دراسة جدوى
عن
مشروع تخفيض الفاقد
في
أنظمة التوزيع
في
المملكة الأردنية الهاشمية

دليل دراسة جدوى عن تخفيض الفاقد في التوزيع

كانون الأول ٢٠٠٠

الوكالة اليابانية للتعاون الدولي

شركة طوكيو المحدودة للكهرباء
شركة طوكيو المحدودة للخدمات الكهربائية

MPN
J R

دراسة جدوى
عن
مشروع تخفيض الفاقد
في
أنظمة التوزيع
في
المملكة الأردنية الهاشمية

دليل دراسة جدوى عن تخفيض الفاقد في التوزيع

كانون الأول ٢٠٠٠

الوكالة اليابانية للتعاون الدولي

شركة طوكيو المحدودة للكهرباء
شركة طوكيو المحدودة للخدمات الكهربائية

/307/64.4/MPN J11609013

The feasibility study on the loss reduction project of distribution network in the Hashemite Kingdom of Jordan : manual for feasibility study on distribution loss reduction (translated title)

2000.12

Japan International Cooperation Agency,Tokyo Electric Power Co., Inc.,Tokyo Electric Power Service Co,, Ltd.

(In Arabic ; translated record in English)

国際協力事業団図書館

مقدمة

أشرفت الوكالة اليابانية للتعاون الدولي (JICA) على إعداد دراسة الجدوى عن تخفيض الفاقد في أنظمة التوزيع في المملكة الأردنية الهاشمية بالتعاون الوثيق مع وزارة الطاقة والموارد الطبيعية (MEMR) وشركة الطاقة الكهربائية الوطنية (NEPCO) وشركة الطاقة الكهربائية (EDCO) وشركة الطاقة الكهربائية الأردنية (JEPCO) وشركة الطاقة الكهربائية لمنطقة إربد (IDECO) في المملكة الأردنية الهاشمية في الفترة من أيلول ١٩٩٩ وحتى كانون الأول ٢٠٠٠.

تمت كتابة دليل دراسة الجدوى عن تخفيض الفاقد في أنظمة التوزيع على فرضية أن دراسة تخفيض الفاقد في أنظمة التوزيع تتم على مغذيات متوسطة أو منخفضة الفولطية وبحيث يمكن تطبيقها على نظام التوزيع الكهربائي المتبع في شركات الخدمات الكهربائية في المملكة الأردنية الهاشمية. تم إعداد هذا الدليل بناء على جدوى الدراسة هذه مبنية على أساس الخبرة المكتسبة من المحاضرات وزيارات المعامل والعديد من المناقشات العملية التي أجريت في مواقع البحث في الأردن بين فريق الدراسة التابع للوكالة اليابانية للتعاون الدولي JICA ونظرائهم الأردنيين بهدف تقديم المساعدة الفنية ومنهجية تخفيض الفاقد في أنظمة التوزيع في الأردن.

يوضح القسم الأول من هذا الدليل شرحا تفصيليا لخطوات التخطيط والإعداد والتقييم الاقتصادي وجمع الملاحظات لإعداد الخطط الكفيلة لخفض قيمة الفاقد في أنظمة التوزيع. أما القسم الثاني فيوضح طريقة عمل البرنامج التطبيقي الخاص بالدراسة بما في ذلك معالجة بيانات الإدخال وملاحظات حول البرنامج.

وقد شملت إجراءات جمع هذه الدليل أيضا على تنقيحات وتحسينات إضافية مبنية على أساس معتقدات وآراء نظرائنا الموظفين في المملكة الأردنية الهاشمية التي ساهمت بشكل كبير في إتمام هذا الدليل.

ونود هنا أن نعبّر عن جزيل امتناننا الى الموظفين المعنيين آملين أن يتم تنفيذ مشروع خفض الفاقد في أنظمة التوزيع بنجاح على يد المهندسين في المملكة الأردنية الهاشمية.

كانون الأول ٢٠٠٠
الوكالة اليابانية للتعاون الدولي
شركة طوكيو المحدودة للكهرباء
شركة طوكيو المحدودة للخدمات الكهربائية

1160901【3】

محتويات

القسم ١ دراسة جدوى عن تخفيض الفاقد في التوزيع

١. الفاقد في أنظمة النقل والتوزيع

٢. وسائل لتخفيض الفاقد في النقل والتوزيع

٣. اجراءات عملية لتخفيض الفاقد في القدرة
٣-١ تصحيح معامل القدرة باستخدام مكثف ثابت ٣-١
٣-٢ تقوية الخطوط على نفس الفولطية ٣-٧
٣-٣ إدخال نظام ذي فولطية أعلى ٣-١٠

٤. مجموعة من الإجراءات المتوافقة لتخفيض الفاقد في القدرة
٤-١ مجموعات من المعايير ٤-١
٤-٢ فترة استعادة التكاليف الناجمة عن الاستثمار ٤-١

٥. مخطط الدراسة

٦. اقتصاديات تخفيض الفاقد في التوزيع
٦-١ العائد الصافي من تخفيض الفاقد في القدرة ٦-١
٦-٢ تكلفة التجهيزات الناجمة عن الاستثمارات ٦-٢
٦-٣ القيمة الاقتصادية لتخفيض الفاقد (قيمة الكيلووات والكيلووات ساعة) ٦-٣
٦-٤ التقييم الاقتصادي لتخفيض الفاقد في النقل والتوزيع (العائد الصافي) ٦-٣
٦-٥ التقييم الاقتصادي لحفض الفاقد ٦-٣
٦-٦ القيمة الاقتصادية لتخفيض الفاقد في القدرة لكل كيلووات خلال عدد (m) من السنوات ٦-٤
٦-٧ مثال للعائد الصافي ٦-٦

رخصة استعمال برنامج
PFLOW و PLOPT
شركة طوكيو للخدمات الكهربائية، ترخيص محدود

- البرنامجان PFLOW و PLOPT تملكهما شركة طوكيو المحدودة للخدمات الكهربائية.

- تمنح شركة طوكيو للخدمات الكهربائية بهذا الموجب حق استعمال وزارة الطاقة والموارد الطبيعية، و NEPCO و EDCO و JEPCO و IDECO في المملكة الأردنية الهاشمية لهذا البرنامج شريطة:

(١) أن لا يتم استعمال هذا البرنامج لأي غرض آخر غير الدراسات على خطوط نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية في المملكة الأردنية الهاشمية دون الحصول على موافقة مسبقة من شركة طوكيو المحدودة للخدمات الكهربائية.

(٢) أن لا يتم نسخ أو توزيع أو بيع هذا البرنامج لأي شركة أو منظمة أخرى غير وزارة الطاقة والموارد الطبيعية و NEPCO و EDCO و JEPCO و IDECO في المملكة الأردنية الهاشمية دون الحصول على موافقة مسبقة من شركة طوكيو المحدودة للخدمات الكهربائية.

(٣) أن لا يتم تفكيك هذا البرنامج أو إجراء تعديلات عليه.

تعني الكلمة «استعمال» تخزين، تحميل، تثبيت، تنفيذ أو عرض البرنامج.

- لا تتحمّل شركة طوكيو المحدودة للخدمات الكهربائية تحت أي طرف مسؤولية الأضرار الناشئة، الخاصة، الطارئة، أو غير المباشرة التي قد تنجم عن استعمال أو عدم القدرة على استعمال هذا البرنامج حتى ولو كانت شركة طوكيو المحدودة للخدمات الكهربائية مدركة لامكانية حدوث مثل هذه الأضرار أو عطل معروف.

حتام

القسم ١ دراسة جدوى عن تخفيض الفاقد في التوزيع

١. الفاقد في أنظمة النقل والتوزيع

يتكون الفاقد في أنظمة النقل والتوزيع من الفاقد في الموصلات، والفاقد في المحولات، والفاقد في كوابل التوصيل النحاسية، والفاقد في التفريغ الهالي إضافة إلى غيره من أنواع الفاقد التي تنتج عن تسرب التيار عبر المواد العازلة. إلا أن الطاقة المفقودة اذا استثنيت الطاقة المفقودة في الموصلات والطاقة الحديدية والنحاسية في المحولات تعد ضئيلة بحيث تتركز جهود تخفيض الفاقد على فاقد الموصلات التي تتحمل جزءا كبيرا من الفاقد في النقل والتوزيع. ويعرف فاقد الموصلات بالمعادلة البسيطة التالية:

$$L=I^2R \quad \ldots(١-١)$$

حيث؛
R: هي مقاومة الموصل
I: هي التيار الساري في الموصل

المعادلة أعلاه توضح أن تخفيض الفاقد يمكن تحقيقه من خلال تخفيض مقاومة الموصل، أو تخفيض التيار من خلال تعديل معامل القدرة، أو تعزيز النظام مثل استبدال الموصل بآخر ذي مساحة مقطع أكبر (إعادة توصيل)، وتركيب خطوط بنفس الفولطية (فرق الجهد)، وتركيب نظام بفولطية (فرق جهد) أعلى.

من وجهة نظر اقتصادية، من الضروري لتخفيض الفارق في القدرة معرفة مدى إمكانية تخفيض الفاقد وفي الوقت نفسه كيف يمكن الاستفادة من تخفيض الفاقد ولايمكن إعطاء معدل خفض الفاقد المستهدف مقدما، ولكن يمكن معرفة نتيجة الاستثمار لتخفيض الفاقد.

لتخفيض فاقد القدرة لنظام التوزيع في الأردن، أجريت دراسات على مغذيات مستهدفة بعينها بهدف الحصول على أفضل البدائل.

ومن الضروري مواصلة جهود للحفاظ على تخفيض الفاقد في القدرة ضمن المعدلات الصحيحة، وهي أحد المؤشرات على كفاءة النظام. للحفاظ على المستوى الصحيح من فاقد القدرة، ينبغي إجراء دراسات على اختيار الموصل على أساس تقييم الفاقد من الناحية الاقتصادية، إضافة إلى تحسين كفاءة النظام، ومن الممكن أيضا تقليص مستوى انخفاض شدة التيار وتحسين قدرات الإمداد و/ أو زيادة اعتمادية النظام من خلال الاستثمار في التجهيزات من أجل خفض الفاقد. وينبغي فحص البديل على ضوء، ليس فقط الناحية الاقتصادية، بل أيضا غيرها من جوانب النظام.

القسم ٢ دليل برنامج تدفق القدرة (PFLOW) وبرنامج التخفيض الأمثل للفاقد (PLOPT)

١. موجز النظام
١-١ برنامج تدفق القدرة (PFLOW) ١-١
١-٢ برنامج التخفيض الأمثل للفاقد (PLOPT) ١-١
١-٣ الشكل العام للنظام ١-٢

٢. برنامج تدفق القدرة (PFLOW)
٢-١ ملخص ١-٢
٢-٢ نموذج لنظام عالي/ متوسط الفولطية ١-٢
٢-٣ نموذج لنظام الفولطية المنخفضة ١-٢
٢-٤ حالة حدود العقدة (موصل منخفض الفولطية لمحطة التوزيع الفرعية) توصيل نظام فولطية عالي/ متوسط ونظام فولطية منخفضة. ٢-٢

٣. برنامج التخفيض الأمثل لفاقد القدرة (PLOPT)
٣-١ مبدأ الاستخدام الأمثل ١-٣
٣-٢ قوائم البدائل لتخفيض فاقد القدرة في البرنامج PLOPT ١-٣
٣-٣ شرح إضافي حول قيمة العائد الصافي بتشغيل البرنامجPLOPT (قيمة العائد الصافي محولة إلى تكلفة الإنشاء) ٣-٢
٣-٤ المنوالية المتكررة لبرنامج الكمبيوتر لدراسة التخفيض الأمثل للفاقد (إنشاء خط جديد بنفس الفولطية) ٣-٤

٤ ترتيب بيانات الإدخال
٤-١ ملخص ١-٤
٤-٢ بيانات الإدخال لحساب تدفق القدرة (PFLOW) ١-٤
٤-٣ بيانات الإدخال لحسابات التخفيض الأمثل للفاقد PLOPT ٣-٤
٤-٤ مباشرة ٤-٥
٤-٥ أوامر التحكم ٤-٥
٤-٦ نظام البيانات ١٢-٤
٤-٧ تنفيذ البرامج ١٢-٤

٥. أمثلة للتحليل
٥-١ حسابات تدفق القدرة ١-٥
٥-٢ حسابات الأسلوب الأمثل ١-٥
٥-٣ بيانات الإدخال (مثال) ٣-٥
٥-٤ قائمة الخرج (مثال) ٦-٥
٥-٥ شرح إضافي حول قائمة الخرج ١٢-٥
٥-٦ مثال على تركيب مكثفات للنظام منخفض الفولطية ١٦-٥

٣. اجراءات عملية لتخفيض الفاقد في القدرة

يهدف الشرح التالي لتقديم تفاصيل حول كيفية إجراء دراسة خاصة بهدف تخفيض الفاقد والبنود الهامة التي ينبغي فحصها أو الاحتياطات التي تتخذ خلال الدراسة، ستوضح المعايير الخاصة بتلك البنود مثل تصحيح معامل القدرة، وإعادة التوصيل وبناء خط جديد بنفس الفولطية وإدخال نظام ذي فولطية أعلى.

٣-١ تصحيح معامل القدرة باستخدام مكثف ثابت

يتم شرح الطريقة العملية بالدراسة حول تصحيح معامل القدرة باستخدام مكثف ثابت، وتأثيره على فاقد القدرة ونقاط خاصة كملاحظات على الدراسة. يستخدم أيضا مكثف مع مفتاح لتصحيح معامل القدرة ويمكن إيقاف تشغيله أثناء انخفاض الحمل عندما لاتكون هناك حاجة لتعويض القدرة المفاعلية غير الفعالة، ولكن بما أن تركيب قاطع في المكثفات الصغيرة نسبيا في الأنظمة ذات الفولطية المنخفضة يتكلف تكلفة عالية لذلك تتركز دراسات تصحيح معامل القدرة على المكثفات الثابتة فقط.

٣-١-١ *الموقع الأمثل وسعة المكثف الثابت*

يؤثر تخفيض الفاقد في النظام الكهربائي باستخدام مكثف على تخفيض كل من الطلب (كيلووات) و الطاقة (كيلووات ساعة)

- تخفيض الطلب (كيلووات)
- تخفيض الطاقة (كيلووات ساعة)

نظرا لاختلاف موقع المكثف الثابت تبعا للأهداف المرجوة، يتم شرح الموقع الأمثل للمكثف تبعا للأهداف فيما يلي. يتم تحديد سعة المكثف الثابت على أساس المنحنى البياني لحمل النظام في الاردن ليكون نصف تيار الحمل غير الفعال عند طرف النقل (طرف منخفض الفولطية للمحطة) في فترة الذروة بحيث لا تتعدى الفولطيات على نظام التوزيع نطاق التشغيل الخاص بها بسبب زيادة القدرة غير الفعالة بشكل مفرط أثناء فترة الحمل الخفيف. وهذا المقدار من المكثف الثابت يوفر تشغيلا بمعامل قدرة أحادى القيمة تقريبا عند فترة الحمل الخفيف، ونظرا لتوافر بيانات تيار الحمل عند طرف النقل فقط ، فإن حمل مغذي التوزيع يفترض أن يكون حملا موزعا بشكل موحد على امتداد الخط.

