
ETAP 软件例题使用手册

第 28 届 ETAP 电力系统分析计算综合软件交流学习班

● 2015 年 6 月 30 日—7 月 2 日

江苏·南京·南京航空航天大学·A11 号楼 203 室



欧特艾远东（南京）计算机技术有限公司

2015 年 6 月

本文件是公司内部资料，为 ETAP CHINA 公司所有。没有得到 ETAP CHINA 公司的书面许可，本文件内容不能被翻印、复制、传播，或者泄漏给其他任何人。版权所有©2015 ETAP CHINA。

目录

- 1. 创建单线图及潮流计算 (1-6 页)
- 2. 三维数据库 (7-8 页)
- 3. 短路分析 (9-15 页)
- 4. 电机起动分析 (16-25 页)
- 5. 谐波分析 (26-28 页)
- 6. 保护设备配合及动作序列 (29-51 页)
- 7. 暂态稳定分析 (52-54 页)
- 8. 接地网分析 (55-71 页)

1.创建单线图及潮流计算

目的及描述

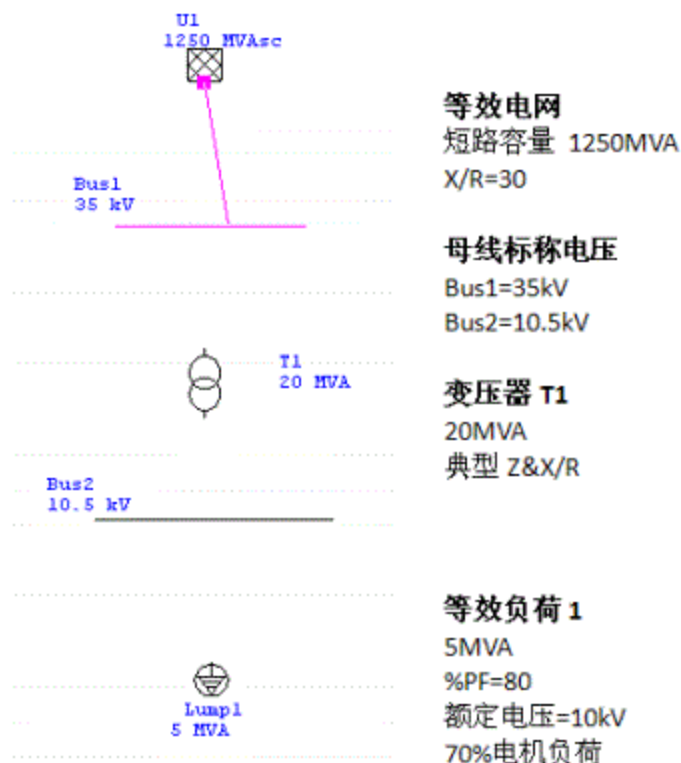
本例通过建立一个简单的电力系统介绍 ETAP 单线图界面。对齐工具、快捷键、模板等都可用于建立系统。

