



وزارة التعليم العالي

مشروع

الكليات التكنولوجية المصرية

برامج تطبيقية تخصصية (آلات) ELM 415

الفصل الدراسي الرابع

شعبة: آلات كهربية

إعداد

د/ محيي السيد بهجت

المحتويات

| صفحة | |
|------|--|
| ٣ | الأهداف التعليمية |
| ٤ | المهارات والمعارف المكتسبة |
| ٥ | مقدمة عامة |
| ١٣ | ١. إنشاء رسم تخطيطي مفرد |
| ١٤ | ١,١. إنشاء مشروع جديد |
| ١٥ | ١,٢. فتح ملف مشروع موجود |
| ١٦ | ١,٣. إضافة عناصر إلى عرض الرسم التخطيطي |
| ١٨ | ١,٤. التوصيل بين العناصر |
| ١٩ | ١,٥. إضافة عناصر إلى دائرة فرعية |
| ٢٠ | ١,٦. إضافة جهاز حماية إلى الرسم التخطيطي |
| ٢٢ | ٢. تحرير خصائص العناصر |
| ٢٣ | ٢,١. خصائص المولدات الكهربائية |
| ٢٥ | ٢,٢. خصائص المحركات الكهربائية |
| ٢٧ | ٢,٣. خصائص الكابلات الكهربائية |
| ٢٨ | ٢,٤. خصائص المحولات الكهربائية |
| ٢٩ | ٢,٥. خصائص الأحمال المجمعة |
| ٣٠ | ٣. دراسة توزيع الأحمال |
| ٣١ | ٣,١. تصنيف قضبان التوزيع |
| ٣٣ | ٣,٢. خطوات تشغيل دراسة توزيع الأحمال |
| ٣٧ | ٣,٣. البيانات المطلوبة لإجراء الدراسة |
| ٤١ | ٣,٤. تحليل النتائج |
| ٤٢ | ٣,٥. أمثلة وتمارين |
| ٥٢ | ٤. دراسة القصر الكهربائي |
| ٦٠ | ٤,١. أمثلة وتمارين |
| ٦٧ | ٥. تحليل تسريع المحركات الكهربائية |
| ٧١ | ٥,١. تشغيل دراسة التسريع الاستاتيكي للمحركات |
| ٧٦ | ٥,٢. تشغيل دراسة التسريع الديناميكي للمحركات |

تحليل ودراسة نظم القوى والمحركات الكهربائية باستخدام

برنامج إيتاب ETAP

الأهداف التعليمية :

- تقديم نظرة عامة على برنامج تحليل نظم القوى الكهربائية ETAP وتطبيقاته لدارسي نظم القوى الكهربائية وتحليل أدائها الديناميكي العابر.
- فهم أساسيات عمل برنامج ETAP .
- التعرف على كيفية تمثيل عناصر أنظمة القوى الكهربائية في برنامج ETAP .
- دراسة بعض الحالات الديناميكية العابرة لأنظمة القوى الكهربائية .
- دراسة عمليات التسريع وبدء الحركة لأنواع المحركات الكهربائية المختلفة.
- تعريف العاملين في القطاعات الصناعية لمفهوم دراسة وتحليل أداء المحركات الكهربائية باستخدام برنامج ETAP وتطبيقاته في المعدات الصناعية والماكينات.

لمن يوجه البرنامج :

- مهندسي ومشرفي أنظمة القوى الكهربائية.
- المهندسون والعاملون في الشركات الصناعية.
- المهندسون والفنيون العاملون في مجالات المرافق الكهربائية.
- المتدربين حديثي التخرج.

المعارف والمهارات المكتسبة :

- لمحة عامة عن برنامج ETAP وإمكانياته Overview of ETAP Capabilities & Limitations
- الرسوميات المفردة / عرض الرسوميات المفردة (OLV) One-Line Diagram/One line View
- إنشاء ودمج مختلف الرسوميات والعروض مع تهيئة البرنامج
- Creating & Merging different revisions, presentations & configuration
- معالجات السيناريو – الدراسة – المشروع Scenario, Study & Project Wizards
- تقارير كريستال الناتجة من البرنامج وتخصيصاتها Crystal Reports & Customizations
- وصف عناصر التيار المستمر والمتردد AC & DC Element Descriptions
- تقدير معاملات المحرك Motor Parameter Estimation
- تحليل تسريع المحركات (التسريع الديناميكي – التسريع الثابت)
- Motor Acceleration Analysis (Dynamic & Static)
- محاكاة ونمذجة بعض الحالات باستخدام برنامج تحليل نظم القوى الكهربائية ETAP
- Different test simulation cases using ETAP power station

مقدمة عامة

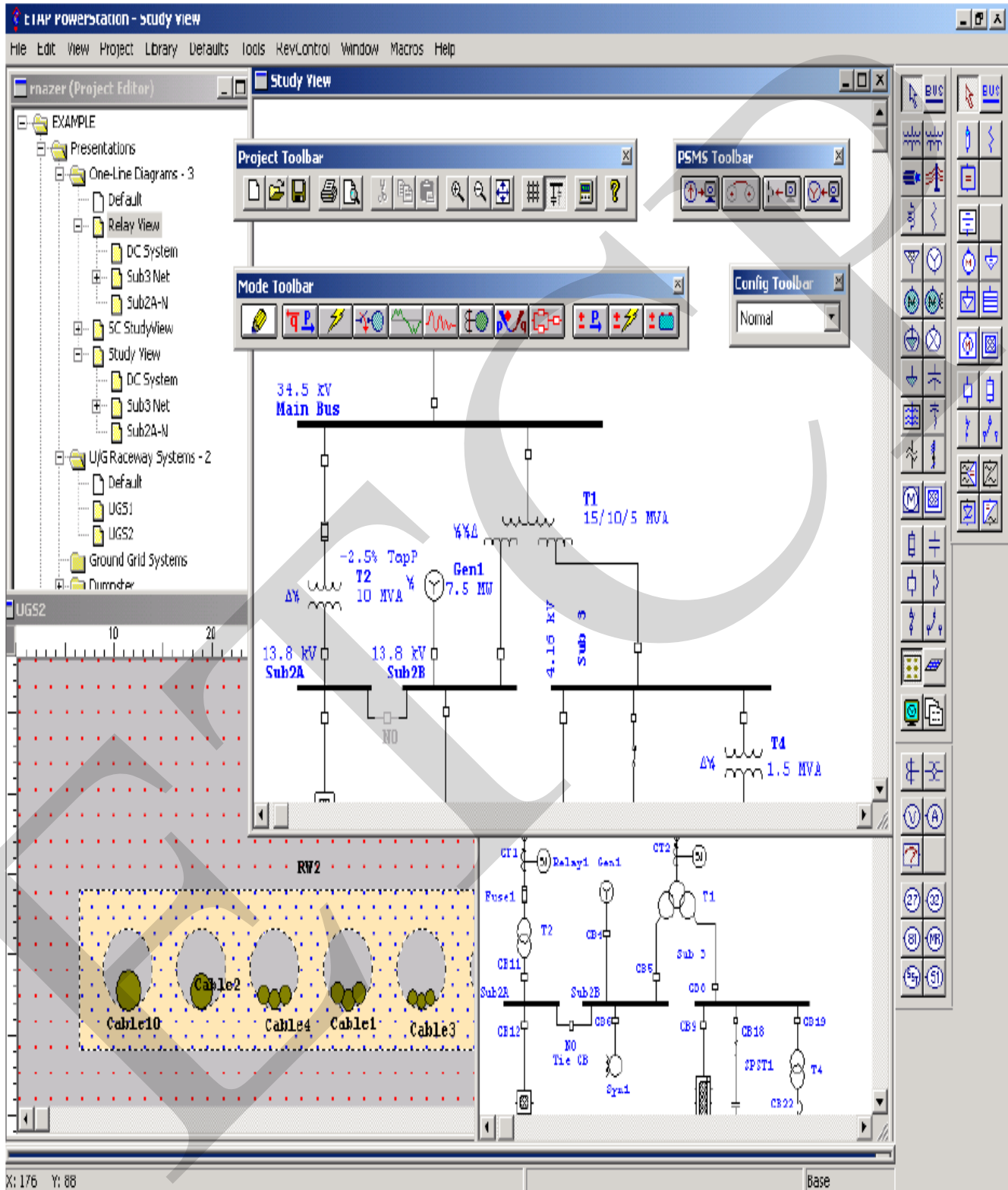
يعتبر برنامج ETAP من أهم برامج دراسة وتحليل الأداء العابر أو الديناميكي لنظم القوى الكهربائية تحت ظروف التشغيل المختلفة في إطار نظام التشغيل ويندوز Microsoft Windows وتقديم أعلى مستوى أداء لتحليل الشبكات الكبيرة التي تتطلب حسابات مكثفة مع الرصد والمراقبة الحية On line monitoring لتطبيقات التحكم على هذه الشبكات.

ويعتمد برنامج ETAP على تنظيم العمل من خلاله باعتبار كل ملف على شكل مشروع مستقل يتكون من نظام قوى كهربائي يتضمن مجموعة من العناصر الكهربائية المترابطة مع توفير جميع الأدوات اللازمة والدعم لتصميم وتحليل هذا النظام إضافة إلى توفير مجموعة من عناصر التحكم للمستخدم تمكنه من الوصول إلى قاعدة البيانات المنفصلة التي يتم فيها تخزين العناصر وبيانات الاتصال للمشروع الموضوع تحت الدراسة.

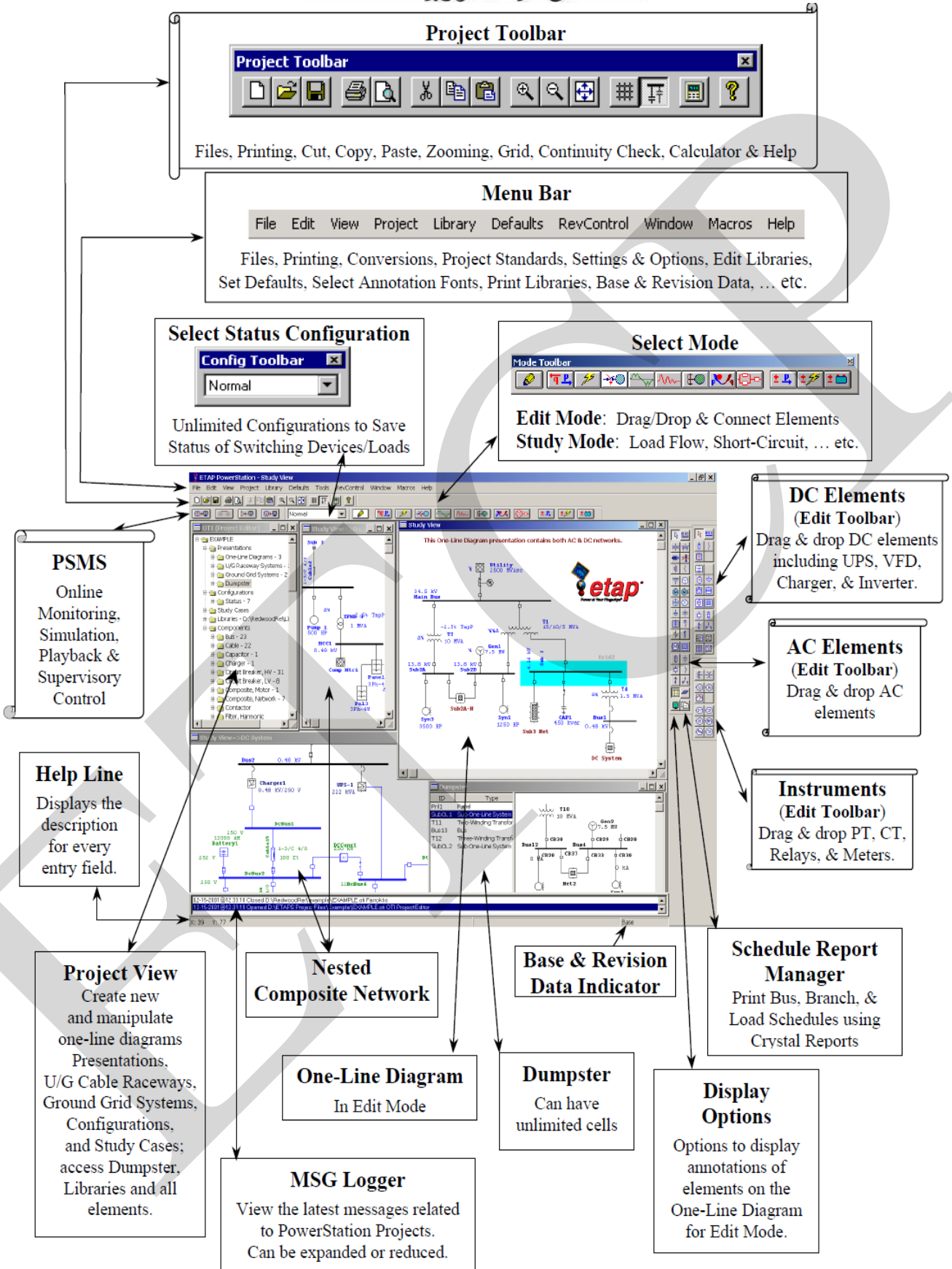
ويمكن الوصول إلى ملف المشروع الموجود من خلال ملف خاص ذات امتداد (otl.***) ، على سبيل المثال projet1.otl كما يتم تخزين قاعدة بيانات المشروع إلى ملف قاعدة بيانات ذات امتداد (mdb.***) ، وتعمل هذه الملفات معا لتوفير التحكم في الوصول إلى وتخزين هذه الملفات لكل مشروع وتسميتها بأسماء مماثلة تماما لاسم المشروع الخاص بك ، علاوة على ذلك يضع برنامج ETAP جميع التقارير المخرجات من ملف المشروع الخاص بك إلى فهرس أو دليل فرعي حيث تتواجد قاعدة البيانات.

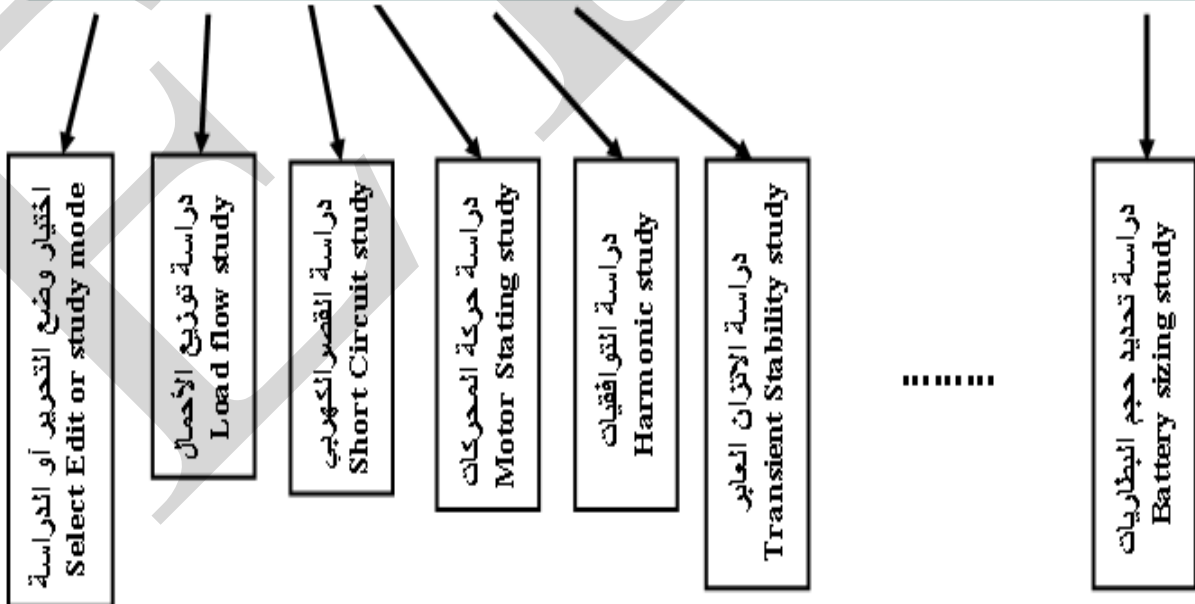
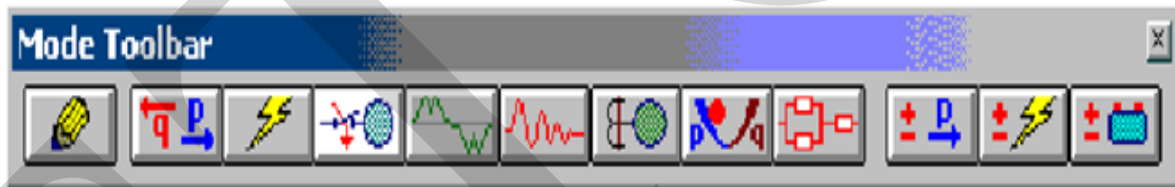
ويمكن مع برنامج ETAP Power Station بناء رسومات تمثل المخططات المفردة one-line diagrams ، النظم المتداخلة تحت الأرض underground raceway systems ، دراسة توزيع الأحمال Load Flow ، دراسة بدء حركة المحركات Motor Starting ، دراسة الاستقرار العابر Transient Stability وغيرها من الدراسات الخاصة بنظم القوى الكهربائية ذات التركيب المبسط والمركب على حد سواء.

والشكل التالي يعرض الواجهة الرئيسية لبرنامج ETAP Power Station مع شرح وعرض لأهم أجزاء واجهة البرنامج :



الواجهة الرئيسية لبرنامج ETAP Power Station







شريط مساعدات اختيار الوضع موضحا وضع التحرير Mode Toolbar Indicating Editing Mode

يوفر هذا الوضع مجموعة متنوعة من المهام تشمل :

- سحب وإدراج العناصر
- التوصيل بين العناصر
- تغيير بيانات تعريف العناصر
- قص - نسخ - ولصق العناصر
- النقل والاسترجاع من سلة المهملات
- إدراج الكائنات أو العناصر المترابطة الضمنية OLE objects
- قص - ونسخ كائنات OLE
- دمج المشاريع
- إخفاء/إظهار مجموعات من أجهزة الحماية
- تدوير أو تغيير اتجاه العناصر
- تغيير حجم العناصر
- تغيير رموز العناصر
- تحرير أو تغيير خصائص العناصر
- تشغيل إدارة التقارير



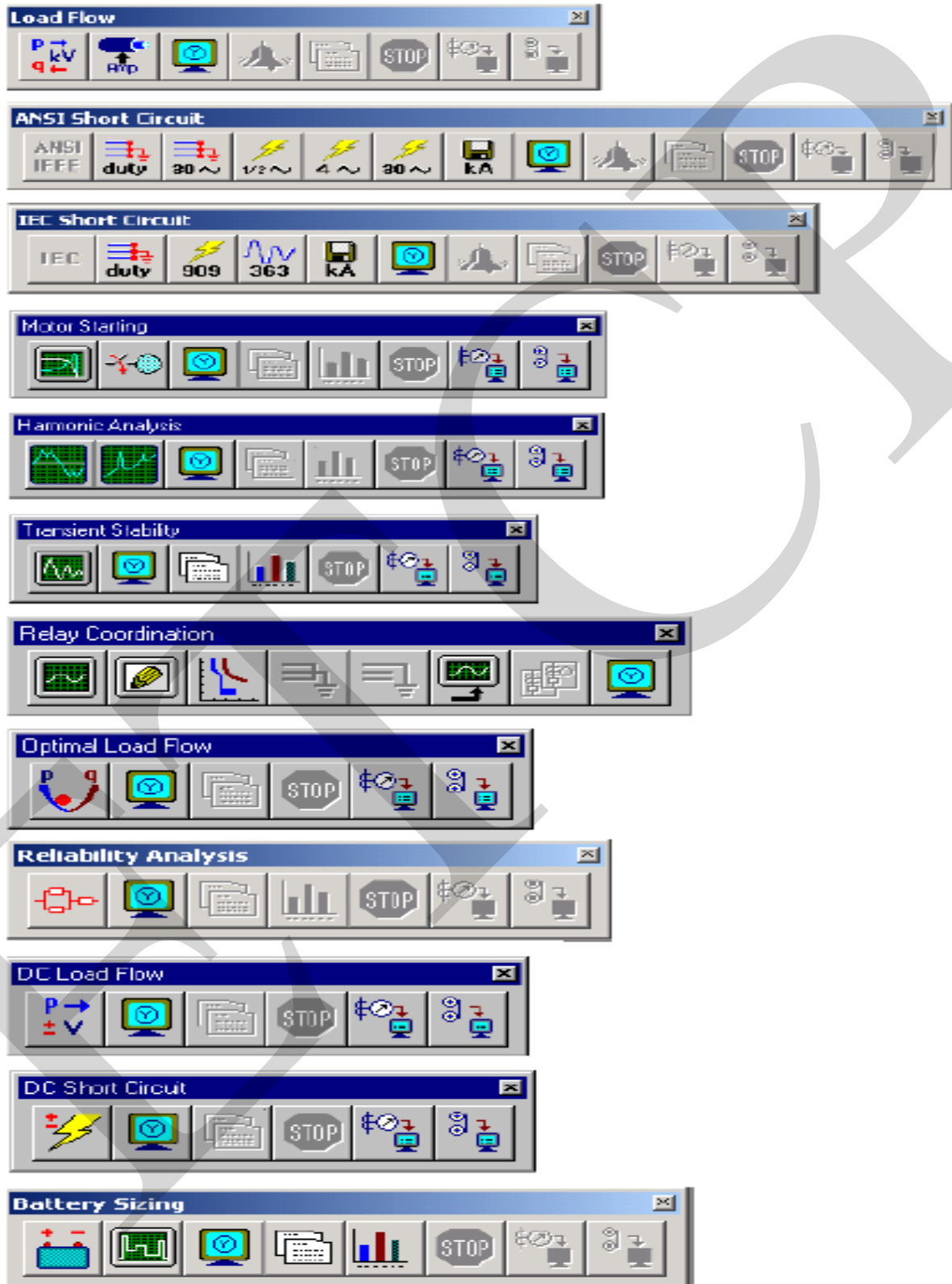
شريط أدوات تحرير أجهزة التيار المتردد والمستمر AC and DC Edit Toolbars



Mode Toolbar Indicating Study Mode شريط مساعدات اختيار الوضع موضحا وضع الدراسة

يوفر هذا الوضع مجموعة متنوعة من المهام والدراسات تشمل :

- دراسة توزيع الأحمال
 - دراسة حالات القصر الكهربائي
 - تغيير بيانات تعريف العناصر
 - دراسة التوافقيات
 - دراسة الاتزان العابر
 - دراسة التنسيق بين عمل المرحلات
 - دراسة التوزيع الأمثل للأحمال
 - دراسة تقييم موثوقية النظام
 - دراسة توزيع الأحمال في أنظمة التيار المستمر
 - دراسة القصر في أنظمة التيار المستمر
 - دراسة تحديد حجم البطاريات
- Load Flow
- Short-Circuit
- Motor Stating
- Harmonics
- Transient Stability
- Relay (Device) Coordination
- Optimal Power Flow
- Reliability Assessment
- DC Load Flow
- DC Short-Circuit
- Battery Sizing



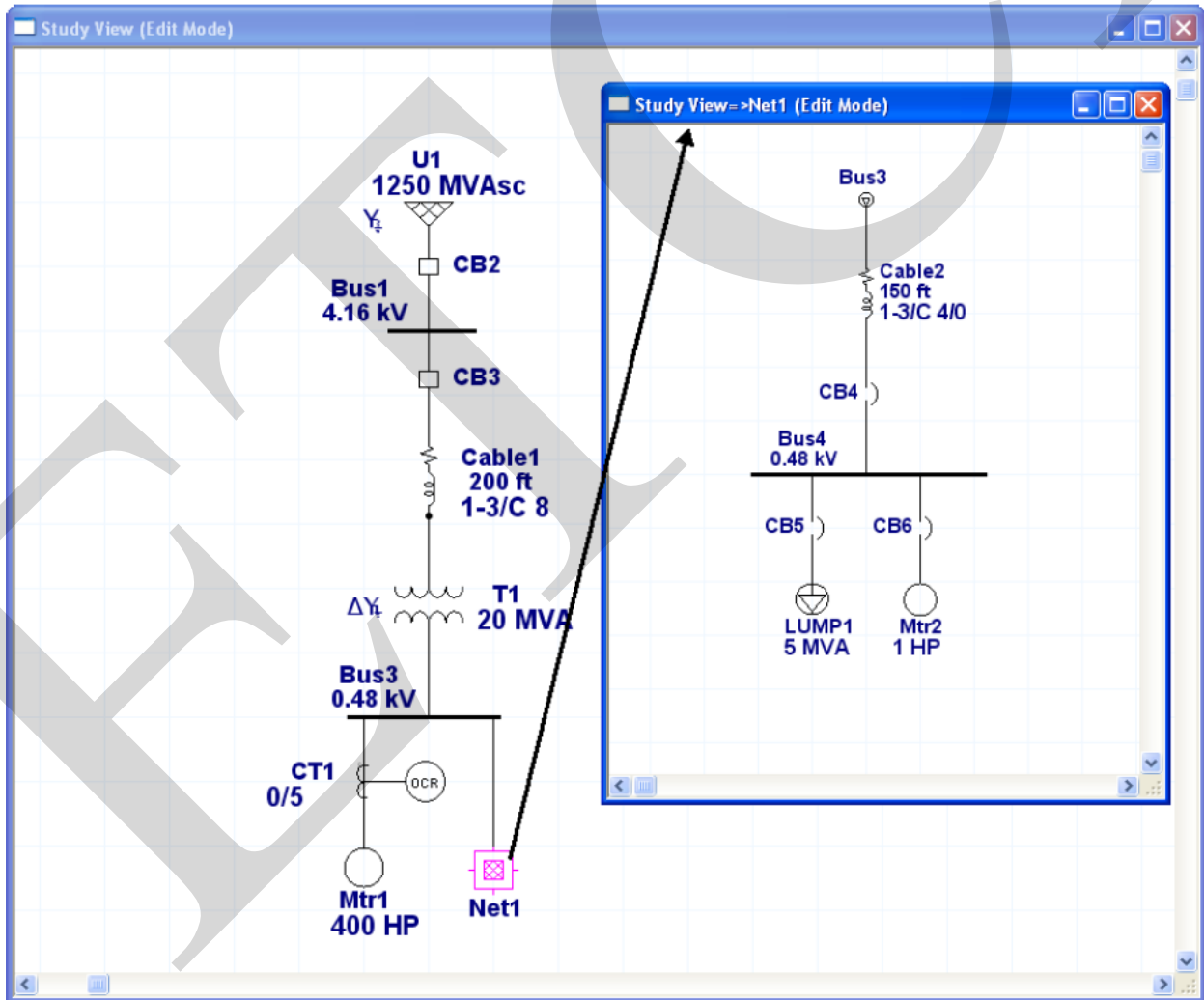
خطوات تشغيل والتدريب على برنامج ETAP

(1)

إنشاء رسم تخطيطي مفرد

Creating a One-line Diagram

الغرض من هذا الفصل هو إظهار أسس بناء والتعامل أو إدارة رسم تخطيطي مفرد One-line Diagram لنظام قوى كهربائي باستخدام برنامج تحليل نظم القوى الكهربائية ETAP . سيتم إضافة العناصر المختلفة لعرض رسم تخطيطي مفرد (OLV) ، مع عرض مقدمة للشبكات المركبة الفرعية ، الشكل التالي يعرض الرسم التخطيطي المفرد الذي سوف ينشئ ويتم تناوله في الدراسة الواردة .



الشكل النهائي للرسم التخطيطي المفرد

١,١. إنشاء مشروع جديد : Creating a new project


- لإنشاء مشروع جديد ، انقر فوق **New project** في قائمة إدارة الملفات **File** أو الزر الأول على شريط أدوات المشروع **Project Toolbar** .