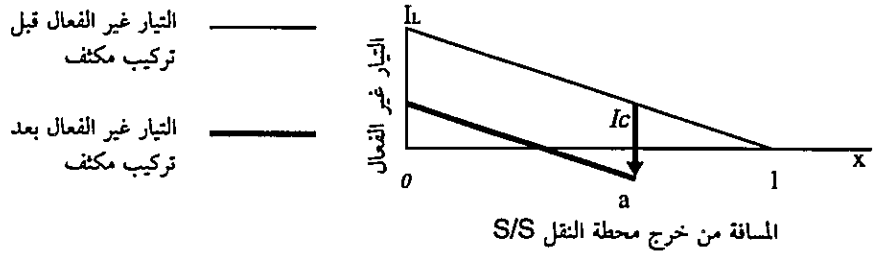
أ. نظام التوزيع المنخفض الفولطية

i. مكثف لتخفيض الطلب

تركز دراسة تيار الحمل على الجزء غير الفعال من التيار، حيث لايتأثر الجزء الفعال من تيار الحمل بتركيب مكثف. سعة المكثف الثابت من التيار (Ic) هي نفس قيمة تيار الحمل غير الفعال عند طرف النقل للمغذي المستهدف في فترة الحمل الخفيف، على سبيل المثال، نصف الحمل غير الفعال في فترات الذروة، ويتغير توزيع تيار الحمل غير الفعال بسبب تركيب مكثف ثابت في الموقع (a) كما هو موضح بالشكل ٣-١.

الشكل ٣-١ توزيع التيار غير الفعال

يتم خفض التيار غير الفعال على امتداد المغذي من طرف النقل إلى الموقع (a) بمقدار (Ic)، بينما لايتغير التيار غير الفعال من الموقع (a) حتى نهاية المغذي.



٢. وسائل لتخفيض الفاقد في النقل والتوزيع

يمكن اتخاذ إجراءات لتخفيض الفاقد في التوزيع من خلال خفض المقاومة، خفض التيار نفسه و/أو تحسين ظروف التشغيل. فيما يلي الإجراءات التي تتخذ على نطاق واسع لتخفيض فاقد القدرة في التوزيع.

- تصحيح تيار الطور غير المتوازن
- ضبط استواء حمل التوزيع (تغيير نقطة فتح المغذي)
- تعديل معامل القدرة باستخدام مكثفات ثابتة
- إعادة توصيل الخطوط بموصلات ذات مساحة مقطع أكبر
- تركيب خطوط جديدة بنفس الفولطية
- إدخال نظام ذي فولطية أعلى (تركيب محولات ونقل الحمولات)

يمكن إجراء تصحيح تيار الطور غير المتوازن وضبط استواء حمل التوزيع بنفقات قليلة عبر العمل اليومي من خلال تغيير الأطوار أو الحمل الذي يتم تغذيته، فيما يتعلق بتصحيح تيار الطور غير المتوازن، فيمكن تخفيض، ليس فقط الفاقد في الأسلاك المحايدة ولكن أيضا يمكن تقليل عدم توازن فولطية الطور من خلال تحويل الحمل إلى أطوار أخرى.

من ناحية أخرى، فإن إنشاء أنظمة ذات فولطية أعلى، وبناء خط بنفس الفولطية وتركيب مكثفات هي معايير تتطلب بعض القدر من الاستثمار في التجهيزات لتخفيض الفاقد في القدرة. وينبغي دراسة هذه الاستثمارات بعناية مع الأخذ في الاعتبار المزايا الاقتصادية كنتيجة.

يعد تركيب مكثفات أحد الوسائل التي تتميز بانخفاض التكلفة والفائدة الكبيرة للنظام ذي معامل القدرة المنخفض أي أن تكلفة الاستثمار يمكن أن تكون بسيطة مقارنة بتكلفة الإجراءات الأخرى.
يمكن أن تكون إعادة التوصيل من إحدى البدائل المغرية اقتصاديا في حالة إمكانية استخدام الهياكل الحالية أو الأقطاب الحالية لموصلات ذات مساحة مقطع اكبر ولاتعد الزيادة في القطاع الإجمالي للموصل وتأثيرها على تخفيض الفاقد كبيرة جدا اذا ماقورنت بإضافة خط جديد، ولكن حجم الاستثمار الضئيل قد يجعلها اكثر البدائل فائدة لتخفيض الفاقد في الطاقة من بين الإجراءات التي يمكن اتباعها لتخفيض الفاقد في القدرة، يهدف هذا الدليل إلى إعطاء بنود ينبغي دراستها ومعايير ينبغي توجيه اهتمام خاص بها لتخفيض الفاقد في القدرة بمقدار ما من الاستثمارات مثل إضافة خط حديد وإنشاء نظام ذي فولطية أعلى، وما إلى ذلك.

جدول ٣-١ معامل الحمل غير الفعال سنويا مقابل الموقع الأمثل للمكثف

معامل الحمل غير الفعال (RLF)	تيار الحمل غير الفعال	الموقع الأمثل
٥٠٪ (٠,٥)	$I_{c1,000}$ ($I_{L0,500}$)	حيث يكون تيار الحمل غير الفعال ١/٢ مثيله من طرف النقل
٦٠٪ (٠,٦)	$I_{c0,833}$ ($I_{L0,417}$)	حيث يكون تيار الحمل غير الفعال ٢/٥ مثيله من طرف النقل
٧٠٪ (٠,٧)	$I_{c0,714}$ ($I_{L0,357}$)	حيث يكون تيار الحمل غير الفعال ١/٣ مثيله من طرف النقل

ب نظام المتوسط الفولطية

فيما يتعلق بتصحيح معامل القدرة لأنظمة التوزيع ذات الفولطية المتوسطة، يمكن تطبيق بديلين، أحدهما هو تركيب مكثفات متوسطة الفولطية في الموقع الصحيح على ضوء تخفيض الفاقد في الطاقة بنفس أسلوب المغذي منخفض الفولطية، والبديل الآخر هو تركيب مكثفات منخفضة الفولطية على أطراف الضغط المنخفض في محطات التوزيع الفرعية المعنية. يعد البديل الأول أفضل في حالة استخدام عدد قليل من المكثفات ولتصحيح معامل القدرة لحمل ضخم مجمع، والآخر اقل تكلفة واسهل في زيادة سعته بما يتناسب مع نمو الحمل إذا كان هناك فراغ كاف للتركيب.

فيما يتعلق بموقع متوسط الفولطية، يمكن استخدام المعادلة (٣-٣) والمعادلة (٣-٨) بنفس الأسلوب للحصول على أمثل موقع.

الموقع الأمثل للمكثف متوسط الفولطية هو النقطة التي يكون عندها تيار الحمل غير الفعال ١/٣ مثيله من طرف النقل في حالة كون معامل الحمل السنوي ٧٠٪. وبوجه عام فإن الحمل على نظام متوسط الفولطية يعتبر حملا مجمعا وهو يختلف إلى حد ما عن نظام الفولطية المنخفضة، ومع ذلك تبقى العلاقة المذكورة أعلاه صحيحة. الموقع الأمثل للمكثف الثابت متوسط الفولطية هو على الموصل متوسط الفولطية للمحطة متوسطة الفولطية بنحو ٢/٣ المسافة بعيدا عن طرف الارسال. (علماً بأن الحمل موزع بانتظام على الخط)

مقارنة بين المكثف متوسط الفولطية والمكثف منخفض الفولطية

‹موقع وسعة المكثف متوسط الفولطية والمكثف منخفض الفولطية›

تبلغ سعة المكثف متوسط الفولطية نصف القدرة غير الفعالة عند طرف النقل الخاص بالمغذي في فترة الذروة، الأمر الذي يجعل معامل القدرة ١,٠ في فترات الحمل الأقل. يتم تركيب المكثف متوسط الفولطية في المكان الذي تكون سعة المكثف تساوي ثلث القدرة غير الفعالة عند طرف النقل، هذه الظروف نفسها كالتي نوقشت في نظام تصحيح معامل القدرة للنظام منخفض الفولطية.

لتخفيض الفاقد يتم توزيع المكثفات المنخفضة الفولطية على الجانب الثانوي لكل محول توزيع. يتم توزيع سعة كل من المكثفات الصغيرة بشرط أن تكون السعة الإجمالية لكل مكثف صغير تعادل تقريبا نصف القدرة غير الفعالة عند طرف النقل في فترة الذروة.

‹نتائج الدراسة›

يتم توضيح نتائج الدراسة الخاصة بتخفيض الفاقد باستخدام مكثفات متوسط الفولطية ومنخفضة الفولطية في الجدول (٣-٢). هذه النتيجة الإجمالية لثماني مغذيات مستهدفة توضح أن المكثفات المنخفضة الفولطية مفيدة من حيث اقتصاديات تخفيض الفاقد. فالاستثمار في المكثف المنخفض الفولطية اقل من الاستثمار في المكثف المتوسط الفولطية نظرا لانخفاض سعر وحدة المكثف. يعتبر تخفيض الفاقد باستخدام المكثف المنخفض الفولطية أعلى من نظيره المكثف المتوسط الفولطية نظرا لانخفاض الفاقد النحاسي في محول التوزيع من خلال تركيب مكثف على الجانب الثانوي من محولات التوزيع.

يمكن تمثيل الفاقد بالمعادلة التالية:

$$\text{الفاقد} = R\int_0^a [I_L(1-x)-I_C]^2 dx + R\int_a^1 [I_L(1-x)]^2 dX = R\left[1/3\, I_L^2 - 2I_C I_L\left(a-1/2a^2\right)+I_C^2 a\right] \quad \ldots (١-٣)$$

حيث (R) هي مقاومة المغذي لكل وحدة طولية، و(I_L) هي تيار الحمل غير الفعال. وعن طريق مفاضلة المعادلة (٣-١)، وجعل قيمتها صفر للحصول على أمثل موقع للمكثف الثابت،

$$d(LOSSES)/da=R(-2I_cI_L+2I_cI_La+I_c^2)=0$$

$$a=1-I_c/(2I_L) \quad \ldots (٢-٣)$$

يمكن الحصول على التيار غير الفعال في الموقع (a) باستخدام المعادلة (٣-٢):

$$i=I_L(1-a)=1/2I_c \quad \ldots (٣-٣)$$

المعادلة (٣-٣) توضح أن تيار الحمل غير الفعال في الموقع الأمثل للمكثف الثابت هو نصف سعة المكثف الثابت المركب

وبما أن الحمل موزع بشكل منتظم على امتداد المغذي، فإن الموقع الأمثل للمكثف الثابت لتخفيض الطلب هو في نقطة في منتصف المغذي لتخفيض الطلب.

ii. مكثف من أجل تخفيض الطاقة

يتم شرح الموقع الأمثل لمكثف الثابت من حيث تخفيض الطاقة فيما يلي. يفترض أن يكون الخط البياني لفترة الحمل السنوي على شكل خط مستقيم لتبسيط الشرح.

يمكن إعطاء الفاقد في الطاقة سنويا بسبب الحمل غير الفعال من خلال المعادلة (٣-٤)

فاقد الطاقة

$$= R\int_0^a\int_0^1 [(M-I_L)(1-x)t + I_L(1-x) - I_c]^2 dtdx + R\int_a^1\int_0^1 [(M-I_L)(1-x)t + I_L(1-x)]^2 dtdx$$

$$= R\left[(M-I_L)^2(1/9) + (M-I_L)I_L(1/3) + (M-I_L)I_C\left(-a+a^2/2\right) + I_L^2(1/3) - 2I_CI_L\left(a-a^2/2\right) + I_c^2 a\right]$$

$$\ldots (٤-٣)$$

عن طريق مفاضلة المعادلة (٣-٤) وجعل قيمتها صفر للحصول على أمثل موقع للمكثف الثابت الذي يعطي أدنى قدر من فاقد الطاقة:

$$a=1-I_c/((I_L+M) \quad \ldots (٥-٣)$$

يعرف المعامل السنوي للحمل غير الفعال (RLF) من خلال المعادلة (٣-٦) بنفس أسلوب معامل الحمل السنوي:

$$RLF=(I_L+M)/2 \text{ x } I_L \quad \ldots (٦-٣)$$

وبإحلال المعادلة (٣-٥) محل المعادلة (٣-٦) تعطي:

$$a=1-I_c/(2RL\ F \text{ x } I_L) \quad \ldots (٧-٣)$$

يتم الحصول على تيار الحمل غير الفعال (i) عند a = x من خلال استخدام المعادلة (٣-٧) مثل:

$$I=I_L(1-a)=I_c/2RLF \quad \ldots (٨-٣)$$

المعادلة (٣-٨) توضح أن الموقع الأمثل للمكثف الثابت هو الموضع الذي يكون عنده تيار الحمل غير الفعال هو Ic/2RLF وبافتراض أن المنحنى البياني لفترة الحمل غير الفعال هو خط مستقيم في الدراسة الخاصة بالموقع الامثل للمكثف، على الرغم من أن المعادلة (٣-٨) تنطبق على الحالات العامة. يمكن تلخيص معامل الحمل غير الفعال السنوي و الموقع الأمثل للمكثف الثابت من حيث تخفيض الطاقة. كما هو موضح في الجدول أدناه لمعاملات مختلفة للحمل غير الفعال (RLF). وطبقا لمعامل الحمل غير الفعال (RLF)، فإن الموقع الأمثل للمكثف الثابت يتغير ويصبح منفصلا عن طرف النقل مع تغير معامل الحمل غير الفعال إلى قيمة أدنى كما هو موضح بالجدول التالي.

٣-١-٣ *تأثيرات المكثف الثابت على التيار ومعامل القدرة*

كما سيوضح لاحقا في الفصل السادس، فإن القيمة الاقتصادية لتخفيض الفاقد عادة ماتقدر بالأسلوب التالي. أولا، يتم حساب تخفيض الفاقد في فترة الذروة خلال العام الأول. ثانيا، يتم تقدير انخفاض الخسارة خلال ١٠ سنوات عن طريق مضاعفة تيار الحمل محسوبا على أساس معدل نمو الطلب السنوي، وانخفاض مقاومة التجهيزات. تعد هذه الطريقة قابلة للتطبيق وفعالة في دراسة تخفيض الفاقد الذي تم تحقيقه من خلال تخفيض مقاومة النظام مثل إعادة توصيل الخطوط، تركيب خط بنفس الفولطية، وإدخال نظام ذي فولطية أعلى، وذلك لأن الخفض في الفاقد في مثل تلك الحالات يزداد بالتناسب مع مربع تيار الحمل. ولكن في حالة تصحيح معامل القدرة باستخدام مكثف ثابت، فلايمكن استخدام الطريقة السالفة الذكر بشكل مباشر، لأن توزيع التيار غير الفعال بامتداد المغذي سيتغير بسبب الحمل غير الفعال المتجمع للمكثف، هذا علاوة على أن فحص تأثير تصحيح معامل القدرة في الأجزاء المعنية من المغذيات في فترات الذروة وغير الذروة على مدى ١٠ سنوات في عدد كبير من المغذيات يتطلب عملا طويلا. ولتلافي هذا القدر الضخم من العمل، تمت دراسة معامل قدرة التيار المعادل الناجم عن تركيب المكثف.

