفی دیگر ، برای یک فیدر امکان تعریف چند اتصال کوتاه همزمان ، ممکن می باشد . محاسبات اتصال کوتاه در سیستم قدرت ، بر اساس تشکیل ماتریس امپدانس شبکه و استفاده از آن در دو مرحله متوالی محاسبه جریان اتصال کوتاه و محاسبه ولتاژ شبکه شکل می یابد . در برنامه کامپیوتری تدوین یافته ، تعیین ماتریس امپدانس و محاسبه ولتاژ شبکه ، با روشی متفاوت از روش کلاسیک انجام می پذیرد و در واقع بخش عمده ای از این دو مرحله را محاسبات پخش بار تشکیل می دهد .

۳ - ساختار برنامه :

نرم افزار تحلیلگر شبکه توزیع ، در واقع یک مجموعه می باشد که از ۹ برنامه تشکیل شده است . یکی از این برنامه ها ، برنامه اجرایی اصلی بوده و بقیه ، برنامه های پشتیبانی کننده آن می باشند . برنامه اجرایی اصلی ، شامل مجموعه امکانات بوده و هر یک از دیگر برنامه ها ، متناظر با محاسبات پخش بار و یا اتصال کوتاه برای یکی از چهار نوع فیدرهای توزیع می باشند . ذکر این نکته ضروری است که در هر زمان ، تنها یکی از برنامه های مذکور در حافظه کامپیوتر قرار خواهد داشت . تعیین برنامه مورد نیاز و فراخوانی آن به حافظه کامپیوتر برای اجرا ، بصورت اتوماتیک توسط نرم افزار تحلیلگر شبکه توزیع انجام می پذیرد .

۴ - نیازهای سخت افزاری کاربرد برنامه :

برنامه کامپیوتری تحلیلگر شبکه توزیع ، به منظور استفاده در پرسنال کامپیوترها (PC) طراحی و تدوین شده است . بدین خاطر به کامپیوتری سازگار با IBM-PC نیاز می باشد که دارای حافظه RAM با گنجایش حداقل 640 کیلوبایت بوده و نیز دارای کارت گرافیک نوع VGA باشد. حجم کلی برنامه تدوین یافته ، حدود 550 کیلوبایت می باشد .

۵ - زبان برنامه نویسی استفاده شده در تدوین برنامه :

نرم افزار تحلیلگر شبکه توزیع ، با استفاده از زبان برنامه نویسی TURBO PASCAL 6.0 تدوین شده است . گستردگی نوع وظایف مختلف نرم افزار مذکور ، و نیز وجود امکانات و قابلیت‌های ممتاز زبان توربو پاسکال ، علل انتخاب این زبان برای نوشتن برنامه بوده‌اند .

مثال : در این قسمت یک مثال برای بیان قابلیت‌های نرم افزار تحلیلگر شبکه توزیع ، ارائه خواهد شد .

در شکل (۱) دیاگرام یک فیدر نوع چند فاز به نمایش درآمده است و جدول (۱) بیانگر مشخصات عمومی آن می باشد . فیدر مذکور توسط دو منبع تغذیه می شود . منابع تغذیه کننده ، با باس بی نهایت مدل شده‌اند که مشخصات آنها در جدول (۲) آمده است . خطوط فیدر از نوع NORMAL می باشند . مشخصات این خطوط و خط NORMAL بترتیب در جداول (۳) و (۴) بیان شده‌اند .