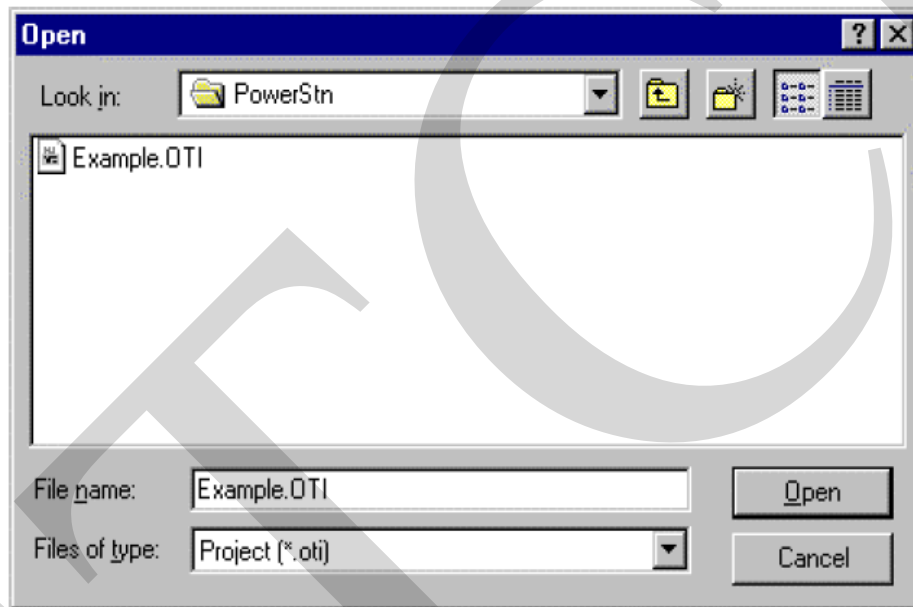


- اسم الملف **Name** : أدخل اسماً جديداً للمشروع تصل عدد حروفه إلى ٣٠ حرفاً مع تجنب الأحرف الغير مسموح بها.
- الفهرس **Directory** : تلقائياً يقوم برنامج ETAP Power Station بإنشاء فهرس فرعي للمشروع الجديد الذي أدخلت اسمه ، إذا كنت تريد أن تضع المشروع الخاص بك في فهرس فرعي آخر ، انقر فوق استعراض **Brows** لتحديد الفهرس المطلوب.
- تحديد الوحدات **Unit System** : حدد نظام الوحدات الإنجليزي **English** أو المتري **Metric** كنظام الوحدات الافتراضي للمشروع الخاص بك. يمكنك تغيير الإعدادات الافتراضية في أي وقت بعد أن يتم إنشاء المشروع .
- كلمة المرور **Password** : يمكن إنشاء ملفات المشروع مع وجود كلمة المرور مع أو بدون كلمات المرور، ولكن يوصي بكلمات المرور من أجل الأمان الأمثل لبيانات وملفات المشروع .

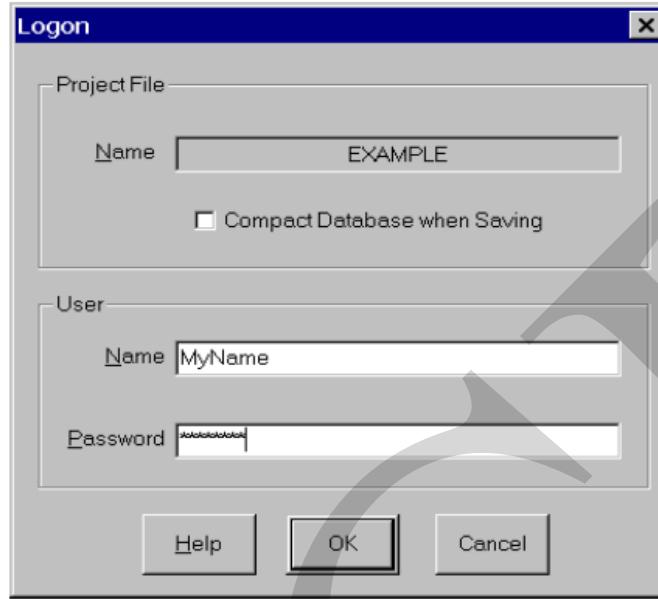
- برنامج التشغيل ODBC : حدد برنامج تشغيل وفتح قواعد البيانات باختيار MS Access أو Oracle أو SQL Server من مربع القائمة.

١,٢. فتح ملف مشروع موجود **Opening an existing project file** :

- لفتح ملف مشروع موجود ، انقر فوق فتح **Open** في قائمة الملفات **File** ، أو انقر على الزر الثاني من شريط أدوات المشروع  ، ثم حدد الملف ذات الامتداد (oti) من مربع الحوار كما يلي :

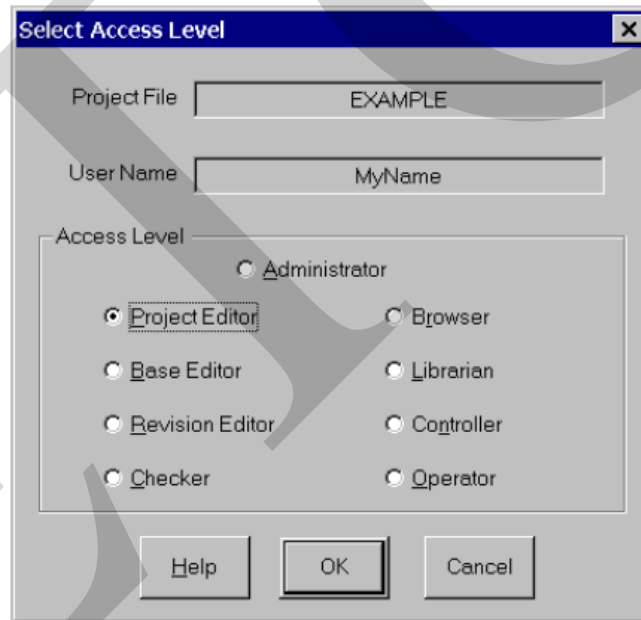


- أدخل بيانات المستخدم في المربع الحواري التالي :



The 'Logon' dialog box contains two main sections. The first section, 'Project File', has a 'Name' text box with 'EXAMPLE' entered and a checkbox labeled 'Compact Database when Saving' which is unchecked. The second section, 'User', has a 'Name' text box with 'MyName' entered and a 'Password' text box with masked characters. At the bottom are three buttons: 'Help', 'OK', and 'Cancel'.

- حدد مساعدات ومستوى الدخول إلى بيانات المشروع في المربع الحواري التالي :

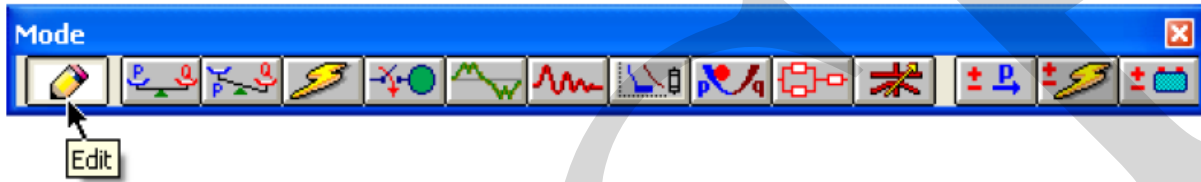


The 'Select Access Level' dialog box shows the 'Project File' and 'User Name' fields filled with 'EXAMPLE' and 'MyName' respectively. The 'Access Level' section contains a list of radio buttons: 'Administrator' (unchecked), 'Project Editor' (checked), 'Base Editor' (unchecked), 'Revision Editor' (unchecked), 'Checker' (unchecked), 'Browser' (unchecked), 'Librarian' (unchecked), 'Controller' (unchecked), and 'Operator' (unchecked). At the bottom are three buttons: 'Help', 'OK', and 'Cancel'.

١,٣. إضافة عناصر إلى عرض الرسم التخطيطي (OLV) :

Adding elements to the one-live view

- لإنشاء أو تحرير (تعديل) رسم تخطيطي مفرد one-line diagram في برنامج ETAP ، يجب أن تكون في "وضع التحرير" **Edit Mode** .
- انقر زر التحرير **Edit button** على شريط الأدوات **Mode** كما بالشكل التالي :



- على شريط أدوات تحرير التيار المتردد **AC Edit Toolbar** ، حدد عنصر شبكة الكهرباء **Power Grid** .

- بالنقر على زر شبكة الكهرباء **Power Grid** ، سيتم تغيير المؤشر إلى رمز شبكة الطاقة الكهربائية **Utility** عندما تتحرك عبر عرض الرسم التخطيطي (OLV) .

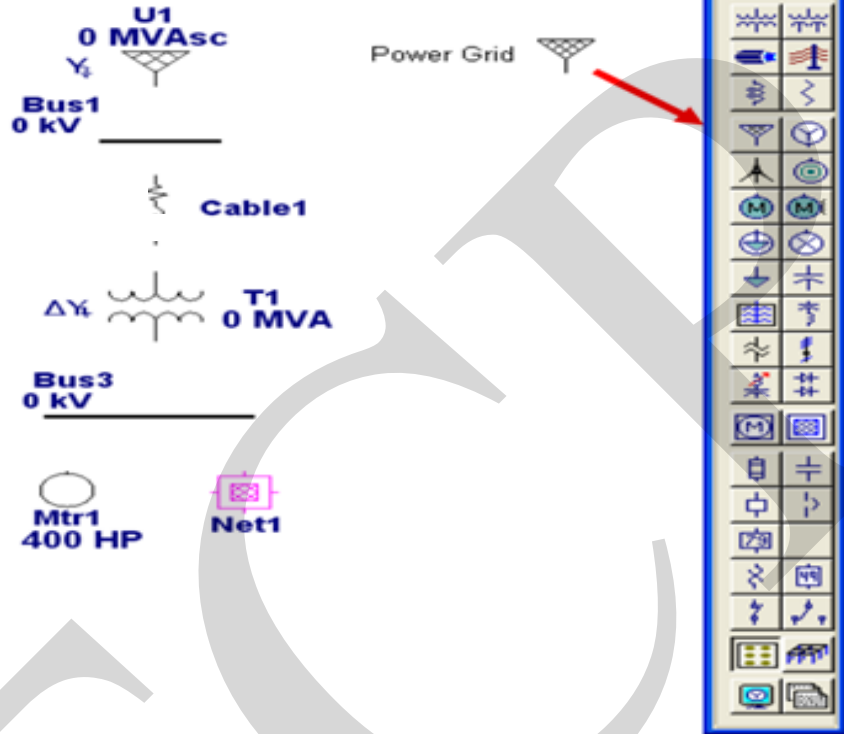
- انقر فوق أي مكان في المساحة المعروضة للرسم (OLV) لوضع أو إدراج عنصر الشبكة **Utility** من الرسم التخطيطي المفرد الخاص بك .

- باتباع نفس الإجراءات ، قم بإدراج باقي العناصر المكونة للرسم عنصر تلو الآخر حتى يظهر الرسم التخطيطي المفرد كاملا كما بالشكل التالي .

- يمكن أن تمتد قضبان التوزيع **Buses** بوضع مؤشر الماوس على أحد نهايتي الجزء المراد تمديده حتى يظهر شكل سهم مزدوج \longleftrightarrow ، ثم انقر واسحب إلى الطول المطلوب كما يلي :

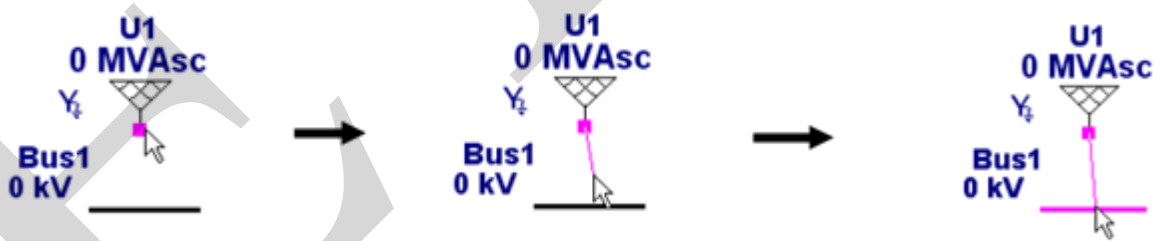


تنبيه : بالنقر مرتين متتاليتين على أي عنصر يمكنك تكرار إضافة هذا العنصر إلى الرسم أكثر من مرة ، وعند الانتهاء فقط اضغط على مفتاح Esc



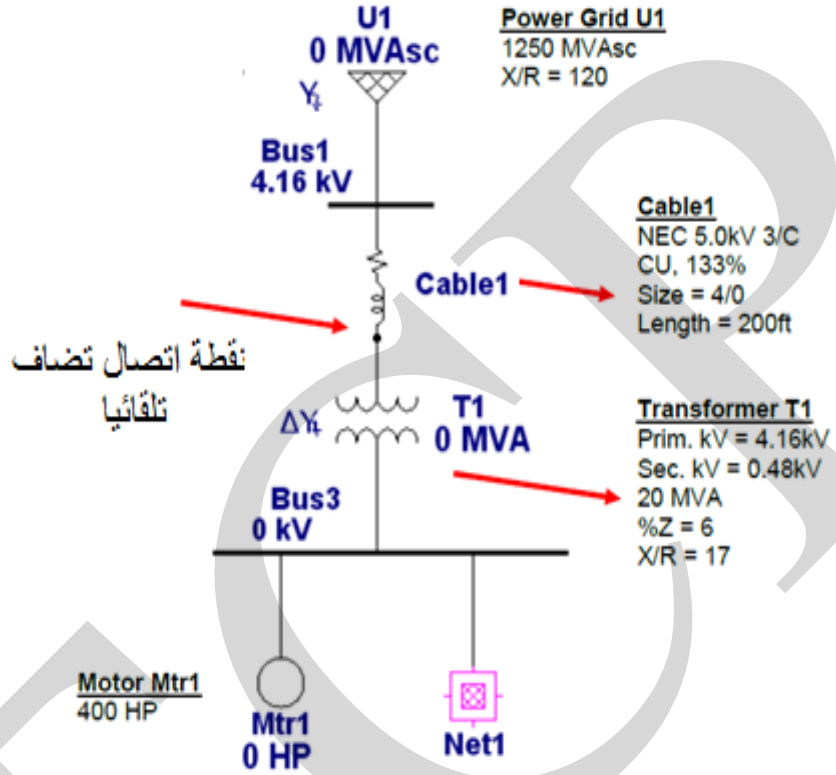
٤,١. التوصيل بين العناصر : Connecting elements

- الآن قم بتوصيل العناصر الموجودة في الرسم المفرد بوضع مؤشر الماوس فوق طرف الاتصال لعنصر ، وسوف يتحول إلى اللون الأحمر ، ثم انقر واسحب لتوصيله بطرف الاتصال لعنصر آخر كما بالشكل :



- اتبع هذا الإجراء لتوصيل جميع العناصر في الرسم المفرد .
- بالنسبة لقضبان التوزيع **Buses** فإن الرسم أو الرمز الكامل للعنصر يمثل نقطة توصيل .
- يتم إدراج أو إضافة نقطة اتصال **node** تلقائياً عند توصيل الكابل إلى المحول .

تنبيه : يمكنك تغيير حجم ووضع ورمز أي عنصر بالضغط على زر الماوس الأيمن أثناء الإشارة على العنصر واختيار النمط المطلوب تغييره



- أدخل القيم المناظرة للعناصر كما هو موضح بالرسم باستعمال مساعدات تحرير خواص العناصر مع ملاحظة كيف يتغير جهد قضبان التوزيع تلقائياً طبقاً للقيم المدخلة على جانبي الابتدائي والثانوي للمحول من خلال خواص هذا المحول .

١,٥ . إضافة عناصر إلى دائرة **Adding elements into a network** :

- تستخدم الدوائر المركبة الفرعية **Networks** على نطاق واسع في الرسومات التخطيطية المفردة حيث تشمل هذه الدوائر على عدة عناصر يتم التعامل معها كعنصر مجمع في الرسم التخطيطي العام للنظام الكهربائي قيد الدراسة ، ولإضافة عنصر إلى أحد هذه الدوائر الفرعية تتبع الخطوات التالية :

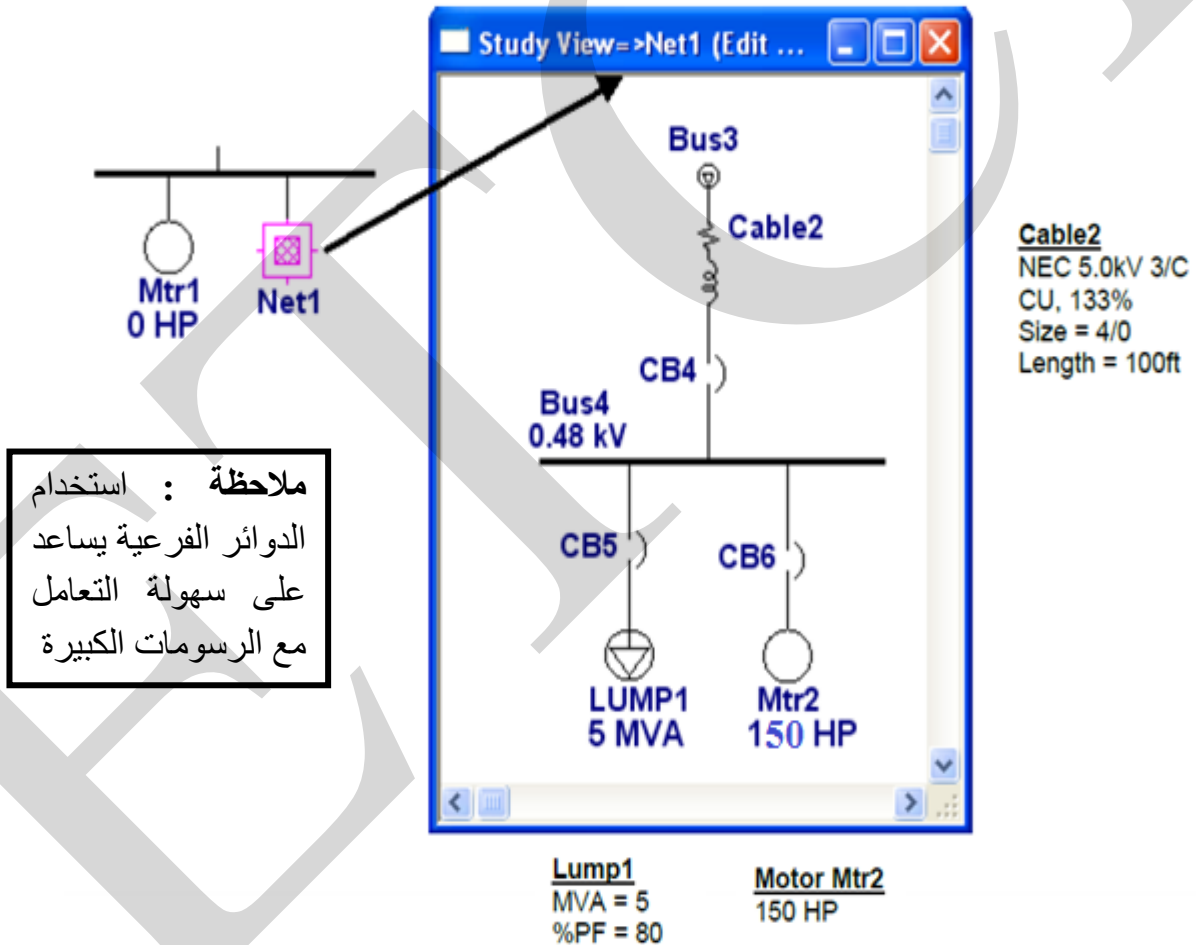
(١) افتح الدائرة المركبة الفرعية بالنقر مرتين على رمز الدائرة ، عندئذ سيتم عرض مكونات هذه الدائرة في شاشة عرض منفصلة ، كمثال : **OLV1=>Network1** .

٢) يمكنك تغيير اسم الدائرة بالنقر مرتين في أي مكان داخل شاشة العرض للدائرة ، أو بالإشارة إلى رمز الدائرة ثم النقر على الزر الأيمن للماوس واختيار أمر الخواص **Properties** .

٣) أضف العنصر أو العناصر المطلوب إضافتها إلى الدائرة الفرعية الحالية في شاشة العرض الخاصة بها ، ثم صل بين هذه العناصر كما سبق لنتشئ رسما تخطيطيا مفردا للدائرة الفرعية.

٤) لكي تمحو الآثار الغير مرغوبة في الرسم وجعله أكثر نظافة ووضوحا انقر على يمين الماوس واختر **Hide Unconnected Pins** .

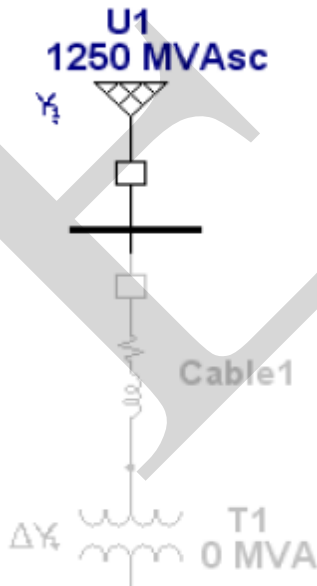
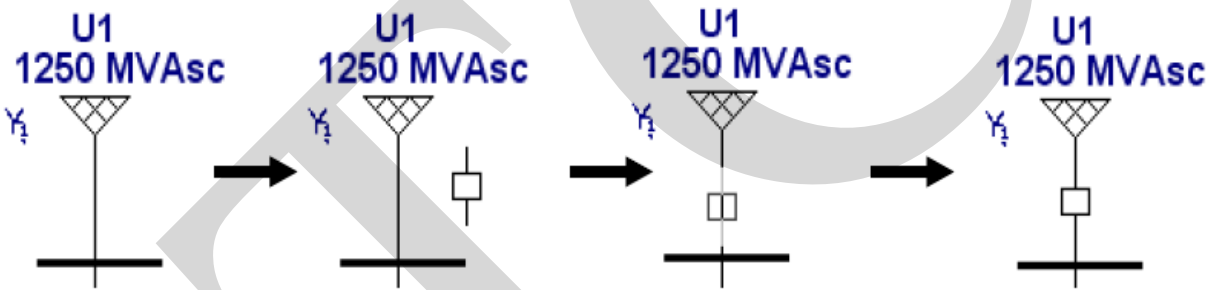
٥) لإغلاق شاشة عرض هذه الدائرة الفرعية انقر على مفتاح الإغلاق . 



١,٦. إضافة جهاز حماية (PD) إلى الرسم التخطيطي المفرد :

Adding a protective device (PD) to the one-line

- تأكد من أن هناك مساحة كافية بين العناصر التي ترغب في إضافة إضافة جهاز حماية إليها في الرسم التخطيطي الذي تتعامل معه حتى لا تتطلب هذه الإضافة منك حذف أي من الخطوط التي تربط بين العناصر، بدلاً من ذلك .
- قم بإدراج جهاز الحماية المطلوب إضافته إلى الخط الذي تريد حيث سيتم توصيل الجهاز تلقائياً إلى الخط الذي تم تحديده .
- اتبع هذا الإجراء لإضافة أجهزة الحماية المتبقية كما هو موضح في الرسم التخطيطي النهائي التالي .



- للتحقق من تغذية أي عنصر من عناصر النظام الممثل بالرسم التخطيطي الذي تم إنشاؤه ، انقر على أيقونة **continuity** الموجودة في شريط أدوات المشروع حيث ستظهر جميع عناصر النظام التي لم يتم تغذيتها بالقدرة بلون رصاصي فاتح أو باهت .

- على سبيل المثال مع اختبار التغذية عند فتح CB4 في الشكل المبين إلى اليمين ، نجد أن جميع العناصر

التي تلي القاطع CB4 في اتجاه التغذية تظهر باللون
الرصاصي الباهت .

- من المثال السابق يمكن إنشاء رسم تخطيطي مفرد لأي نظام قوى كهربائي في برنامج ETAP بسرعة وسهولة وذلك بالاستفادة الكاملة من جميع الأدوات القوية التي يتيحها البرنامج ، وبمجرد الانتهاء من الرسم وإدخال بيانات العناصر يمكنك إجراء أي من الدراسات التي يوفرها البرنامج على النظام واستخراج النتائج على شكل تقارير نصية مجدولة أو على شكل منحنيات توضح أداء النظام تحت الدراسة المختارة .

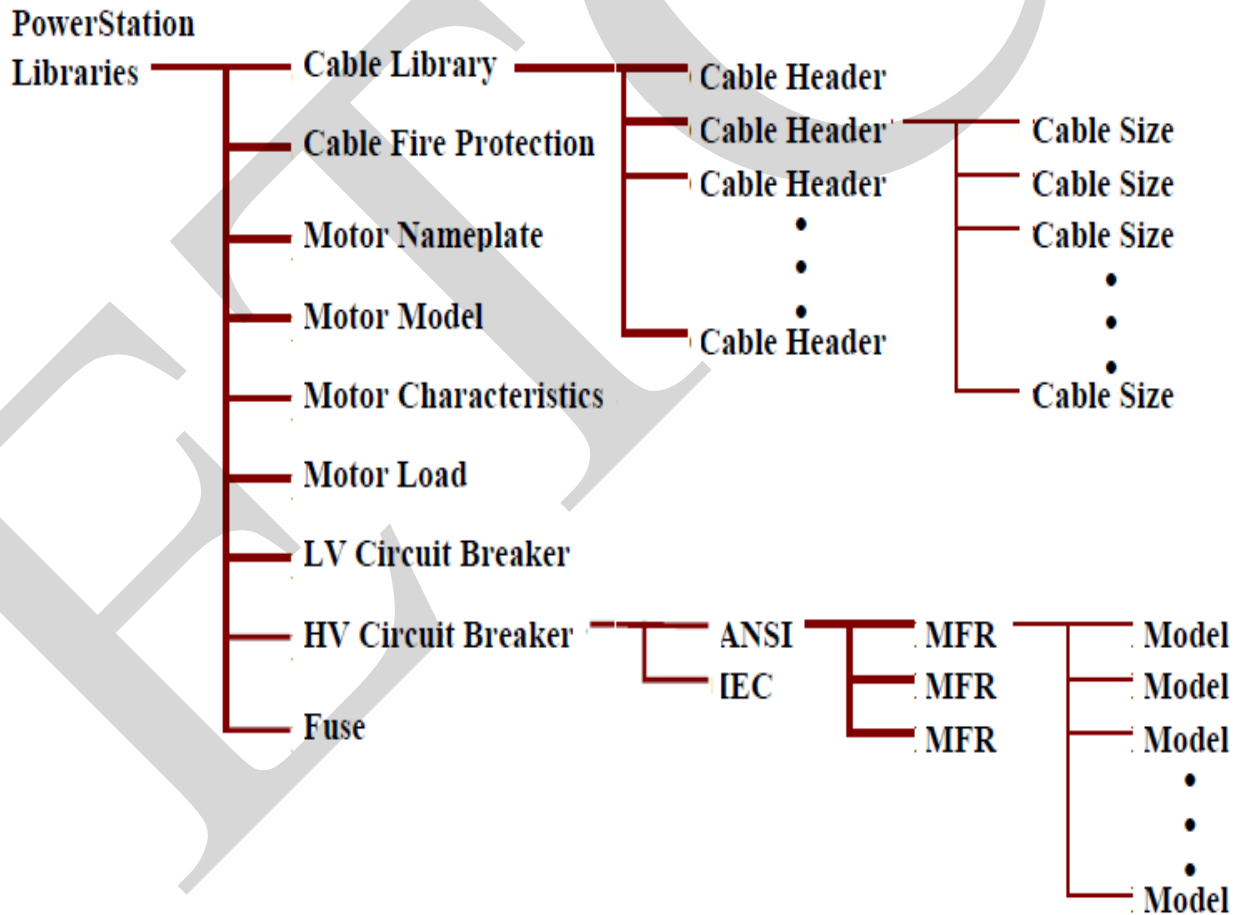
(2)

تحرير خصائص العناصر

Editing Element Properties

والغرض من هذا الفصل هو إظهار أساسيات تحرير الخصائص لمجموعة من أهم عناصر نظم القوى الكهربائية وهي : المولدات التزامنية - المحركات الكهربائية - الكابلات الكهربائية - المحولات الكهربائية - والأحمال الكهربائية المجمع باستخدام برنامج تحليل نظم القوى الكهربائية ETAP Power Station مع بيان كيفية استخدام محرر الخصائص وقواعد البيانات في البرنامج .