بما أن الفاقد يتناسب مع مربع قيمة التيار، فمن الممكن حساب الفاقد الناجم عن كلا عنصري التيار بشكل منفصل.

إجمالي الفاقد $= R[(I\cos\theta)^2+(I\sin\theta)^2]$

= الفاقد في التيار غير الفعال + الفاقد في التيار الفعال

لذلك، فقد تمت دراسة التيار المعادل و معامل القدرة بعد تركيب مكثف ثابت للحصول على التيار المخفض ومعامل القدرة الذي يقدم نفس التأثير على تخفيض الفاقد للسنوات العشر المستهدفة، من خلال استخدام التيار المعادل بمعامل قدرة محسن خلال العام الأول، يمكن بسهولة التعامل مع الخفض في الفاقد خلال السنوات العشر بنفس الأسلوب كبقية الإجراءات مثل اضافة خطوط جديدة بنفس الفولطية، وما إلى ذلك، وهذه الطريقة توفر معيارا لتقدير الفاقد خلال فترة الدراسة.

تتخذ الإجراءات التالية لتقييم الخفض في الفاقد باستخدام مكثف ثابت مثل:

- حساب الانخفاض في التيار المعادل بالقيم المعنية لمعامل القدرة بمقدار ٠,٠١ بأسلوب يجعل خفض الفاقد ينتج بنفس المقدار في عشر سنوات،
- مع حساب المعامل بين التيار المعادل وتيار الحمل قبل تصحيح معامل القدرة باستخدام مكثفات ثابتة (معامل التيار المخفض)
- حساب الخفض في الفاقد في فترة الذروة خلال العام الأول بتطبيق معامل التيار المخفض
- تقدير الخفض في الفاقد خلال ١٠ سنوات عن طريق مضاعفة معاملة الفاقد ومعدل نمو التيار وما إلى ذلك.

يمكن حساب معامل التيار المنخفض المعادل بالطريقة التالية.

كما ذكر في الفقرة ٣-١-١ و ٣-١-٢، للحصول على أقصى تأثير لخفض الفاقد باستخدام مكثف ثابت، ينبغي تركيب المكثف على بعد ١/٣ المسافة من نهاية المغذي. يمكن حساب معامل التيار المنخفض المعادل حسب الشروط التالية. «الفاقد» المذكور فيما يلي يعني الفاقد بسبب التيار غير الفعال.

‹الشروط›

- معدل النمو للطلب المتوسط السنوي لمدة ١٠ سنوات: ٥٪ سنوي
- معامل الفقدان: ٠,٥٤٦٣ (القيمة المتوسطة لثلاث سنوات الماضية (٩٦ - ٩٨)
- المكثف: نصف التيار غير الفعال في فترة الذروة خلال العام الأول
- موقع المكثف: ثلث المسافة من نهاية المغذي

يتم أدناه توضيح توزيع التيار بعد تركيب المكثفات. يمكن الحصول على إجمالي الفاقد بامتداد المغذي من خلال تكامل مربع التيار في الأجزاء المعنية مضروبا في المقاومة لتلك الأجزاء المعنية من المغذي. المعادلة التالية تقدم إجمالي الفاقد بعد تركيب مكثف عند ثلثي (٢/٣) المسافة من طرف النقل.

جدول ٣-٢ مقارنة لموقع المكثف المتوسط الفولطية و المنخفض الفولطية من جانب الارسال

الإجراءات	مكثف متوسط الفولطية	مكثف منخفض الفولطية
البناء	٢٨ م ف أ	٢٨ م ف أ
سعر المكثف	٥ دينار أردني / ك ف أ	٤ دينار أردني / ك ف أ
الاستثمار المبدئي (دينار أردني)	١٤٠ الف	١١٢ الف
تخفيض الفاقد (كيلووات)	١١٩٨	١٣٣٧

٣-١-٢ *السعة المقدرة للمكثف المستخدم*

ينبغي تحديد سعة المكثفات الثابتة لتخفيض الفاقد على أساس تيار الحمل غير الفعال على خطوط التوزيع المعنية، وينبغي عند تحديد تسلسل سعات المكثفات، الأخذ في الاعتبار الخفض في تأثير تصحيح معامل القدرة بسبب نمو الحمل السنوي. في هذه الدراسة، يتم اختيار سعة الوحدة للمكثفات من أجل تخفيض الفاقد ضمن سلسلة قياسية من السعات. ويتم اختيار مكثفات بسعة تبلغ نحو ١,٥ مرة السعات المقدرة للمكثفات ليمكن الحفاظ على التأثيرات لفترة تعدى الخمس سنوات بمعدلات نمو في الحمل تتراوح بين خمسة وسبعة في المائة سنويا.

يتم اختيار سلسلة سعات ٥٠ ك ف أ، ١٠ ك ف أ، ١٦ ك ف أ، ٢٥ ك ف أ، ٤٠ ك ف أ ودراسة مجموعة من هذه السعات بهدف التعويض بشكل مناسب عن التيار غير الفعال.

يتم اختيار مجموعة المكثفات طبقا للشروط التالية:

- عدد المكثفات المتجمعة يقتصر على اثنين ، أو ثلاثة بحد أقصى.
- تعويض القدرة غير الفعالة في فترة الحمل الخفيف من المرحلة المبدئية ينبغي أن يكون وحدة تقريبا.

موجز الدراسة معروض في الجدول التالي. يتم جدولة معامل القدرة عند طرف الارسال من المغذي في فترة الذروة (قبل/بعد) تركيب المكثف الثابت في الجدول التالي.

جدول ٣-٣ سعة المكثف ومعامل القدرة عند طرف النقل (فترة الذروة)

تيار الحمل (دروة) (امبير)	معامل القدرة: ٠,٨٥		معامل القدرة: ٠,٨٠		معامل القدرة: ٠,٧٥		معامل القدرة: ٠,٧٠	
	السعة (ك ف أ)	معامل القدرة عد طرف النقل	السعة (ك ف أ)	معامل القدرة عند طرف النقل	السعة (ك ف أ)	معامل القدرة عند طرف النقل	السعة (ك ف أ)	معامل القدرة عند طرف النقل
٥٠	١٠	٠,٩٥٩٨	١٠	٠,٩٢٧٨	١٠	٠,٨٩٠٥	١٠	٠,٨٤٨٩
٧٥	١٦	٠,٩٦٥٣	١٦	٠,٩٣٥١	١٦	٠,٨٩٩٣	١٦	٠,٨٥٨٩
١٠٠	١٦	٠,٩٤١٥	١٦	٠,٩٠٤٤	١٦	٠,٨٦٣١	١٦	٠,٨١٨٤
١٢٥	٢٥	٠,٩٥٩٨	٢٥	٠,٩٢٧٨	٢٥	٠,٨٩٠٥	٢٥	٠,٨٤٨٩
١٥٠	٢٥	٠,٩٤٤٨	٢٥	٠,٩٠٨٤	٢٥	٠,٨٦٧٧	٢٥	٠,٨٢٣٥
١٧٥	٣٥	٠,٩٥٩٨	٣٥	٠,٩٢٧٨	٣٥	٠,٨٩٠٥	٣٥	٠,٨٤٨٩
٢٠٠	٤٠	٠,٩٥٩٨	٤٠	٠,٩٢٧٨	٤٠	٠,٨٩٠٥	٤٠	٠,٨٤٨٩
٢٥٠	٥٠	٠,٩٥٩٨	٥٠	٠,٩٢٧٨	٥٠	٠,٨٩٠٥	٥٠	٠,٨٤٨٩
٢٧٥	٥٠	٠,٩٥١٨	٥٠	٠,٩١٧٤	٥٠	٠,٨٧٨٢	٥٠	٠,٨٣٥٠
٣٠٠	٦٠	٠,٩٥٩٨	٦٠	٠,٩٢٧٨	٦٠	٠,٨٩٠٥	٦٠	٠,٨٤٨٩

- ١٠ ك ف أ: ٥ + ٥ ك ف أ أو ١٠ ك ف أ، ٣٥ ك ف أ: ١٠ + ٢٥ ك ف أ، ٥٠ ك ف أ: ٢٥ + ٢٥ ك ف أ، ٦٠ ك ف أ: ١٠ + ١٠ + ٤٠ ك ف أ

جدول ٣-٤ معامل التيار المخفض ومعامل القدرة المكافئ

معامل القدرة قبل	بعد تركيب المكثف الثابت		معامل القدرة قبل	بعد تصحيح معامل القدرة بالمكثف	
	EQpf	RCC		EQpf	RCC
٠,٧٠	٠,٩٢	٧٦٪	٠,٨١	٠,٩٦	٨٥٪
٠,٧١	٠,٩٢	٧٧٪	٠,٨٢	٠,٩٦	٨٥٪
٠,٧٢	٠,٩٣	٧٨٪	٠,٨٣	٠,٩٦	٨٦٪
٠,٧٣	٠,٩٣	٧٨٪	٠,٨٤	٠,٩٧	٨٧٪
٠,٧٤	٠,٩٣	٧٩٪	٠,٨٥	٠,٩٧	٨٨٪
٠,٧٥	٠,٩٤	٨٠٪	٠,٨٦	٠,٩٧	٨٩٪
٠,٧٦	٠,٩٤	٨١٪	٠,٨٧	٠,٩٧	٨٩٪
٠,٧٧	٠,٩٤	٨٢٪	٠,٨٨	٠,٩٨	٩٠٪
٠,٧٨	,٩٥	٨٢٪	٠,٨٩	٠,٩٨	٩١٪
٠,٧٩	,٩٥	٨٣٪	٠,٩٠	٠,٩٨	٩٢٪
٠,٨٠	٠,٩٥	٨٤٪	---	---	---

٣-٢ تقوية الخطوط على نفس الفولطية

تعد تقوية خط التوزيع مع الإبقاء على نفس الفولطية إحدى سبل تخفيض الفاقد وتتكون من بديلين كتركيب خط جديد او استبدال الخطوط بموصلات ذات مساحة مقطع أكبر. البديل الأول يتكلف ولكن تأثيره على تخفيض الفاقد أعلى مقارنة بالاستبدال. يتم شرح مقارنة بين الأسلوبين من حيث اقتصاديات تخفيض الفاقد والاحتياطات الواجب اتخاذها خلال عملية الاختيار بين البدائل، فيما بعد.

٣-٢-١ *تيار الحمل الحرج*

يصبح العائد من الاستثمار لتخفيض الفاقد في القدرة أكبر كلما زاد تيار الحمل على نظام التوزيع وكلما انخفض مساحة المقطع.

أجريت دراسات على العديد من الموصلات ذات أحمال مختلفة لمعرفة تيار الحمل الحرج الذي ينتج عنه بديل مفيد على ضوء اقتصاديات تخفيض الفاقد في القدرة.

أ. نظام التوزيع منخفض الفولطية

ركزت الدراسات التي أجريت على التيار الحرج باستخدام الموصلات الحالية على النفع الاقتصادي لاستبدال الخط وتركيب خط جديد بنفس الفولطية بالشروط المدرجة أدناه. الجدول ٣-٥ يلخص الموصلات الحالية قيد الدراسة من حيث الاستبدال أو تركيب خط جديد بمواصفات AA ١٠٠ مم^2 على AA ١٥٠ مم^2.

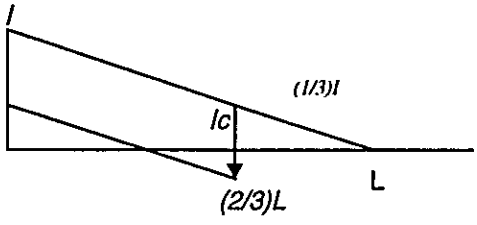
جدول ٣-٥ الموصلات محل الدراسة

موصل من الالومنيوم	موصل من النحاس
GANT (٢٥ مم^2)، ANT (٥٠ مم^2)، WASP (١٠٠ مم^2)، LAL50، LAL95	LCU25، LCU35، LCU50، LCU70

أ. ظروف الدراسة

معدل النمو المتوسط السنوي للحمل وفترة الدراسة ستكونا ٥٪ و ١٠ سنوات. تمت جدولة ظروف الدراسة في الجدول التالي.

الشكل ٣-٢ توزيع التيار غير الفعال



$$\text{الفاقد} = \frac{1}{3}rL \cdot I^2 - \frac{8}{9}rL \; I \cdot Ic + \frac{2}{3}rL \cdot Ic^2$$

حيث r: المقاومة لكل وحدة طولية
I: التيار غير الفعال عند نقطة التسليم
Ic: تيار المكثف
L: طول المغذي

يمكن حساب الفاقد السنوي عن طريق ضرب ٨٧٦٠ ساعة في معامل الفاقد السنوي بالمعادلة أعلاه.

الفاقد السنوي = الفاقد × معامل الفاقد × ٨٧٦٠ . . . (٣-٩)

يمكن الحصول على الفاقد بسبب التيار غير الفعال على مدى ١٠ سنوات من خلال تكامل مربع التيار غير الفعال في فترة الذروة خلال السنوات العشر كما هو موضح بالمعادلة التالية.

الفاقد خلال ١٠ سنوات

$$= \sum_{n=1}^{10} \int_0^{8760} \text{Loss}\; dt = \frac{1}{3}rL \; 8760 \; \text{Loss Factor} \sum_{n=1}^{10} I_n peak^{\,2} - \frac{8}{9}rL \; 8760 \; L \cdot \text{Load Factor} \cdot I_c \sum_{n=1}^{10} I_n peak + \frac{2}{3}rL \cdot 10 \times 8760 \times I_c^2$$

$I_n$peak: التيار غير الفعال في فترة الذروة في العام . . . (٣-١٠)

يمكن الحصول على الفاقد خلال العشر سنوات قبل تركيب المكثف عن طريق وضع Ic = 0 ومعامل الفاقد ΣInpeak$^2 = I_{1peak}{}^2 8.812$ كما هو موضح بالمعادلة التالية (جعل Ic = 0 يعني تخفيض تأثير الفاقد بسبب تركيب المكثف، ومعامل الفاقد مضروبا في مربع محصلة I لمدة ١٠ سنوات يحسب بقيمة $0.5463 \times \Sigma\,(I_{1peak}1.05^n)^2 = I_{1peak}{}^2 8.812$).

$$\text{للفاقد خلال ١٠ سنوات (بدون المكثف)} = \frac{1}{3}rL \; 8760 \cdot I_1 peak^2 \times 8.812 \quad \ldots (٣-١١)$$

يمكن حساب الفاقد خلال العشر سنوات بعد تركيب المكثف باستبدال I_{1peak} IC=1/2.

$$\text{للفاقد خلال ١٠ سنوات (باستخدام المكثف)} = \frac{1}{3}rL \cdot 8760 \cdot I_1 peak^2 \times 1.556 \quad \ldots (٣-١٢)$$

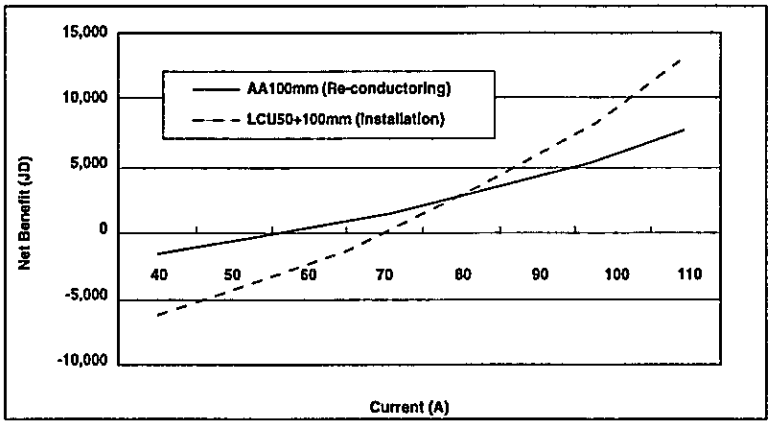
بمقارنة المعادلتين (٣-١١) و (٣-١٢) سيظهر تخفيض في الفاقد الناجم عن التيار غير الفعال لمدة ١٠ سنوات إلى ١,٥٥٦/٨,٨١٠٧ = ٠,١٧٦٦ بفعل تركيب مكثف. وبما أن مقاومة الموصل لاتتغير بفعل تركيب المكثف، فإن جذر ٠,١٧٦٦ هو تناسب بين تيار الحمل غير الفعال قبل تركيب المكثف وبعده. وهذا يعني أنه من الممكن تخفيض تيار الحمل غير الفعال بقدر مماثل إلى ٤٢,٠٢٪ من تيار الحمل غير الفعال قبل تركيب المكثف.