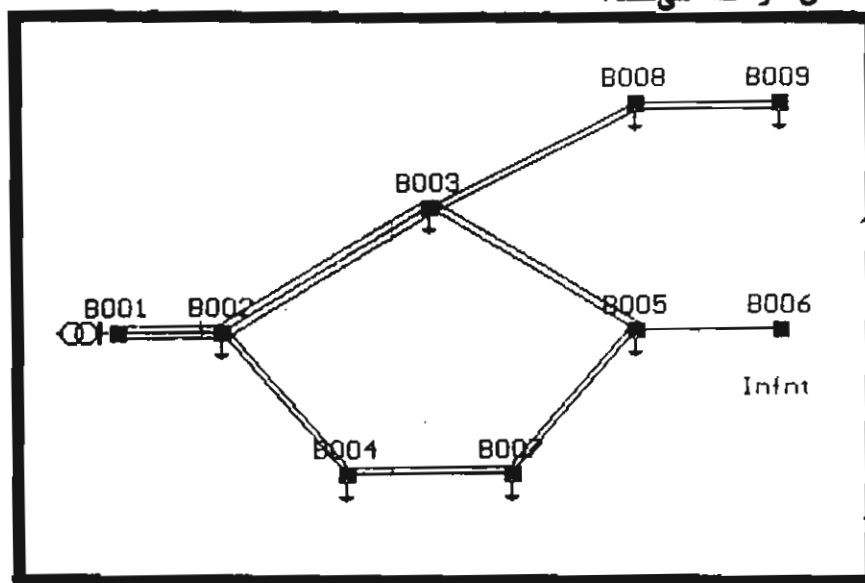
در باسهای فیدر و در فازهای مختلف آن ، انواع متفاوتی از مصرف کننده‌ها وجود دارند . این مصرف کننده‌ها ، در فاز R از نوع توانی ، در فاز S از نوع جریانی و در فاز T از نوع ادمیتانسی می باشند . مشخصات مصرف کننده‌های فیدر در جدول (۵) آمده است . برای محاسبات اتصال کوتاه به امپدانس منابع تغذیه و نیز مشخصات اتصال کوتاه خواهد بود . در جداول (۶) ، (۷) و (۸) بترتیب امپدانس خودی منبع تغذیه باس ۱ ، امپدانس خودی منبع تغذیه باس ۶ و امپدانس کاپلینگ دو منبع آمده‌اند . اتصال کوتاه در نظر گرفته شده ، یک اتصال کوتاه امپدانسی تکفاز در باس ۵ می باشد که مشخصات آن در جدول (۹) آمده است . برای این فیدر محاسبات پخش بار انجام پذیرفت . جداول (۱۰) ، (۱۱) ، (۱۲) و (۱۳) بترتیب بیانگر نتایج عمومی ، نتایج برای منابع تغذیه ، نتایج در باسها و نهایتاً نتایج محاسبات پخش بار در خطوط فیدر می باشند . سپس بر اساس مشخصات اتصال کوتاه ، محاسبات اتصال کوتاه انجام شد .

جداول (۱۴) ، (۱۵) و (۱۶) بترتیب بیانگر نتایج عمومی ، نتایج در باسها و نهایتاً نتایج در خطوط فیدر می باشند .

نتیجه :

جهت سرعت و اطمینان در برنامه‌ریزی ، کنترل و بهره‌برداری صحیح از تاسیسات و تجهیزات شبکه‌های الکتریکی بکارگیری کامپیوتر امری ضروری است . در

شبکه‌های توزیع نیز استفاده از برنامه‌هایی که کلیه عوامل و پارامترهای مختلف علمی و تجربی را در برداشته باشد، می‌تواند در پایداری و تداوم جریان الکتریکی سهم بسزایی داشته باشد. بدیهی است هر چه این برنامه‌ها کاربردی‌تر و استفاده از آن ساده‌تر باشد بهره‌برداری بهینه از تجهیزات و سرمایه‌گذاری‌های در این بخش از صنعت، بهتر انجام می‌پذیرد. برنامه تحلیلگر شبکه توزیع از جمله برنامه‌هایی است که به این منظور تهیه و محاسبات اتصالات کوتاه و پخش بار را به روش ساده‌ای ارائه می‌کند.