设置

创建一个新的工程，工程命名为“网络建模”。

步骤

1. 输入 5 个新元件到单线图中并继续输入每个元件的数据，可以先输入母线的标称电压利用数据传递变压器的一二次电压。



2. 连接所有元件，元件的数据输入之后，您可以执行一个简单的潮流计算。
3. 将 Bus2 的长度延长。
4. 增加 5 个元件到单线图中。

电缆

11kV Mag.
3/C CU
尺寸=25 mm²
长度=200 m

母线

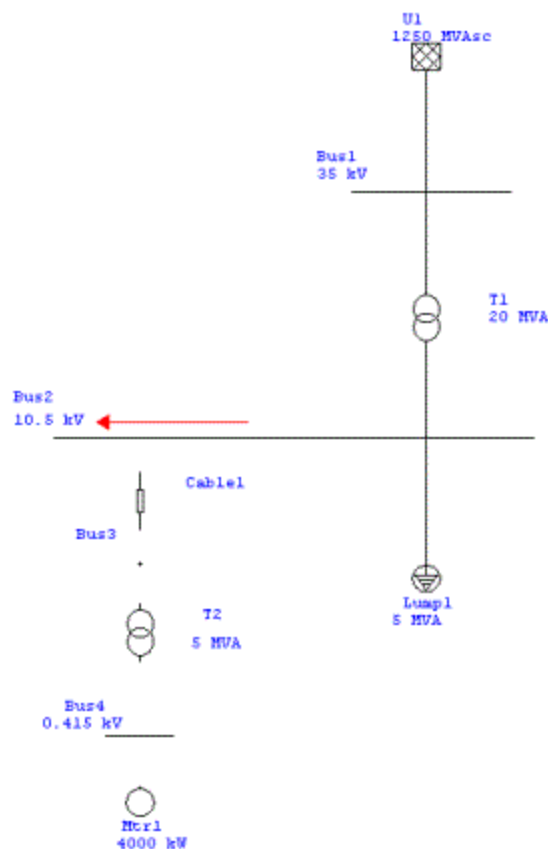
Bus 3=10.5kV
Bus 4=0.415kV

变压器

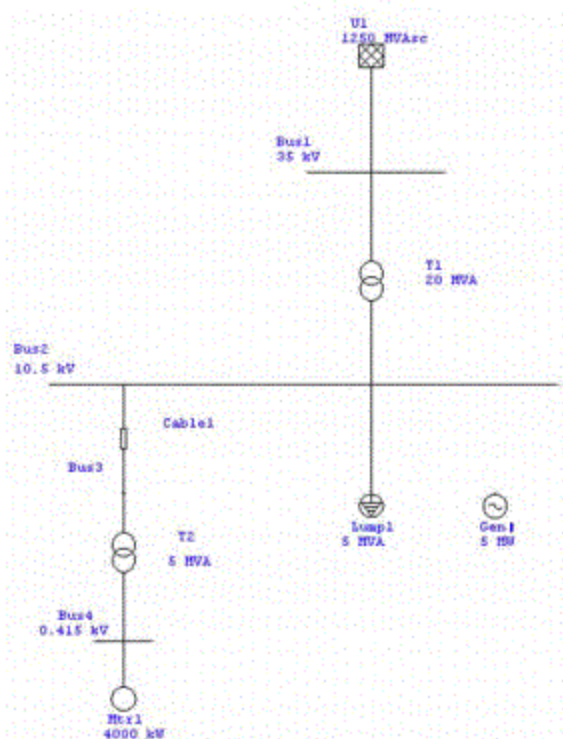
5 MVA
Z%=5
X/R=3.5

电机 1

P=4000kW
额定电压=0.4kV



5. 将元件连接并输入需求数据。
6. 所有元件连接并录入输入数据之后，您可以执行一个简单的潮流计算。
7. 将 Bus 2 向右侧延长。
8. 在单线图上增加发电机 1，并通过<CONTROL+R>旋转 180 度。



发电机 1

额定值:

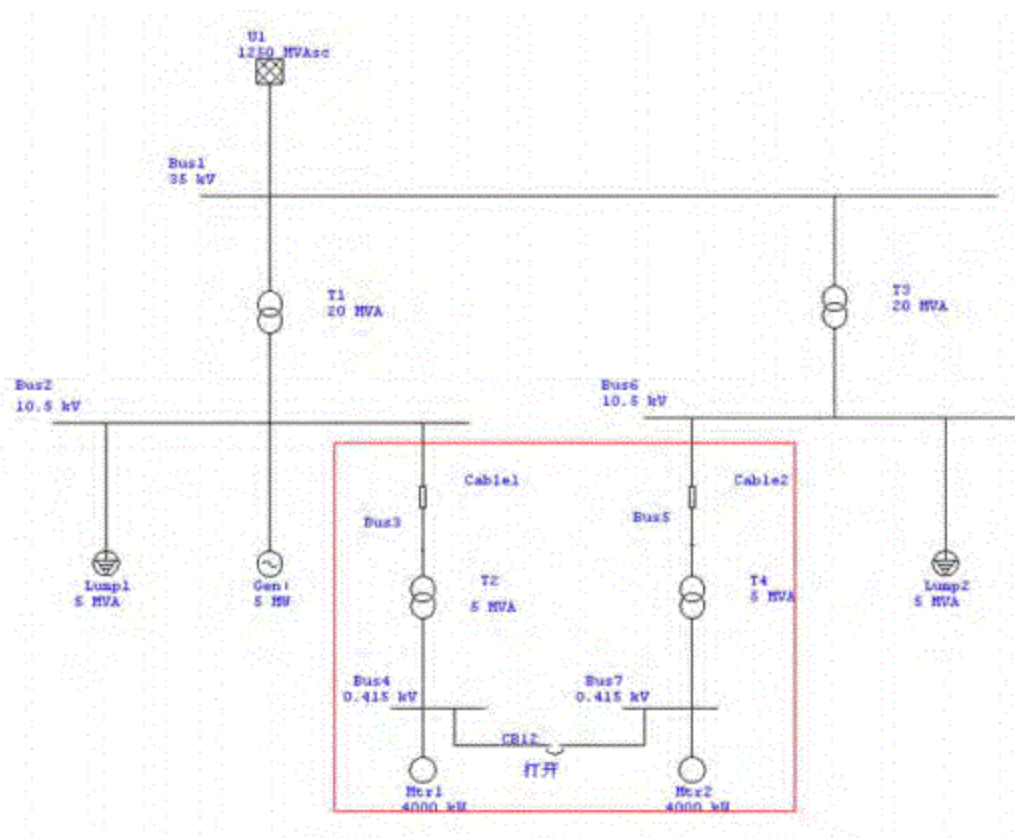
5MW
电压控制
%PF=80

发电种类:

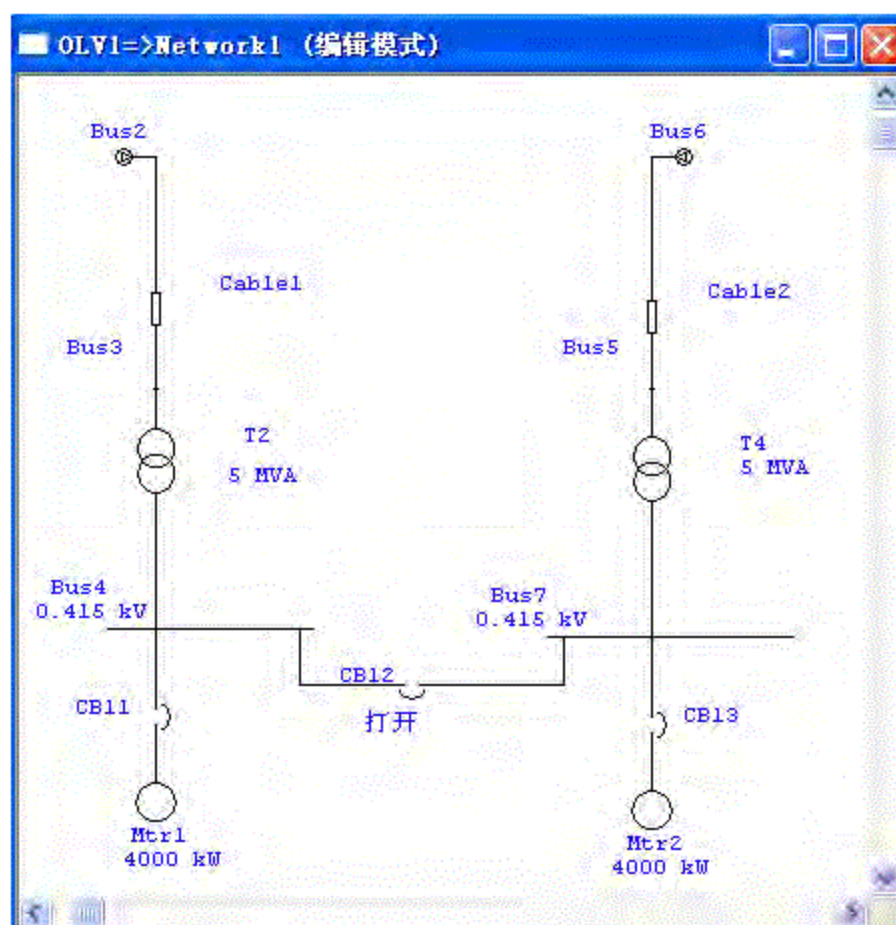
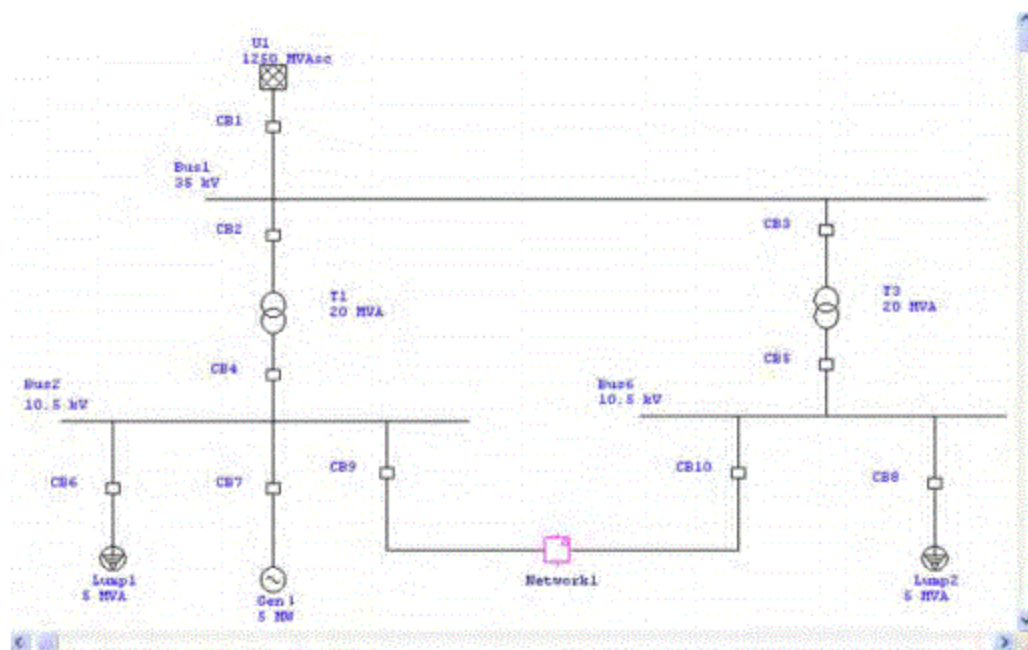
设计
MW=5