$I_n peak = R \times I_n peak$ (يعادل تركيب المكثف)

$$R = \sqrt{1.556/8.812} = 0.4202 \quad \ldots (٣-١٣)$$

يمكن جدولة معدل التخفيض في حمل التيار (التيار الظاهري) ومعامل القدرة المحسن في الجدول التالي: كما أن معامل التيار المخفض (RCC) ومعامل القدرة المعادل (EQpf) هما معدل تيار الحمل الظاهري بعد وقبل تركيب المكثف، ومعامل القدرة المحسن بعد تركيب المكثف، على الترتيب.

الشكل ٣-٣ مقارنة الفائدة بين استبدال المغذي أو إضافة مغذي جديد منخفض الفولطية. (الموصّل المستعمل: ٥٠ مم٢ LCU)



أقل من ٨٠ أمبير، عملية الاستبدال للموصّل AA ١٠٠ مم٢ مفيدة أكثر من عملية تركيب خط جديد للموصّل نفسه.
أكثر من ٨٠ أمبير، عملية تركيب خط جديد للموصّل AA ١٠٠ مم٢ مفيدة أكثر من عملية استبدال الموصّل نفسه.

ب. نظام التوزيع متوسط الفولطية

أ. ظروف الدراسة

ستكون معدلات النمو السنوي المتوسطة للحمل ٥٪ وفترة الدراسة هي ١٠ سنوات.

جدول ٣-٩ ظروف الدراسة (فولطية متوسطة)

القيمة للكيلو واط	٥٨,٧١ دينار أردني	القيمة بالكيلو واط ساعة	٠,٠٢٥٦٧ دينار أردني
معامل الفاقد	٠,٥٤٦	معدل النمو السنوي	٥٪
فترة الدراسة	١٠ سنوات	نسبة الخصم	٨٪
معدل التكلفة السنوية	٩,٣٦٨٪	تكلفة التشغيل والصيانة السنوية	٢,٥٪

تكلفة الإنشاء لإعادة التوصيل وتركيب خط جديد بمواصفات ACSR ١٠٠ مم٢ و ACSR ١٥٠ مم٢ موضحة بالجدول أدناه.

الجدول ٣-١٠ تكلفة الانشاء لاعادة التوصيل و تركيب خط جديد (فولطية متوسطة)

ACSR ١٠٠ مم٢	الاستبدال	٤٤٢٨ دينار أردني/كلم
	خط جديد	١٣٢٨٥ دينار أردني/كلم
ACSR ١٥٠ مم٢	إعادة توصيل	٥١٦٧ دينار أردني/كلم
	خط جديد	١٥٥٠٠ دينار أردني/كلم

ii. التيار الحرج وأقصى نطاق مفيد للشبكة (M.N.R)

فيما يلي ملخص لنتائج الدراسة

جدول ٣-٦ ظروف الدراسة (فولطية منخفضة)

القيمة للكيلو واط	٨٢,٢٤ دينار أردني	القيمة بالكيلو واط ساعة	٠,٠٢٧٧٩ دينار أردني
معامل الفاقد	٠,٥٤٦	معدل النمو السنوي	٥٪
فترة الدراسة	١٠ سنوات	نسبة الخصم	٨٪
معدل التكلفة السنوية	٩,٣٦٨٪	تكلفة التشغيل والصيانة السنوية	٢,٥٪

تكلفة الإنشاء لإعادة التوصيل وتركيب خط جديد بمواصفات AA ١٠٠ مم٢ و AA ١٥٠ مم٢ موضحة بالجدول أدناه.

جدول ٣-٧ تكلفة إعادة التوصيل وتركيب خط جديد (فولطية منخفضة)

AA ١٠٠ مم٢	استبدال الخط	٣٧٥٠ دينار أردني/كلم
	خط جديد	١١٢٥٠ دينار أردني/كلم
AA ١٥٠ مم٢	خط جديد	١٢٧٥٠ دينار أردني/كلم

ii. التيار الحرج وأقصى نطاق مفيد للشبكة (M.N.R)

فيما يلي ملخص لنتائج الدراسة (الرسم ٣ - ٣ يبين مثالا لمقارنة الفائدة بين استبدال المغذي أو إضافة مغذي جديد)

جدول ٣-٨ التيار الحرج وأقصى نطاق مفيد للشبكة (M.N.R) (A) (فولطية منخفضة)

		استبدال الخط (AA ١٠٠ مم٢)	خط جديد (AA ١٠٠ مم٢)	خط جديد (AA ١٥٠ مم٢)
GANT	التيار الحرج	٢٠	٣٥	٣٧
	النطاق الأمثل	٢١ ~ ٩٤	---	~ ٩٤
ANT	التيار الحرج	٣٦	٥٤	٥٥
	النطاق الأمثل	٣٦ ~ ٨٣	---	~ ٨٣
WASP	التيار الحرج	---	٨٨	٨٨
	النطاق الأمثل	---	---	~ ٨٨
LAL50	التيار الحرج	٣١	٤٩	٤٩
	النطاق الأمثل	٣١ ~ ٨٨	---	~ ٨٨
LAL95	التيار الحرج	٨٤	٧٨	٧٩
	النطاق الأمثل	---	٧٨ ~ ٨٢	~ ٨٢
LCU25	التيار الحرج	٢٧	٤٥	٤٦
	النطاق الأمثل	٢٧ ~ ٨٨	---	~ ٨٨
LCU35	التيار الحرج	٣٨	٥٦	٥٦
	النطاق الأمثل	٣٨ ~ ٨٣	---	~ ٨٣
LCU50	التيار الحرج	٥٨	٧٠	٧٠
	النطاق الأمثل	٥٨ ~ ٧٩	---	~ ٧٩
LCU70	التيار الحرج	---	٨٨	٨٨
	النطاق الأمثل	---	---	~ ٨٨

٣-٣-٢ *الدراسة التي ينبغي فحصها عند الاختيار بين البدائل*

أ. النظام المنخفض الفولطية

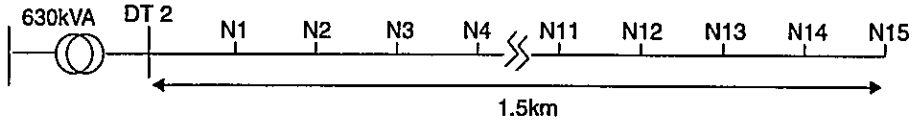
ينبغي إعادة فحص مسار المغذيات المتوسطة الفولطية وموقع محطات التوزيع الفرعية مع الأخذ في الاعتبار توزيع المحطات الفرعية القائمة وغيرها من المغذيات الأخرى.

ب. النظام المتوسط الفولطية

قد يكون تركيب خط إرسال ١٣٢ كيلوفولت على التوازي مع المغذي متوسط الفولطية القائم أطول واحيانا يكون مقيدا بظروف طبيعية أو غيرها وينبغي إعادة النظر في الدراسة على ضوء اقصر المسارات لخطوط النقل وافضلها من الناحية الاقتصادية. ينبغي ايضا دراسة خط النقل ١٣٢ كيلوفولت من حيث الاستخدام بعيد المدى، كما هو الحال في نظام الخطوط الرئيسية. فيما يتعلق بالمحطة الفرعية ١٣٢/ ٣٣ كيلوفولت، يتم دراسة الموقع بعناية من حيث توصيل الطاقة إلى المناطق والتوسع المستقبلي للنظام المتوسط الفولطية.

٣-٣-٣ *الدراسة المبدئية لإدخال نظام ذي فولطية أعلى*

من أجل إدراك العلاقة بين مقاسات الموصلات الحالية وتيارات الحمل الحرج من اجل إدخال نظام فولطية أعلى، تم إجراء الدراسة المبدئية بنظام نموذجي حول مقدار تيار الحمل المطلوب للحصول على حالات الفائدة القصوى من إدخال أنظمة ذات فولطية أعلى كذلك تم إجراء دراسة على مقدار تيار الحمل اللازم لجعل بدائل إدخال نظام ذي فولطية أعلى أكثر تفوقا على تدعيم الأنظمة ذات الفولطية المنخفضة مثل بناء خطوط أو استبدال خطوط للفولطية المنخفضة الأرقام التالية توضح النظام النموذجي لهذه الدراسة.



يتكون نموذج النظام من مغذيات منخفضة الفولطية بطول ١,٥ كيلومتر ذات ١٥ مقطع، طول كل منها ١,٠ كيلومتر ومحول توزيع ٦٣٠ كيلو فولت أمبير. يبلغ حمل محول التوزيع ٥٠٪ من سعته. ويفترض أن يكون تيار الحمل موزعا بشكل موحد. أجريت الدراسة مع تغيير التيار من ٤٠ أمبير إلى ٢٤٠ أمبير بفواصل قدرها ١٠ أمبير. كما أجريت الدراسة على كل من النظامين الهوائي والأرضي المدفون.

النتائج موضحة في الجدول ٣-١٢ . (الشكل ٣ - ٤) يوضح مثالاً للمقارنة بين الفائدة في حالة اضافة مغذي من نفس الفولطية او الانتقال الى فولطية أعلى.

الجدول ٣-١٢ التيار الحرج لإدخال نظام هوائي متوسط الفولطية

موصلات الخطوط منخفضة الفولطية الحالية	التيار (أمبير)	
	التيار الحرج	النطاق الأمثل
WASP	١٢٠	~ ١٣٠
LAL95	١١٠	~ ١٢٠
LCU50	١٠٠	~ ١٢٠
LCU35	٩٠	~ ١٢٠
ANT	٩٠	~ ١٢٠
LAL50	٨٠	~ ١٢٠
GANT	٦٠	~ ١٤٠

جدول ٣-١١ التيار الحرج أقصى نطاق للفائدة (M.N.R) (A) (فولطية متوسطة)

		استبدال (حط ١٠٠ مم²)	استبدال (خط ١٥٠ مم²)	خط حديد (خط ١٠٠ مم²)	خط جديد (خط ١٥٠ مم²)
AAA50	التيار الحرج	٤٢	٣٦	٦٤	٦٠
	M.N.R	---	٣٦ ~ ١٥٤	---	١٥٤ ~
AAA100	التيار الحرج	---	٧٢	١٠٤	٩٤
	M.N.R	---	٧٢ ~ ١٢٨	---	١٢٨ ~
AC50	التيار الحرج	٤٣	٣٦	٦٤	٦١
	M.N.R	---	٣٦ ~ ١٥٨	---	١٥٨ ~
AC100	التيار الحرج	---	٧١	١٠٣	٩٣
	M.N.R	---	٧١ ~ ١٢٧	---	١٢٧ ~
AC150	التيار الحرج	---	---	١٤٤	١٢٨
	M.N.R	---	---	---	١٢٨ ~

٣-٢-٢ *الفحص اللازم عند اختيار أحد البدائل*

فيما يلي البنود التي ينبغي فحصها في حالة تركيب خط جديد من المحطة الفرعية. التنبيهات الأخرى الخاصة بالدراسة سترد فيما بعد.

أ. النظام المنخفض الفولطية

ينبغي إجراء مزيد من الدراسة أو إعادة النظر بشأن بناء خط جديد حول أمور مثل الجذر الخاص به و/ أو أسلوب توزيع القدرة لتناظر الظروف الواقعية للنظام القائم لأن الدراسة حول إنشاء خط جديد باستخدام برنامج الكمبيوتر PLOPT يفترض أنه سيتم تركيب خط جديد بالتوازي مع الخط القائم حاليا.

ب. النظام المتوسط الفولطية

يعتبر استبدال المغذيات الحالية، وتركيب خط جديد وتركيب محطة ٣٣/ ١٣٢ كيلوفولت كلها إجراءات قابلة للتطبيق لتخفيض الفاقد ومن بينها قد تؤدي عملية الاستبدال إلى صعوبات في أعمال البناء بسبب عدم كفاية قدرات الإمداد للنظام المتبقي خلال أعمال البناء حيث أن المغذي المتوسط الفولطية يغطي منطقة واسعة وحملا كبيرا نسبيا. هذا يجعل من الضروري فحص قدرات الإمداد لوصلات الترابط الخاصة بالنظام المجاور أو مصدره من المحطة الفرعية ٣٣/ ١٣٢ كيلوفولت أثناء فترة أعمال البناء، إضافة إلى جدوى البناء.

٣-٣ إدخال نظام ذي فولطية أعلى

يتم فحص تركيب محطة فرعية لتخفيض القدرة وخط فولطية أعلى على امتداد مغذيات التوزيع القائمة، في برنامج الكمبيوتر PLOPT يتم حساب الفوائد والنفقات الناجمة عن الأعمال اللازمة لتخفيض الفاقد ومنها تغيير طول مقاس الموصل لخط بفولطية أعلى وموقع وسعة المحطة الفرعية لتخفيض القدرة لنظام الجانب الأعلى، ونقطة الفتح للجانب المنخفض من النظام القائم. ويقوم البرنامج PLOPT. باختيار افضل المجموعات فائدة من بين الموصلات ومحولات خفض القدرة.