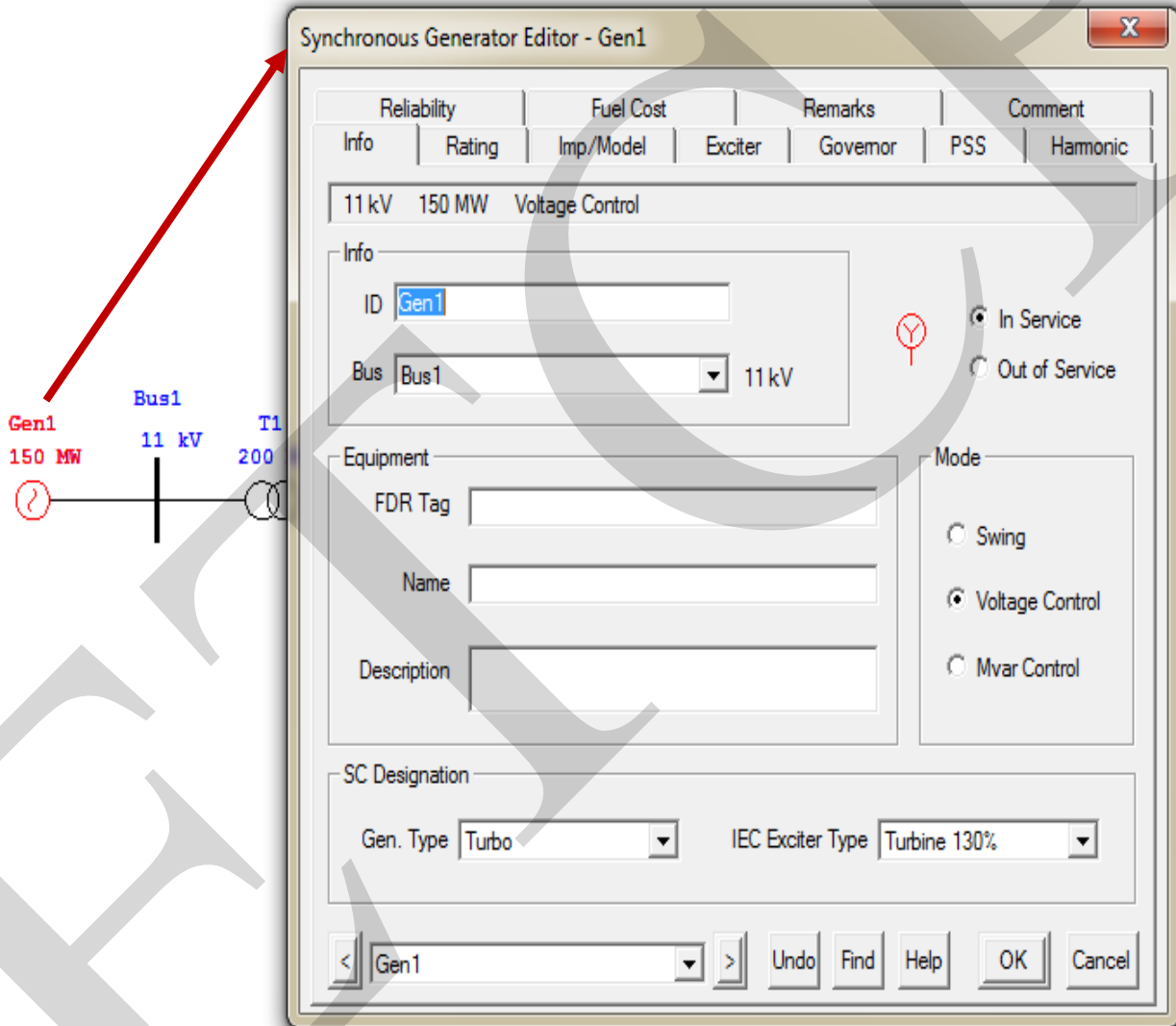
الشكل التالي يوضح كيفية ترتيب بيانات العناصر في قواعد البيانات الخاصة بمكتبة البرنامج :



ترتيب بيانات العناصر في قواعد بيانات مكتبة البرنامج

٢,١ . خصائص المولدات الكهربائية : Generator Properties

- افتح المحرر للمولدات بالنقر المزدوج على رمز المولد على الرسم التخطيطي للنظام قيد الدراسة أو النقر على زر الماوس الأيمن فوق العنصر واختيار أمر خصائص **Properties** ، عندئذ سيتم فتح محرر بيانات الخصائص الخاصة بالمولدات كما هو موضح بالشكل التالي :



- عند فتح المحرر، يتم نقلك إلى صفحة المعلومات الخاصة بالمولد حيث يمكنك تحديد وضع المولد بحيث يكون في الخدمة أو خارج من الخدمة ، مع تحرير اسم ورمز المولد وقضيب الوزيع المرتبط به ، ثم القيام بإدخال بيانات ومعلومات المولد .

- انقر فوق علامة **Rating** للذهاب إلى صفحة القيم المقننة للمولد حيث يمكن إدخال هذه القيم المقننة للمولد متضمنة جهد المولد وكذلك القدرة المتولدة من هذا المولد MVA ، معامل القدرة P.F ، الكفاءة وغيرها على حسب المربع الحواري التالي :

The screenshot shows the 'Synchronous Generator Editor - Gen1' dialog box. The 'Rating' tab is active, displaying the following fields and values:

| Unit | Value |
|--------|-------|
| MW | 0 |
| kV | 0 |
| % PF | 85 |
| MVA | 0 |
| % Eff. | 95 |
| Poles | 4 |
| FLA | 0 |
| RPM | 1800 |

The 'Design Setting' section includes:

| Field | Value |
|-----------------|-------|
| % V (Rated kV) | 100 |
| % V (Bus kVnom) | |
| MW | 0 |

The 'Operating' section includes:

| Field | Value |
|--------|-------|
| % V | 0 |
| Vangle | 0 |
| MW | 0 |
| Mvar | 0 |

The 'var Limits' section includes:

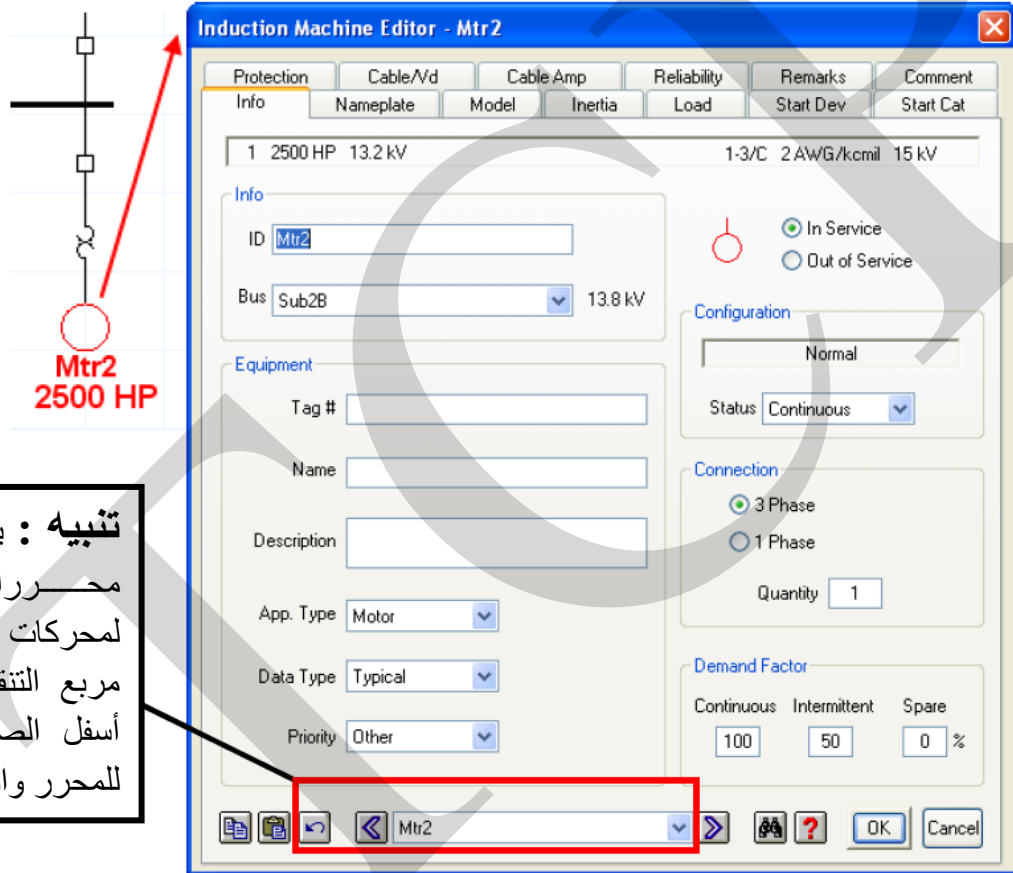
| Field | Value |
|--------|-------|
| Max. Q | 0 |
| Min. Q | 0 |

The dialog box has a title bar 'Synchronous Generator Editor - Gen1' and buttons for Undo, Find, Help, OK, and Cancel.

- وبمجرد الانتهاء من إجراء التغييرات والتعديلات في محرر خصائص المولد ، انقر فوق **OK** لإنهاء المحرر وحفظ التغييرات .

٢,٢ . خصائص المحركات الكهربائية : Motor Properties

- افتح المحرر للعنصر **Mtr2** بالنقر المزدوج على رمز العنصر أو النقر على زر الماوس الأيمن فوق العنصر واختيار أمر خصائص **Properties** ، عندئذ سيتم فتح محرر بيانات الخصائص الخاصة بالمحرك **Mtr** كما هو موضح أدناه :



تنبيه : يمكنك التنقل بين محررات الخصائص لمحركات أخرى باستخدام مربع التنقل الموجود في أسفل الصندوق الحواري للمحرر والمشار إليه.

- عند فتح المحرر، يتم نقلك إلى صفحة المعلومات الخاصة بالمحرك حيث يمكنك وضع المحرك في الخدمة أو الخروج من الخدمة ، مع تحرير اسم ورمز المحرك وقضيب الوزيع المرتبط به ، ثم قم بإدخال معلومات المحرك .
- انقر فوق علامة **Nameplate** للذهاب إلى صفحة لوحة بيانات المحرك حيث يمكنك إدخال القيم المقننة للمحرك بوحدات الحصان الميكانيكي **HP** أو الكيلوواط **KW** ، كما هو موضح بالشكل التالي قوة حصان. لتغيير الوحدات كيلووات، انقر فوق الزر **HP** .

تنبيه : يمكنك تغيير اسم ونوعية التحميل باتباع الأوامر التالية :

Project

Settings

Loading Categories

- كما هو موضح في الشكل السابق يوجد مقطع يسمى **Loading** حيث يمكن تحديد النسبة المئوية لحمل المحرك في الدراسة قيد البحث.
- وبمجرد الانتهاء من إجراء التغييرات والتعديلات في محرر خصائص المحرك Mtr ، انقر فوق **OK** لإنهاء المحرر وحفظ التغييرات .

٢,٣ . خصائص الكابلات الكهربائية : Cable Properties

- عند فتح محرر خواص الكابلات للكابل Cable على سبيل المثال كما هو موضح بالشكل التالي ، يتم الانتقال إلى صفحة معلومات الكابل حيث يمكن تحرير أو تحديد الاسم المعرف للكابل وقضبان التوزيع المتصلة به ، إضافة إلى معلومات الكابل الخاصة وطوله ، كما يمكن أيضا وضع الكابل في الخدمة أو خارج الخدمة من خلال هذه الصفحة .

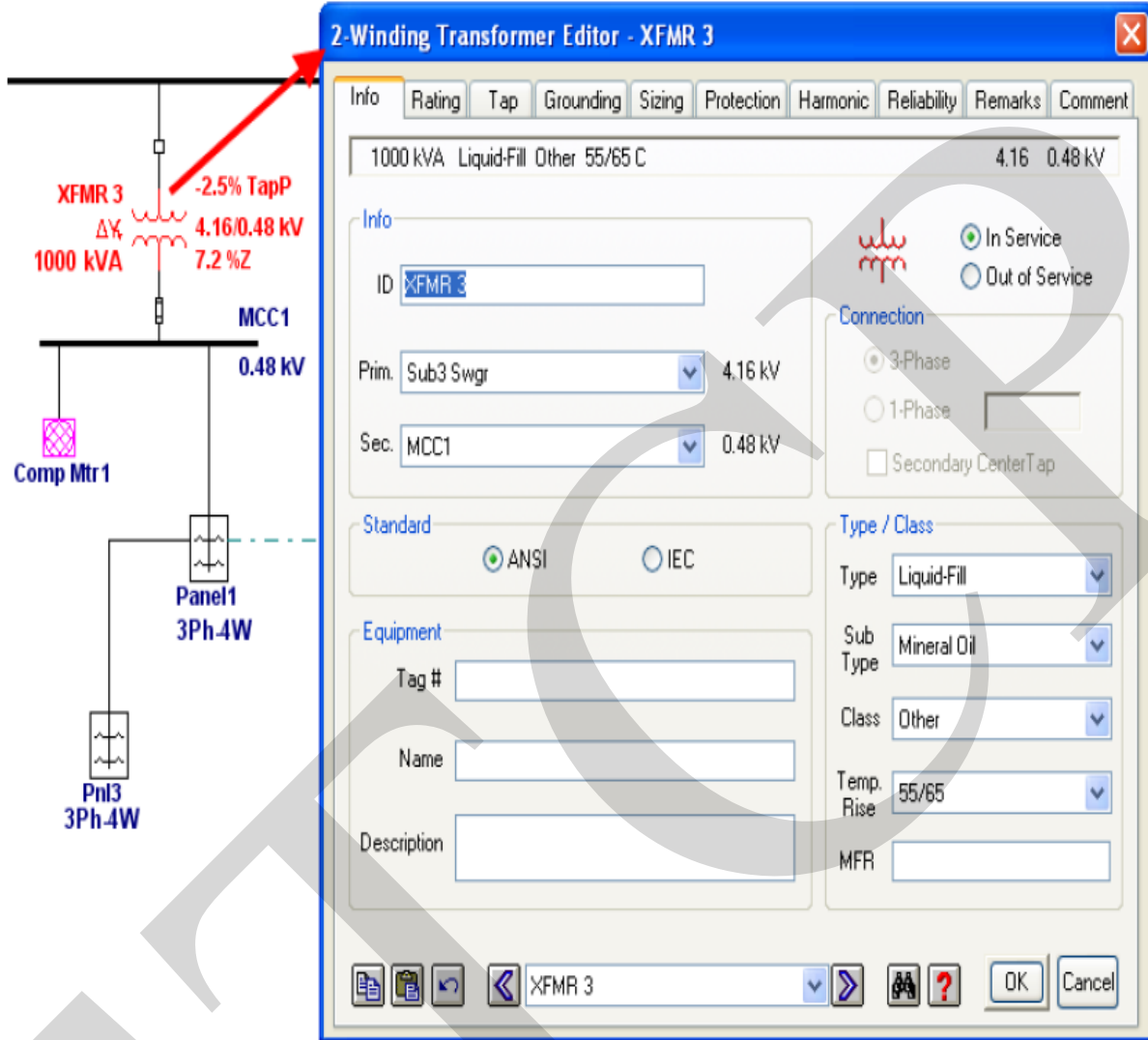
تنبيه : يحتاج إجراء دراسة توزيع الأحمال وكذلك Load Flow دراسة القصر الكهربائي Short Circuit إلى تحديد قيمة معاوقة الكابل في صفحة المعاوقة .

- يمكن الإستعانة بمعلومات الكابلات المخزنة بمكتبة البرنامج كبديل عن إدخال خصائص الكابل في المحرر يدويا وتعبئة المعلومات المطلوبة تلقائيا ، حيث يمكن إتمام ذلك بالنقر على الزر الخاص بالمكتبة **Library**

، سيتم فتح محرر جديد يسمى **Library Quick Pick** ، عندئذ إختار Cable حيث يمكنك تحديد الكابل الذي تريد استخدامه ، وبمجرد تحديد الكابل وخصائصه انقر فوق **OK** لإغلاق محرر المكتبة ونقل خصائص الكبل إلى المحرر.

٢,٤. خصائص المحولات Transformer Properties :

- إفتح محرر خصائص المحولات للمحول T2 على سبيل المثال ، ثم انتقل إلى صفحة القيم المقننة للمحول حيث يمكن إدخال القيم التالية :
 ١. جهد كل من جانبي الإبتائي والثانوي KV1 & KV2 .
 ٢. القدرة المقننة للمحول مقدره بـ K.V.A أو على الصفحة تقييم يمكنك إدخال قيمة kV الثانوية وتقييم لفيفة الأولية في كيلو فولت أمبير أو MVA .
 ٣. الحد الأقصى لقدرة المحول Maximum transformer rating .
 ٤. معاوقة المحول أو القيم النموذجية per unit values للمحول .



٢,٥ . خصائص الأحمال المجمعة **Lumped Load Properties** :

- افتح محرر الخصائص للأحمال المجمعة ، على سبيل المثال الحمل LUMP2 .
- إنتقل إلى صفحة لوحة بيانات القيم المقننة للعنصر **Nameplate** ، حيث تحتوي هذه الصفحة على مجموعة من الحقول تعتمد على نوع النموذج الممثل لهذا العنصر Model Type .
- عند تعيين نموذج الحمل بـ "**Conventional**" تظهر صفحة البيانات كما بالشكل التالي ، حيث تحتوي هذه الصفحة على القدرة المقننة للحمل MVA أو MW ، ونسبة التحميل لأنواع الأحمال المختلفة كما بالشكل .

Lumped Load Editor - LUMP6

Info Nameplate Short-Circuit Dyn Model Reliability Remarks Comment

0.5 MVA 4.16 kV (60% Motor 40% Static)

Model Type
 Conventional Rated kV 4.16

Ratings
 MVA MW Mvar % PF Amp
 0.5 0.425 0.263 85 69.39

Load Type
 Constant kVA
 0 60 % 100
 Constant Z
 100 40 % 0

| Motor Load | | | Static Load | | | |
|------------------|-----------|-------|-------------|-------|-------|--|
| Loading Category | % Loading | MW | Mvar | MW | Mvar | |
| 1 Design | 100 | 0.255 | 0.158 | 0.17 | 0.105 | |
| 2 Brake | 100 | 0.255 | 0.158 | 0.17 | 0.105 | |
| 3 Full Load | 90 | 0.23 | 0.142 | 0.153 | 0.095 | |
| 4 Summer Load | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5 Winter Load | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 Start Up | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7 Emergency | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 8 Shutdown | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Operating 0.23 0.142 0.147 0.091 MW +j Mvar

LUMP6

Bus9
4.16 kV
LUMP6
0.5 MVA

تنبيه : يمكن ضبط كمية الحمل الساكن وكذلك الحمل الديناميكي الممثل بالمحركات عن طريق الجزء المتحرك تحت جزء Load Type .

(3)

دراسة توزيع الأحمال Load Flow Analysis

تعتبر دراسة توزيع أو تدفق الأحمال من أهم الدراسات التي تجرى على أنظمة القوى الكهربائية حيث تستخدم نتائج هذه في تحديد أفضل حالات تشغيل النظام إلى جانب التخطيط للتوسعات المستقبلية في النظام ، بل ربما تكون هي الأكثر شيوعاً في جميع حسابات النظم والشبكات الكهربائية حيث تظهر وتوضح أداء الشبكة في ظروف التشغيل العادية.

وعادة تجرى هذه الدراسة للتحقق من حساب قيم الجهد الكهربائي وزاوية الوجه عند قضبان التوزيع إلى جانب حساب تدفقات القدرة الفعالة والقدرة الغير فعالة المتولدة والمستهلكة في عناصر الشبكة أو النظام ، كما أن نتائج هذه الدراسة تحتل أهمية كبرى في دراسات الإستقرار والإتزان وتحديد أفضل تشغيل إقتصادي للنظم والشبكات القائمة ، إضافة إلى ذلك تكون هذه الدراسات قيمة جداً في وضع واختيار أجهزة الحماية المناسبة لضمان التشغيل الآمن لهذه الأنظمة .

ولإجراء هذه الدراسة يجب أن تتوفر بيانات كاملة عن النظام قيد الدراسة ، مثل الرسم التخطيطي للنظام ، بيانات المحولات وخطوط النقل ، البيانات المقننة لكل عناصر النظام وكذلك قيم القدرة الفعالة والغير فعالة لكل حمل من أحمال الشبكة أو النظام .

ويتلخص حل مشكلة توزيع أو تدفق الأحمال في الخطوات التالية :

يوجد لدينا أو يعطى لنا :

- الرسم التخطيطي للنظام .
- معاوقة كل خط من خطوط النقل في النظام .
- مقدار الحمل الكهربائي عند قضبان التحميل $S = P + jQ$.
- القدرة المأخوذة من كل مولد وكذلك الجهد المتولد على أطرافه P, V .

المطلوب أن نحسب أو نعرف ما يلي :

- القدرة الخارجة من كل مولد (S) .
- الجهد الكهربائي عند قضبان التوزيع قيمة واتجاهها $V = V \angle \theta$.
- مقدار تدفق القدرة المنقولة على كل خط من خطوط النقل P_{flow} .

تصنيف قضبان التوزيع : Bus Classification

توصف قضبان التوزيع في أنظمة القوى الكهربائية بأربعة متغيرات هي :

- قيمة الجهد الكهربى Voltage Magnitude .
- زاوية الجهد الكهربى Voltage Angle .
- القدرة الفعالة (P) Active Power .
- القدرة الغير فعالة (Q) Reactive Power .

وعادة أثناء تشغيل النظم يكون معلوما لدى مشغلي النظام متغيرين من هذه المتغيرات الأربع بينما يكون الأخران مجهولين ومطلوب حسابهما ، وعموما يمكن تصنيف قضبان التوزيع على النحو التالي :

١. القضيبي الأساسى أو المرجعى Slack or Swing Bus :

ويكون هذا النوع هو المرجع ويجب أن يكون متصلاً بالمولد ذات القدرة الأعلى نسبياً بين مولدات النظام الأخرى كما أنه أثناء الحسابات يكون جهده محدداً ويظل ثابتاً في القيمة والاتجاه ، وإضافة إلى ذلك يكون هذا القضيبي مسئولاً عن تعويض المفايد في النظام إلى جانب تغذية النظام بقيمة القدرة المحددة له وفقاً للتشغيل الإقتصادى للنظام .

٢. قضيبي التوليد أو ذو الجهد المحكوم Generator or Voltage Controlled Bus :

ويكون هذا النوع ذو جهد ثابت أثناء الحسابات كما تظل القدرة المغذاه منه إلى النظام ثابتة وفقاً للتشغيل الإقتصادى للنظام ، وغالباً ما يكون متصلاً بأحد المولدات حيث يمكن التحكم في جهده عن طريق دائرة التغذية excitation بينما يتم التحكم في القدرة عن طريق المحرك الميكانيكى لهذا المولد Primemover ، وفي بعض الأحيان يكون متصلاً بجهاز تحكم في القدرة الغير فعالة حيث يمكن التحكم في الجهد عن طريق قيمة VAR المحقونة إليه .

٣. قضيبي التحميل Load Bus :

ويكون هذا النوع غير متصل بأي مولد حيث لا يمكن التحكم في جهده أو القدرة المأخوذة منه ، بينما يقوم الحمل المتصل به بتغيير قيم كل من القدرة الفعالة والغير فعالة بطريقة عشوائية ، ولحل مشكلة

تدفق الأحمال يجب أن تفرض قيم كل من P, Q عند هذا النوع من قضبان التوزيع على حسب الحمل المتصل به .

عند إجراء دراسة توزيع أو تدفق الأحمال تستخدم إحدى طريقتين رياضيتين في صياغة الحل الرياضي والحسابات لهذه الدراسة وهما :

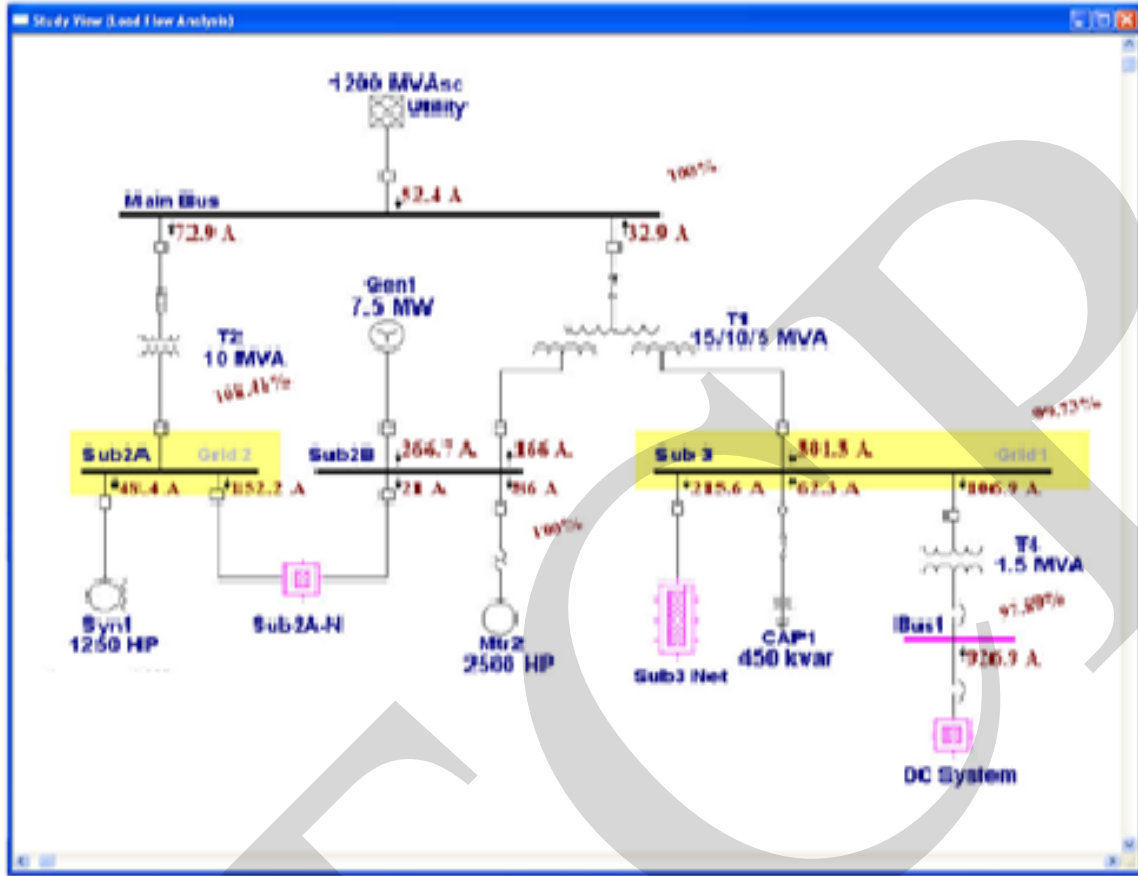
١. طريقة جاوس Gauss-Seidel Method .

٢. طريقة نيوتن Newton-Raphson Method .

وتعتبر كل من هاتين الطريقتين من الطرق العددية التكرارية في الحل والتي تستخدم نموذج رياضي للنظام يتم صياغته بناء على تركيب النظام الموضح بالرسم التخطيطي له .