Qmax, Qmin 从容量曲线中获得

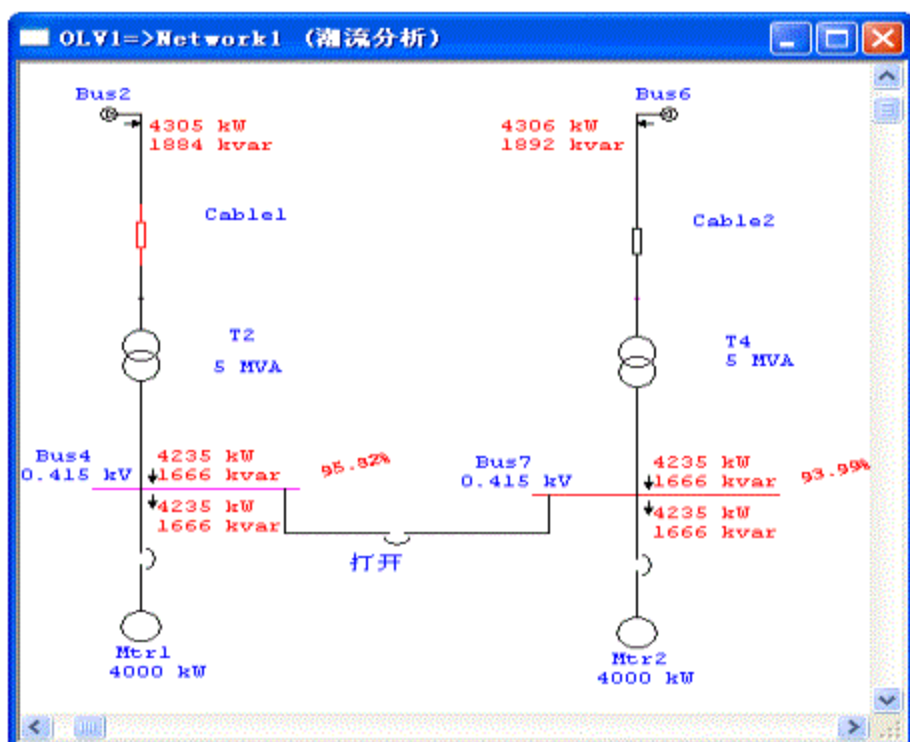
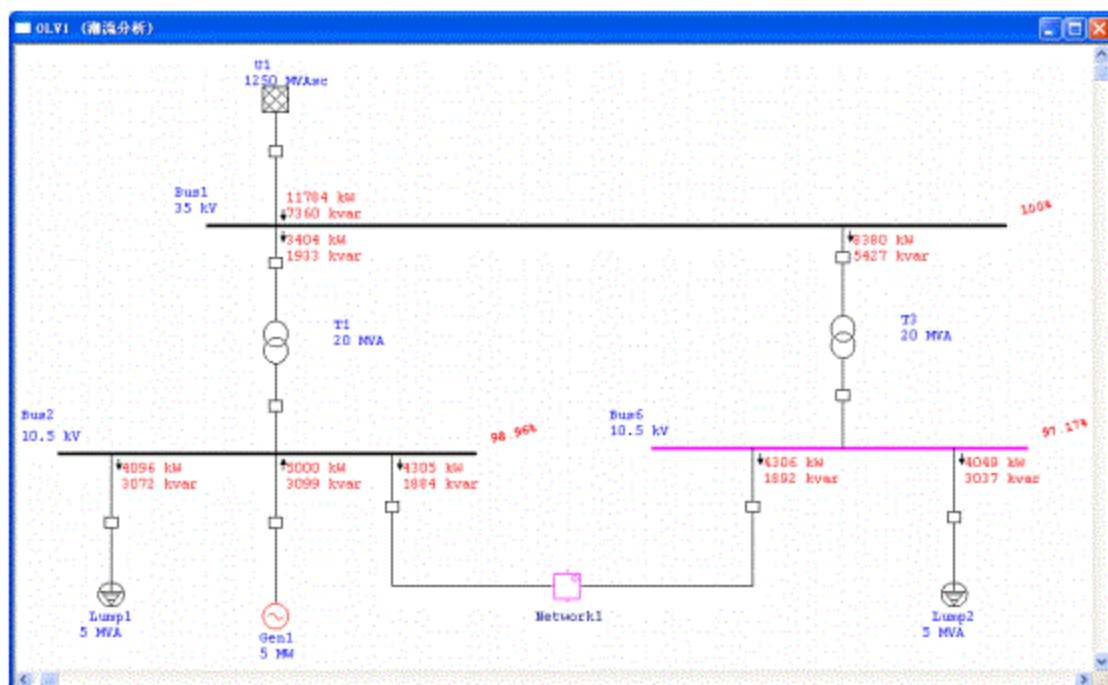
9. 发电机连接到 Bus 2 并录入输入数据之后,您可以执行一个简单的潮流计算。
10. 将 Bus 1 向右侧延长。
11. 复制元件 T1、Bus2、等效负荷 1、电缆 1、Bus3 (电缆 1 和 T2 之间的节点)、T2、Bus4 及电机 1。
12. 从回收站中移出元件 (使用鼠标右键) 并连接到 Bus 1。
13. 元件取消组合 (选中元件之后右击)。
14. 在 Bus4 和 Bus7 之间插入一个常开断路器。
15. 如下图所示框选连接到 Bus2 和 Bus6 之间的支路。
16. 剪切选中的元件。



17. 插入一个复合网络并连接到 Bus2 和 Bus7 之间。
18. 打开复合网络并右击鼠标从回收站中移出元件。
19. 将电缆连接到显示连接到的相应母线的端子。
20. 按如下显示插入高压断路器在相应的位置。
21. 在复合网络中插入低压断路器。