٣-٣-١ *تنبيهات عامة بشأن الدراسة الخاصة بإدخال نظام ذي فولطية أعلى*

إذا تم أخذ الظروف الخاصة مثل العلاقات الجغرافية للتجهيزات القائمة حاليا والقيود المفروضة بسبب ملكيات الأراضي في الاعتبار على برنامج الكمبيوتر، فإن حجما ضخما من المعلومات أو البيانات سيصبح ضروريا، وسيصبح البرنامج بالغ التعقيد والضخامة. ولتلافي مثل هذه المواقف المثيرة للمتاعب عند إجراء التحليل الرامي إلى الحصول على أمثل النتائج، يتم اجراء الدراسة الخاصة بالتقوية على افتراض أن الخطوط ستبنى على امتداد خطوط التوزيع الحالية. ولذلك فإنه في حالة إدخال خطوط ذات فولطية أعلى أو بناء خطوط متوسطة الفولطية، فإن النتيجة التي سيقدمها برنامج الكمبيوتر PLOPT. لايمكن إخضاعها للتطبيق بصورة مباشرة، فإن المسارات أو الحصول على الأراضي اللازمة لبناء تجهيزات كهربائية ضخمة مثل خطوط النقل والمحطات الفرعية الرئيسية تتعرض للعديد من القيود على ارض الواقع. وقد تكون هناك مسارات أقصر بدلا من المسار بامتداد خط التوزيع القائم. وعلى أساس نتائج التحليل، ينبغي القيام بمزيد من الدراسات لاستيضاح البدائل المختارة من قبل البرنامج اعتمادا على أقصى استخدام ممكن للمعلومات المتوافرة لدى البشر.

٤. مجموعة من الإجراءات المتوافقة لتخفيض الفاقد في الطاقة

من الإجراءات التي تتخذ لتخفيض الفاقد في الشبكات تصحيح معامل القدرة من خلال تركيب مكثفات وإدخال أنظمة ذات فولطية أعلى وما إلى ذلك. بوجه عام، فإن الإجراءات التي تتطلب استثمارات أكبر تعود بمزيد من النفع ولكنها تستغرق وقتا أطول لاستعادة أموال الاستثمارات المدفوعة. ومن ناحية أخرى، فإن الإجراءات التي تتخذ باستثمارات قليلة لايمكن أن تعود بعائد كبير من حيث المقدار ولكنها تستعيد ماتم إنفاقه في الاستثمارات المبدئية بسرعة. ويعد تصحيح معامل القدرة من خلال استخدام مكثفات هو أحد هذه الإجراءات التي يمكن تطبيقها على أنظمة التوزيع القائمة مع التفوق في الكفاءة الاقتصادية. وتهدف دراسة تخفيض الفاقد إلى اختيار افضل الإجراءات التي تعود بأقصى فائدة على الشبكة، ولذلك ينبغي فحص مجموعة البدائل مع استخدام مكثفات ثابتة.

٤-١ مجموعات من المعايير

يعتبر تصحيح معامل القدرة من خلال تركيب مكثفات أكثر الإجراءات فعالية من الناحية الاقتصادية من بين إجراءات أخرى تتعلق بالمغذيات المستهدفة ذات الفولطية المخفضة والمتوسطة.

ولذلك، ينبغي أولا فحص الدراسات التي تجرى على تصحيح معامل القدرة لتقييم آثارها على تخفيض الفاقد. كما ينبغي فحص الإجراءات الأخرى التي تتداخل مع تصحيح معامل القدرة في الخطوة التالية. وبمعنى آخر، ينبغي دراسة المعايير والإجراءات الأخرى سواء كانت نافعة للشبكة بأكملها أم لا حسب الظروف المعطاة لتصحيح معامل القدرة. فيما يلي أدناه قائمة بمجموعات المعايير الخاصة بالدراسات.

جدول ٤-١ مجموعات المعايير للدراسات

المعايير	
١	تصحيح معامل القدرة من خلال تركيب مكثفات
بدائل مجموعات من المعايير	
٢	تصحيح معامل القدرة من خلال تركيب مكثفات واستبدال خطوط
٣	تصحيح معامل القدرة من خلال تركيب مكثفات وبناء خطوط بقس الفولطية
٤	تصحيح معامل القدرة من خلال تركيب مكثفات وإدخال خطوط ذات فولطية أعلى

٤-٢ فترة استعادة التكاليف الناجمة عن الاستثمار

تعتبر فترة استعادة التكاليف الناجمة عن الاستثمار المبدئي أحد المؤشرات لتقييم البدائل المطروحة. ويعرف معامل كفاءة الاستثمار (معامل IE) بنسبة الفائدة الصافية خلال فترة الدراسة (K سنوات) مقسوما على الاستثمار المبدئي كما هو موضح أدناه.

معامل IE ≡ (صافي الفائدة خلال مدة الدراسة NET)/ (الاستثمار المبدئي)

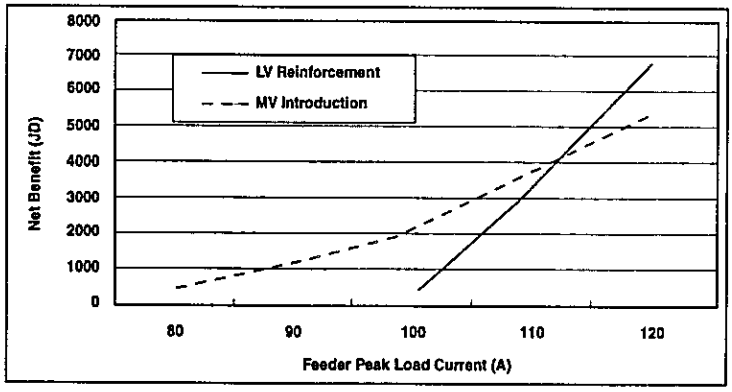
باستخدام معامل كفاءة الاستثمار IE، يمكن حساب فترة الاستعادة (فترة استعادة الإنفاق) للتكلفة الإجمالية الناجمة عن الاستثمار المبدئي من خلال سبل يتساوى فيها النفع المحقق من خلال خفض الفاقد لفترة عدد من السنوات (K) مع إجمالي التكلفة الناجمة عن الاستثمارات في التجهيزات. ويتم في الجدول التالي تلخيص العلاقة بين معامل كفاءة الاستثمار وفترة استرداد النفقات لإجمالي التكلفة بسبب الاستثمار المبدئي.

الجدول٣-١٣ التيار الحرج لإدخال نظام أرضي متوسط الفولطية

موصلات الخطوط منخفضة الفولطية الحالية	التيار (أمبير)	
	التيار الحرج	النطاق الأمثل
LCU70	١٧٠	---
LCU50	١٥٠	~ ١٧٠
LCU35	١٢٠	~ ١٨٠
ANT	١٢٠	~ ١٨٠
GANT	٩٠	~ ٢٢٠

في حالة استخدام نظام هوائي متوسط الفولطية وخط موصل منخفض الفولطية WASP (موصل المنيوم ١٠٠ مم)، يمكن استنتاج أن صافي النفع يكون في نطاق يبدأ من ١٢٠ أمبير ويصل إلى أعلى من ١٣٠ أمبير، وعندها تصبح الحالة أكثر تفوقا على إجراءات بناء أو استبدال الخطوط بنفس الفولطية. المغذيات الفعلية بشكل عام تتسم بأنها بالغة التعقيد من حيث تنوع توزيع تيار الحمل ومقاسات مختلفة للمقاطع الخاصة بها.
لايمكن تطبيق النتائج أعلاه بشكل مباشر على الدراسة الخاصة بإدخال نظام ذي فولطية أعلى. ولكن، تقدم تلك النتائج اتجاهات تقريبية لتيار الحمل الحرج لإدخال نظام متوسط الفولطية.

الشكل ٣-٤ مقارنة بين الفائدة في حالة اضافة مغذي من نفس الفولطية (فولطية منخفضة) أو الانتقال الى فولطية أعلى (فولطية متوسطة)
(الموصّل المستعمل. ٥٠ مم^2 LCU)



تعد عملية إضافة مغذي من نفس الفولطية مفيدة أكثر من الانتقال الى فولطية متوسطة عندما تكون قيمة تيار الحمل في فترة الذروة ١٠٠ أمبير.
عند ١٢٠ أمبير، يعد الانتقال الى فولطية متوسطة مفيدا أكثر من إضافة مغذي من نفس الفولطية.

٥. مخطط الدراسة

المخطط التالي يوضح سير الدراسة لتخفيض الفاقد في القدرة والبنود التي يتم فحصها بعناية حسب مراحل تتابع الدراسة.

جدول ٤-٢ معامل كفاءة الاستثمار مقابل فترة الاسترداد

فترة استرداد التكلفة الإجمالية الناجمة عن الاستثمار المبدئي	معامل كفاءة الاستثمار (IE)
السنة الأولى	١٠,٤٣
السنة الثانية	٤,٦٨
السنة الثالثة	٢,٨٠
السنة الرابعة	١,٨٦
السنة الخامسة	١,٣٠
السنة السادسة	٠,٩٣
السنة السابعة	٠,٦٦
السنة الثامنة	٠,٤٧
السنة التاسعة	٠,٣٢
السنة العاشرة	٠,٢٠

• معامل كفاءة الاستثمار = العائد الصافي خلال ١٠ سنوات/ استثمار في التجهيزات

يوضح الجدول أعلاه أنه بارتفاع معامل كفاءة الاستثمار، تنخفض فترة الاسترداد للتكلفة الإجمالية الناجمة عن الاستثمار المبدئي. وباستخدام معامل كفاءة الاستثمار، فإن المعايير المستخدمة من أجل تخفيض الفاقد يمكن تصنيفها تبعا للمغذيات المعنية بها تبعا لقيمة كفاءة الاستثمار. وعلاوة على ذلك، يمكن استخدام معامل كفاءة الاستثمار لتحديد مقدار الاستثمارات واختيار الإجراءات المناسبة على أساس الترتيب و/ أو ظروف الاسترداد.
كما ذكر في الفصل الثامن من التقرير النهائي، تم تقييم المعايير الخاصة بالمغذيات المعنية مع حساب معامل كفاءة الاستثمار.

بافتراض أن وضع النظام هو في النقطة A في الشكل ٦-١، فإذا تمت إضافة مقدار إضافي إلى التجهيزات بهدف تخفيض الفاقد، فستتحرك النقطة إلى يمين الرقم. تزداد تكلفة التجهيزات بينما تنخفض تكلفة الفاقد وتنخفض التكلفة الإجمالية. وبما أن العمل في دراسة جميع التجهيزات يستغرق وقتا للوصول إلى النقطة المثلى للتكلفة للنظام بأكمله، وتتم دراسة النقطة المثلى عادة اعتماداً على التجهيزات المحددة.

الهدف من الدراسة هو الحصول على أقصى عائد صافي وهو الفرق بين العائد الناجم عن تخفيض الفاقد (EL) والتكلفة الناجمة عن الاستثمارات في التجهيزات (EF) كما هو موضح بالمعادلة (٦-١).

٦-٢ تكلفة التجهيزات الناجمة عن الاستثمارات

تتكون تكلفة التجهيزات من الفوائد، والاستهلاك وغيرها من التكاليف مثل التشغيل والصيانة والضرائب. التكلفة السنوية للتجهيزات يمكن تمثيلها بقيمة الاستثمار المبدئي مضروبا في معدل التكلفة السنوية الذي هو النسبة بين التكلفة السنوية إلى الاستثمارات المبدئية للتجهيزات. يتم افتراض التكلفة السنوية للاستهلاك في شكل خط مستقيم على أنها قيمة ثابتة على مدى العمر الخدمي للتجهيزات (فترة الخدمة).

٦-٢-١ *الفوائد وتكلفة الاستهلاك (AC)*

يمكن تمثيل التكلفة السنوية الناجمة عن الخط المستقيم للاستهلاك كما في المعادلة (٦-٢)، مع استخدام الاستثمارات في التجهيزات (C)، العمر الخدمي للتجهيزات (n)، قيمة التجهيزات بعد انتهاء خدمتها بالسنوات n (RE)، ومعدل الخصم أو الفائدة (I).

$$AC=(C-RE)\ i/(1-(1+i)^{-n}) \quad \ldots (٦-٢)$$

حيث $AC=(1+i)^{-1}+AC(1+i)^{-2}+AC(1+i)^{-3}+\ldots+AC(1+i)^{-n}=C-RE$

$$AC=(1+i)^{-1*}[(1-(1+i)^{-n})/(1-(1+i)^{-1})=C-RE$$

حيث: $i/(1-(1+i)^{-n})$ هو معامل استرداد رأس المال.

٦-٢-٢ *التكلفة السنوية بسبب التشغيل والصيانة وغيرها (AM)*

التكلفة الناجمة عن التشغيل والصيانة وغيرهما مثل الضرائب العقارية عادة مايتم افتراضها على انها معدل الاستثمار في التجهيزات ويمكن تمثيلها في المعادلة (٦-٣).

$$AM=C*b \quad \ldots (٦-٣)$$

b هي نسبة التشغيل والصيانة وغيرها إلى الاستثمار

٦-٢-٣ *إجمالي التكلفة السنوية ومعدل التكلفة السنوية للتجهيزات (AEF)*

يقدم إجمالي التكاليف المذكور أعلاه التكلفة السنوية الناجمة عن الاستثمار في التجهيزات (التكلفة السنوية للتجهيزات). مجموع (٦-٢) و (٦-٣) يصبح (٦-٤)، والتكلفة السنوية للتجهيزات.

$$AEF=(C-RE)\ i/(1-(1+i)^{-n})+C*b \quad \ldots (٦-٤)$$

حيث $AEF=AC+AM$

معدل التكلفة السنوية للتجهيزات مقابل الاستثمارات في التجهيزات يعرف كمعدل التكلفة السنوية للتجهيزات. ويمكن وضع التكلفة السنوية كما هي موضحة بالمعادلة (٦-٥).

$$AEF=AER*C \quad \ldots (٦-٥)$$

حيث AER هو معدل التكلفة السنوية للتجهيزات ويعرف كما يلي.

$$AER=AEF/C=(1-a)\ i/(1-(1+i)^{-n})+b \quad \ldots (٦-٦)$$

حيث $a=RE/C$

٦. اقتصاديات تخفيض الفاقد في التوزيع

يعد القيام باستثمارات في تجهيزات النقل/التوزيع شرطا لازما لتخفيض الفاقد في الطاقة في نظام التوزيع. عائد الاستثمارات من الناحية الاقتصادية هو خفض تكلفة الوقود وتكلفة الاستثمارات في محطات توليد الطاقة وتجهيزات النقل. لا يكفي الاستثمار في تجهيزات التوزيع دون أخذ العائد الصافي في الاعتبار (الفرق بين العائد وتكلفة الاستثمار) كنتيجة. لذلك ينبغي إجراء دراسات دقيقة حول حجم الاستثمار لتخفيض الفاقد في القدرة مع الأخذ في الاعتبار العائد الاقتصادي لها.