ويعتمد برنامج تحليل نظم القوى **ETAP Power Station** على هاتين الطريقتين في حل وإجراء هذه الدراسة من خلال أحد مكوناته التي تساعد في إجراء الحسابات المطولة اللازمة لإجراء الدراسات المختلفة على أنظمة القوى الكهربائية .

والغرض من هذا الفصل هو تقديم شرح واف مختصر لكيفية إجراء دراسة توزيع الأحمال على عناصر نظام قوى كهربائي باستخدام وحدة دراسة تدفق التحميل **Load Flow Analysis module** ، وتوفير الإرشادات حول كيفية تشغيل هذه الدراسة ، علاوة على ذلك سوف يتم تقديم بعض الأمثلة لتوضيح كيفية تنظيم جهد قضبان التوزيع مع تحليل نتائج الدراسة حيث يتم عرض النتائج كما بالشكل التالي بعد الانتهاء من كافة الحسابات .

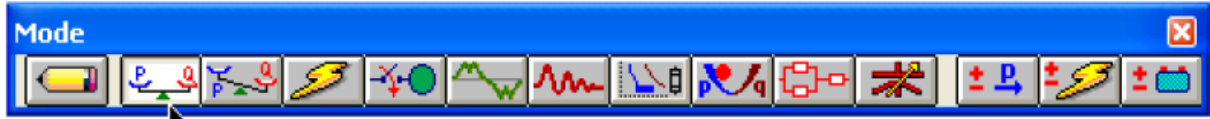


مثال لعرض نتائج توزيع الحمل المحسوبة بنظام ANSI

٣,٢. خطوات تشغيل دراسة توزيع الأحمال :

Running Load Flow Analysis

- عند الدخول على وضع دراسة توزيع الأحمال **Load Flow Analysis** وذلك بالنقر على الزر الخاص بذلك في شريط تحديد الوضع **Mode toolbar** بعد الانتهاء من الرسم التخطيطي للنظام وإدخال كافة البيانات التي تصف عناصره المختلفة ، سيظهر شريط المساعدات لهذه الدراسة كما بالشكل التالي :



Load Flow Analysis

Run Load Flow Study تشغيل دراسة توزيع الأحمال

Load Flow Macro برمجة توزيع الأحمال

Display Options خيارات العرض

Alert View إظهار التنبيهات

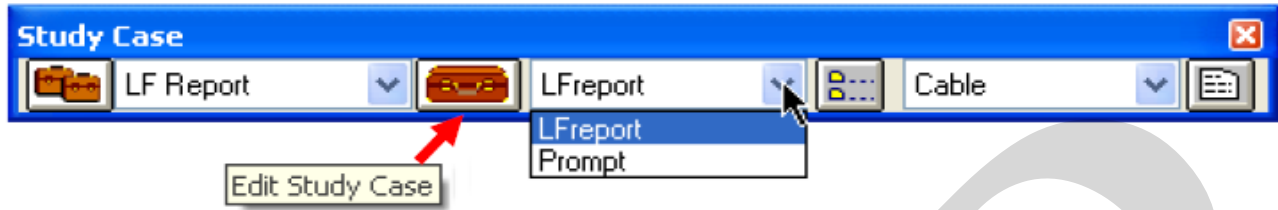
Report Manager إدارة التقارير

Load Flow Result Analyzer تحليل نتائج توزيع الأحمال

Load Analyzer تحليل الأحمال



- إضافة إلى ما سبق يتم إنشاء تقرير لنتائج هذه الدراسة كما يمكن حفظ هذه النتائج بأحد طريقتين هما:
 - ✓ من شريط الأدوات يمكن تحديد اسم تقرير نتائج موجود من قبل للكتابة فيه وحفظ النتائج الجديدة بدلا من النتائج الموجودة به من قبل .
 - ✓ إختيار الأمر **Prompt** لاختيار اسم تقرير جديد لحفظ النتائج به وذلك قبل بدء تشغيل دراسة تدفق الأحمال كما هو موضح بالشكل التالي :



- يمكن تخصيص خيارات الدراسة للنظام بتغيير الخيارات في محرر **Study Case editor** ، على سبيل المثال : يمكن تحديد الطريقة الرياضية المستخدمة ، العدد الأقصى للتكرارات ، والدقة ، فئات التحميل والتوليد كل على حدة ، تطبيق عوامل التنوع التحميل ، تحديد التعديلات للعناصر المختلفة مثل المحولات أو الملفات المفاعلة أو الكابلات أو خطوط النقل ، ... وغير ذلك كما يظهر في الشكل التالي :

Load Flow Study Case

Info | Alert

Study Case ID:

Method:

Newton-Raphson Max. Iteration:

Fast-decoupled Precision:

Accelerated Gauss-Seidel

Apply XFMR Phase-Shift

Loading: Loading Category: Operating Load

Charger Loading:

Loading Category

Operating Load

Load Diversity Factor:

None Bus Minimum Bus Maximum

Global

Initial Condition:

Use Bus Voltages

Use Fixed Value

Report:

Equipment Cable Losses and Vd

Bus Voltage: Percent KV

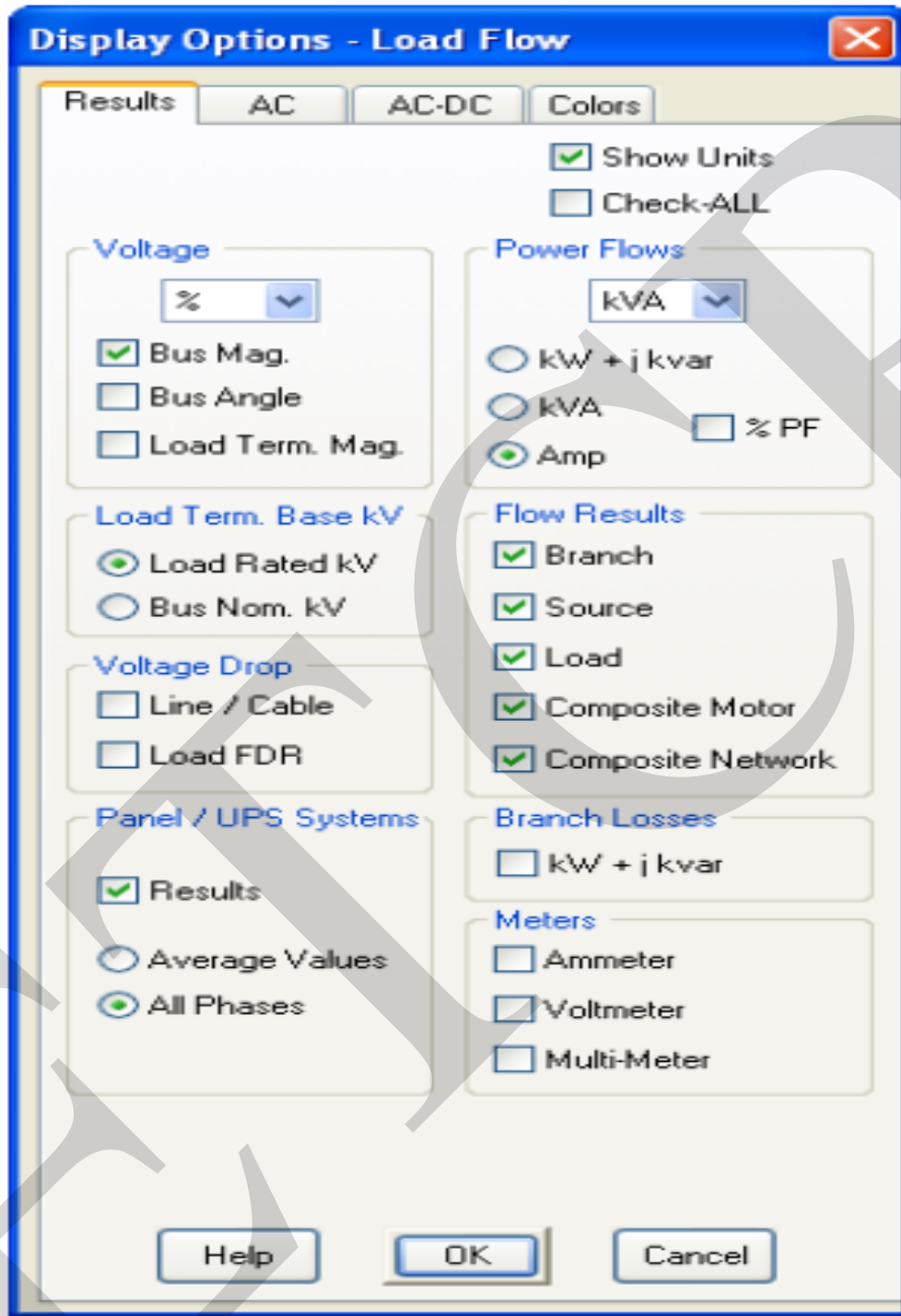
Update:

Initial Bus Voltages Operating Load & V

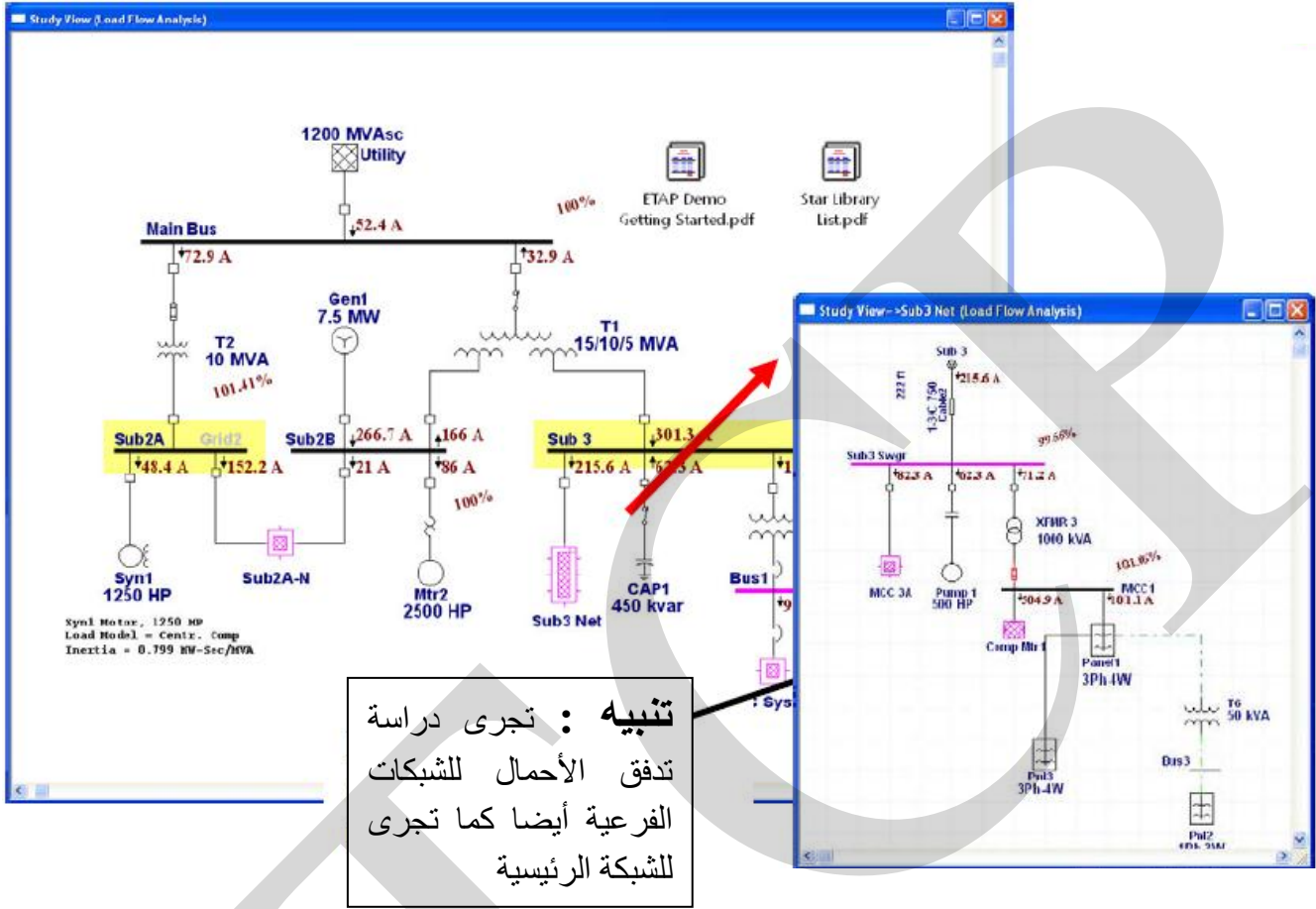
Inverter Operating Load Transformer LTCs

Remarks 2nd line:

- يتم عرض نتائج الدراسة على الرسم التخطيطي للنظام ، وللتحكم في كيفية إظهار هذه النتائج على الرسم انقر زر **Display options** ليظهر لك الصندوق الحواري الموضح بالشكل التالي :



- لتشغيل دراسة تدفق الأحمال ، انقر فوق الزر **Run Load Flow** الموجود في شريط المساعدات **Load Flow toolbar** ، بعد التشغيل سيتم عرض النتائج على الرسم التخطيطي للنظام كما هو موضح بالشكل التالي :



٣,٣. البيانات المطلوبة لإجراء الدراسة Required Data :

أ- بيانات قضبان التوزيع Bus data :

- Nominal KV •
- % V and angle •
- Load diversity factor •

ب- بيانات الأفرع Branch data :

- Branch Z, R, X, or X/R values and units, tolerance •
- Cable and transmission line, length, and unit •
- Transformer rated KV and KVA/MVA, tap, and LTC settings •

ت- بيانات قدرة الشبكة Power grid data :

- Operating mode (Swing, Voltage Control, or MVAR Control) •
- Nominal KV •
- % V and angle for swing mode •

- %V, MW loading, and MVAR limits (Qmax & Qmin) for voltage control
- MW and MVAR loading for MVAR control mode

ث- بيانات المولدات التزامنية Synchronous generator data :

- Operating mode (Swing, Voltage Control or MVAR Control)
- Rated KV
- %V and angle for swing mode of operation
- %V, MW loading, and MVAR limits (Qmax & Qmin) for Voltage Control

ج- بيانات عاكس التيار Inverter data :

- Inverter ID
- DC and AC rating data
- AC output voltage regulating data

ح- بيانات المحركات التزامنية Synchronous motor data :

- Rated KW/hp and KV
- Power factors and efficiencies at 100%, 75%, and 50% loadings
- Loading category ID and % loading
- Equipment cable data

خ- بيانات المحركات الحثية Induction motor data :

- Rated KW/hp and KV
- Power factors and efficiencies at 100%, 75%, and 50% loadings
- Loading category ID and % loading
- Equipment cable data

د- بيانات الأحمال الاستاتيكية Static load data :

- Static Load ID
- Rated KVA/MVA and KV
- Power factor
- Loading category ID and % loading
- Equipment cable data

ذ- بيانات الأحمال المجمعة Lumped load data :

- Load ID
- Rated KV, MVA, power factor, and % motor load
- Loading category ID and % loading

ر- بيانات مكثفات التعويض **Capacitor data** :

- Capacitor ID
- Rated KV, KVAR/bank, and number of banks
- Loading category ID and % loading
- Equipment cable data

ز- بيانات وحدات التغذية والشحن **UPS & charger data** :

- Element ID
- Rated AC KV, MVA, and power factor, as well as DC rating data
- Loading category ID and % loading

س- البيانات الأخرى **Other data** :

- Method (Newton-Raphson, Fast-decoupled, or Accelerated Gauss-Seidel)
- Max Iteration
- Precision
- Acceleration factor
- Loading category
- Initial condition
- Report format

• لعرض أي من مشاكل التحميل الزائد ، انقر فوق الزر **Alert View** الموجود في شريط الأدوات **Load Flow toolbar** وسوف يؤدي ذلك إلى فتح إطار يحتوي على قائمة بالمعدات ذات المقنن الصغير والمعرضة لحالات التحميل الزائد .

• تقدم تقارير النتائج طريقة أكثر تفصيلاً لعرض وتمثيل النتائج ، انقر على **Report Manager** الموجود في شريط أدوات **Load Flow toolbar** ، وانتقل إلى صفحة النتيجة **Result page** وحدد تقرير تدفق التحميل **Load Flow Report** والذي يمكن عرضه بأكثر من تنسيق أو نمط على حسب الاختيار كما يلي :

Load Flow Analysis Alert View - Output Report: LFreport

Study Case: LF 100A Data Revision: Base
 Configuration: Normal Date: 09-16-2004

| Critical | | | | | | |
|-----------|-------------|---------|------------|---------|------------|-----------|
| Device... | Type | Rating | Calcula... | % Value | Condition | Phase ... |
| CB31 | LV CB | 800 Amp | 926.392 | 115.8 | OverLoad | 3-Phase |
| CB32 | LV CB | 175 Amp | 306.42 | 175.1 | OverLoad | 3-Phase |
| Fuse3 | Fuse | 390 Amp | 1239.913 | 317.9 | OverLoad | 3-Phase |
| Gen1 | Generator | 0 Mvar | 0 | | UnderEx... | 3-Phase |
| XFMR 3 | Transfor... | 1 MVA | 1.028 | 102.8 | OverLoad | 3-Phase |

| Marginal | | | | | | |
|-----------|------|---------|------------|---------|-----------|-----------|
| Device... | Type | Rating | Calcula... | % Value | Condition | Phase ... |
| Bus1 | Bus | 0.48 kV | 0.47 | 97.9 | UnderV... | 3-Phase |
| Bus2 | Bus | 0.48 kV | 0.465 | 96.8 | UnderV... | 3-Phase |
| Fuse2 | Fuse | 125 Amp | 119.932 | 95.9 | OverLoad | 3-Phase |
| Sub3 Swgr | Bus | 225 Amp | 208.301 | 92.6 | OverLoad | 3-Phase |

report.

Load Flow Report Manager

Complete Input Result Summary

Load Flow Report
 Panel Report
 UPS Report

Viewer
 PDF
 MS Word
 Rich Text Format
 MS Excel
 Set As Default

Output Report Name
 LFreport

Path
 C:\NETAP 555 Demo\Example\ANSI

Help OK Cancel

ETAP Report - LFreport / Load Flow Report

Project: Example ETAP Page: 1
 Location: Irvine, California 5.5.00 Date: 11-10-2006
 Contract: OTS12345678 SR: ETAP-OTI
 Engineer: Operation Technology, Inc. Study Case: LF 100A Revision: Base
 Username: EXAMPLE Config: Normal

This info is printed on every output report, let remark line. (120 characters)
 second line of remarks for "LF100A" study case

LOAD FLOW REPORT

| Bus | | Voltage | | Generation | | Load | | Lead Flw | | SFMR | | | |
|----------|--------|---------|------|------------|-------|-------|--------|------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| ID | LV | % Mag. | Ang. | MW | Mvar | HW | Mvar | ID | MW | Mvar | Amp | % DF | % Tap |
| Bus1 | 0.480 | 97.891 | -1.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | Bus2 | 0.554 | 0.373 | 926.9 | 95.7 | |
| | | | | | | | | Sub 3 | -0.034 | -1.375 | 926.9 | 95.7 | |
| Bus2 | 0.480 | 96.975 | -2.0 | 0 | 0 | 0.043 | 0.370 | Bus1 | -0.047 | -1.370 | 926.9 | 95.6 | |
| L1 Bus | 0.480 | 97.976 | -5.0 | 0 | 0 | 0.554 | 0.174 | Sub3 Swgr | -0.534 | -1.374 | 712.9 | 95.4 | |
| *Sub Bus | 34.200 | 100.000 | 0.0 | 1.208 | 2.226 | 0 | 0 | Sub2A | 4.065 | 1.571 | 72.9 | 93.3 | -2.00 |
| | | | | | | | | Sub2B | -1.856 | 0.046 | 50.9 | 94.4 | |
| | | | | | | | | Sub 3 | | | | | |
| MCC2 | 0.480 | 101.063 | -2.5 | 0 | 0 | 0.487 | 0.137 | Sub3 Swgr | -0.487 | -1.337 | 601.9 | 95.3 | |
| Sub2A | 13.800 | 101.414 | -1.5 | 0 | 0 | 0.091 | -0.616 | Main Bus | -4.059 | -1.444 | 179.8 | 94.2 | |
| | | | | | | | | Sub23 | 3.062 | 3.051 | 152.3 | 93.0 | |
| *Sub2B | 13.800 | 100.000 | 1.1 | 1.300 | 0.071 | 1.001 | 0.703 | Sub23 | 0.424 | 0.206 | 21.0 | 94.7 | |
| | | | | | | | | Sub 3 | 3.968 | -1.059 | 166.0 | 100.0 | |
| | | | | | | | | Sub Bus | | | | | |
| Sub 3 | 4.760 | 99.551 | -0.4 | 0 | 0 | 0.001 | -0.440 | Sub 3 Swgr | 1.431 | 0.541 | 915.4 | 93.9 | |

٣,٤ . تحليل النتائج : Analyzing the Results

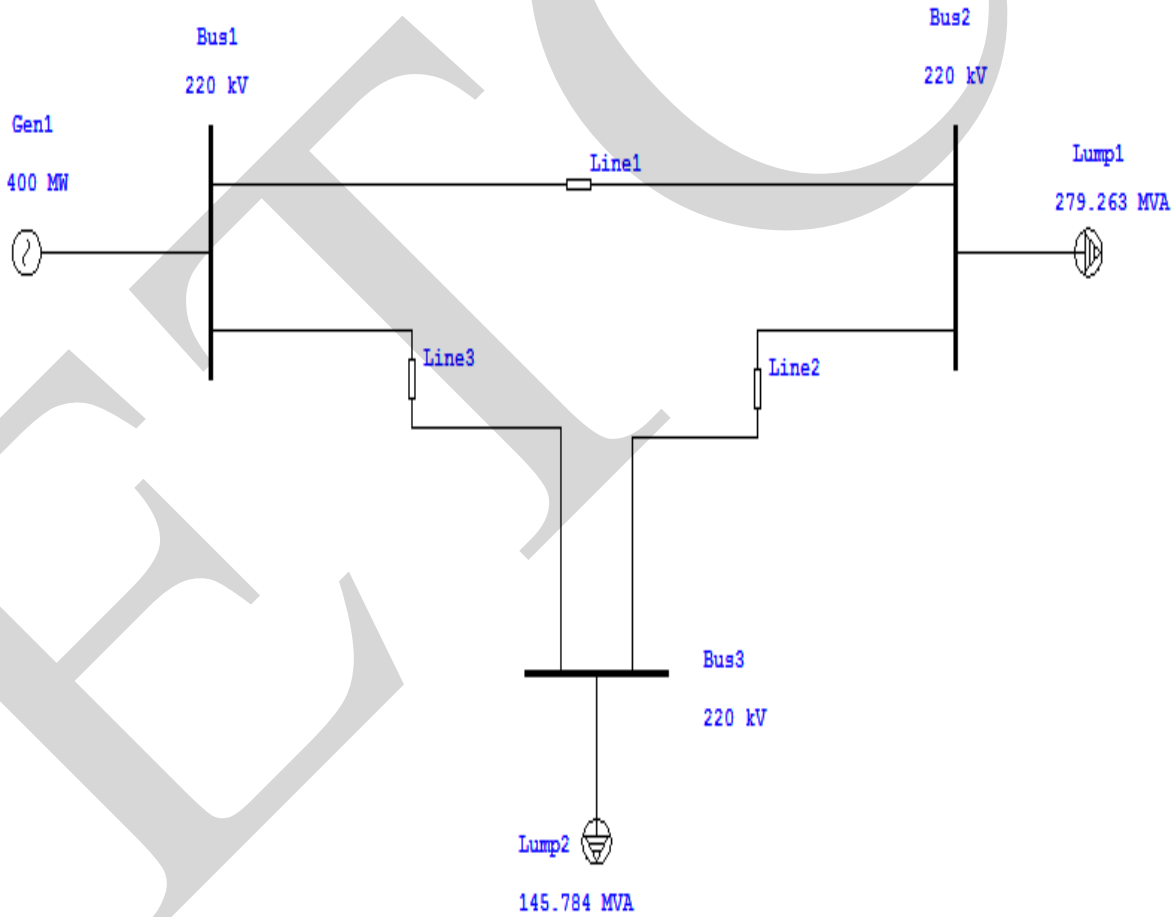
- بعد تشغيل دراسة تدفق الأحمال ، يمكن تحليل البيانات الناتجة للعناصر المختلفة بطريقة مختصرة للغاية باستخدام محلل نتائج تدفق الأحمال **Load Flow Results Analyzer** وذلك بالنقر فوق الزر تحميل محلل نتيجة تدفق الأحمال **Load Flow Result Analyzer** الموجود في شريط الأدوات **Load Flow toolbar** لتظهر النتائج بالشكل التالي :

| ID | Rating | Rated kV | kvar | kW | Amp | % PF | % Loading | Vtermal |
|----------|-----------|----------|---------|--------|-------|-------|-----------|---------|
| CAP1 | -450 kvar | 4.16 | -448 | 0 | 62.29 | 0 | 99.7 | 99.73 |
| Load1 | 280 kVA | 0.48 | 121 | 238 | 328.9 | 89.16 | 97.5 | 97.52 |
| LTG Load | 100 kVA | 0.48 | 0 | 102 | 121.6 | 100 | 101 | 101.06 |
| LUMP1 | 220 kVA | 0.46 | 110 | 194 | 273.7 | 87 | 99.1 | 102.24 |
| LUMP2 | 3500 kVA | 3.3 | 1889 | 3048 | 609 | 85 | 99.5 | 103.01 |
| LUMP5 | 500 kVA | 3.45 | 263 | 424 | 83.8 | 85 | 100.2 | 99.61 |
| MOV1 | 14.743 HP | 0.46 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 102.24 |
| Mtr2 | 2500 HP | 13.2 | 762 | 1902 | 85.97 | 92.83 | 95.9 | 104.26 |
| Mtr3 | 75 HP | 0.46 | 26.927 | 60.474 | 78.79 | 91.35 | 94.8 | 105.46 |
| Mtr4 | 125 HP | 0.46 | 44.397 | 101 | 131.1 | 91.51 | 94.8 | 105.46 |
| Mtr5 | 50 HP | 0.46 | 19.389 | 40.962 | 53.95 | 90.39 | 94.9 | 105.43 |
| Mtr6 | 120 HP | 0.46 | 44.979 | 97.606 | 127.9 | 90.82 | 189.7 | 105.46 |
| Pump 1 | 500 HP | 4 | 184 | 407 | 62.31 | 91.09 | 96.6 | 103.55 |
| Syn1 | 1250 HP | 13.2 | -617 | 995 | 48.37 | -85 | 94.5 | 105.83 |
| Syn2 | 150 HP | 0.46 | -58.505 | 121 | 165.5 | -90 | 98.2 | 101.8 |

- حدد التقارير المختلفة المطلوبة من الجزء الخاص بدراسة التقارير **Study Reports** ، حيث يمكن مقارنة تقارير المشروع قيد الدراسة مع تقارير من مشاريع أخرى جنباً إلى جنب .
- حدد نوع التقرير من **Report Type field** لكي تظهر النتائج كما بالشكل السابق .