شکل (۱) دیاگرام فیدر

Feeder Name :	TEST_8		
Substation Name :	EMAN_N:2A		
City Name :	MASHEHAD		
Feeder Type :	Multy Phase		
Bus number :	9	Line Number :	9
loads Number :	7	Capacitors Number :	0
PV Bus Number :	0	Infinite Bus Number :	2
Regulators Number :	0		

جدول (۱) - مشخصات عمومی

Bus	Bus	V _r pu	CV ²	Phase
1	1	1.000	0.000	R
		1.000	-120.000	S
		1.000	-240.000	T
1	6	1.000	-120.000	R
				S
				T

جدول (۲) - مشخصات منابع

منابع :

- ۱- پرویز مقدم - گزارش پروژه کارشناسی ارشد : "نرم افزار تحلیلگر شبکه توزیع" - دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد - آذرماه ۱۳۷۱

Num	Send bus	End bus	Name	Type	Length Km	Phase
1	2	1	L001	NORMAL	1.0000	RST
2	2	3	L002	NORMAL	4.0000	RST
3	2	4	L003	NORMAL	4.0000	ST
4	3	5	L004	NORMAL	4.0000	ST
5	5	6	L005	NORMAL	1.0000	S
6	5	7	L006	NORMAL	4.0000	ST
7	7	4	L007	NORMAL	4.0000	ST
8	3	8	L008	NORMAL	10.0000	RS
9	8	9	L009	NORMAL	10.0000	RS

	Ohm/Km	R	S	T
R	Real	0.080000	0.000000	0.000000
	Imaginary	0.060000	0.000000	0.000000
S	Real	0.000000	0.080000	0.000000
	Imaginary	0.000000	0.060000	0.000000
T	Real	0.000000	0.000000	0.080000
	Imaginary	0.000000	0.000000	0.060000

جدول (۳) - مشخصات خطوط

جدول (۴) - مشخصات خط NORMAL

Num	Name	Power MVA	L.P.	SX	Pfs	IX	Pfi	Y%	Pfy	Phase
1	2	0.40000	1.00	100.0	0.90	0.0	1.00	0.0	1.00	R
		0.40000	1.00	0.0	1.00	100.0	-0.85	0.0	1.00	S
		0.40000	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	100.0	-0.80	T
2	3	0.40000	1.00	100.0	0.90	0.0	1.00	0.0	1.00	R
		0.40000	1.00	0.0	1.00	100.0	-0.85	0.0	1.00	S
		0.40000	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	100.0	-0.80	T
3	4	0.40000	1.00	0.0	1.00	100.0	-0.85	0.0	1.00	R
		0.40000	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	100.0	-0.80	S
		0.40000	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	100.0	-0.80	T
4	5	0.40000	1.00	0.0	1.00	100.0	-0.85	0.0	1.00	R
		0.40000	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	100.0	-0.80	S
		0.40000	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	100.0	-0.80	T
5	7	0.40000	1.00	0.0	1.00	100.0	-0.85	0.0	1.00	R
		0.40000	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	100.0	-0.80	S
		0.40000	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	100.0	-0.80	T
6	8	0.40000	1.00	100.0	0.90	0.0	1.00	0.0	1.00	R
		0.40000	1.00	0.0	1.00	100.0	-0.85	0.0	1.00	S
		0.40000	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	100.0	-0.80	T
7	9	0.60000	1.00	100.0	0.90	0.0	1.00	0.0	1.00	R
		0.60000	1.00	0.0	1.00	100.0	-0.85	0.0	1.00	S
		0.60000	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	100.0	-0.80	T

جدول (۵) - مشخصات مصرف کنندگان

	Pu	R	S	T
R	Real	4.000000	0.000000	0.000000
	Imaginary	3.000000	0.000000	0.000000
S	Real	0.000000	4.000000	0.000000
	Imaginary	0.000000	3.000000	0.000000
T	Real	0.000000	0.000000	4.000000
	Imaginary	0.000000	0.000000	3.000000

جدول (۶) - امید انس خودی منبع با س ۱

	Pu	R	S	T
R	Real			
	Imaginary			
S	Real		4.000000	
	Imaginary		3.000000	
T	Real			
	Imaginary			

جدول (۷) - امید انس خودی منبع با س ۶

	Pu	R	S	T
R	Real		0.000000	
	Imaginary		0.000000	
S	Real		0.000000	
	Imaginary		0.000000	
T	Real		0.000000	
	Imaginary		0.000000	