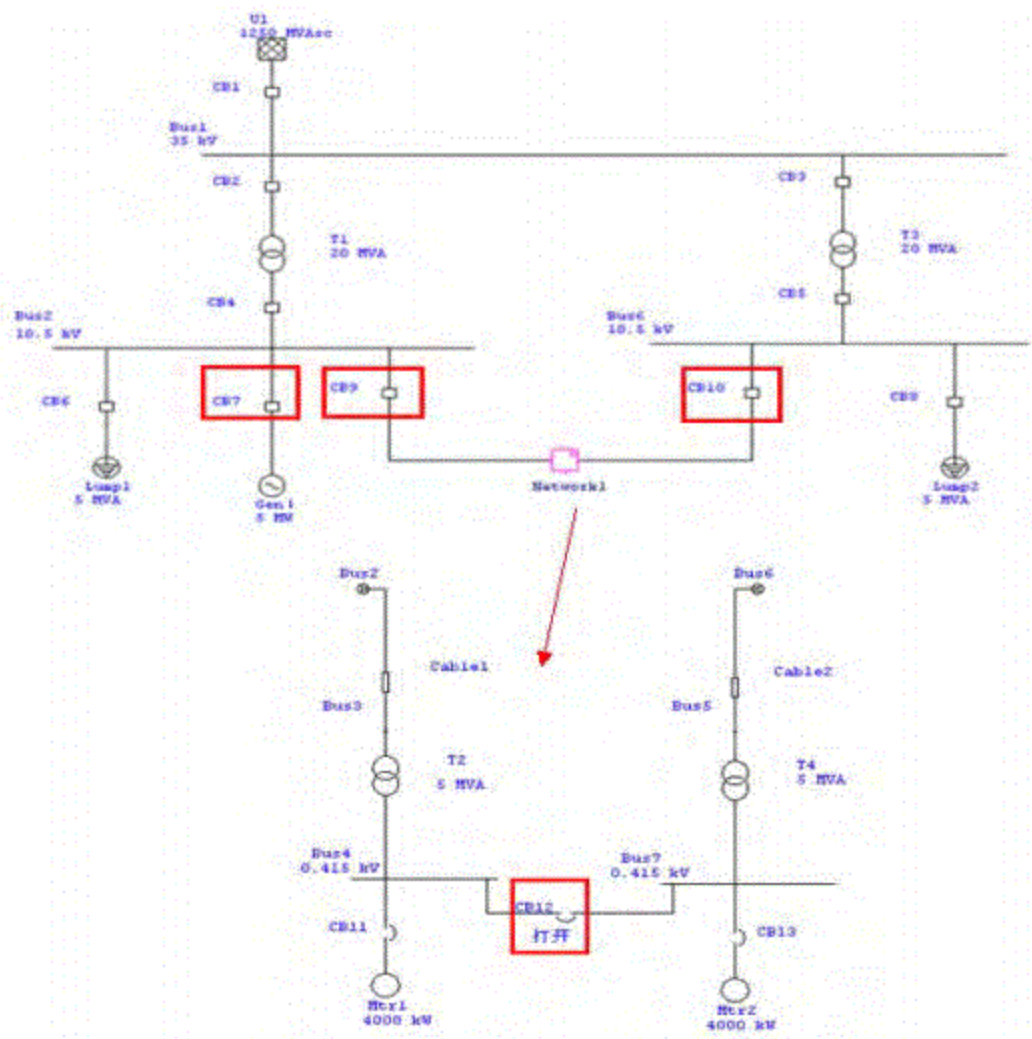


运行潮流计算结果



22. 选中整个单线图。

23. 选择添加到 OLV 模板保存您的单线图作为一个例子以便于未来使用。



2. **创建、合并数据版本：** 可以从数据管理器中创建版本。

数据版本	与基础版本的差异
Reversion 1	T1: Z=8; 电缆 2: 长度=500m
Reversion 2	T3: Z=8; 电缆 1: 长度=550m
Reversion 3	电机 1: 4500kW; T1: Z=8.5 ; T3: Z=8.5;

a: 版本合并-1

- 创建版本 4
- 合并版本 1 和版本 2 到版本 4
- 检查版本 1 和版本 4 的差异

b: 版本合并-2

- 合并版本 1 到版本 3
- 检查 T1 和 T3 的阻抗是否相同?

c: 改变基础版本数据

- 在基础版本中改变电缆 1 和电缆 2: 长度=1000m
- 运行潮流计算
- 检查版本 1 到版本 4 中的电缆数据是否相同?

思考以上 3 个练习，熟悉数据版本管理。

3. 短路分析

描述

本例通过一个不同配置和分析案例的系统来进行短路分析，短路分析通过 IEC 标准计算及不同的分析案例选项来进行调整计算。

目的

本例介绍基于 IEC 标准运行短路分析的需求数据以及运行三相短路和 IEC60909、IEC61363 短路分析需要录入的数据，从单线图及报告中查看并显示计算结果，以及使用 ETAP 验证并估算保护设备额定值。

短路计算数据输入

1. 工程文件

打开工程文件 “短路分析.oti”

2. 短路计算需要输入下列数据到相应元件中

元件	参数
Network Feeder	3 相短路容量: 8000MVA, X/R=18 1 相短路容量: 6000MVA, X/R=14
Gen-1	$X_d''=18\%$, $X_d'=25\%$, $X_2=16\%$, $X_0=14\%$, X/R=50 X_d'' 容差=4.5% IEC 励磁器类型=Turbine 130% PG=5%
Aux-XFMR	Z 容差=10%
所有感应电机	LRC 已经输入典型数据
Lump1	90%电机负荷; LRC=600%, “高”; 典型 X/R
电缆	所有支路、设备电缆: $T_{min}=40^{\circ}\text{C}$, $T_{max}=90^{\circ}\text{C}$

3. 创建 2 个配置:

名称	设置	备注
Normal	所有保护设备关闭	所有设备投入运行
Gen-Off	打开 CB-Gen	发电机退出运行

运行短路计算

任务:

- 运行 IEC 三相短路计算
- 从单线图及报告中查看计算结果

步骤:

1. 设置两个分析案例

- 分析案例: FltGenBus-按如下所示输入参数（跳过弧闪页）

短路分析案例

信息

标准

AF方法

弧闪

故障切除时间

AF 数据

调整

报警

分析案例ID

FltGenBus

变压器分接头

调节基准电压

使用标称分接头

单相/配电板/单相不间断电源子系统

单相

配电板

单相不间断电源

不间断电源模型

Vf behind Z

恒电流

电动机贡献根据

电动机状态

负荷种类

两者都是

报告

贡献等级

3

设备电缆 & 过载发热器

包含阻抗:

中压电动机

低压电动机

母线选择

故障

Gen-Bus

所有母线

中压母线

低压母线

<<故障

故障>>

无故障

314

315

316

317

321

322

323

326

分析注释

FltGenBus

帮助

确定

取消

短路分析案例

信息

标准

AF方法

弧闪

故障切除时间

AF 数据

调整

报警

标准

IEC

ANSI

零序模型

包含支路导纳 & 静态负荷

短路电流

最大

用户定义 c 因子

最小 (不含 Duty 计算)

c 因子

< 1001 V

1.05

1001 to 35000

1.1

> 35000 V

1.1

Cmax (阻抗调整) (< 1001 V)

1.05 (+6% V To1)

1.10 (+10% V To1)

计算方法

X/R , 用于峰值电流 (kA)

方法 A

方法 B

方法 C

保护设备职责

基于总的母线故障电流

基于最大通过故障电流

报告开断电流 vs. 断路器延时

基于总的母线故障电流 (If)

基于最大通过故障电流 (If)

LV CB Breaking

使用 Ics

使用 Icu

FltGenBus

帮助

确定

取消

短路分析案例

信息

标准

AF方法

弧闪

故障切除时间

AF 数据

调整

报警

阻抗容差

☒ 变压器

☒ 单个
☐ 全部

☒ 电抗器

☒ 单个
☐ 全部

☐ 过载发热器

长度容差

☐ 电缆长度

☐ 传输线长度

故障阻抗 (Zf)

☐ 包含故障阻抗 Zf

电阻温度校正

☒ 电缆

☐ 独立的最小温度
☒ 全部

40 °C

☒ 传输线

☐ 独立的最小温度
☒ 全部

75 °C

FltGenBus

帮助

确定

取消

短路分析案例

信息

标准

AF方法

弧闪

故障切除时间

AF 数据

调整

报警

报警

临界

边界

母线动稳定

100 %

95 %

保护设备容量

100 %

95 %

☒ 边界

自动显示

FltGenBus

帮助

确定

取消

-
- 分析案例：FltAllBus 按如下所述输入参数

分析案例的所有其它参数与 FltGenBus 相同，除了选择系统中所有母线故障。

2. 运行三相短路计算

- 分析案例—FltGenBus
- 配置—Normal
- 运行三相短路计算
- 检查单线图显示（在什么地方可以设置单线图显示选项？）
- 检查报告

3. 运行三相短路计算

- 分析案例—FltAllBus
- 配置—Normal
- 运行三相短路计算
- 检查单线图显示（与第二步的单线图显示比较）
- 检查报告

4. 根据分析案例中不同的选项设置运行三相短路

- 创建 2 个分析案例：
 - FltAllBusMax—输入如下参数：
分析案例所有其它参数设置与 FltAllBus 一致，除了标准页的短路电流选项选择-最大
 - FltAllBusMin—输入如下参数：
分析案例所有其它参数设置与 FltAllBus 一致，除了标准页的短路电流选项选择-最小
- 配置—Normal
- 分析案例 FltAllBusMax 运行三相短路计算
- 检查单线图显示（与第三步结果进行比较）
- 检查报告

5. 问题：

- 哪个分析案例情况下短路电流最严重？
- 各分析案例应该在什么情况下使用？
- 哪个配置情况下短路电流最严重？

验证并估算设备额定值

任务：

- 使用 ETAP 验证并估算保护设备额定值

步骤：

1. 改变短路电流的因素

- 系统配置—保护设备状态及负荷配置

- 版本数据
- 分析案例选项—c 因子等
- 设备运行参数—延时时间等

2. 用已有设置验证设备

- 母线—Grid-Bus, Sub-A 及 314
- 保护设备—CB-1, CB-2, CB-3 及 CB-21
- 按最严重情况下的配置及分析案例运行短路计算
- 已有的设置是否有问题？-如果有，请修正。

3. 为部分设备选择额定值

- 母线—Gen-Bus, Sub-B 及 326
- 保护设备—CB-Gen, CB-4 及 CB-22

部分元件建议额定值

元件	参数
母线	
Gen Bus	开关柜, 6000Amp, 220kA
Sub-B	开关柜, 1600Amp, 75kA
326	MCC, 2500Amp, 95kA
保护设备	
CB-Gen	西门子, 36 -3AH-40m, 6300Amp, 延时 0.06 秒, 动稳定峰值 170kA, 交流开断电流 63kA
CB-4	西门子, 420-3AT4-80, 4000Amp, 延时 0.06 秒, 动稳定峰值 253kA, 交流开断电流 100kA
CB-22	Power CB, ABB, E3H, 规格 2500, 0.44kV

- 按最严重情况下的配置及分析案例运行短路计算
- 设备设置是否有问题？-如果有，请修正。

4. 为部分设备选择额定值

- 母线—321、322、323
- 保护设备—CB-10、CB-11、CB-12、CB-13、CB-17、CB-18、CB-19、Fuse1、CB-23、CB-24