٦-١ العائد الصافي من تخفيض الفاقد في الطاقة

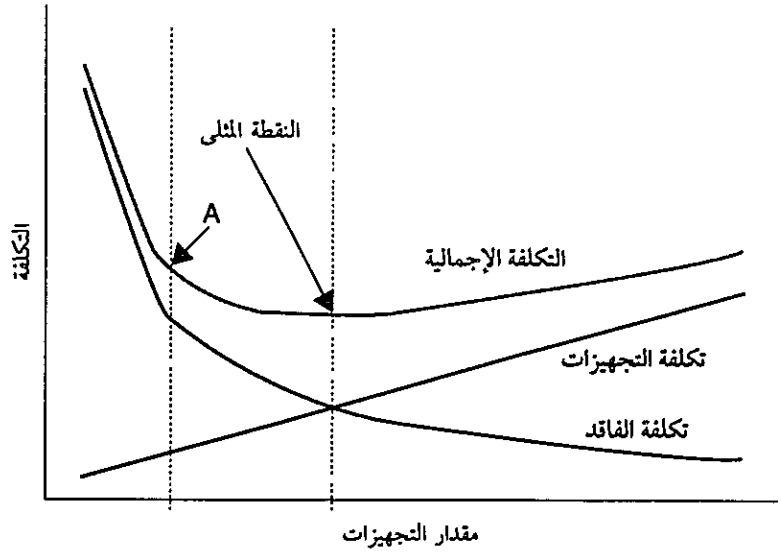
يمكن توفير تكلفة الوقود من خلال تخفيض الفاقد، في الوقت نفسه، فإن الاستثمارات لتدعيم أو تحسين التجهيزات ستؤدي إلى زيادة تكلفة بنود أخرى مثل معدل الاستهلاك وتكلفة الصيانة. والفرق بين العائد وتكلفة الاستثمار هو صافي العائد ويعرف من خلال المعادلة التالية.

$$NB=EL-EF \quad \ldots (٦-١)$$

حيث EL: هي الخفض في تكلفة الفاقد
EF: هي تكلفة الاستثمار في التجهيزات

الهدف من الدراسة حول تخفيض الفاقد هو الحصول على حل أمثل من الناحية الاقتصادية، واختيار أفضل البدائل من حيث الجدوى. الحل الأمثل من الناحية الاقتصادية موضح أدناه بما في ذلك تفاصيل البنود المتعلقة بأمور أخرى مثل تكلفة التجهيزات، قيمة الفاقد، وأسلوب التقييم.
الشكل ٦-١ يوضح العلاقة بين حجم التجهيزات، تكلفة التجهيزات، وتكلفة الفاقد في نظام النظام الكهربائي.
تكلفة التجهيزات هي التكلفة الناجمة عن الاستثمارات في التجهيزات مثل تكلفة الاستهلاك والصيانة. يمكن أن يؤدي الاستثمار في التجهيزات إلى تخفيض في الفاقد، بينما تزداد تكلفة التجهيزات. وعموما فإن حجم التجهيزات يتناسب مع الاستثمارات. فتكلفة الفاقد تنخفض بينما يزداد حجم التجهيزات (تنخفض مقاومة النظام الكهربائي). إجمالي التكلفة معرف بأنه (تكلفة التجهيزات + تكلفة الفاقد)، وهي تمثل شكلا منحنيا مقعرا بصورة عامة ويتضمن النقطة الأمثل من حيث إجمالي التكلفة كما هو موضح بالشكل ٦-١.

الشكل ٦-١ التكلفة، مقدار التجهيزات، وتكلفة الفاقد



٦-٥-٢ *حساب العائد الصافي لتخفيض الفاقد خلال عدد من السنوات (m).*

العائد الصافي السنوي لسنة محددة (k) يمثل بالرمز ANB(k). ويمكن تمثيل إجمالي العوائد الصافية من السنة الأولى حتى السنة المحددة (k) بالقيمة الحالية كما يظهر من المعادلة (٦-١١)، من خلال ضرب المعادلة (٦-١٠) في معامل القيمة الحالية.

صافي العائد خلال عدد من السنوات (m) (القيمة الحالية)

$$=\Sigma^{k=1\ to\ m}ANB(k)*(1+i)^{-k}$$

$$=\Sigma^{k=1\ to\ m}\Delta AEL(k)*(1+i)^{-k}-\Sigma^{k=1\ to\ m}AEF(k)*(1+i)^{-k} \quad \ldots (٦-١١)$$

العائد خلال السنوات (m) - تكلفة التجهيزات خلال السنوات (m)

يمكن إعادة صياغة المعادلة (٦-١١) بالأسلوب التالي باستخدام الرمز (C) (الاستثمارات في المعايير خلال العام الأول).

العائد الصافي خلال عدد (m) من السنوات (القيمة الحالية)

$$=\Sigma^{k=1\ to\ m}\Delta AEL(k)*(1+i)^{-k}-ER(m,i)*C \quad \ldots (٦-١٢)$$

حيث $ER(m,i)=\Sigma^{k=1\ to\ m}AER*(1+i)^{-k}$، وهذه تناظر ز المعدل المتجمع لتكلفة التجهيزات خلال الأعوام (m) مقابل الاستثمارات.

٦-٦ **القيمة الاقتصادية لتخفيض الفاقد في الطاقة لكل كيلووات خلال عدد (m) من السنوات**

يمكن حساب الخفض في الفاقد خلال عدد (m) من السنوات واجمالي العائد خلال عدد (m) من السنوات من خلال تخفيض كيلووات في السنة الأولى بالأسلوب التالي. يسمى إجمالي العائد خلال فترة (m) من السنوات من خلال تخفيض كيلووات واحد (لكل كيلووات من تخفيض الفاقد) خلال السنة الأولى، يسمى كما يلي (قيمة خفض الفاقد). تعد قيمة خفض الفاقد مهمة جدا في تقدير العائد الاقتصادي في برنامج التشغيل الأمثل لتخفيض الفاقد (PLOPT).

يتم تعريف الحمل الأقصى للنظام الكهربائي خلال العام الأول كما يلي:

$$AP(1)=\text{الحمل الأقصى للنظام الكهربائي خلال العام الأول} \quad \ldots (٦-١٣)$$

في الوقت الذي يتناسب فيه الفاقد مع مربع تيار الحمل ، يمكن وصف الفاقد في النظام الكهربائي في وقت حمل الذروة خلال العام الأول بالمعادلة التالية، حيث (G) هي ظروف النظام قبل الاستثمار و *W هي القيمة الثابتة للنظام.

$$AL(1,G)=W*AP(1)^2 \text{ (كيلووات)} \quad \ldots (٦-١٤)$$

إذا لم تتغير ظروف النظام، فإن الفاقد عند حمل الذروة في السنة الثانية سيتم حسابه كما يلي:

$$AL(2,G)=W*AP(2)^2 \text{ (كيلووات)} \quad \ldots (٦-١٥)$$

بنفس الأسلوب، فإن الفاقد عند حمل الذروة في السنة رقم (k) يمثل كما يلي:

$$AL(k,G)=W*AP(k)^2 \text{ (كيلووات)} \quad \ldots (٦-١٦)$$

من ناحية أخرى، بافتراض أن الظروف (G) تتغير إلى الظروف (H) بفعل معايير تخفيض الفاقد ، فإن الفاقد في حمل الذروة في السنة رقم (k) تحت الظروف (H) سيكون كمايلي:

$$AL(k,H)=X*AP(k)^2 \text{ (كيلووات)} \quad \ldots (٦-١٧)$$

حيث (X) هي القيمة الثابتة لظروف النظام (H)

يمكن حساب تخفيض الفاقد نتيجة للقياسات خلال حمل الذروة في السنة رقم (k) من خلال طرح (٦-١٧) من (٦-١٦):

$$\Delta AL(1)=(W-X)*AP(1)^2 \text{ (كيلووات)} \quad \ldots (٦-١٨)$$

٦-٣ **القيمة الاقتصادية لتخفيض الفاقد(قيمة الكيلووات والكيلووات ساعة)**

يمكن تقييم الفاقد في الطاقة من حيث القيمة النقدية بتكلفة الكيلووات والكيلووات ساعة. الأول يعكس التخفيض في تكاليف الإنشاء لتجهيزات القدرة للتوليد و/ أو تجهيزات النقل، والأخير يعكس الخفض في تكلفة الوقود والتشغيل والصيانة للتوليد.

٦-٣-١ *القيمة بالكيلووات (التكلفة)*

يتم تركيب تجهيزات التوليد حسب الطلب في وقت الذروة بالكيلووات. يتم تعريف التكلفة كتكلفة التجهيزات التي ستدفع سنويا لانتاج وتحويل كيلووات واحد، بما في ذلك تكلفة الإنشاء لمحطة التوليد + تكلفة الإنشاء لنظام النقل والتوزيع. يمكن تقييم تكلفة الإنشاء خلال فترة الدراسة على أساس التكلفة السنوية للاستثمارات كما هو موضح في الفقرة ٦-٢.

٦-٣-٢ *القيمة كيلووات ساعة (تكلفة)*

التكلفة بالكيلووات ساعة هي التكلفة محسوبة كمايلي: تكلفة الوقود + تكلفة التشغيل والصيانة التي تدفع لانتاج وإرسال الطاقة لكل كيلووات ساعة. تضاف تكلفة التشغيل والصيانة بالكيلووات حسب التكلفة الناجمة عن الاستثمار. عادة ما يستخدم متوسط التكلفة بالكيلووات والكيلووات ساعة فيما يتعلق بالعديد من محطات التوليد لكلتا القيمتين

٦-٤ **التقييم الاقتصادي لتخفيض الفاقد في النقل والتوزيع (العائد الصافي)**

يمكن تقييم الحفض في فاقد النقل والتوزيع من حيث التخفيض بالكيلووات في فترة الذروة وبالكيلووات ساعة خلال فترة عام من حلال ضرب تكلفة الكيلووات، والكيلووات ساعة، على التوالي.

تكلفة الوحدة بالكيلووات	:	KWC
تكلفة الوحدة بالكيلووات ساعة	:	KWHC
تخفيض الفاقد بالكيلووات عند الذروة في سنة	:	ΔAL
تخفيض الفاقد بالكيلووات ساعة في سنة	:	ΔALH

يمكن صياغة التقييم الاقتصادي لتخفيض فاقد القدرة كما يرد في (٦-٧).

$$\Delta AEL=\Delta AL*KWC+\Delta ALH*KWHC \quad \ldots (٦-٧)$$

يمكن إعادة صياغة الفاقد بالكيلووات ساعة في عام واحد باستخدام معامل الفقد (LossF) كما هو موضح أدناه.

$$\Delta ALH=\Delta AL*8760*LossF \quad \ldots (٦-٨)$$

ويمكن وضع التخفيض في تكلفة الفاقد في سنة (العائد) في المعادلة التالية.

$$\Delta AEL=\Delta AL*KWC+\Delta AL*8760*LossF*KWHC \quad \ldots (٦-٩)$$

٦-٥ **التقييم الاقتصادي لخفض الفاقد**

٦-٥-١ *حساب صافي العائد السنوي*

صافي العائد الناتج عن خفض الفاقد خلال عام واحد هو الفرق بين التكلفة السنوية الناتجة عن الاستثمار لتخفيض الفاقد والعائد السنوي الناتج عن تخفيض الفاقد مثل تقليل الوقود. ويمكن تمثيل العائد الصافي بالمعادلة التالية (٦-١٠).

$$ANB=\Delta AEL-AEF \quad \ldots (٦-١٠)$$

ANB: العائد الصافي السنوي لتخفيض الفاقد

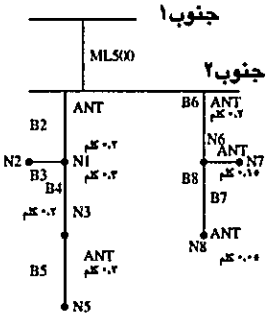
ΔAEL: العائد عن تخفيض تكلفة خلال سنة بسبب الاستثمار في التجهيزات

AEF: الزيادة في التكلفة السنوية للتجهيزات بسبب الاستثمار في التجهيزات

٦-٧ **مثال للعائد الصافي**

يتكون النظام «EX1» من محطة توزيع فرعية واحدة (٣٣/ ٤ , ٠) كيلوفولت واثنان من المغذيات ذوي الفولطية المنخفضة كما هو موضح بالشكل ٦-٢. الموصلات للمغذيين هم ANT (٥٠ مم٢). الجدول ٦-١ يلخص تيارات الحمل على النظام ذي الفولطية المخفضة.

الشكل ٦-٢ النظام EX1



الجدول ٦-١ تيارات الحمل على النظام EX1

تعيين التيارات الموزعة

أسماء الشبكات (الفرع الأول من الشبكة)	الفروع المتضمنة	معامل القدرة	تيارات الطور عند مدخل الفرع الأول من كل شبكة		
			R	S	T
B2	B2، B3، B4	٠,٨٣	١٢٠	١٤٠	١٠٠
B5	B5	٠,٨٣	٣١	٢٥	٣٢
B6	B6، B7	٠,٨٣	١٣٠	١٥٠	١١٠
B8	B8	٠,٨٣	٨٥	٨٧	٦٨

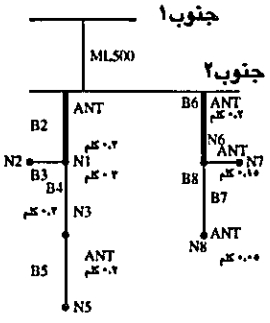
تعيين تيارات الطور عند العقد

العقد	زاوية القدرة المعامل/الطور	R	S	T
N8	-٦٠ درجة	٤٥	٥٠	٥٣
N8	٩٠ درجة	٣٠	٣٠	٣٠
N3	٠,٧٥	١٠٠	١٠٠	١٢٠

* قيمة التعيين للتيارات الموزعة لا تتضمن الحمل عند العقدة N8 بزاوية ٩٠ درجة.

بإضافة خط جديد ٤ , ٠ كيلو فولت WASP (١٠٠ ملم٢) على التوازي مع الجزء الأول من الخط القائم، سنقوم بفحص الأثر الاقتصادي للتقوية على تخفيض الفاقد. النظام المقوى الجديد يسمى «EX1R» (الشكل ٦-٣).

الشكل ٦-٣ EX1R



يمكن تمثيل التخفيض في الفاقد خلال السنة الأولى بالمعادلة (٦-١٩).

$$\Delta AL(1)=(W-X)*AP(1)^2 \text{ (كيلووات)} \quad \ldots (٦-١٩)$$

ومن خلال تقسيم المعادلة (٦-١٨) على المعادلة (٦-١٩)، يمكن الحصول على المعادلة (٦-٢٠) التي توضح أن نسبة خفض الفاقد خلال السنة الأولى وتلك الخاصة بالسنة رقم (k) هي نسبة مربع الأحمال في السنة المبدئية والسنة رقم (k).

$$\Delta AL(k)/\Delta AL(1)=AP(k)^2/AP(1)^2 \text{ (كيلووات)} \quad \ldots (٦-٢٠)$$

يمكن إعادة صياغة المعادلة (٦-٢٠) لتصبح المعادلة (٦-٢١)، حيث يمكن حساب تخفيض الفاقد عند حمل الذروة في السنة رقم (k) من خلال المعادلة (٦-٢١) عن طريق ضرب معدل مربع الاحمال في السنة رقم (k) بذلك الخاص بالسنة الأولى عند حمل الذروة وخفض الفاقد في السنة الأولى.

$$\Delta AL(k)=(AP(k)/AP(1))^2*\Delta AL(1) \text{ (كيلووات)} \quad \ldots (٦-٢١)$$

بإحلال المعادلة (٦-٢١) محل المعادلة (٦-٩)، نحصل على العائد من حفص الفاقد في السنة رقم (k).

$$\Delta AEL(k)=(KWC+8760*LossF*KWHC)*(AP(k)/AP(1))^2*\Delta AL(1) \quad \ldots (٦-٢٢)$$

يمكن الحصول على المقدار الإجمالي للتكلفة المخفضة (العائد) بفعل تخفيض الفاقد خلال عدد من السنوات (m) عن طريق تجميع التكاليف المخفضة خلال فترة الدراسة.