جدول (۸) - امید انس کو پلینگ دو منبع

	Pu	R	S	T
R	Real			
	Imaginary			
S	Real		0.000000	
	Imaginary		0.000000	
T	Real			
	Imaginary			

جدول (۹) - امید انس احوال کو س ۶

Phases:	R	S	T
Total demand Power : Active MW	1.6200000	2.4940167	1.5513511
Reactive MVar	0.7846018	1.5383606	1.1635133
Total Line Losses : Active(W)	67125.3	55920.1	24115.0
Active(%)	3.97868	2.19300	1.53066
Reactive(Var)	50343.97102	41940.07779	18086.28089
Reactive(%)	6.02961	2.65393	1.53066
Minimum Voltage : Bus	9	9	5
V	10696.500	10846.402	11315.581
pu	0.926	0.939	0.980
Maximum Demand : Bus	9	9	2
Active MW	0.540000	0.480754	0.316230
Reactive MVar	0.261534	0.294135	0.237173
Maximum Line Current : Line	1	1	1
(Amp)	163.02	130.12	170.55
Structure Feeder Loops Number	0	1	1

جدول (۱۰) - نتایج عمومی بخش بار

Num	Bus	Type	Po.Ge.Ac MW	P.G.Ac %	Po.Ge.Re MV	P.G.Re %	Phase
1	B001	INF	1.687125	100.000	0.834946	100.000	R
		INF	1.277089	50.083	0.791469	50.084	S
		INF	1.575466	100.000	1.181600	100.000	T
6	B006	INF	1.272842	49.917	0.788827	49.916	R S T

جدول (۱۱) نتایج یختر بار در منابع

Num	Name	Type	Po.De.Ac MW	Po.De.Re MV	Vo.W pu	Vo.A *	Phase
1	B001	INF	0.000000	0.000000	1.000	0.00	R
		INF	0.000000	0.000000	1.000	240.00	S
		INF	0.000000	0.000000	1.000	120.00	T
2	B002	LOAD	0.360000	0.174356	0.994	-0.06	R
		LOAD	0.338558	0.209631	0.996	239.98	S
		LOAD	0.316230	0.237173	0.994	120.00	T
3	B003	LOAD	0.360000	0.174356	0.977	-0.25	R
		LOAD	0.335863	0.207610	0.987	239.93	S
		LOAD	0.310259	0.232694	0.985	120.00	T
4	B004	LOAD	0.337019	0.208477	0.991	239.95	R
		LOAD	0.310259	0.232694	0.985	120.00	S
		LOAD	0.337017	0.208476	0.991	239.95	T
5	B005	LOAD	0.338544	0.209621	0.995	239.98	R
		LOAD	0.307302	0.230476	0.980	120.00	S
		LOAD	0.307302	0.230476	0.980	120.00	T
6	B006	INF	0.000000	0.000000	1.000	240.00	R
		INF	0.000000	0.000000	1.000	240.00	S
		INF	0.000000	0.000000	1.000	240.00	T
7	B007	LOAD	0.337017	0.208476	0.991	239.95	R
		LOAD	0.307302	0.230476	0.980	120.00	S
		LOAD	0.307302	0.230476	0.980	120.00	T
8	B008	LOAD	0.360000	0.174356	0.945	-0.61	R
		LOAD	0.326263	0.200410	0.957	239.77	S
		LOAD	0.326263	0.200410	0.957	239.77	T
9	B009	LOAD	0.540000	0.261534	0.926	-0.83	R
		LOAD	0.480754	0.294135	0.939	239.67	S
		LOAD	0.480754	0.294135	0.939	239.67	T