部分元件建议额定值

元件	参数
母线	
321、322、323	MCC, 2500Amp, 100kA
保护设备	
CB-10 、 11、 12	西门子, 15-3AF-31.5, 2500Amp, 延时 0.052 秒, 动稳定峰值 80kA, 交流开断电流 31.5kA

CB-13	西门子, 36-3AF-31.5, 2500Amp, 延时 0.052 秒, 动稳定峰值 80kA, 交流开断电流 31.5kA
CB-17、18、19	Power CB, ABB, E3H, 规格 3200, 0.69kV, 延时 0.03 秒, 动稳定峰值 187kA, 交流开断电流 85kA
Fuse1	ABB, OFAM2, 0.69kV, 200A, 100kA
CB-23, 24	Power CB, ABB, E2N, 规格 1250, 0.44kV, 动稳定峰值 143kA, 交流开断电流 65kA

- 按最严重情况下的配置及分析案例运行短路计算
- 设备设置是否有问题? -如果有, 请修正。

不对称短路计算 (IEC60909 标准)

任务:

- 使用 ETAP 进行 IEC60909 标准不对称短路计算

步骤:

1. 设置接地类型
 - 变压器电源侧 Δ , 负荷侧 Y 接地。
 - Uni-XFMR 变压器 220kV 侧-直接接地, 21kV 侧-经过 100 安培电阻接地
 - 等效电网及发电机-直接接地
 - 所有负荷一不接地
2. 使用已有的配置及分析案例运行不对称短路计算
3. 检查计算结果
 - 在单线图上检查计算结果—改变显示选项显示不同故障计算结果
 - 在水晶报告中检查计算结果
 - 检查接地类型对零序电流值的影响

暂态短路计算 (IEC61363 标准)

任务:

- 使用 ETAP 进行 IEC61363 标准短路计算

步骤:

1. 系统设置
 - 将等效电网从系统中切除, 形成孤岛系统 (断开 CB-3)
 - 发电机运行模式设为平衡节点 (信息页), 动态模型选择次暂态模型 (阻抗模型页)
 - 断开 CB-8、CB-9
2. 使用现有的配置及分析案例运行暂态短路计算

3. 检查计算结果

- 在单线图上检查计算结果
- 在水晶报告中检查计算结果
- 在画图选项中查看故障母线电流（在其它短路计算中是否有该选项？）

4.电机起动分析

1.静态电机起动

目的及描述

本例通过使用不同的电机起动设置进行电机起动分析,使用在电机编辑器中指定的不同参数进行电机静态起动分析。

设置

打开工程文件名 电机启动.OTI

步骤

1.1 静态电机起动电机参数录入

- 进入感应电机编辑器阻抗页或同步电机编辑器堵转模型页输入下列电机的堵转电流倍数 (LRC)。

电机 ID	LRC%
Mtr1	650
Mtr2	600
Mtr4	600
Mtr5	650
Syn1	615

电机堵转电流倍数

- 进入电机起动种类页输入下表所列数据。

电机 ID	选择起动种类		负荷百分数设置		负荷变化时间	
	种类名称	选择?	开始	最终	开始	最终
Mtr1	Normal	Yes	0	100	2	4
Mtr2	Backup	No	0	100	1	2
Mtr4	Normal	Yes	80	100	1	2
Mtr5	Normal	No	60	100	1	4
Syn1	Normal	Yes	25	90	2	4

起动种类、负荷百分数及负荷变化时间

- 进入电机负荷页输入下表所列起动时间数据。

电机 ID	空载起动时间 (秒)	满载起动时间 (秒)
Mtr1	1	2
Mtr2	0.5	1
Mtr4	1	2
Mtr5	2	4
Syn1	1	2

起动时间 (静态起动)

1.2 设置分析案例：—使用 MScase-1

- 信息页：
 - 信息页：起动前负荷种类和发电种类为“Design”
 - 负荷调整系数选“None”
- 事件页
 - 选择仿真时间为 15 秒
 - 事件（按下表所列设置）

事件 ID	时间（秒）	动作类型	参数设置
Event1	0.2	根据元件动作	使用 Normal 起动种类起动 Mtr5
		根据元件动作	闭合静态负荷 2 的开关，负荷种类：Design
Event2	3	根据起动种类	起动系统中所有属于 Normal 种类的电机（Mtr1、Mtr4 及 Syn1）

分析案例事件描述

- 模型页：
 - 在起动前潮流中包含变压器 LTC 自动动作，在启动中和启动后不包含变压器 LTC 自动动作。
 - 加速电机的起动负荷—基于电机的机械负载
- 调整及报警页：
 - 使用默认设置（不作改动）

1.3 静态电机起动

- 运行静态电机起动并检查报警视窗查看电机低电压报警
 - 低电压问题是由于起动的电机本身还是与在分析案例中设置的事件起动顺序有关？
- 复制分析案例 MScase-1 到 MScase-2，并进入分析案例事件页，作如下改动：
 - 选择“Event2”，点击编辑按钮，取消激活框。
 - 增加一个事件定义为“Mtr1”并在 t=4s 时启动 Mtr1
 - 增加一个事件定义为“Syn1”并在 t=8s 时启动 Syn1
 - 增加一个事件定义为“Mtr4”并在 t=12s 时启动 Mtr4
 - 将总的仿真时间延长到 20 秒。
- 根据 MScase-2 运行静态电机起动，您有没有看到边界报警？为什么？