العائد خلال عدد (m) من السنوات (القيمة الحالية)

$$=\Sigma^{k=1 \text{ to } m}\Delta AEL(K)*(1+i)^{-k}$$

$$=[\Sigma^{k=1 \text{ to } m}(KWC+8760*LossF*KWHC)*(AP(k)/AP(1))^2*(1+i)^{-k}]*\Delta AL(1)$$

$$=\text{«قيمة الحفض في الفاقد»}*ER(m, i)*\Delta AL(1)$$

$$\ldots (٦-٢٣)$$

حيث

$$\text{«قيمة الحفض في الفاقد»}$$

$$=(KWC+8760*LossF*KWHC)*[\Sigma^{k=1 \text{ to } m}(AP(k)/AP(1))^2*(1+i)^{-k}]/ER(m, i)$$

$$\ldots (٦-٢٤)$$

يمكن الحصول على العائد الصافي وهو الفرق بين العائد والتكلفة الناجمة عن التخفيض في الفاقد خلال عدد (m) من السنوات من خلال إحلال الصيغة (٦-٢٣) محل الصيغة (٦-١٢).

«العائد الصافي خلال السنوات (m) (القيمة الحالية)»

$$=\text{«العائد خلال السنوات (m)»} - \text{«التكلفة الناتجة عن الاستثمار خلال السنوات (m)»}$$

$$=\text{«قيمة الحفض في الفاقد»}ER(m ,i)*\Delta AL(1)-ER(m, i)*C$$

$$\ldots (٦-٢٥)$$

ارجع إلى البند رقم ٢، ٣-٣ «قيمة خفض الفاقد».

خفض الفاقد بالكيلوات خلال السنة الأولى معطى من خلال نتيجة برنامج تدفق القدرة PFLOW كما هو موضح في الجدول ٦-٣.

ΔAL(1)= ٥,٤٧٣ (كيلووات)

تكلفة الإنشاء للخط WASP واجمالي طول التقوية:

C/ كلم = ١١٢٥٠ (دينار أردني/ كلم) (استثمار بناء الخط WASP لكل كيلومتر).

إجمالي طول البناء = ٠,٤ كلم

يمكن حساب العائد الصافي على الاستثمار لتخفيض الفاقد باستخدام المعادلة (٦-٢٥)،

= العائد الصافي خلال ١٠ سنوات (القيمة الحالية)

«تكلفة التجهيزات خلال ١٠ سنوات» (القيمة الحالية) - «العائد حلال ١٠ سنوات»:

= قيمة خفض الفاقد ER(10, 0.1)*ΔAL(1)-ER(10, 0.1)*C

= ٠,٤ كلم* ١١٢٥٠ (دينار أردني/ كلم)*٥,٤٧٣ - ٠,٨٣٠٥٥*٠,٨٣٠٥٥*٠,٨٥ (دينار أردني) = ٢٥٧٠ (دينار أردني) = ٧٩٤٩

. . . (٦-٢٦)

يظهر من هذا المثال أن اشارة العائد الصافي هي موجبة وأن الإجراءات لإنشاء خطوط جديدة في القسم الأول تصبح احدى البدائل المفيدة لتخفيض الفاقد بسبب ضخامة تيار الحمل.

الآن نريد معرفة صافي العائد لخفض الفاقد خلال ١٠ سنوات من الاستثمار في الخطوط الجديدة على التوازي مع القطاع B2B6 القائم حاليا.
خفض الفاقد هو الفرق في الفاقد بين «EX1» و «EX1R». وباستخدام برنامج تدفق القدرة PFLOW ولأن الفاقد بكلا النظامين يحسب تحت فولطيات الأطراف الثانوية للمحولات التي سيتم تثبيتها. وفي حسابات تدفق الحمل، فإن الناقل الثانوي لمحطة جنوب ٢ يحدد كعقدة ارتخاء في هذه الحالة. النتائج مبينة في الجدول ٦-٢.

الجدول ٦-٢ الفاقد في كلا الشبكتين (نتيجة برنامج تدفق القدرة PFLOW)

(الوحدة: كيلووات)

Ex1 (القائم)

الفروع	الفاقد
B2	٤,٤٩٨
B3	٠,٠٩٣
B4	١,٥
B5	٠,١١١
B6	٣,٧١٣
B7	٠,٠٣٣
B8	٠,٢٢٥

Ex1R (المقوى)

الفروع	الفاقد
B2	١,٥
B3	٠,٠٩٣
B4	١,٥
B5	٠,١١١
B6	١,٢٣٨
B7	٠,٠٣٣
B8	٠,٢٢٥

إجمالي الفاقد في النظام Ex1 ينخفض في القسم B2و B6 بينما الفاقد في الأقسام الأخرى هو نفسه كالنظام Ex1. جاء خفض الفاقد نتيجة للتقوية في الفروع التي تم فيها اتخاذ إجراءات للتقوية.

الجدول ٦-٣ تخفيض الفاقد

الوحدة (كيلووات)

الفروع	التخفيض في الفاقد (كيلووات)	الإجراء المقابل: الطول
B2	٢,٩٩٨	ANT -> ANT+WASP: ٠,٢ كلم
B3	٠,٠	-
B4	٠,٠	-
B5	٠,٠	-
B6	٢,٤٧٥	ANT -> ANT+WASP: ٠,٢ كلم
B7	٠,٠	-
B8	٠,٠	-
المجموع الكلي	٥,٤٧٣	

بعد ذلك ، يحسب العائد الاقتصادي والتكلفة الناجمة عن خفض الفاقد لعشر سنوات، لتبسيط الإجراء، يفترض أن تكون قيم عمر الحمل السنوي، وقيم الكيلووات والكيلووات ساعة الخاصة بخفض الفاقد، والتكلفة الناتجة عن الاستثمار هي نفسها كتلك الموضحة بالجدول ٣-١ في القسم الثاني.

قيمة تخفيض الفاقد = ٢٥٧٠,٨٥ دينار أردني (القسم الثاني جدول ٣-١)
المعدل المتجمع لتكلفة التجهيزات خلال ١٠ سنوات مقابل الاستثمار:
ER(10, 0.1) = ٠,٨٣٠٥٥ (معدل الخصم ٠,١ (١٠ ٪))

القسم ٢ دليل برنامج تدفق القدرة (PFLOW) وبرنامج التخفيض الأمثل للفاقد (PLOPT)

١. موجز النظام

يستخدم برنامجا تدفق القدرة PFLOW والتخفيض الأمثل للفاقد PLOPT على التوالي لحساب تدفق القدرة/ الفولطية ولاجراء الحسابات المثلى للدراسة حول تخفيض الفاقد في أنظمة التوزيع. وفيما يلي شرح للخصائص والشكل العام للنظام لهذا البرنامج فيما يلي بالتفاصيل:

١-١ برنامج تدفق القدرة (PFLOW)

عادة ما ينظر لشبكة تضم نظاما للإرسال ونظامها الثانوي للتوزيع كنظام ثلاثي متوازن الأطوار. تمثل شبكة النقل ونظام التوزيع كطور أحادي. يتم اعتبار الحمل في المحطات الفرعية المعنية في الشبكة كحمل مجمع على أساس القياسات أو القيم التقديرية/المتوقعة. تمثل معادلات القدرة النموذجية للشبكة حالة الأنظمة. وكثيرا مايستخدم أسلوب نيوتن - رابسون لحل مسألة تدفق القدرة نظرا لطبيعتها في الالتقاء الجيد وسرعة إجراء الحسابات.

من ناحية أخرى، فيما يتعلق بنظام التوزيع منخفض الفولطية لايمكن توافر البيانات بالحمل المعني بشكل عام دون إجراء قياسات خاصة للفولطية والتيار بمغذيات الفولطية المنخفضة.

إضافة إلى ذلك، فإن الأحمال على الأطوار الخاصة بها لاتكون عادة متوازنة. لذلك، فإن حساب تدفق القدرة للأنظمة منخفضة الفولطية يتطلب وظيفة عكس عدم توازن الطور للحمل الذي عادة ما يستخدم في الحسابات نموذج يعتبر الحمل موزعا بطرية منتظمة.

عادة ما تجري الحسابات بافتراض الفولطية، والتيار في طرف النقل والحمل الموزع بامتداد المغذي. تم عمل نموذج للخط المحايد والخطوط ثلاثية الأطوار كنظام توزيع ثلاثي الأطوار رباعي الأسلاك بهدف تحليل عدم توازن الأطوار.

تم تطوير برنامج تدفق القدرة PFLOW لحساب النظام بما في ذلك الشبكة بالنموذج أحادي الطور لنظام النقل/ التوزيع المجمل بحمل مجمع ونظام ثلاثي الأطوار رباعي الأسلاك بحمل موزع. يتم حمل الأنواع المختلفة من تحليلات تدفق القدرة على أشكال مختلفة من الأنظمة بشكل يتزامن معا على أنظمة متجمعة ذات توتر عال ونظام توزيع منخفض الفولطية. تم تطوير برنامج تدفق القدرة PFLOW في دراسة تخفيض فاقد القدرة في نظام التوزيع في الأردن.

يتم إجراء حسابات تدفق القدرة على الأطوار المعنية للأنظمة ذات الفولطية المنخفضة أولا. بينما يتم اجراء الحسابات الخاصة بالنموذج ذي التوزيع المجمل و/ أو نظام الارسال بشكل مستمر يتبع الأسلوب البديل حتى قيم الفولطية والتيار (القيمة المتوسطة للأطوار الثلاثة) عند نقطة الوصل لنظام التوزيع ذي الفولطية المنخفضة ونظام الفولطية العالية (تجمع ضمن الحدود المسموح بها).

١-٢ برنامج التخفيض الأمثل للفاقد (PLOPT)

يمكن أن يؤدي تخفيض فاقد في نظام النقل والتوزيع إلى تخفيض المقدار المطلوب من التجهيزات مثل المولدات وخطوط النقل واستهلاك الوقود، وهو العائد الناجم عن تخفيض الفاقد. من الضروري الاستثمار في نظام النقل والتوزيع لتخفيض الفاقد في الطاقة، الأمر الذي يجلب تكاليف سنوية مثل الاستهلاك والتشغيل والصيانة.

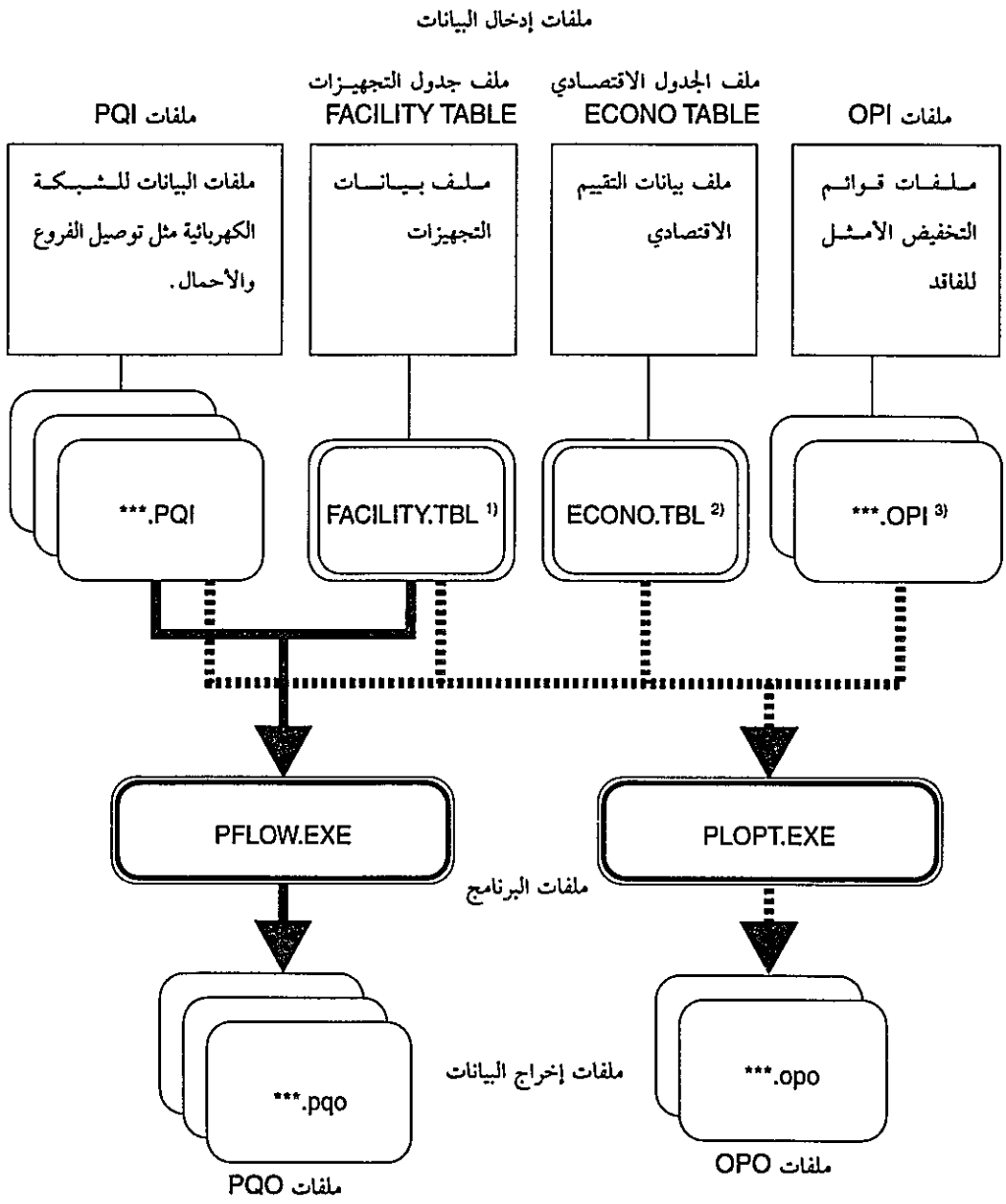
الفرق بين «التكلفة الناتجة عن الاستثمار» و «العائد الناتج عن تخفيض الفاقد» هو «صافي العائد الناتج عن تخفيض الفاقد».

والأمر سيتطلب عددا كبيرا من الحالات التي ينبغي دراستها وأسلوبا بالغ التعقيد للتعرف على افضل أسلوب بديل للتقوية (مثال نوع الموصل، سعة المحول، الخ). يقدم أكبر قدر من العائد لمغذيات التوزيع المعنية. تم تطوير برنامج التخفيض الأمثل للفاقد PLOPT بهدف تسوية الإجراءات المعقدة وإجراء الدراسة بكفاءة.