مثال (١) :

المطلوب إجراء دراسة تدفق الأحمال لنظام القوى المبين بالشكل التالي :



Synchronous Generator Editor - Gen1

| Reliability | Fuel Cost | Remarks | Comment |
|---|-----------------|------------------|--------------|
| Info | Rating | Imp/Model | Exciter |
| Govemor | PSS | Hamronic | |
| 220 kV | 400 MW | Swing | |
| Info | | | |
| ID | Gen1 | | |
| Bus | Bus1 | 220 kV | |
| Equipment | | | |
| FDR Tag | Gen1 | | |
| Name | Gen 1 | | |
| Description | Slack Generator | | |
| Mode | | | |
| <input checked="" type="radio"/> In Service | | | |
| <input type="radio"/> Out of Service | | | |
| <input checked="" type="radio"/> Swing | | | |
| <input type="radio"/> Voltage Control | | | |
| <input type="radio"/> Mvar Control | | | |
| SC Designation | | | |
| Gen. Type | Turbo | IEC Exciter Type | Turbine 130% |
| <input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="Undo"/> <input type="button" value="Find"/> <input type="button" value="Help"/> | | | |

Synchronous Generator Editor - Gen1

| Reliability | Fuel Cost | Remarks | Comment |
|---|-----------|-----------|---------|
| Info | Rating | Imp/Model | Exciter |
| Govemor | PSS | Hamronic | |
| 220 kV | 400 MW | Swing | |
| Rating | | | |
| MW | kV | % PF | MVA |
| 400 | 220 | 85 | 470.588 |
| | | | % Eff. |
| | | | 95 |
| | | | Poles |
| | | | 4 |
| | | | FLA |
| | | | 1234 |
| | | | RPM |
| | | | 1800 |
| Design Setting | | | |
| % V | % V | Vangle | |
| 100 | 100 | 0 | |
| Rated kV | Bus kVnom | | |
| var Limits | | | |
| | | | Max. Q |
| | | | 0 |
| | | | Min. Q |
| | | | 0 |
| Operating | | | |
| % V | Vangle | MW | Mvar |
| 100 | 0 | 361.298 | 223.963 |
| <input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="Undo"/> <input type="button" value="Find"/> <input type="button" value="Help"/> | | | |

⌵

Bus Editor - Bus1

Info | Load | Motor/Gen | Rating | Harmonic | Reliability | Remarks | Comment

Info

ID: Bus1 Nominal. kV: 220

In Service
 Out of Service

| | | |
|--|--|---|
| Initial Voltage % V: 100 Angle: 0 | Operating Voltage % V: 0 Angle: 0 | Connection <input checked="" type="radio"/> 3 Phase <input type="radio"/> 1 Phase 2W <input type="radio"/> 1 Phase 3W |
|--|--|---|

| | |
|--|--|
| Equipment FDR Tag: <input type="text"/> Name: Bus 1 Description: Swing Bus | Load Diversity Factor Min.: 80 Max.: 125 Classification Zone: 1 Area: 1 |
|--|--|

Bus1

Bus Editor - Bus1

Info | Load | Motor/Gen | Rating | Harmonic | Reliability | Remarks | Comment

Type

- Other
- MCC
- Switchgear
- Switchboard
- Switchrack

Continuous

Bracing

< Bus1 > Undo Find Help OK Cancel

بيانات ومعلومات أحد قضبان التوزيع – Bus #1

Transmission Line Editor - Line1

Info | Configuration | Grounding | Impedance | Reliability | Remarks | Comment

Info

ID Line1

From Bus2 220 kV


To Bus1 220 kV

Equipment

FDR Tag

Name

Description

 In Service
 Out of Service

Connection

3 Phase
 1 Phase

Units

Length 1000

m

< Line1 > Undo Find Help OK Cancel

Transmission Line Editor - Line1

Info | Configuration | Grounding | Impedance | Reliability | Remarks | Comment

Impedance (per phase)

| | R | X | Y |
|------|------|------|---|
| Pos. | 0.02 | 0.04 | 0 |
| Zero | 0 | 0 | 0 |

Unit

Ohms per km

Ohms

Temperatures

Base 75 °C Min. 75 °C Max. 75 °C

< Line1 > Undo Find Help OK Cancel

بيانات ومعلومات أحد خطوط النقل - الخط الأول

Lumped Load Editor - Lump1

Info | Nameplate | Short-Circuit | Reliability | Remarks | Comment

279.263 MVA 220 kV (80% Motor 20% Static)

Info

ID

Bus 220 kV

Equipment

FDR Tag

Name

Description

Data Type

Priority

In Service
 Out of Service

Configuration

Status

Connection

3 Phase
 1 Phase

Demand Factor

Continuous Intermittent Spare %

< > Undo Find Help OK Cancel

Lumped Load Editor - Lump1

Info | Nameplate | Short-Circuit | Reliability | Remarks | Comment

279.263 MVA 220 kV (80% Motor 20% Static)

Ratings

MVA % PF

kV Amp

Motor/Static Load

0% % Motor Load 100%

100% % Static Load 0%

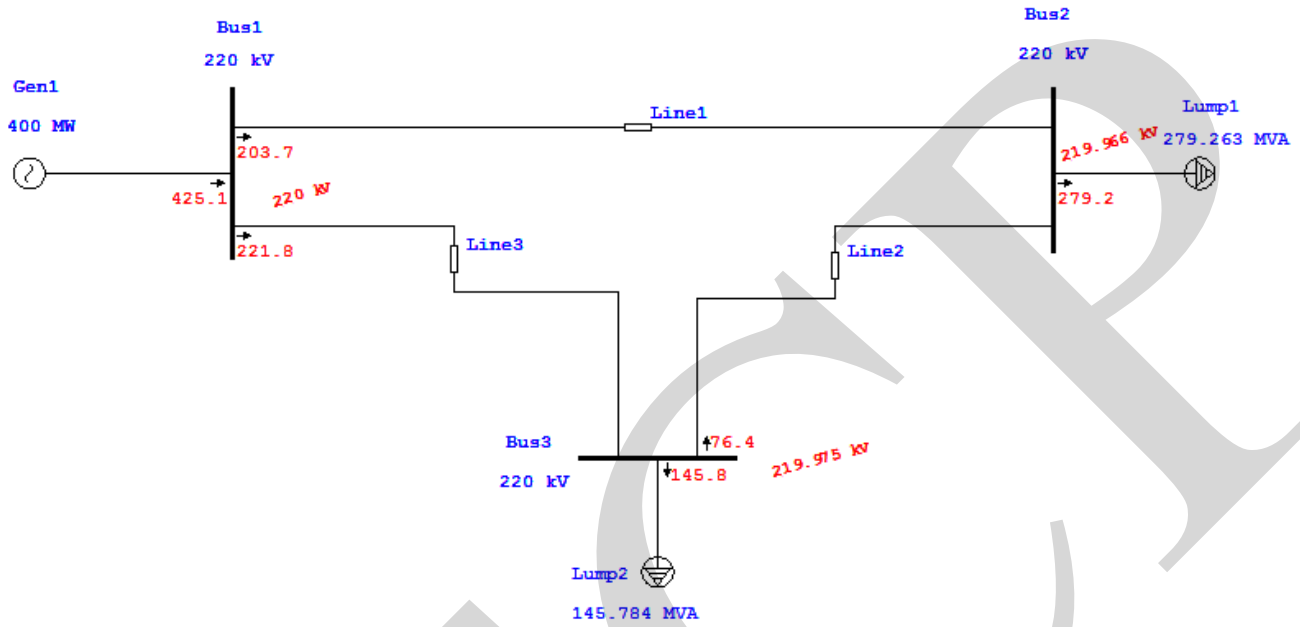
Loading

| | Loading Category | % Loading | Motor Load | | Static Load | |
|---|------------------|-----------|------------|---------|-------------|--------|
| | | | MW | Mvar | MW | Mvar |
| 1 | Design | 100 | 189.899 | 117.689 | 47.475 | 29.422 |
| 2 | Normal | 100 | 189.899 | 117.689 | 47.475 | 29.422 |
| 3 | Winter Load | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | Summer Load | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | Backup | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | FL Ld Rejec | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

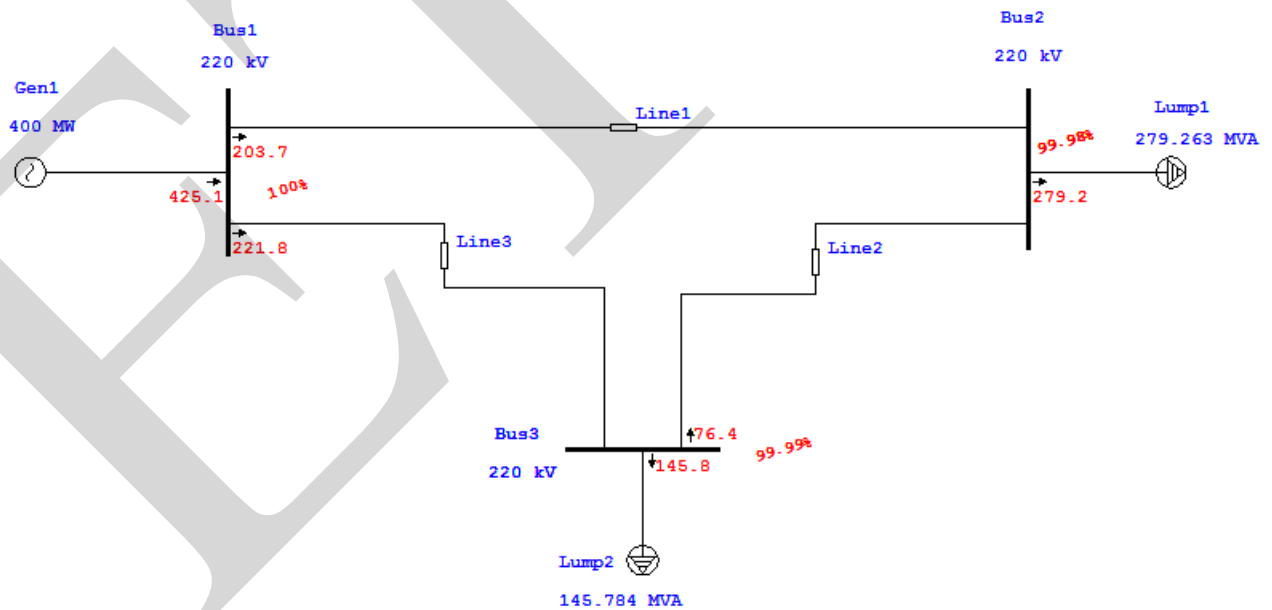
Operating Load: MW + j Mvar MW + j Mvar

< > Undo Find Help OK Cancel

بيانات ومعلومات أحد الأحمال المجمعَة - الحمل الأول



الرسم التخطيطي المفرد للنظام مشتملا على نتائج الدراسة مع إظهار جهد قضبان التوزيع كقيم فعلية (K.V)



الرسم التخطيطي المفرد للنظام مشتملا على نتائج الدراسة مع إظهار جهد قضبان التوزيع كنسب مئوية من الجهد المرجعي

برنامج تحليل الأداء الكهربائي العابر Electrical Transient Analyzer Program

Bus Input Data

| Bus Information & Nominal kV | | | Init. Voltage | | Generation | | Motor Load | | Static Load | |
|------------------------------|------|-------|---------------|------|--------------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------|
| ID | Type | kV | % Mag. | Ang. | MW | Mvar | MW | Mvar | MW | Mvar |
| 220.000 | | 100.0 | 0.0 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | Bus1 | SWNG |
| 220.000 | | 100.0 | 0.0 | | 189.899 | 117.689 | 47.475 | 29.422 | Bus2 | Load |
| 220.000 | | 100.0 | 0.0 | | 99.133 | 61.437 | 24.783 | 15.359 | Bus3 | Load |
| Buses Total | | | | | 0.000 | 289.032 | 179.126 | 72.258 | 44.781 | ٣ |

LINE / CABLE DATA

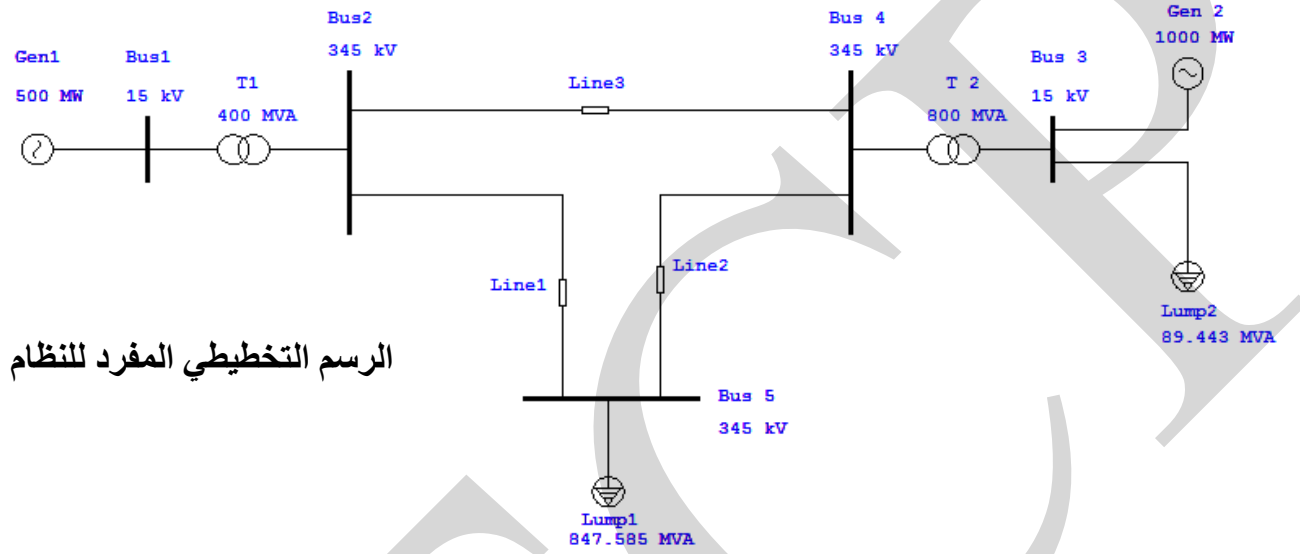
| ID | Library | Size | L (m) | #/ø | T (°C) | R | X | Y | MVAb | % R | % X | % Y |
|-------|---------|------|-------|-----|--------|---------|---------|-----------|-------|------|------|-----------|
| Line1 | | | 1000. | 1 | 75 | 0.02000 | 0.04000 | 0.0000000 | 100.0 | 0.00 | 0.01 | 0.0000000 |
| Line2 | | | 1000. | 1 | 75 | 0.01250 | 0.02500 | 0.0000000 | 100.0 | 0.00 | 0.01 | 0.0000000 |
| Line3 | | | 1000. | 1 | 75 | 0.01000 | 0.03000 | 0.0000000 | 100.0 | 0.00 | 0.01 | 0.0000000 |

LOAD FLOW REPORT

| Bus Information | | | Voltage | | Generation | | Motor Load | | Static Load | | Load Flow & Nom kV | | | | |
|-----------------|-------|--------|---------|------|------------|--------|------------|---------|-------------|-------|--------------------|---------|--------|-----|------|
| ID | Type | kV | % Mag. | Ang. | MW | Mvar | MW | Mvar | MW | Mvar | To Bus ID | MW | Mvar | Amp | %PF |
| Bus1 | Swing | 220.00 | 100.00 | 0.0 | 361.30 | 223.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | Bus2 | 177.96 | 99.10 | 534 | 87.4 |
| Bus3 | | 183.34 | 124.86 | 582 | 82.7 | | | | | | | | | | |
| Bus2 | Load | 220.00 | 99.98 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 189.90 | 117.69 | 47.46 | 29.41 | Bus1 | -177.94 | -99.07 | 534 | 87.4 |
| Bus3 | | -59.42 | -48.04 | 200 | 77.8 | | | | | | | | | | |
| Bus3 | Load | 220.00 | 99.99 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 99.13 | 61.44 | 24.78 | 15.36 | Bus2 | 59.42 | 48.04 | 200 | 77.8 |
| | | | | | | | Bus1 | -183.33 | -124.83 | 582 | 82.7 | | | | |

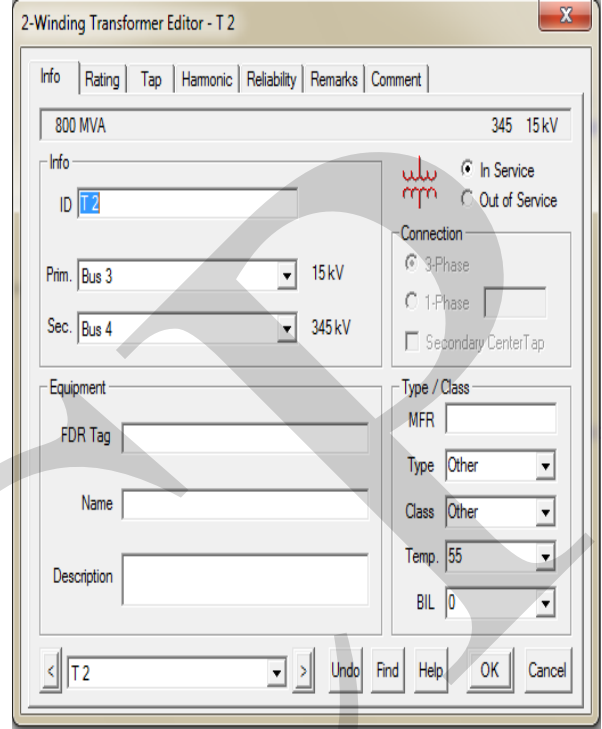
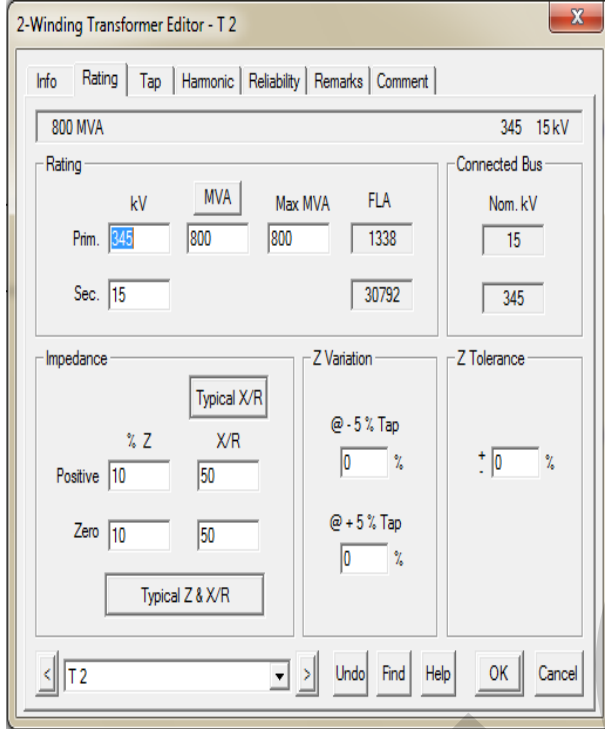
مثال (2) :

المطلوب إجراء دراسة تدفق الأحمال لنظام القوى المبين بالشكل التالي :



الرسم التخطيطي المفرد للنظام

- تم عرض كيفية تحرير أو تغيير خواص أهم عناصر منظومات القوى الكهربائية في المثال السابق والتي اشتملت على المولدات ، قضبان التوزيع ، خطوط النقل وكذلك الأحمال المجمعة ، ويضاف في هذا المثال كيفية تحرير خصائص المحولات الكهربائية كما يلي :

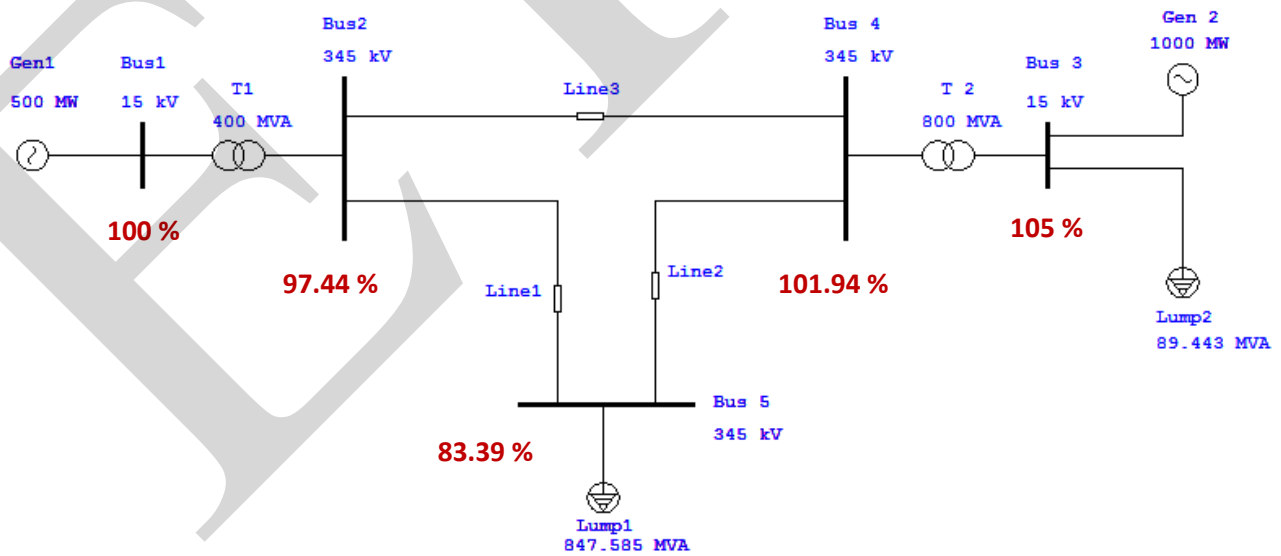


• بعد تشغيل برنامج تدفق الأحمال بالنقر على زر التشغيل **Load Flow Analysis**

والموجود على شريط مساعدات دراسة الوضع **Mode toolbar** وظهور شريط مساعدات تدفق

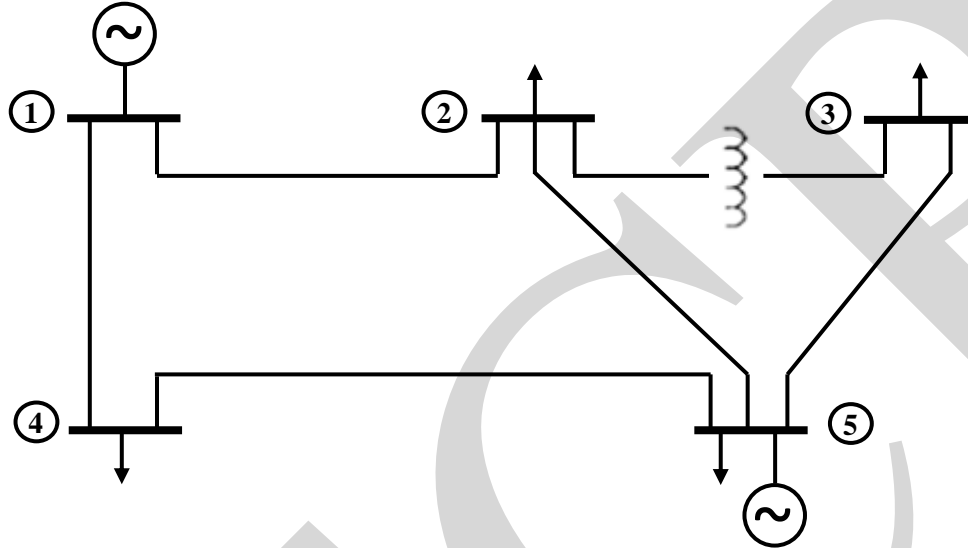
الأحمال **Load flow toolbar** في يمين الشاشة يتم تشغيل الدراسة بالنقر على زر التشغيل

وظهور النتائج على الرسم التخطيطي للنظام كما يلي :



تمرين :

المطلوب إجراء دراسة تدفق الأحمال لنظام القوى المبين بالشكل التالي :



Line data for the system

| Line bus to bus | | Per-unit Series Z | | Per-unit Series Y | | Charging Mvar |
|--------------------|---|----------------------|--------|----------------------|-----|------------------|
| | | R | X | G | B | |
| ① | ② | 0.0108 | 0.0649 | 2.5 | -15 | 6.6 |
| ① | ④ | 0.0235 | 0.0941 | 2.5 | -10 | 4.0 |
| ② | ⑤ | 0.0118 | 0.0471 | 5.0 | -20 | 7.0 |
| ③ | ⑤ | 0.0147 | 0.0588 | 4.0 | -16 | 8.0 |
| ④ | ⑤ | 0.0118 | 0.0529 | 4.0 | -18 | 6.0 |

Bus data for the system

| Bus | Generation | | Load | | V p.u. | Remark |
|-----|------------|----------|--------|----------|-----------|-----------|
| | P (MW) | Q (Mvar) | P (MW) | Q (Mvar) | | |
| ① | | | | | 1.01 / 0° | Slack bus |
| ② | | | 60 | 35 | 1.0 / 0° | |
| ③ | | | 70 | 42 | 1.0 / 0° | |
| ④ | | | 80 | 50 | 1.0 / 0° | |
| ⑤ | 190 | | 65 | 36 | 1.0 / 0° | PV bus |

Transformer data for the system

| Transformer bus to bus | Per-unit reactance | Tap setting |
|------------------------|--------------------|-------------|
| ② - ③ | 0.04 | 0.975 |

(4)

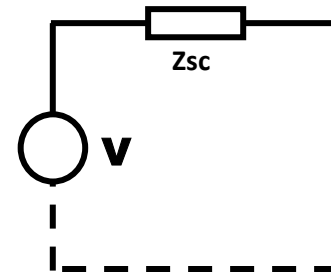
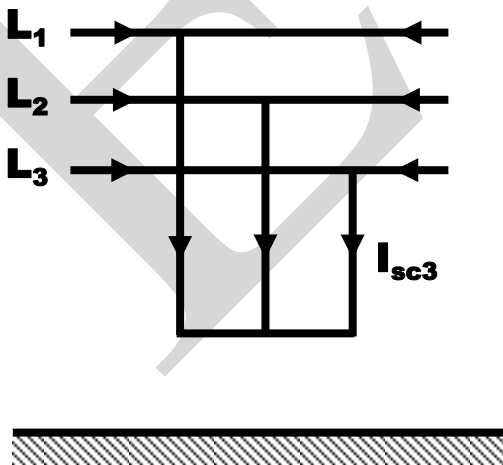
دراسة القصر الكهربى Short Circuit Analysis

يقوم برنامج تحليل القصر PowerStation Short Circuit Program بتحليل تأثير أخطاء القصر الكهربى التالية :

- القصر الكهربى الثلاثى 3-phase S.C .
- خطأ اتصال أحد الخطوط بالأرض Line to ground fault .
- خطأ اتصال بين خطين في معزل عن الأرض Line to line fault .
- خطأ اتصال بين خطين والأرض Line to line to ground fault .

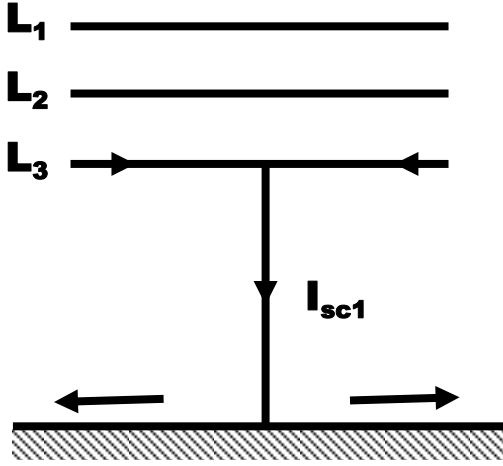
على شبكات توزيع الكهرباء ، كما يقوم البرنامج بحساب مجموع تيارات القصر ، فضلا عن مساهمات المحركات الفردية والمولدات وخطوط الربط في النظام ، كما يجب التنويه هذه الحسابات تتم طبقا لأحدث إصدارات المعايير القياسية ANSI/IEEE (سلسلة C37) ومعايير الكود الدولي الكهربائى IEC Standards (٩٠٩ IEC وغيرها) .