جدول (۱۲) نتایج یختر بار در باسها

Num	Name	Type	Length KM	Cu.Mag Amp	Cu.Ang *	Phase
1	L001	NORMAL	1.0000	163.023	153.670	R
				130.117	28.212	S
				170.549	-96.870	T
2	L002	NORMAL	4.0000	128.190	-26.447	R
				60.778	208.212	S
				68.056	83.130	T
8	L008	NORMAL	10.0000	92.734	-26.583	R
				86.603	208.212	S
				86.603	208.212	T
9	L009	NORMAL	10.0000	56.093	-26.672	R
				51.962	208.212	S
				51.962	208.212	T
6	L006	NORMAL	4.0000	34.584	208.212	R
				0.000	0.000	S
				0.000	0.000	T
7	L007	NORMAL	4.0000	0.057	28.212	R
				33.947	-96.870	S
				33.947	-96.870	T
3	L003	NORMAL	4.0000	34.698	208.212	R
				68.056	83.130	S
				68.056	83.130	T
4	L004	NORMAL	4.0000	60.466	28.212	R
				33.947	83.130	S
				33.947	83.130	T
5	L005	NORMAL	1.0000	129.691	28.212	R
				129.691	28.212	S
				129.691	28.212	T

جدول (۱۳) نتایج یختر بار در خطوط

Num	Bus	Fa.Cu.Ma pu	Fa.Cu.Ma A	Fa.Cu.A°	Fa.Pow pu	Fa.Pow MVA	Phase
1	5	0.375290	1083.368	203.136	0.375290	12.509663	R S T

جدول (۱۴) - نتایج عمومی اتصال کوتاه

Num	Name	Type	Po.De.Ac MW	Po.De.Re MV	Vo.M pu	Vo.A °	Phase	Num	Name	Type	Length KM	Cu.Mag Amp	Cu.Ang °	Phase
1	B001	INF	0.000000	0.000000	1.000	0.00	R	1	L001	NORMAL	1.0000	0.000	180.005	R
		INF	0.000000	0.000000	0.104	240.01	S					517.339	23.131	S
		INF	0.000000	0.000000	1.000	120.00	T					0.000	180.005	T
2	B002	LOAD	0.000000	0.000000	1.000	0.00	R	2	L002	NORMAL	4.0000	0.000	0.000	R
		LOAD	0.000000	0.000000	0.086	240.01	S					310.403	203.136	S
		LOAD	0.000000	0.000000	1.000	120.00	T					0.000	0.000	T
3	B003	LOAD	0.000000	0.000000	1.000	0.00	R	8	L008	NORMAL	10.0000	0.000	0.000	R
		LOAD	0.000000	0.000000	0.043	240.01	S					0.000	0.000	S
		LOAD	0.000000	0.000000	1.000	120.00	T					0.000	0.000	T
4	B004	LOAD	0.000000	0.000000	0.057	240.01	R	9	L009	NORMAL	10.0000	0.000	0.000	R
		LOAD	0.000000	0.000000	1.000	120.00	T					0.000	0.000	T
5	B005	FAULT	0.000000	0.000000	0.000	0.00	R	6	L006	NORMAL	4.0000	206.935	23.131	R
		LOAD	0.000000	0.000000	1.000	120.00	T					0.000	180.005	T
6	B006	INF	0.000000	0.000000	0.020	240.01	R S T	7	L007	NORMAL	4.0000	206.935	23.131	R S T
7	B007	LOAD	0.000000	0.000000	0.029	240.01	R	3	L003	NORMAL	4.0000	206.935	203.136	R
		LOAD	0.000000	0.000000	1.000	120.00	T					0.000	0.000	T
8	B008	LOAD	0.000000	0.000000	1.000	0.00	R	4	L004	NORMAL	4.0000	310.403	203.136	R
		LOAD	0.000000	0.000000	0.043	240.01	S					0.000	0.000	T
9	B009	LOAD	0.000000	0.000000	1.000	0.00	R	5	L005	NORMAL	1.0000	566.029	23.131	R
		LOAD	0.000000	0.000000	0.043	240.01	T					0.000	0.000	T

جدول (۱۵) - نتایج اتصال کوتاه در باسها

جدول (۱۶) - نتایج اتصال کوتاه در خطوط