2.动态电机起动

目的及描述

本例通过使用不同的电机模型及负荷模型进行电机动态启动分析，表明动态电机起动和静态电机起动之间的区别。动态加速分析需要代表电机电气特性的动态电路模型、负荷参数、转子、联轴器及负荷的惯量。

用于潮流和短路计算的电机的铭牌额定值（如额定%PF、效率、滑差、额定电压等）可能与用于电机加速分析的参数不同。可以在动态及特性参数模型中确定铭

牌额定值。在电机加速分析中如果仅需要使用新的电路模型，取消更新“铭牌数据”、“负荷数据”和“短路数据”，仅更新特性参数。

设置

继续使用工程文件 电机启动.OTI

步骤

2.1 动态电机启动电机参数录入

- 在电机模型页（同步电机堵转模型页）、负荷页及惯量页输入下表所列数据。
- 使用 CKT 模型的电机取消所有更新框，使用特性曲线模型的电机选择更新所有特性参数。

电机 ID	电路模型		负荷模型		电机惯量
	类型	数据库	类型	数据库	
Mtr1	CKT Single 2	HV-HS-LT, MV500HP2P	多项式	FAN	0.4
Mtr2	特性	LV-HS-HT, LV200HP2P	多项式	ak***3	0.2
Syn1	CKT Single 2	HV-HS-HT, MV1000HP2P	多项式	p	0.5

动态电路模型选择及负荷信息

2.2 设置分析案例：—使用 MCcase-1

2.3 运行动态电机启动

- 是否所有电机都能够启动？（检查 Mtr4）
 - 解决电机启动失败的主要方法是增加加速转矩，下面哪种方法能够解决这个问题？
 - 改变启动顺序（MScase-2 能否解决这个问题？）
 - 使用变压器 LTC-（该方法能起多大作用？）
 - 使用较大的电机-（在实际系统中是否适用？）
 - 改变负荷-（在实际系统中是否适用？）
 - 使用启动设备-（加一个变频器？）
 - 改变 Mtr4 的启动负荷从 80%到 60%或 40%—Mtr4 现在能否启动
- 检查低电压问题-是否有低电压报警？（检查母线 4 和母线 7）
 - 使用分析案例 MScase-2，现在是否还有低电压报警？

3. 启动设备

本练习的目的是使用电机编辑器中可用的启动设备元件解决启动过程中出现的问题。

3.1 打开工程文件名为 电机启动分析 part 2.oti 文件并按如下设置：

- 配置: Tie-open
- 分析案例: MS cas-1B
- 数据版本: base

运行动态电机启动并打开报警视窗。

检查启动电机的母线电压。(Bus 8 上的 Mtr1 电压<80%)

拖动电机启动时间滑条到 $t=5s$ 左右观察 Bus8 变成红色。

分析原因并比较母线电压降与分析案例报警设置的边界限值。

- 如何解决这个问题? (重新排序、降低启动负荷、使用启动器?)

3.2 使用启动设备

- 使用哪种启动设备?
- 试试在电机终端添加电流控制软启动器和电容器组。这种方法能否很好地解决问题?

启动设备

电流控制			在母线或终端添加电容器组		
转速(%Ws)	设置	类型	转速(%Ws)	设置	类型
0	400%	固定的	0	1000kvar	固定的
2	200 或 250%	斜坡的	95		移除
95	400%	固定的			
95		移除			

3.3 试试电压控制软启动器

4. MOV 启动

4.1 设置 MOV 数据

- 两个 MOV 都有锤击砸击
- 两个 MOV 都没有微动开关
- 两个 MOV 都有限制电压=80 (检查“启动种类”页)
- 启动时间周期、空载时间周期、额定 T 时间周期以及停转周期 T 都为 0.5s、正常运行周期 5s

电机驱动阀门编辑器 - ClosedMOV

信息 铭牌 负荷 起动种类 电缆/Vd 电缆电流 可靠性 注释 评论

1 10 HP 0.46 kV 没有提供电缆信息

额定值

HP 10 kV 0.46 % Eff 85.24 极 4 BPH 1500

额定转 0 FLA 12.888 % PF 86.54 kVA 10.1

☒ 撞击撞击
☐ 微型开关 设备库 None

特性

	LS 起动	XL 荷速度	额定 ? 解除定位	普通 行进	LE 停止
电流(A)	600	20	300	141.4	600
% PF	53.96	86.54	86.54	86.54	53.96
时间	0.5	0.5	0.5	5	0.5

打击时间 7

确定 取消

电机驱动阀门编辑器 - ClosedMOV

信息 铭牌 负荷 起动种类 电缆/Vd 电缆电流 可靠性 注释 评论

1 10 HP 0.46 kV 没有提供电缆信息

起动种类

1 ☐ Normal
2 ☐ Backup
3 ☐ Med. Backup
4 ☐ Large Backup
5 ☐ Fl Ld Rejec
6 ☐ Accident
7 ☐ Emergency
8 ☐ Shutdown
9 ☐ MS Cat 9
10 ☐ MS Cat 10

% 电压限制
起动 10
定位/解除定位 80
行进 80

确定 取消