الشكل التالي يوضح أنواع القصر الكهربى التي تتم دراستها بواسطة برنامج ETAP :

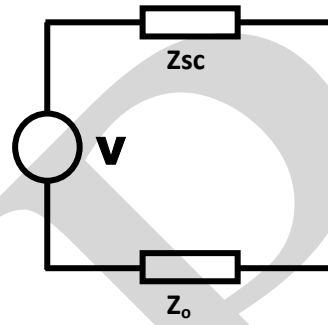


$$I_{sc3} = \frac{V / \sqrt{3}}{Z_{sc}}$$

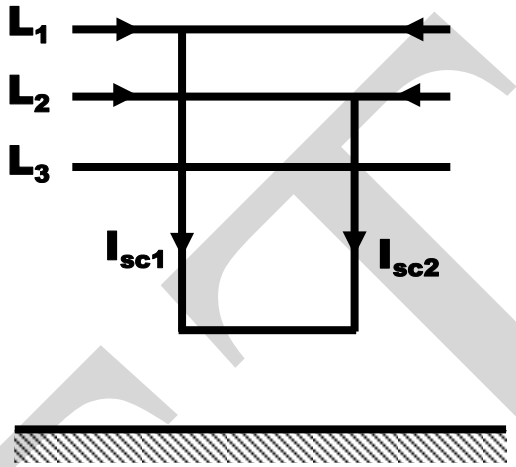
القصر الكهربائي الثلاثي



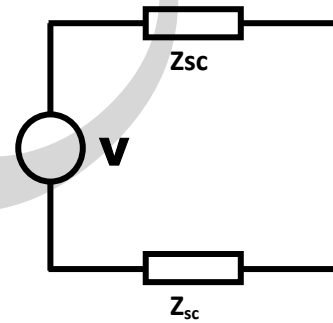
خطاً اتصال أحد الخطوط بالأرض



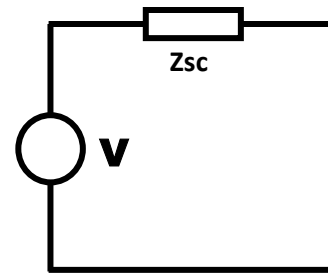
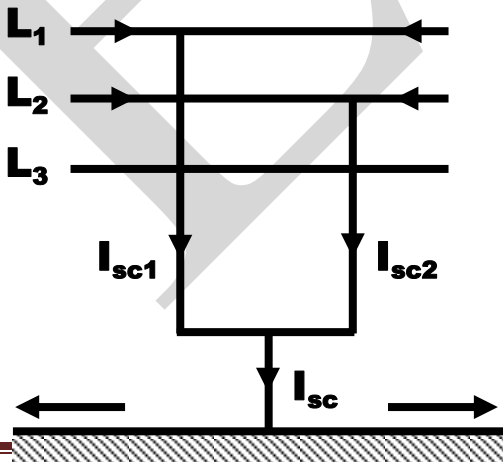
$$I_{sc1} = \frac{V/\sqrt{3}}{Z_{sc} + Z_0}$$



خطاً اتصال بين خطين في معزل عن الأرض



$$I_{sc1} = I_{sc2} = \frac{V}{2 Z_{sc}}$$



$$I_{sc} = 2 \frac{V/\sqrt{3}}{Z_{sc}}$$

خطأ اتصال بين خطين والأرض

حيث يمكن حساب قيمة Z_{sc} من العلاقة :

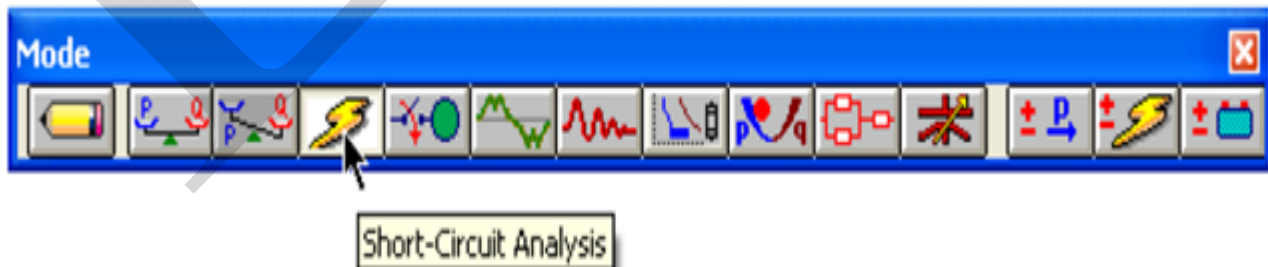
$$Z_{sc} = \sqrt{(\sum R)^2 + (\sum X)^2}$$

$\sum R$ = Sum of series resistances

$\sum X$ = Sum of series reactances

الغرض من هذا الفصل هو التعريف ببرنامح تحليل ودراسة القصر الكهربى ، وتوفير إرشادات حول كيفية تشغيل النظم القياسية ANSI و IEC عند إجراء العمليات الحسابية بالإضافة إلى تقديم نظرة سريعة على وظيفة محرر الدراسة S.C Editor وعرض التنبيهات Alert view .

- للتعرف على خطوات إجراء دراسة وتحليل القصر الكهربى يجب أولاً إلقاء نظرة على شريط المساعدات **Short circuit toolbar** الخاص بذلك والذي يمكن إظهاره بالنقر على الزر الخاص بذلك في شريط تحديد الوضع **Mode toolbar** بعد الانتهاء من الرسم التخطيطي للنظام وإدخال كافة البيانات التي تصف عناصره المختلفة ، سيظهر شريط المساعدات لهذه الدراسة كما بالشكل التالي :



The image shows a vertical toolbar from the ANSYS software interface. Each icon in the toolbar is linked to a text box containing its function in Arabic. The functions are as follows:

- ANSI IEEE**: تشغيل متطلبات القصر الكهربائي الثلاثي (Run 3Ph S.C Duty ANSI C-37)
- duty**: تشغيل القصر الكهربائي الثلاثي لمدة 30 دورة (Run 3Ph S.C for 30 cycles)
- 30 ~**: تشغيل أنواع القصر لمدة نصف دورة (Run 3Ph, LG, LL, LLG S.C for 1/2 cycle)
- 1/2 ~**: تشغيل أنواع القصر لمدة أربعة دورات (Run 3Ph, LG, LL, LLG S.C for 4 cycles)
- 4 ~**: تشغيل أنواع القصر لمدة 30 دورة (Run 3Ph, LG, LL, LLG S.C for 30 cycles)
- 30 ~**: تشغيل أنواع القصر لمدة 30 دورة (Run 3Ph, LG, LL, LLG S.C for 30 cycles)
- ⚡**: تشغيل دراسة القوس الكهربائي طبق لمواصفات (Run Arc flash IEEE 1584/NFPA70E)
- ⌚**: خيارات العرض (Display Options)
- 🔔**: إظهار التنبيهات (Alert View)
- 📄**: إدارة التقارير (Report Manager)

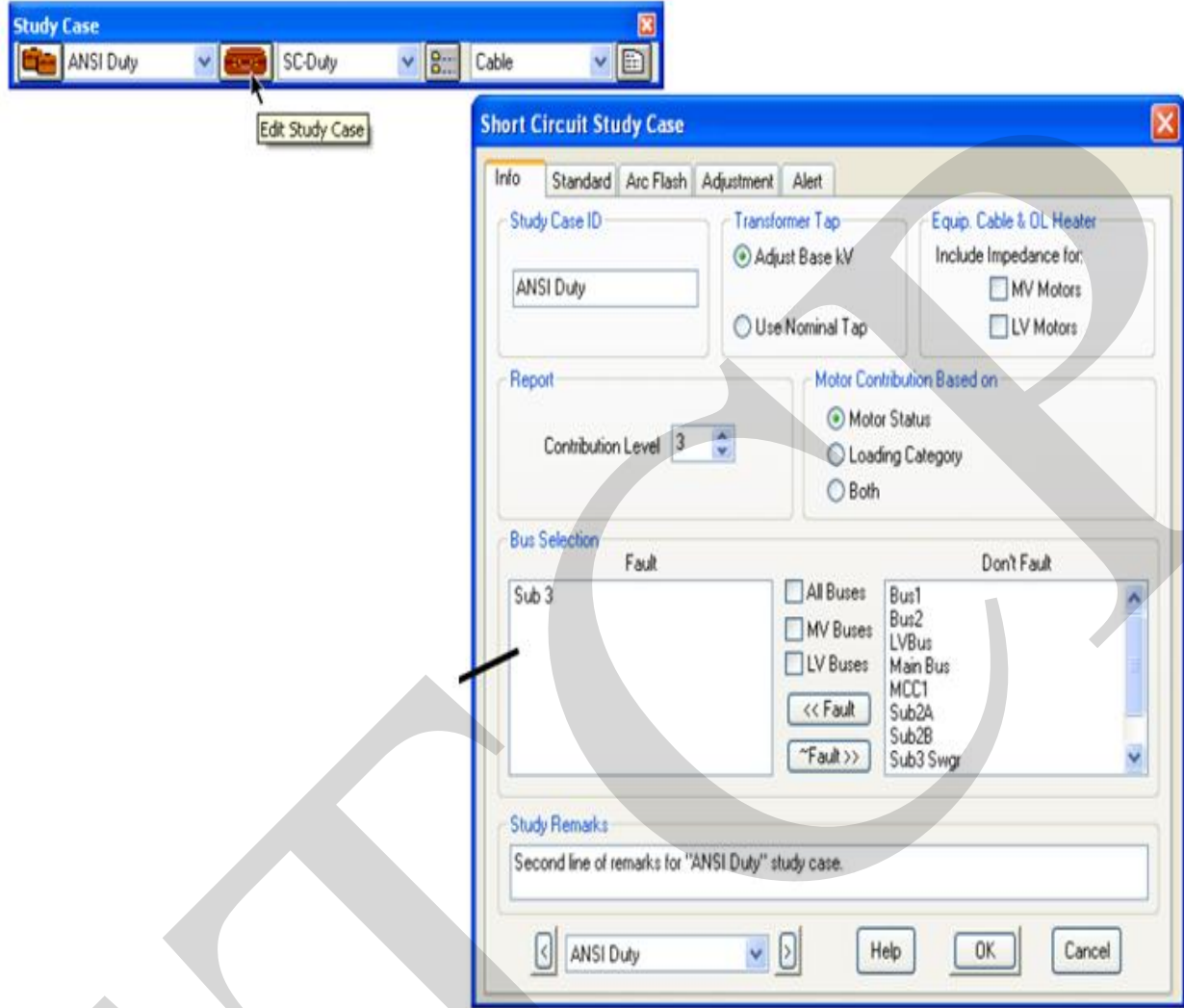
- عند تشغيل برنامج تحليل القصر الكهربائي Short Circuit Analysis سيتم إنشاء تقرير لنتائج هذه الدراسة كما يمكن حفظ هذه النتائج بأحد الطريقتين التاليتين :

✓ من شريط الأدوات يمكن تحديد اسم تقرير نتائج موجود من قبل للكتابة فيه وحفظ النتائج الجديدة بدلا من النتائج الموجودة به من قبل .

✓ إختيار الأمر **Prompt** لاختيار اسم تقرير جديد لحفظ النتائج به وذلك قبل بدء تشغيل دراسة القصر الكهربائي كما هو موضح بالشكل التالي :

● من شريط أدوات دراسة الحالة **Study Case toolbar** ، انقر فوق زر تحرير دراسة الحالة **Edit Study Case button** حيث يؤدي ذلك إلى فتح محرر دراسة الحالة للقصر الكهربائي **Short Circuit Study Case editor** ، مما يسمح بتغيير معايير وخيارات الحسابات .

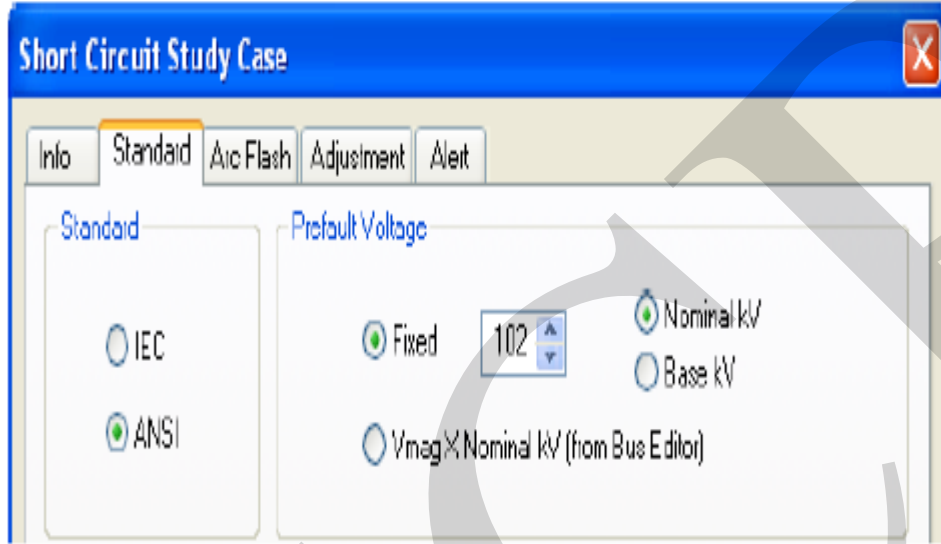
● من صفحة المعلومات **Info page** ، اختر أحد قضبان التوزيع أو عدد من قضبان التوزيع لكي تكون حاملة للخطأ ، انقر فوق كل قضبان التوزيع ما عدا أحد هذه القضبان وليكن رقم ٣ على سبيل المثال مع تحديد كلمة **>> Fault** ~ لوضع هذه المجموعة في فئة **عدم الخطأ Don't Fault category** ، عندئذ يظهر القضيب الفرعي رقم ٣ فقط في فئة **خطأ Fault category** ، ثم انقر فوق **OK** عند الانتهاء كما بالشكل التالي :



● يمكنك الآن تشغيل متطلبات دراسة القصر الكهربى **short circuit duty** بواسطة النقر فوق زر التشغيل **Run 3-Phase Device Duty** الموجود على شريط المساعدات **ANSI Short Circuit toolbar** مع مراعاة أنه إذا تم اختيار الأمر **Prompt** في شريط مساعدات دراسة الحالة تحديد لإعداد تقرير النتائج سيطلب البرنامج اسم الملف لحفظ التقرير الخاص بك.

● يجب التنبيه على أنه توجد هناك أربعة أنواع أخرى من الدراسات إلى جانب دراسة القصر الكهربى الثلاثى والتي يمكن إجراؤها بمواصفات والإعدادات القياسية **ANSI** ، إضافة إلى ذلك يمكن إجراء هذه الدراسات الثلاث طبقاً لمجموعة معايير الكود الدولى القياسى **IEC** ، كما يجب التنبيه على أن الدراسة الافتراضية عند تشغيل البرنامج هي دراسة القصر الكهربى الثلاثى مع إمكانية

التغيير نوع الدراسة أو المعايير والمواصفات القياسية لإجرائها من خلال محرر دراسة الحالة
Short Circuit Study Case editor كما يلي :



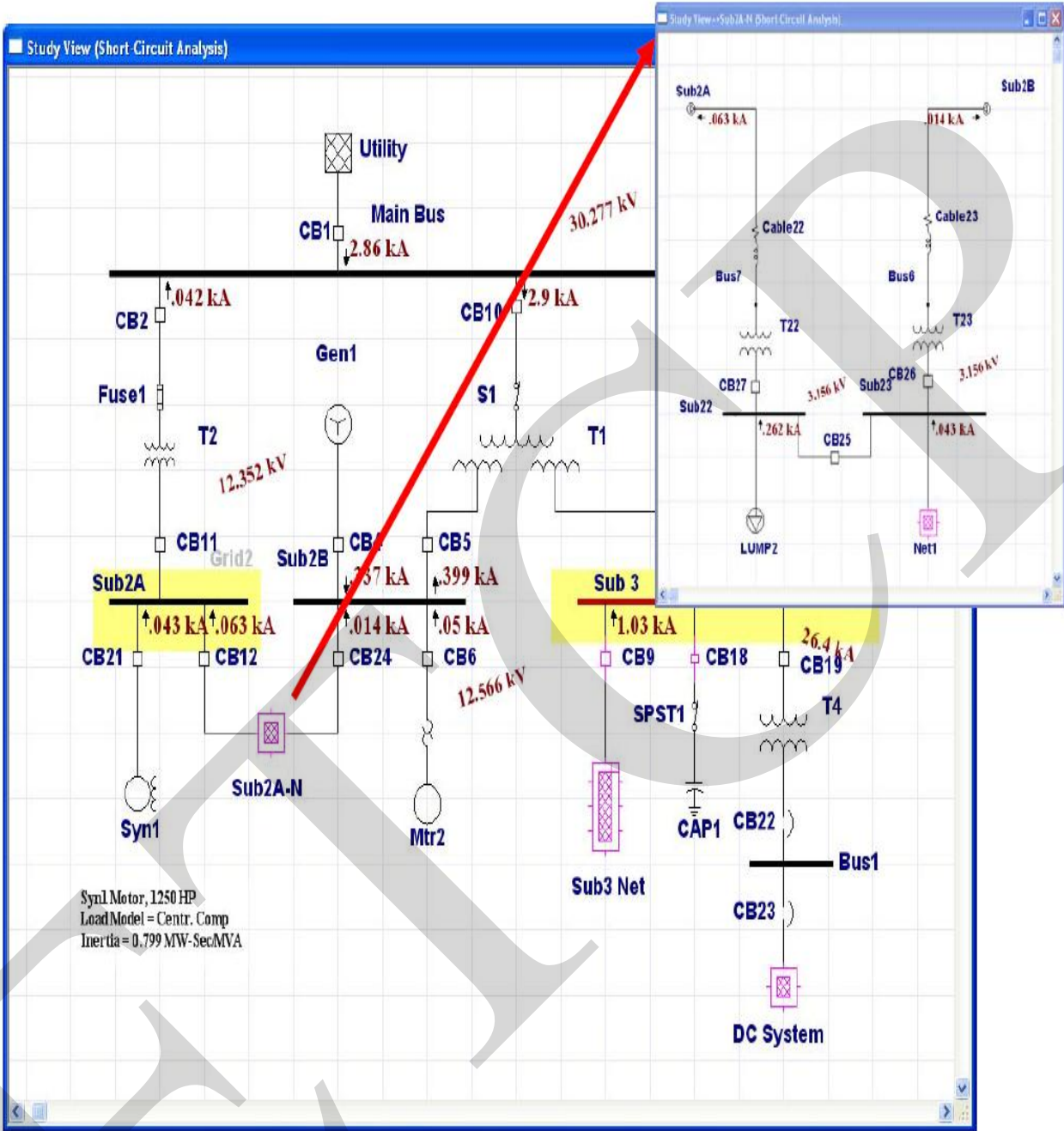
- لعرض تقرير النتائج ، انقر على زر إدارة التقارير **Report Manager** من شريط مساعدات القصر الكهربائي **Short Circuit toolbar** ، وانتقل إلى صفحة النتائج مع اختيار اسم التقرير كما يلي :

The screenshot displays two windows from the ETAP software. On the left is the 'ANSI 3-Phase SC Report Manager' dialog box, which has tabs for 'Complete', 'Input', 'Result', and 'Summary'. The 'Result' tab is active, showing a list of report types with 'Short-Circuit Report' selected. Below the list are radio buttons for output formats: Viewer (selected), PDF, MS Word, Rich Text Format, MS Excel, and Sel As Default. There are also fields for 'Output Report Name' (containing 'SC.Duty') and 'Path' (containing 'C:\ETAP 555 Demo\Example\ANSI'), along with 'Help', 'OK', and 'Cancel' buttons.

On the right is the 'TAP Report - SC Duty / Short Circuit Report' window. It shows report details for 'OTI-12345678' and 'ANSI Duty' study case. The report includes a table for '3-phase fault at bus: Sub 3' with a pre-fault voltage of 4.243 kV (102.00% of nominal bus kV). The table below shows the contribution of various buses to the fault current.

| Contribution | 1/2 Cycle | | | | | | 1.5 to 4 Cycle | | | | | |
|--------------|-------------|-----------|--------|---------|--------------|----------------|----------------|---------|--------------|----------------|----------------|--------|
| | From Bus ID | To Bus ID | % V | kA Real | kA Imaginary | kA Symm. /Real | % V | kA Real | kA Imaginary | kA Symm. /Real | kA Symm. /Real | |
| Sub 3 | Total | | 0.00 | 0.979 | -26.155 | 33.6 | 26.163 | 0.00 | 0.913 | -25.802 | 36.3 | 25.812 |
| Sub 3 Swg | Sub 3 | | 0.31 | 0.149 | -0.965 | 5.1 | 0.228 | 0.18 | 0.085 | -0.436 | 5.3 | 0.444 |
| Bus 1 | Sub 3 | | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 999.9 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 999.9 | 0.000 |
| #T1- | Sub 3 | | 86.62 | 0.650 | -25.390 | 40.3 | 25.398 | 86.54 | 0.629 | -25.567 | 40.3 | 25.373 |
| LV Bus | Sub 3 Swg | | 10.63 | 0.044 | -0.183 | 4.2 | 0.388 | 5.94 | 0.022 | -0.102 | 4.3 | 0.105 |
| MCC1 | Sub 3 Swg | | 12.09 | 0.031 | -0.281 | 7.4 | 0.233 | 5.23 | 0.014 | -0.099 | 7.0 | 0.200 |
| Pump 1 | Sub 3 Swg | | 106.08 | 0.073 | -0.350 | 4.8 | 0.348 | 106.08 | 0.040 | -0.234 | 4.8 | 0.239 |
| Bus 2 | Bus 1 | | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 999.9 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 999.9 | 0.000 |
| #Main Bus | T1- | | 87.28 | 0.071 | -3.901 | 41.3 | 2.902 | 87.20 | 0.071 | -3.904 | 41.0 | 2.903 |
| #Sub 2B | T1- | | 91.11 | 0.005 | -0.161 | 29.9 | 0.161 | 90.86 | 0.005 | -0.155 | 31.3 | 0.155 |

- كما يتم عرض نتائج حساب دراسة القصر الكهربائي على الرسم التخطيطي للنظام مع إمكانية تعديل خيارات عرض النتائج المعروضة وشكلها باستخدام أمر خيارات العرض **Display Options** كما يلي :



- **ملاحظة :** عند ظهور بعض القواطع باللون البنفسجي مثال ذلك القواطع CB9 و CB18 في الشكل السابق فإن ذلك يعني أنه قد تم تجاوز قدرات الجهاز بطريقة ما وللتأكد من ذلك انقر على زر عرض التنبيه **Alert View** على شريط مساعدات القصر الكهربائي **ANSI Short Circuit toolbar** لعرض الأجهزة التي وضع عليها علامة ومقنناتها كما يلي :

Short Circuit Analysis Alert View - Output Report: SC-Duty

Study Case: ANSI Duty Data Revision: Base
 Configuration: Normal Date: 02-13-2007

Critical

| Device ID | Type | Condition | Rating/Limit | Operating | % Operating |
|-----------|------|-----------|--------------|-----------|-------------|
| | | | | | |

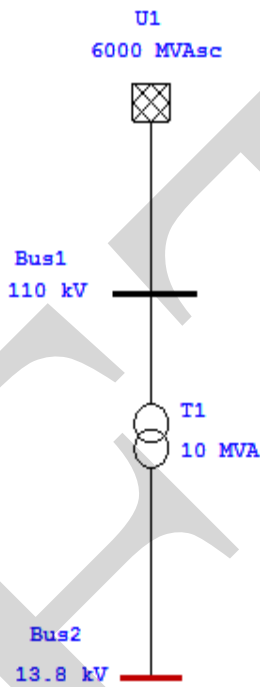
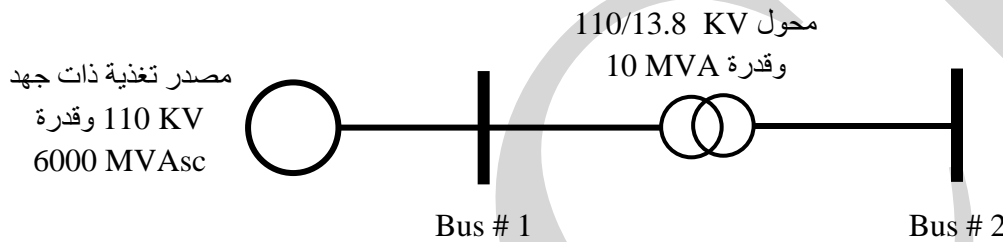
Marginal

| Device ID | Type | Condition | Rating/Limit | Operating | % Operating |
|-----------|-------|--------------|--------------|-----------|-------------|
| CB18 | HV CB | Interrupting | 33.462 kA | 31.191 | 93.2 |
| CB9 | HV CB | Interrupting | 33.462 kA | 31.191 | 93.2 |

مثال (١) :


المطلوب إجراء دراسة القصر الكهربى لنظام القوى المبين بالشكل في الحالات التالية :

- عندما يحدث القصر على Bus # 1 .
- عندما يحدث القصر على Bus # 2 .

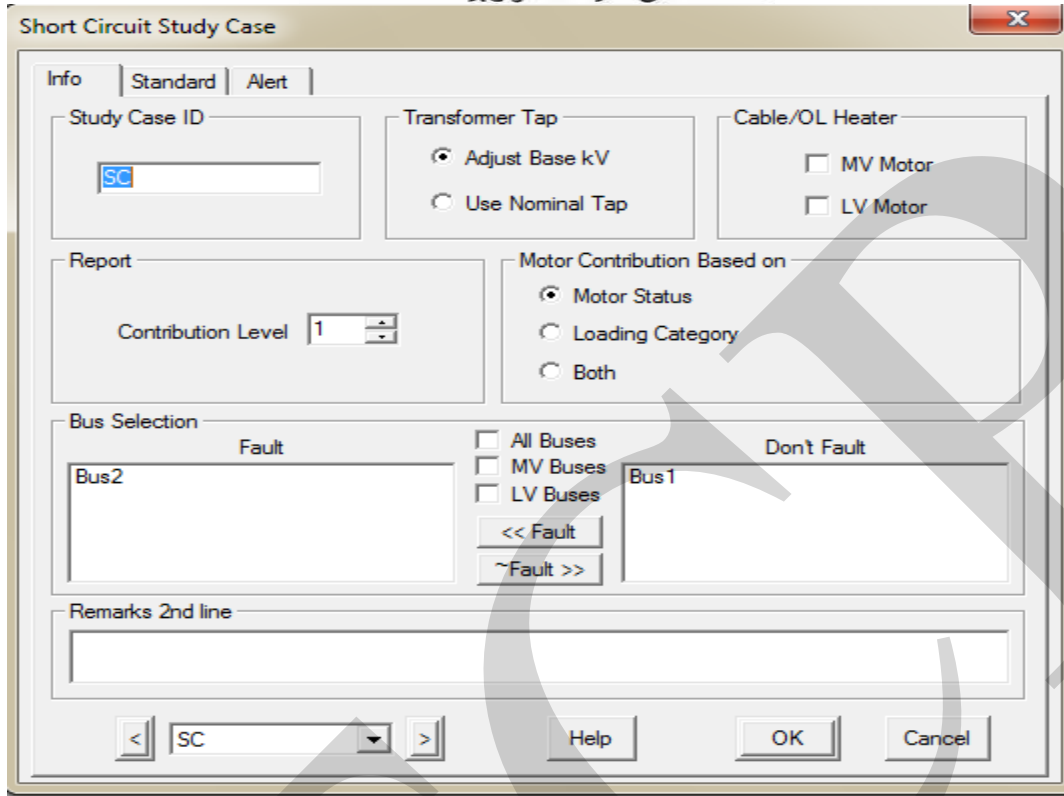


- ينشأ الرسم التخطيطي المفرد للنظام كما بالشكل المقابل .
- يتم إدخال بيانات ومعلومات عناصر النظام باستخدام محرر الخصائص لكل عنصر كما تم التعريف به سابقا .

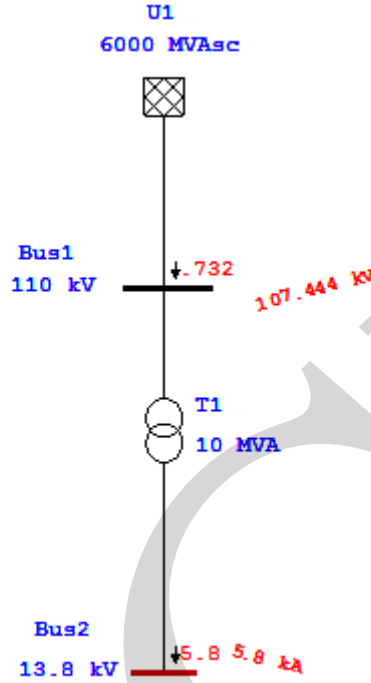
- يتم تشغيل برنامج القصر الكهربى بالنقر على زر التشغيل  **Short Circuit Analysis** والموجود على شريط مساعدات دراسة الوضع **Mode toolbar** فيظهر شريط مساعدات القصر الكهربى **Short circuit toolbar** في يمين الشاشة .

- يحدد العنصر الذي يحدث عليه الخطأ بالنقر على زر **Edit**  **Study Case** والموجود على شريط مساعدات


المشروع **Project toolbar** من خلال الصندوق الحوارى المبين بالشكل التالي :



- يحدد نوع الخطأ المطلوب تطبيقه على العنصر الذي تم تحديده في الخطوة السابقة بالنقر على الزر المقابل في شريط مساعدات القصر الكهربائي **Short circuit toolbar** على يمين الشاشة وليكن خطأ القصر الكهربائي الثلاثي لمدة ٣٠ دورة **3Ph S.C for 30 cycles** فتظهر النتائج على الشاشة كما هو مبين بالشكل .



نتائج دراسة القصر الكهربائي الثلاثي عندما يحدث الخطأ على Bus # 2

- لتغيير مكان حدوث الخطأ يحدد العنصر الذي يحدث عليه الخطأ ينقر على زر **Edit Study Case**  مرة أخرى ويحدد المكان الجديد من خلال الصندوق الحواري ، ثم تشغيل الخطأ المطلوب تطبيقه على العنصر الجديد واستقبال النتائج كما بالأشكال التالية .
- يمكن أيضا استعراض تقرير النتائج للدراسة من خلال فتح ملف **Report** والذي تم تحديده وتسميته قبل تشغيل الدراسة .

Short Circuit Study Case

Info | Standard | Alert

Study Case ID: SC

Transformer Tap:

- Adjust Base kV
- Use Nominal Tap

Cable/OL Heater:

- MV Motor
- LV Motor

Report: Contribution Level 1

Motor Contribution Based on:

- Motor Status
- Loading Category
- Both

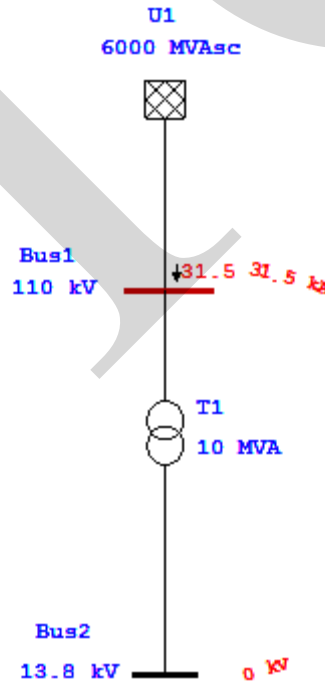
Bus Selection:

| Fault | Don't Fault |
|-------|-------------|
| Bus1 | Bus2 |

 All Buses
 MV Buses
 LV Buses
 << Fault
 ~Fault >>

Remarks 2nd line

< SC > Help OK Cancel



نتائج دراسة القصر الكهربائي الثلاثي عندما يحدث الخطأ على Bus # 1

Electrical Transient Analyzer Program

SHORT CIRCUIT ANALYSIS (3-Phase Fault Currents)

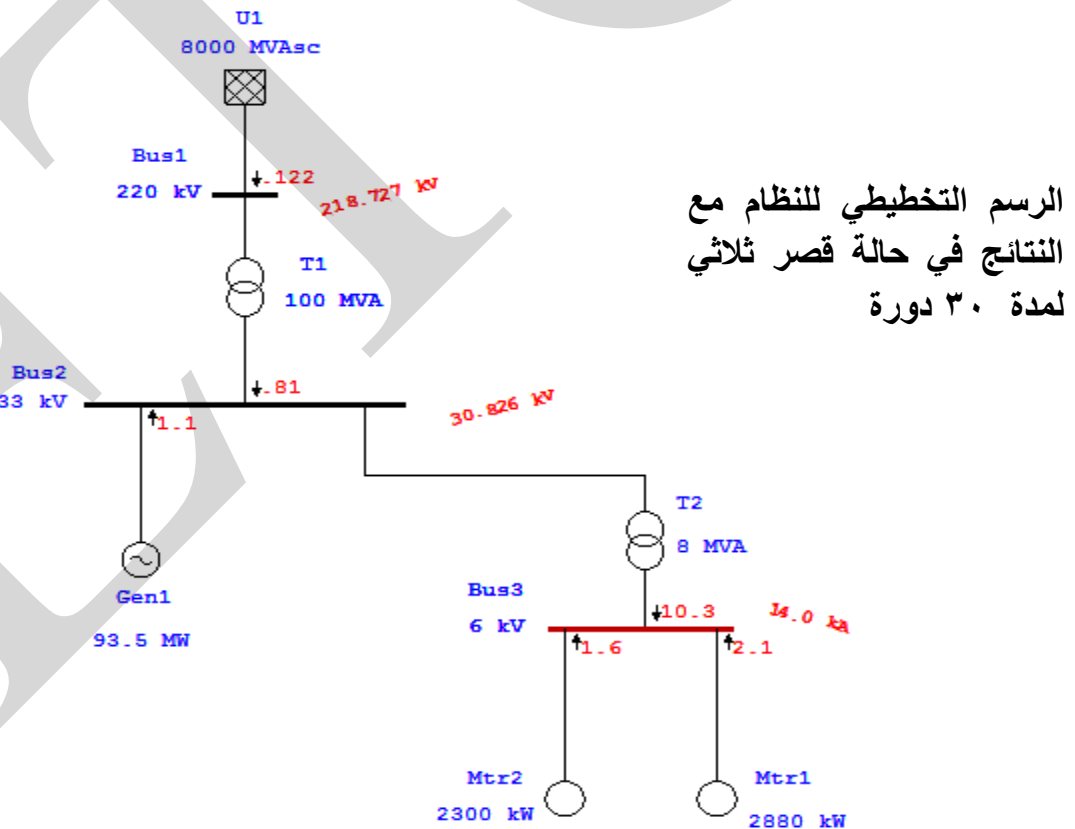
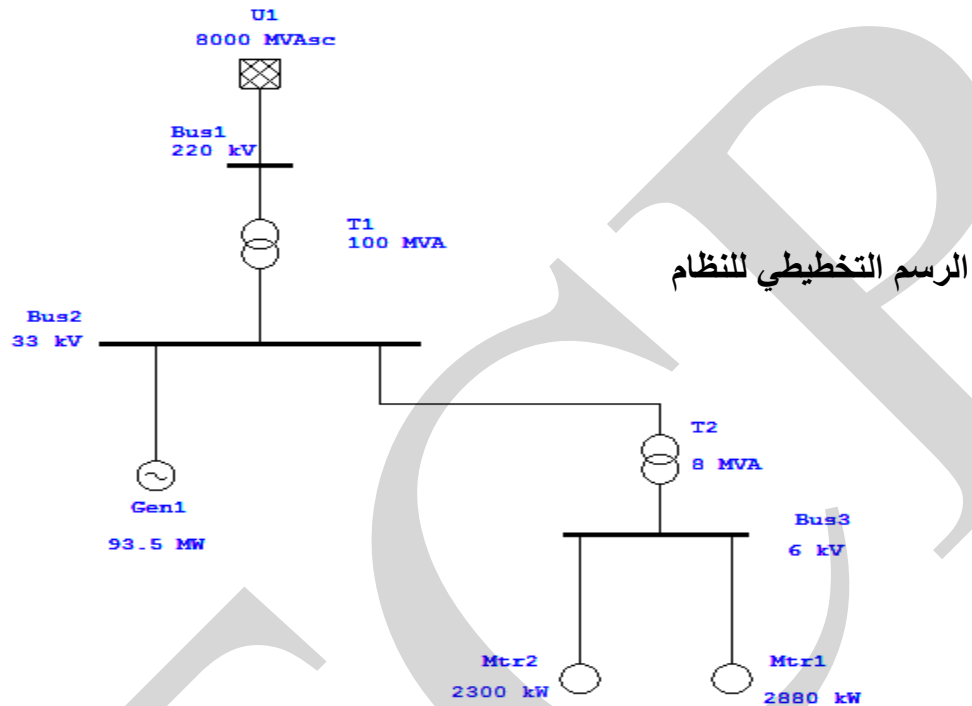
| | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|---------|--|--|
| | SWING | GEN. | LOAD | TOTAL | | | | | |
| Number of Buses : | 1 | 0 | 1 | 2 | | | | | |
| | XFRM2 | REACT. | LINE/CABLE | IMP. | TIE PD | XFRM3 | TOTAL | | |
| Number of Branches: | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | |
| Total | Synch. Gen. | Synch. Motor | Ind. Motor | | Lump Motor | | Utility | | |
| Number of Machines: | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | | |

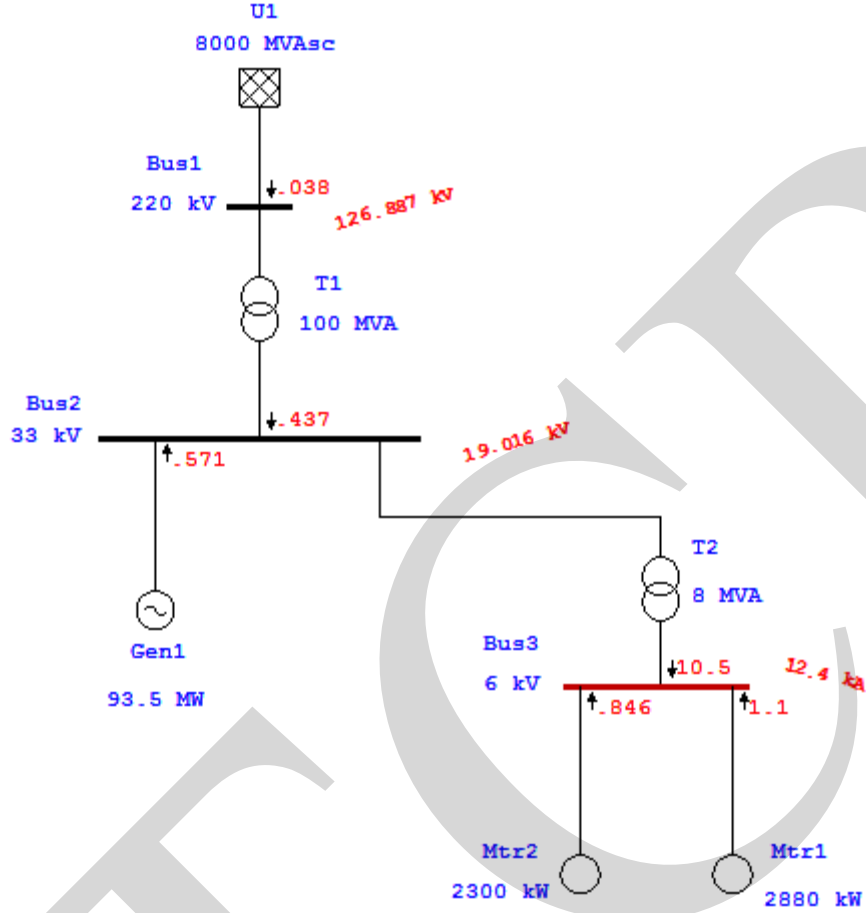
| Bus Information (Nominal & Base kV) | | | | Voltage | Generation | | Motor Load | | | |
|---------------------------------------|------|---------|---------|-------------|------------|------|------------|-------|-------|------|
| ID | Type | Nom.kV | BasekV | Description | % Mag. | Ang. | MW | Mvar | MW | Mvar |
| Bus1 | SWNG | 110.000 | 110.000 | | 100.0 | 0.0 | | 0.000 | 0.000 | |
| Bus2 | Load | 13.800 | 13.800 | | 100.0 | 0.0 | | 0.000 | 0.000 | |
| 2 Buses Total | | | | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |

| CKT / Branch | | Transformer | | | | %Tap Setting | | | Reactor | Imped. |
|--------------|--------|-------------|------|-----|------|--------------|-----|---------|---------|--------|
| ID | MVA | kV | kV | % Z | X/R | From | To | X (ohm) | X/R | % Tol. |
| T1 | 10.000 | 110 | 13.8 | 7.0 | 14.0 | 0.0 | 0.0 | | | 0.0 |

| Contribution | | 30-Cycle | | | | |
|--------------|-----------|--------------|---------|--------------|-----------|---------------------|
| From Bus ID | To Bus ID | % V From Bus | kA Real | kA Imaginary | X/R Ratio | kArms.sym Magnitude |
| Bus2 | Total | 0.00 | 0.411 | -5.823 | 14.2 | 5.838 |
| Bus1 | Bus2 | 97.68 | 0.411 | -5.823 | 14.2 | 5.838 |

مثال (2) : المطلوب إجراء دراسة القصر الكهربى لنظام القوى المبين بالشكل :





الرسم التخطيطي للنظام مع النتائج في حالة 3Ph, LG, LL, LLG S.C for 4 cycles

تمرين : المطلوب إجراء دراسة القصر الكهربائي لنظام القوى المبين بالشكل عند حدوث الخطأ

على Bus # 2 .

(5)

تحليل تسريع المحركات الكهربائية

Motor Acceleration Analysis

يظهر المحرك أثناء فترة بدء الحركة بالنسبة للنظام كعاقبة صغيرة متصلة بقضيب توزيع مما يؤدي إلى سحب تيار كبير من النظام يصل إلى حوالي ستة أضعاف التيار المقتن للمحرك وبالتالي حدوث هبوط في الجهد الكهربائي للنظام وإحداث اضطرابات في التشغيل العادي لبقية العناصر الأخرى للنظام .

ونظرا لاعتماد عزم التسريع للمحركات على جهد الأطراف للمحرك الكهربائي ، فإن بعض المحركات قد لا تكون قادرة على الوصول إلى السرعة المقننة أثناء بدء الحركة نتيجة الانخفاض الكبير للجهد الكهربائي على أطرافها ، مما يجعل من الضروري دراسة وتحليل أداء المحرك عند بدء الحركة .

ويتلخص الغرض من دراسة أداء المحرك عند بدء الحركة في الهدفين التاليين :

- التحقق من إمكانية بدء حركة المحرك بنجاح تحت ظروف التشغيل .
- معرفة مدى تأثير بدء حركة المحرك في إعاقة التشغيل العادي للأحمال الأخرى في النظام .

الغرض من هذا الفصل هو دراسة وتحليل تسريع المحركات الكهربائية من خلال التعريف بالجزء الخاص بهذه الدراسة من برنامج تحليل نظم القوى الكهربائية ETAP ، مع إظهار النماذج الديناميكية والسكنة التي يمكن استخدامها لمحاكاة خصائص المحركات الحقيقية ، كما سيتم إدخال الحد الأدنى من البيانات اللازمة لتشغيل كل نوع من الدراسات واختيار أنواع المواصفات القياسية للدراسة .

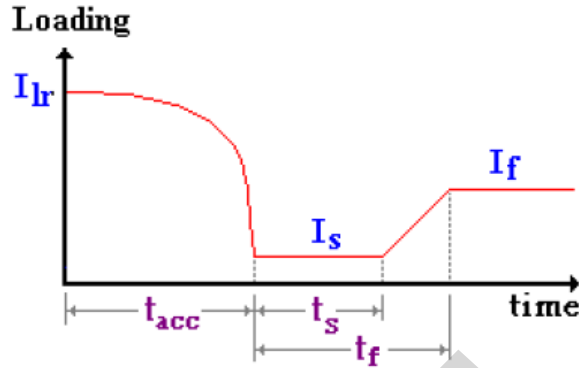
ويشتمل تحليل تسريع المحركات الكهربائية على العناصر التالية :

● التسريع الديناميكي للمحركات **Dynamic Motor Acceleration** حيث يتم تمثيل

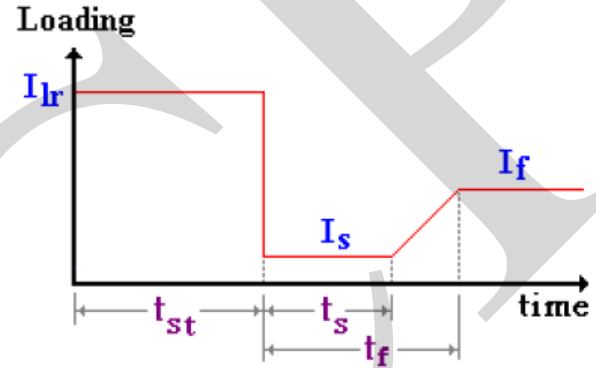
المحركات بنماذج ديناميكية ، كما يقوم البرنامج بمحاكاة عملية التسريع كاملة ، يمكن استخدام هذا الأسلوب لتحديد إمكانية بدء تشغيل المحرك وكم من الوقت يلزم للمحرك للوصول إلى السرعة المقننة وتحديد مدى تأثير انخفاض الجهد على النظام ، ويراعى في هذه الطريقة أن تتوفر معاملات

النماذج الديناميكية للمحركات مثل $R, L, inertia, starting load$.

- التسريع الاستاتيكي للمحركات **Static Motor Acceleration** حيث يتم تمثيل المحرك بمعاوقة ثابتة (معاوقة فرملة العضو الدائر (locked-rotor impedance) أثناء عملية التسارع لمحاكاة أسوأ تأثير على التشغيل العادي للأحمال ، ويعتبر هذا الأسلوب مناسباً لاختبار تأثير بدء تشغيل المحرك على النظام حينما تكون النماذج الديناميكية غير متوفرة عند دراسة بدء حركة المحركات .



**Motor Acceleration
(dynamic model)**



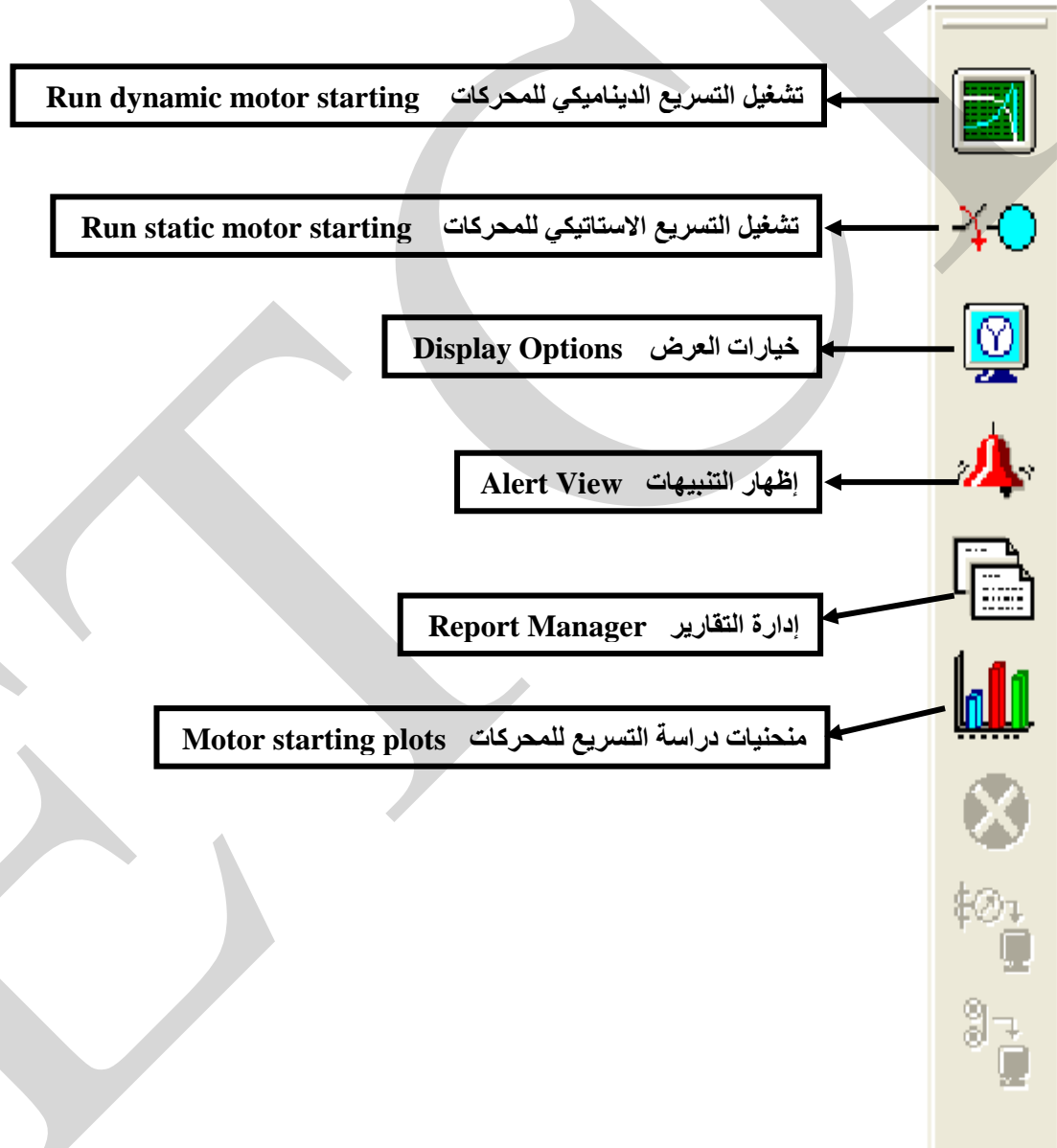
**Motor Starting
(static model)**

- | | |
|-------------------------------------|--|
| I_{Lr} = Locked Rotor Current (%) | t_{acc} = Acceleration Time (dynamically calculated) |
| I_s = Starting Load (%) | t_{st} = Starting Time (fixed) |
| I_f = Final Load (%) | t_s = Beginning of Load Change after acceleration |
| | t_f = End time for motor Load Change |

- للتعرف على خطوات إجراء دراسة تسريع المحركات الكهربائية يجب أولاً إلقاء نظرة على شريط المساعدات **Motor Starting toolbar** الخاص بذلك والذي يمكن إظهاره بالنقر على الزر الخاص بذلك في شريط تحديد الوضع **Mode toolbar** بعد الانتهاء من الرسم التخطيطي للنظام وإدخال كافة البيانات التي تصف عناصره المختلفة ، سيظهر شريط المساعدات لهذه الدراسة كما بالشكل التالي :



Mode Toolbar Indicating Motor Starting Mode



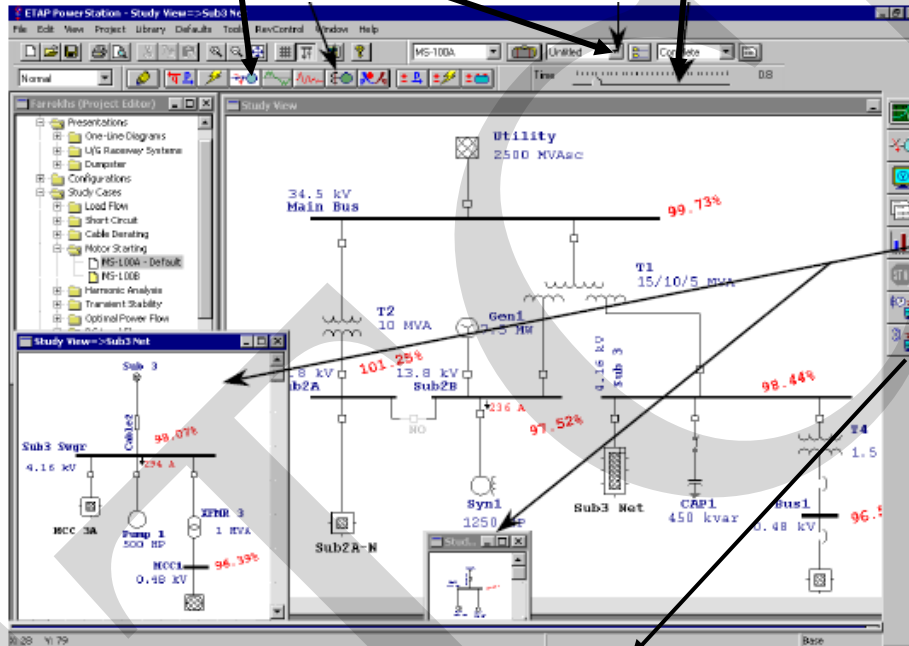
شريط المساعدات لدراسة بدء حركة المحركات Motor Starting Study Case Toolbar



لاختيار وتحرير حالات بدء حركة المحركات ، تحديد اسم ملف التقرير ، اختيار نمط تقرير نتائج الدراسة

دراسة بدء الحركة Motor Starting Study

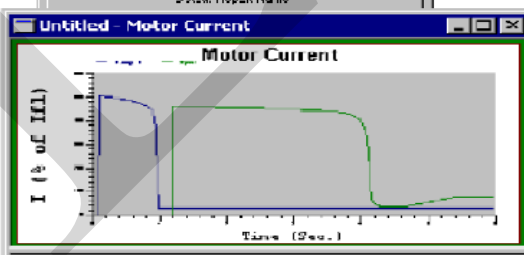
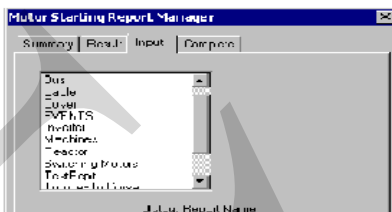
المؤقت الزمني Time Slider



بدء الحركة الاستاتيكي
 أو تشغيل التسريع الديناميكي

عرض خيارات عرض
 النتائج والمعلومات

الحفظ أو البيانات المحفوظة
 الحصول على البيانات



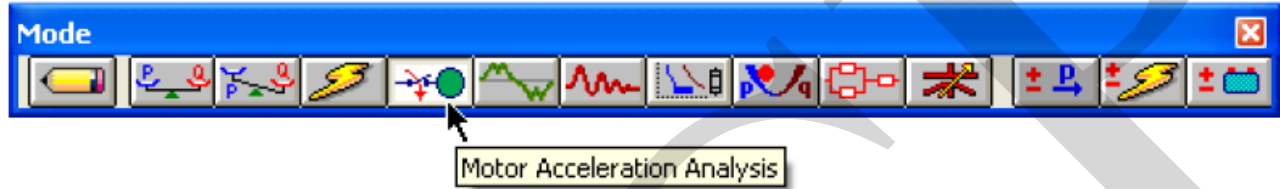
دراسة

٥,١. تشغيل
 التسريع

Running a Static Motor Starting Study

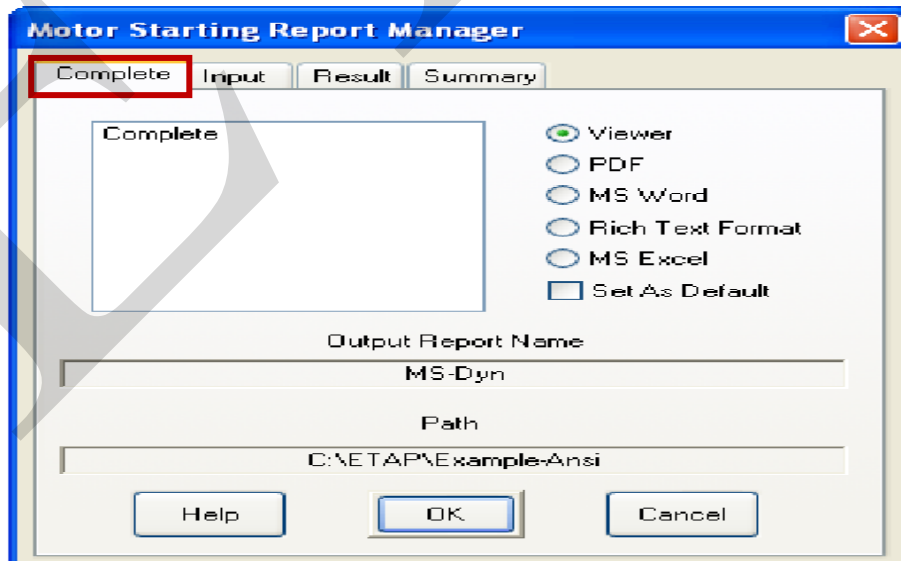


- لتشغيل دراسة التسريع الاستاتيكي للمحركات يتم النقر على الزر تحليل تسريع المحركات **Motor Acceleration Analysis** الموجود على شريط الأدوات المساعدة **Mode toolbar**.

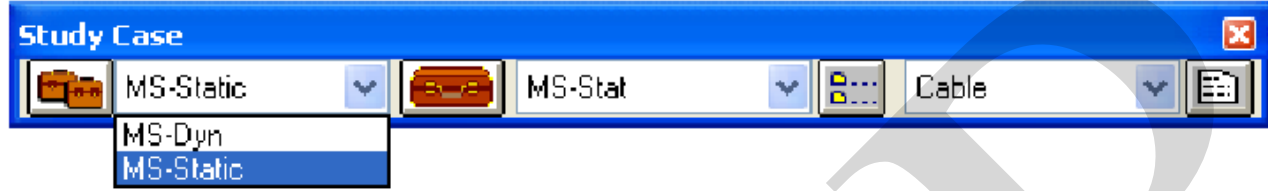


- عند تشغيل برنامج تحليل تسريع المحركات **Motor starting Analysis** سيتم إنشاء تقرير لنتائج هذه الدراسة كما يمكن حفظ هذه النتائج بإحد شكلين :
 - ✓ ملفات نصية ASCII .
 - ✓ تقارير Crystal .

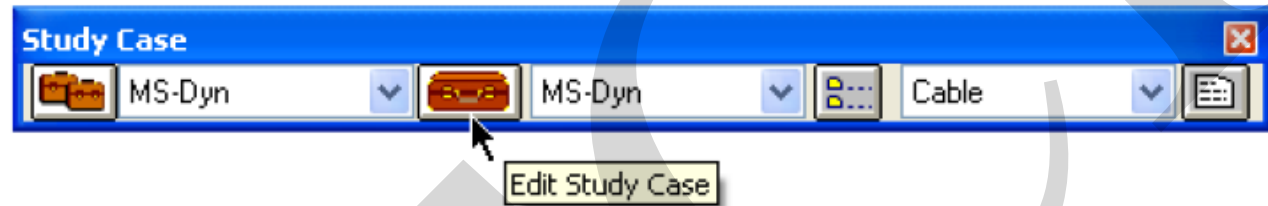
كما توفر إدارة التقارير أربع صفحات (إكمال **Complete** ، الإدخال **Input** ، نتيجة **Result** ، وملخص **Summary**) لعرض الأجزاء المختلفة لتقارير النتائج سواء كانت النصية أو تقارير **Crystal** ، كما يتم عرض التنسيقات المتوفرة لتقارير **Crystal** في كل صفحة من إدارة التقارير للمحركات في حالة الدراسات الديناميكية أو الاستاتيكية كما بالشكل التالي .



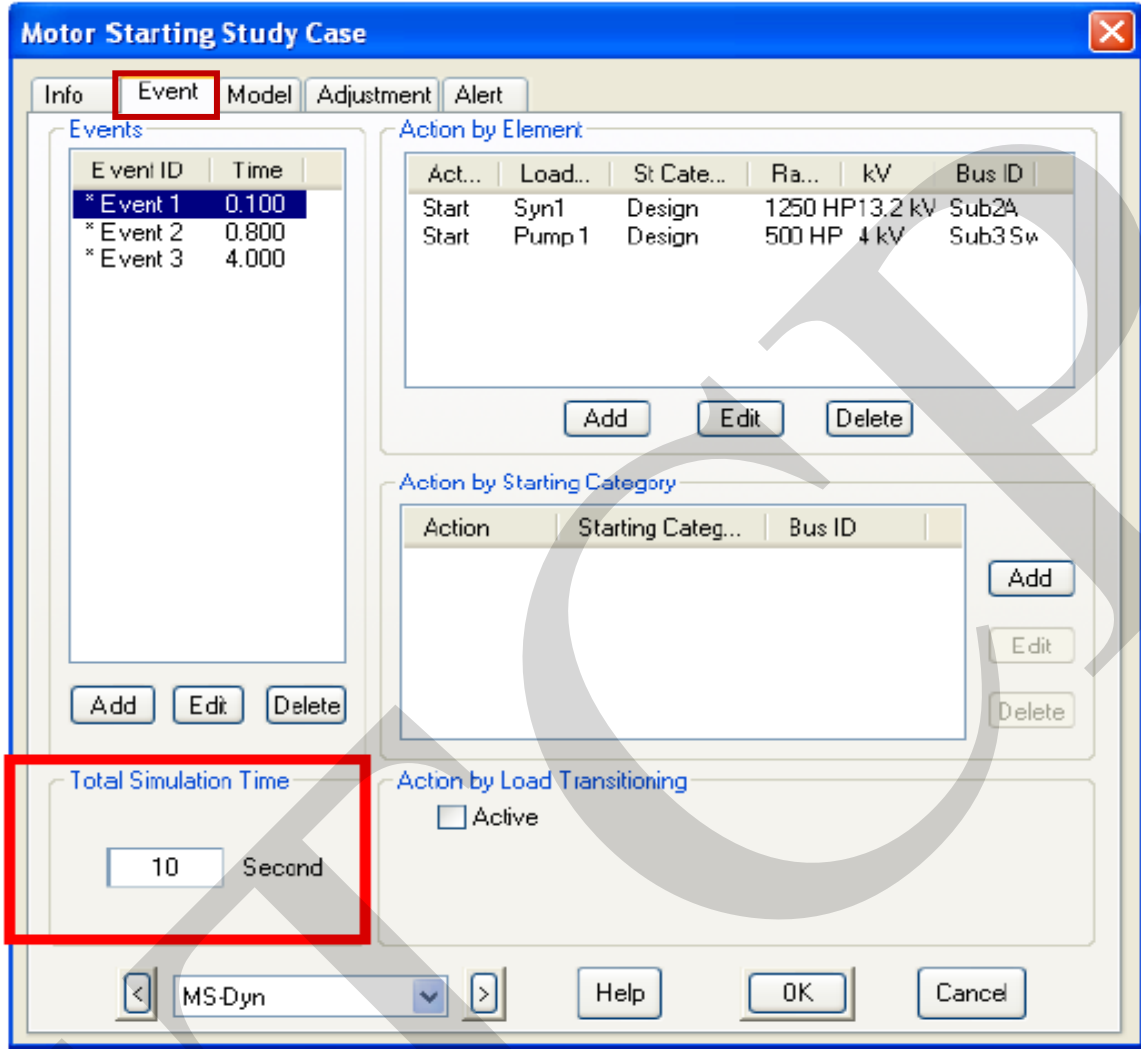
- من شريط أدوات دراسة الحالة **Study case editor** لاختيار نوع دراسة بدء الحركة (ديناميكية MS-Dyn أو استاتيكية MS-Static كما يلي :



- ثم يتم فتح محرر دراسة بدء الحركة للمحركات **Motor Starting Study Case editor** حيث يمكن إضافة أو تعديل شروط إجراء الدراسة .



- في الصفحة الحدث **Event page** ، غير إجمالي وقت المحاكاة **Total Simulation Time** إلى ١٠ ثوان وعلى ذلك سيتم الآن إنشاء الرسم بياني لنتائج الدراسة لمدة من الزمن تمتد من ٠ إلى ١٠ ثوان كما بالشكل .



- الآن يمكنك إضافة عدد غير محدود من الأحداث لمحاكاة إجراءات التحويل في محاكاة بدء حركة محرك واحد ، كما يمكنك بدء تشغيل أو إيقاف تشغيل الأحمال فرادى أو مجموعات مصنفة باستخدام **Action by Load** أو باستخدام **Action by Starting Category features** ، كما يمكنك أيضا تغيير تحميل التشغيل بواسطة النقر فوق خيار تغيير التحميل **Load Transitioning option** للتغيير من فئة تحميل إلى أخرى ، في النهاية انقر فوق زر OK لحفظ التغييرات التي أدخلتها على محرر دراسة الحالة .

Action by Load

| Act... | Load... | St Cate... | Rating | kV | Bus ID |
|----------|---------|------------|-----------|---------|---------|
| Start | Syn1 | Design | 1250 HP | 13.2... | Sub2B |
| Start | Pump 1 | Design | 500 HP | 4 kV | Sub3... |
| Switc... | Load1 | N/A | 280 kVA | 0.48... | LVBus |
| Start | MOV1 | Design | 15 HP | 0.46... | LVBus |
| Chan... | Gen1 | Emergen... | 8824 M... | 13.8... | Sub2B |

Add Action By Element

Element Type:

 Motor

 Static Load

 MOV

 Gen/Power Grid

Action:

 Start

 Stop

Motor, Load, MOV, Generator

 ID:

 Starting Category:

Action by Starting Category

| Action | Starting Categ... | Bus ID |
|--------|-------------------|-----------|
| Start | Emergency | All Buses |
| Start | Accident | MCC1 |

Add Action By Starting Category

Action:

 Start

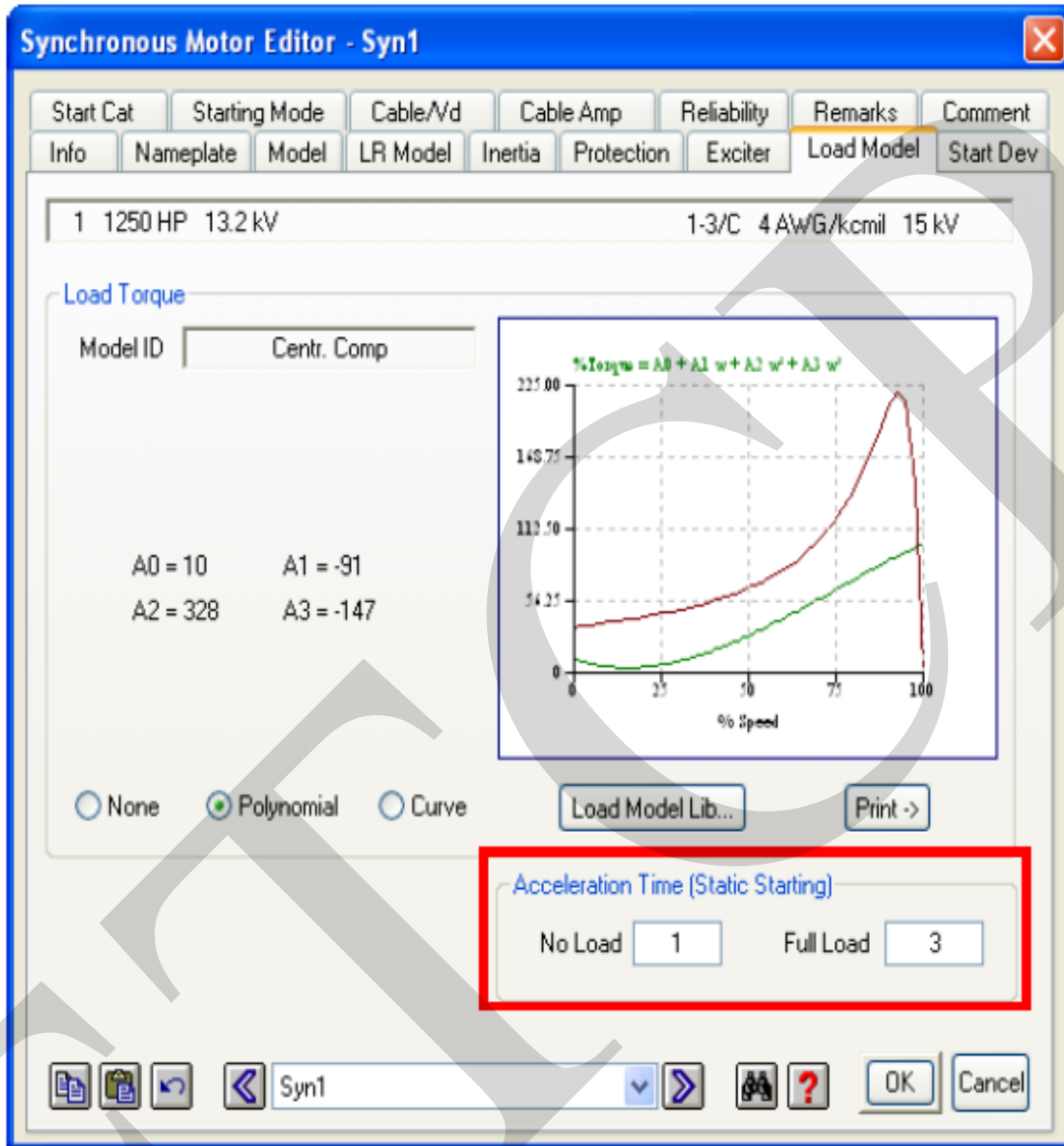
 Switch Off

By Category:

 Starting Category:

 Bus ID:

- في الصفحة النموذج **Model page** ، يمكن تحديد نموذج تمثيل العناصر المختلفة وبياناته مثل المحولات – مغير النقاط عند التحميل للمحول Load tapping Changer - المحركات المستخدمة في الدراسة وغير ذلك .
- لتحديد بيانات ونموذج المحرك التزامني ، افتح محرر Syn1 بالنقر المزدوج فوق رسم العنصر في شاشة العرض المفرد OLV-Screen ، وانتقل إلى صفحة نموذج الحمل **Load Model page** ، في المربع الخاص بزمن التسريع **Acceleration Time** أدخل ١ ثانية كزمن للتسريع عند اللا حمل ، و ٣ ثواني كزمن تسريع عند الحمل الكامل ، ثم انقر **OK** للحفظ والإنهاء كما بالشكل.



- تعتبر البيانات الموضحة في الشكل السابق الحد الأدنى اللازم لتشغيل دراسة بسيطة لبدء حركة محرك استاتيكية .
- يمكن تشغيل الدراسة بالنقر على زر التشغيل **Run Static Motor Starting** من شريط أدوات بدء تشغيل المحرك **Motor Starting toolbar** ، وبمجرد اكتمال العمليات الحسابية تصبح المنحنيات وكذلك تقارير النتائج متاحة للعرض .

٥,٢. تشغيل دراسة التسريع الاستاتيكي للمحركات :

Running a Dynamic Motor Starting Study

- يتم إجراء دراسة التسريع الديناميكي للمحركات باستخدام نفس دراسة الحالة تحت نفس ظروف التشغيل كما في حالة دراسة التسريع الاستاتيكي للمحركات مع بعض الاختلافات في النموذج المستخدم وكذلك إضافة بعض البيانات الضرورية للدراسة الديناميكية .
- انقر نقرأ مزدوجاً فوق رسم العنصر Syn1 لفتح محرر الخصائص لهذا العنصر ، ثم انتقل إلى صفحة النموذج **Model page** . وتحت عنوان النموذج الديناميكي **Dynamic Model** ، يجب تحديد فئة أخرى غير **None** .
- بالنقر فوق زر **Typical Data** سيتم ملء الحقول الضرورية استناداً إلى التصنيف المحدد ضمن صفحة لوحة البيانات **Nameplate page** كما بالشكل التالي .
- اذهب إلى صفحة نموذج الحمل **Load Model page** لعرض نموذج الحمل مع التأكد من أنه تم إدخال نموذج لهذا المحرك ، أما إذا لم يكن نموذج الحمل قد تم إدخاله انقر فوق الزر **Load Model page** وقبول النموذج بالنقر فوق **OK** في المربع الحواري الذي يظهر.

Synchronous Motor Editor - Syn1

| | | | | | | |
|-------------------|---------------|-----------|-------------------------|-------------|------------|---------|
| Start Cat | Starting Mode | Cable/V/d | Cable Amp | Reliability | Remarks | Comment |
| Info | Nameplate | Model | LR Model | Inertia | Protection | Exciter |
| 1 1250 HP 13.2 kV | | | 1-3/C 4 AWG/kcmil 15 kV | | | |

Impedance

X_d''
 X/R
 X_o
 X_2

X_d'' Tolerance

± %

Machine Type

Application:
 Rotor Type:
 IEC Exciter Type:

Dynamic Model

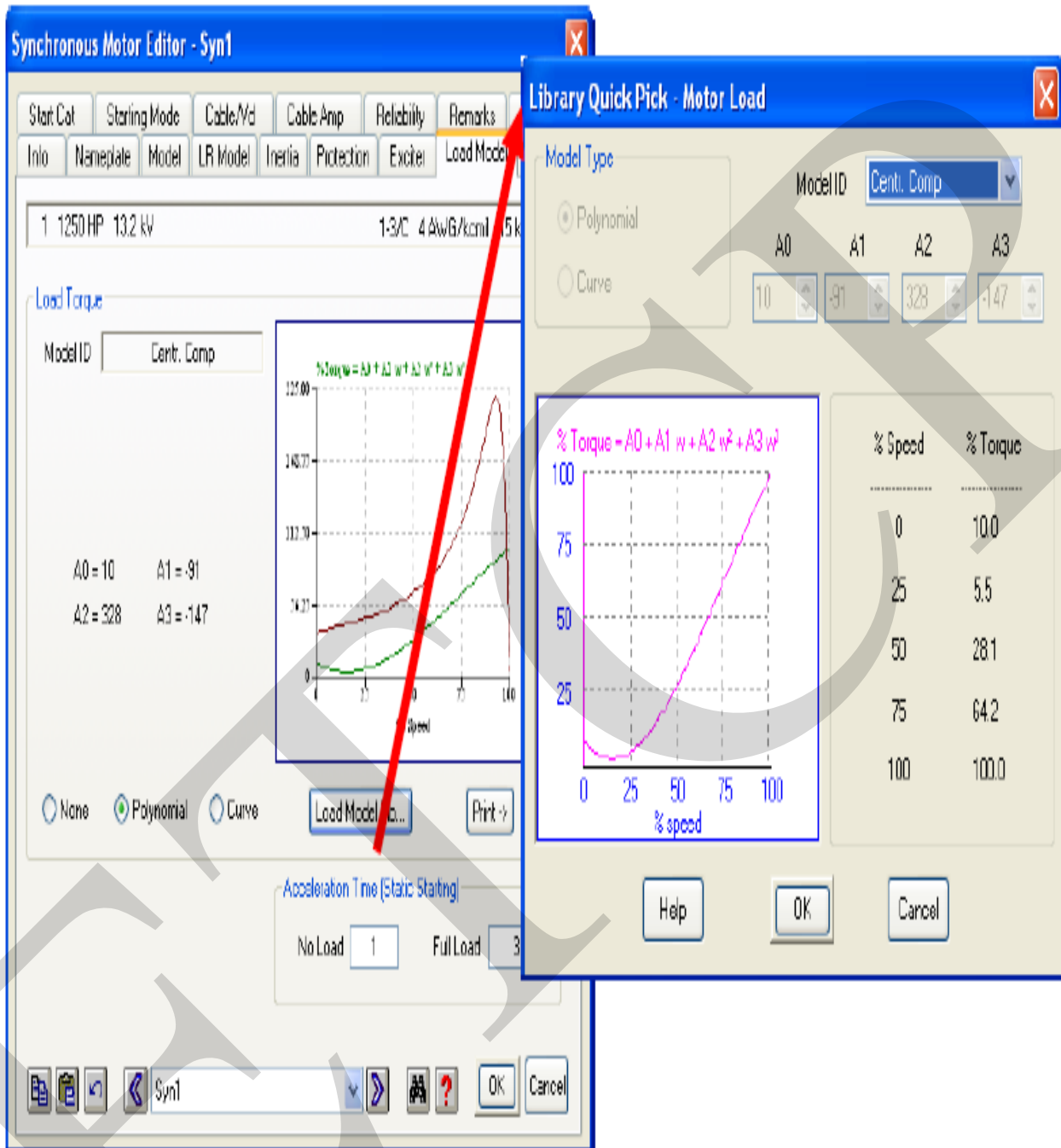
None
 Equivalent
 Transient
 Subtransient

X_d
 X_q
 T_{do}'
 S_{break}

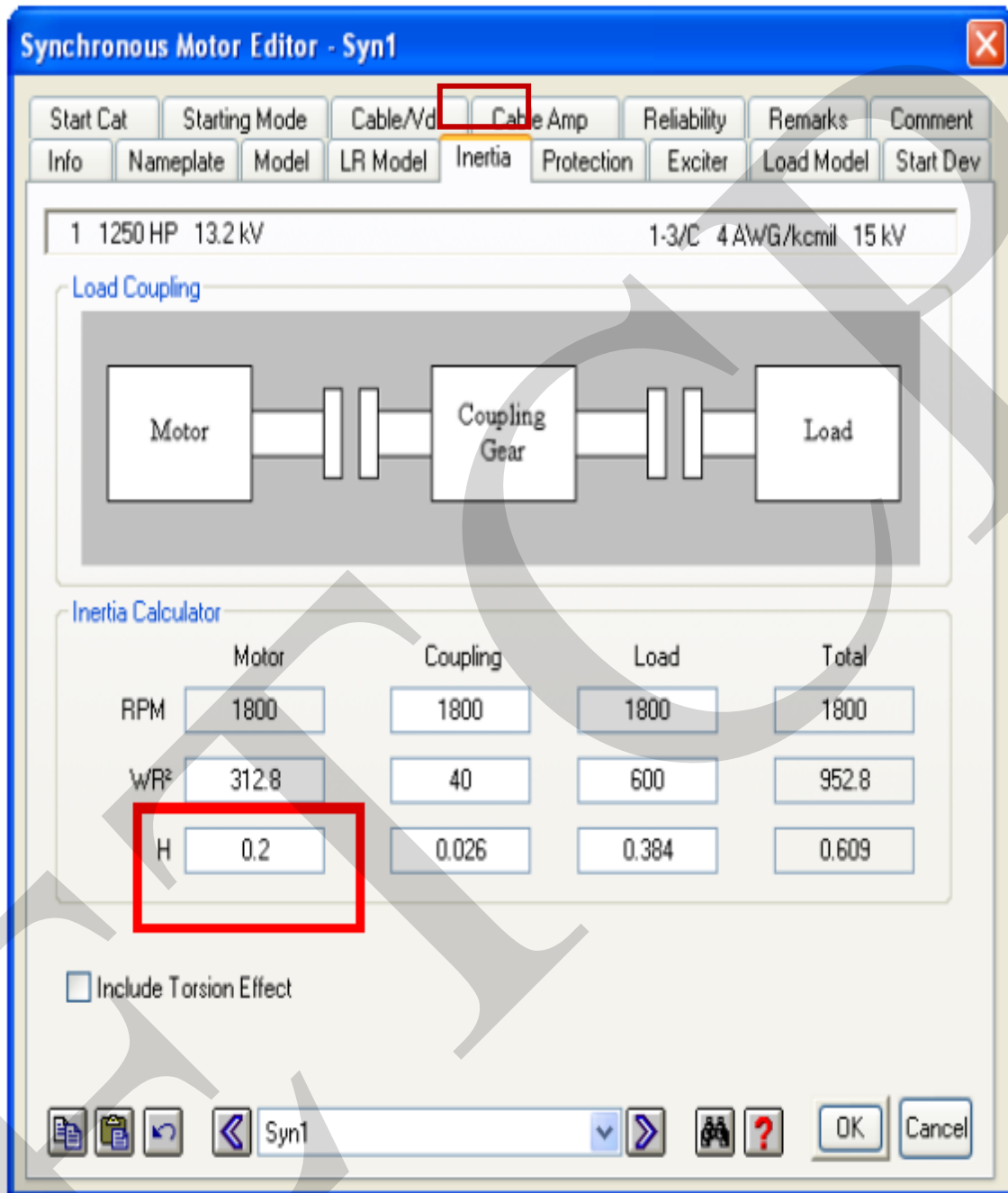
X_d'
 X_q'
 T_{do}''
 S_{100}

X_L
 X_q''
 T_{qo}'
 S_{120}

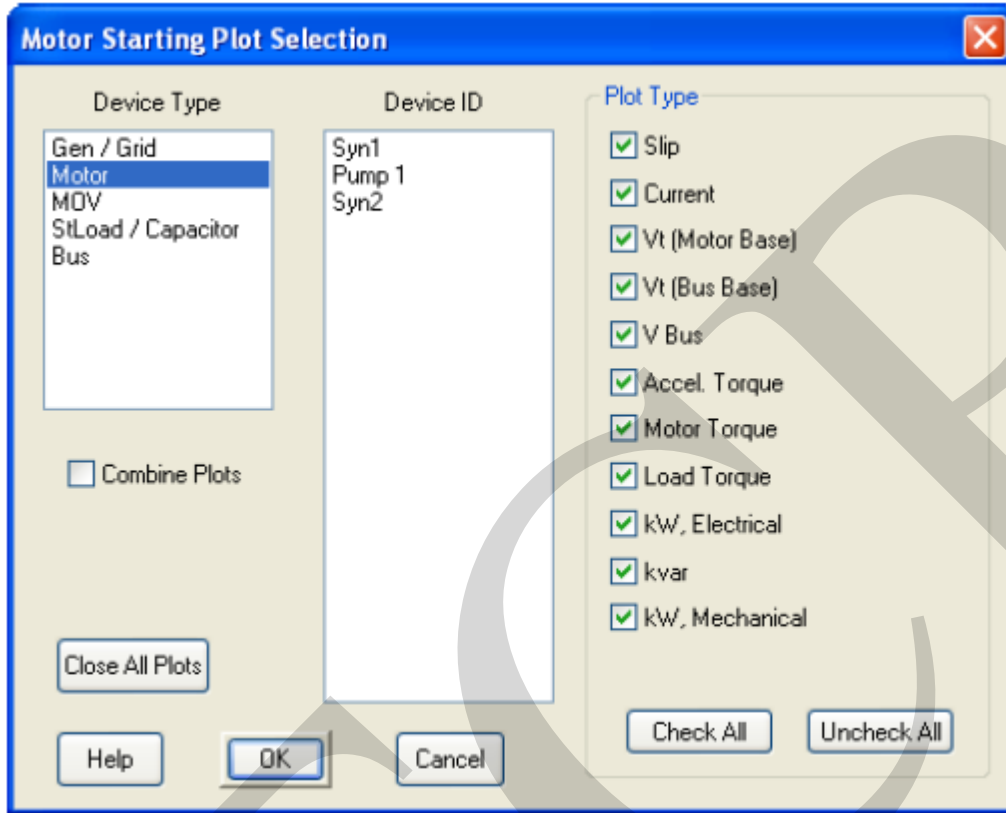
 T_{qo}''
 Damping



- انتقل أيضا إلى صفحة القصور الذاتي **Inertia page** وأدخل ٠,٢ في حقل القصور الذاتي (**H**) ، ثم انقر **OK** موافق ، سيتم تلقائياً تحديث بيانات المحرك ثم قم بإنهاء محرر المحرك التزامني Syn1 بالنقر على فوق **OK** كما بالشكل التالي .



- الآن يمكن تشغيل دراسة بدء الحركة الديناميكي **Dynamic Motor Starting study** بالنقر على زر **Dynamic Motor Starting** من على شريط الأدوات **Motor Starting toolbar** للقيام بهذه الدراسة .



- لعرض المنحنيات التي يتم إنشاؤها كنتيجة للدراسة ، انقر فوق الزر **Motor Starting Plots** على شريط الأدوات المساعدة **Motor Starting toolbar** لتظهر نافذة اختيار المنحنيات **Motor Starting Plot Selection** والتي تتيح السماح باختيار المنحنيات التي يتم عرضها ، حدد المنحنيات التي ترغب في عرضها ، أو انقر **OK** لإظهار جميع المنحنيات .