ومن أجل التحديد الدقيق، يتم اختيار البدائل بتجهيزات مختلفة من حيث اقتصاديات تخفيض الفاقد بهدف الحصول على أقصى عائد صافي.

الأسلوب المتبع في برنامج التخفيض الأمثل للفاقد PLOPT هو: أولا، يتم تحديد تدفق الحمل وتوزيع التيار من خلال حسابات تدفق القدرة، ثم بعد ذلك يتم فحص الفاقد في القدرة مع بدائل متنوعة مصممة مسبقا في برنامج الكمبيوتر. وأخيرا مقارنة صافي العائد للبدائل، ويتم اختيار أكثر البدائل عائدا.

الشكل١-١ موجز النظام



١) تتوافر أسماء أخرى للملفات بخلاف «Facility.tbl» عن طريق تعيين الاسم باستخدام الأمر TBL@ .
٢) تتوافر أسماء أخرى للملفات بخلاف «Econo.tbl» عن طريق تعيين الاسم باستخدام الأمر TBL@ .
٣) تسلسل الحروف *** في ملف OPI ينبغي أن يكون هو نفسه تسلسل الحروف المستخدم في ملفات PQI *** في الوضع القياسي للتعيين باستخدام الأمر OPI@ .

١-٣ الشكل العام للنظام

يوضح الشكل ١-١ موجز النظام لبرنامج تدفق القدرة PFLOW والتخفيض الأمثل للفاقد. تشير الخطوط الكاملة والخطوط المتقطعة إلى تدفق البيانات وإجراءات الدراسة لبرنامج تدفق القدرة PFLOW وبرنامج التخفيض الأمثل للقدرة PLOPT على التوالي. وفيما يلي شرح موجز لهذين البرنامجين.

- هناك أربعة ملفات لإدخال البيانات، وهي ملفات PQI، ملف جدول التجهيزات، وجدول ECONO، وملفات OPI
- يتضمن برنامج تدفق القدرة PFLOW «تنفيذ حسابات تدفق القدرة ملف PFLOW.EXE». يتم إجراء حسابات تدفق التيار باستخدام ملف PQI وملف جدول التجهيزات. يتم حفظ نتائج حسابات تدفق القدرة في ملفات PQO وتعطي الاسم pqo.***، وسلسلة الحروف «***» هي أسم ملف البيانات، وهو نفس الأسم المستخدم في ملف PQI.
- يتضمن برنامج التخفيض الأمثل للفاقد PLOPT الأمر PLOPT.EXE، أي تنفيذ حسابات التقدير، من حيث اقتصاديات تخفيض الفاقد من خلال بدائل متعددة. ويستخدم الأمر PLOPT.EXE ملف PQI، وملف جدول التجهيز، وملف ECONO TABLE، وملف OPI خلال عملية التقييم الاقتصادي للفاقد وللبدائل. ويتم حفظ النتائج في ملفات OPO وتسميتها OPO.***. وسلسلة الحروف «***» هي إسم ملف البيانات وهو نفس الإسم المستخدم في ملف PQI.
- ينبغي حفظ جميع الملفات المستخدمة في برنامج تدفق القدرة PFLOW أو التخفيض الأمثل للفاقد PLOPT بما في ذلك«ملفات الأمر exec. file» في ملف على نظام مايكروسوفت ويندوز في التخصيص القياسي، وينبغي أن تكون أي ملفات لإدحال البيانات في صورة نص ويمكن تحريرها باستخدام تطبيقات تحرير النصوص مثل «Notepad» و«Wordpad»، كذلك يتم انتاج ملف خروج البيانات في صورة ملف نص داخل مجلد حفظ ملفات.

٢-٣-٢ *حسابات التيارات على خط التوزيع مع حمل توزيع موحد*

يتم توزيع تيارات الحمل الموزع بالأسلوب التالي

أ. تعيين قيمة تيار الحمل عند نقطة البداية للشبكة الجزئية.

(الشبكة الجزئية تعني قسما من مغذي الفولطية المنخفضة بنفس كثافة الحمل على امتداد الفرع.)

ب. يتم حساب كثافة تيار الحمل للشبكة الجزئية من القيمة المحددة عند نقطة البدء للشبكة الجزئية بتقسيم القيمة المعينة على إجمالي طول الشبكة الفرعية.

يتم حساب التيارات على الفروع المعينة للشبكة الجزئية، من خلال ضرب كثافة الحمل في الأطوال المعنية للفروع في الشبكة الجزئية.

٢-٣-٣ *حسابات الفولطية*

يتم حساب الفولطية عند العقد في النظام منخفض الفولطية بالأسلوب التالي:

أ. تعيين زاوية الحمل للتيار مقابل الفولطية عند طرف الارسال للفرع .

ب. يتم حساب الفولطية عند طرف الاستقبال لفرع ما من خلال المعادلة التالية باستخدام الفولطية والتيار عند طرف النقل للفرع.

$$V_t = V_f - (r + jx)\left(I_f \cdot L - \frac{1}{2} iL^2 \right)$$

حيث V_t: الفولطية عند طرف الاستقبال لفرع ما، V_f, I_f : الفولطية والتيار عند طرف النقل لفرع ما

I: حمل التيار في الفرع L: طول الفرع

تعتد الحسابات على افتراض أن معامل القدرة للحمل في الفرع هو نفسه معامل القدرة لطرف النقل بالفرع.

٢-٤ **حالة حدود العقدة (موصل منخفض الفولطية لمحطة التوزيع) توصيل نظام فولطية عالي/ متوسط ونظام فولطية منخفضة.**

يتم إجراء تحليل تدفق القدرة لنظام الفولطية العالية/المتوسطة بما في ذلك الموصلات منخفضة الفولطية لمحطات التوزيع الفرعية.

في هذا الحساب، يفترض أن الحمل على الموصل في النظام هو ثابت (P) (قدرة ثابتة) باستثناء الحمل على نقطة الوصل (موصل منخفض الفولطية لمحطة التوزيع الفرعية) لنظام منخفض الفولطية. يفترض أن يكون الحمل على نقطة الوصل حملا ثابتا للتيار. يتم إجراء حسابات متكررة حتى يصبح الخطأ في الفولطية عند نقطة الوصل لكلا النظامين (موصل منخفض الفولطية لمحطة التوزيع الفرعية) ضمن نطاق التفاوت المحدد.

٢. برنامج تدفق القدرة (PFLOW)

٢-١ ملخص

يمكن إجراء حسابات الشبكة بما في ذلك النظام مثل نظام النقل بحمل مجمع والممثل كأحادي الطور والنظام ثلاثي الأطوار رباعي الأسلاك بحمل موزع ، يمكن إجراء حساباتها معا في نفس الوقت باستخدام برنامج تدفق القدرة أو PFLOW.

فيما يتعلق ببرنامج الكمبيوتر، يمكن تمثيل نظام الفولطية البرنامج (مرتفع/متوسط) كشبكة أحادية الطور ذات قدرة ثابتة، وحمل مجمع متوازن ثلاثي الأطوار، بينما يتم تمثيل النظام المنخفض الفولطية كنظام ثلاثي الأطوار رباعي الأسلاك ذي تيار غير متوازن للأطوار المعنية و/أو الحمل الموزع.

٢-٢ نموذج لنظام عالي/متوسط الفولطية

يتم تمثيل النظام عالي/متوسط الفولطية مثل نظام النقل و/أو نظام التوزيع المجمل متوسط الفولطية كنظام أحادي الطور بحمل مجمع.

يستخدم حساب تدفق القدرة لأنظمة الفولطية العالية/المنخفضة لحل المعادلات العقدية باستخدام المتوالية المتكررة لنيوتن - رافسون، التي كثيرا ما تستخدم لتحليل تدفق القدرة في أنظمة النقل والتوزيع المجمع.

٢-٢-١ *مكونات ونماذج الأنظمة عالية/متوسطة الفولطية*

- عقدة المولد

تتم قولبة المولد كعقدة ارتخاء أو عقدة ذات قدرة فعلية ثابتة (P)، وفولطية ثابتة، أو عقدة ذات قدرة فعلية (P) ثابتة وقدرة غير فعالة (Q) ثابتة.

- الحمل

عادة ما يمثل الحمل في نموذج عقدة ذات خواص ثابتة للقيم (P) و (Q) للحمل باستثناء الحمل عند نقطة وصل بنظام ذي فولطية منخفضة. (مثال : موصل طرفي منخفض الفولطية لمحطة التوزيع الفرعية).

- خط النقل

يمثل خط النقل دائرة معادلة تقريبية وكطور أحادي بمقاومة مجمعة وجهد المفاعلة والمسامحة المجمعة.

- المحول

يمثل المحول كفروع ذات جهد المفاعلة ومقاومة على التوالي.

يمكن الأخذ في الاعتبار الفاقد النحاسي والحديدي من خلال التمثيل كمقاومة على التوالي بجهد المفاعلة في فرع المحول وكمقاومة بين موصل التوتر العالي للمحول والأرض، على التوالي. كذلك يتم توفير مغيرات التفريع للمحولات في برنامج الكمبيوتر.

٢-٣ نموذج لنظام الفولطية المنخفضة

من الممكن تمثيل الحمل على نظام توزيع منخفض الفولطية كحمل مجمع أو موزع في التيار. ولكن، الثانية هي الأفضل لتحليل تدفق القدرة على نظام التوزيع كالمعتاد يمكن تمثيل الشبكة منخفضة الفولطية كنظام ثلاثي الأطوار وسلك محايد واحد، للنظام الثلاثي الأطوار رباعي الأسلاك.

وفيما يلي شرح لنموذج نظام منخفض الفولطية وحساب تدفق القدرة الخاص به.

٢-٣-١ *نموذج لنظام توزيع منخفض الفولطية*

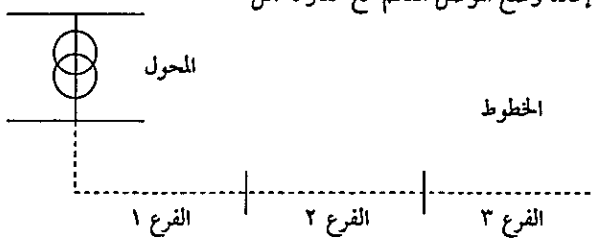
- الحمل

يمكن تمثيل الحمل كحالتين، حمل موزع وحمل مجمع بالتيار. يتم تمثيل الحمل على نظام الفولطية المنخفضة كأطوار متعلقة بها. هذا يعني أنه من الممكن تحليل نظام ثلاثي الاطوار غير متوازن. في حالة تحليل تدفق القدرة بحمل موزع موحد، يتم تخفيض حمل في التيار بشكل متساوي بامتداد المغذي من خلال تخصيص قيمة تيار طرف الإرسال وطول المغذي. يمكن أن يمثل الحمل المعين في التيار عند العقدة كحمل مجمع.

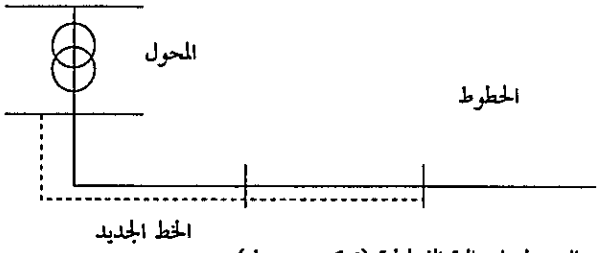
- خط توزيع منخفض الفولطية

يمثل خط التوزيع منخفض الفولطية كفرع بمقاومة وجهد المفاعلة بسبب صغر المسامحة بها.

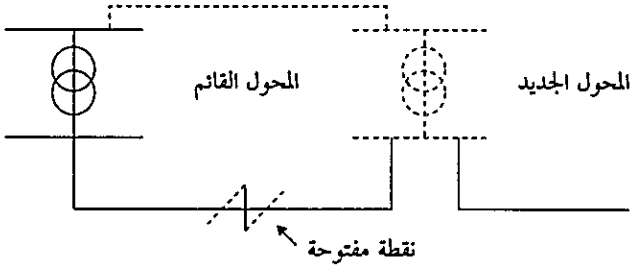
الشكل٣-١ تقوية الخطوط بنفس الفولطية (إعادة توصيل)
- إعادة وضع الموصل القائم مع مقاومة أقل



الشكل٣-٢ تقوية الخط على نفس الخطوط القائمة بنفس الفولطية (بناء خطوط بنفس الفولطية)
- بناء مغذيات جديدة بنفس الفولطية على التوازي مع النظام القائم



الشكل ٣-٣ إدخال خطوط عالية الفولطية (تركيب محول)
- بناء نظام ذي فولطية أعلى (خط ومحول) مضافا إلى النظام القائم



٣-٣ شرح إضافي حول قيمة العائد الصافي بتشغيل البرنامج PLOPT (قيمة العائد الصافي محولة إلى تكلفة الإنشاء)

تم فيما سبق شرح أنه يتم فحص افضل البدائل من حيث صافي العائد على البرنامج PLOPT من خلال مقارنة التكلفة الناجمة عن الاستثمار (تكلفة البناء) بالتجهيزات المعنية في جدول التجهيزات و العائد الناتج عن تخفيض الفاقد يتم تقييم الاستثمارات على البدائل المختلفة من حيث جدوى دراستهما. ومن خلال المقارنة المباشرة للاستثمارات والعائد الاقتصادي الناتج عن تخفيض الفاقد محولا إلى ما يعادل الاستثمار، يمكن الحصول على التقييم الاقتصادي للبرنامج PLOPT ومن خلال تحويل العائد عن فترة الدراسة إلى معادل للاستثمار فإن هذا يجعل المتسلسلة المتكررة للبرنامج بسيطة وزمن التنفيذ قصيرا وهو أيضا عملي للدراسات طويلة المدى التي تتضمن تجهيزات متعددة بتكاليف إنشاء متباينة فيما يلي شرح موجز لتحويل صافي العائد خلال فترة الدراسة إلى معادل الاستثمار، بهدف تحسين فهم برنامج الكمبيوتر PLOPT.
بقسمة المعادلة (٦-٢٥) في القسم الأول على ER (m,i)، تنتج المعادلة (٣-٢).

«العائد الصافي خلال عدد m من السنوات»/ER(m, i)
= ΔAL(1)*قيمة خفض الفاقد -C . . . (٣-٢)

حيث
ΔAL(1) = خفض الفاقد في فترة حمل الذروة خلال العام الأول
C = الاستثمار في التجهيزات
في حالة ما إذا كان العائد الصافي خلال السنوات m هو قيمة موجبة، فمن الممكن الحصول على المتباينة التالية
C<ΔAL(1)*قيمة خفض الفاقد . . . (٣-٣)

٣. برنامج التخفيض الأمثل لفاقد القدرة (PLOPT)

٣-١ مبدأ الاستخدام الأمثل

تعد الاستثمارات في تجهيزات التوزيع والنقل ضرورية لتحقيق التخفيض في الفاقد. وتعد تكاليف الاستهلاك، والتشغيل والصيانة الناجمة عن الاستثمارات وتخفيض سعة التوليد وتكاليف الوقود، عوائد ناتجة عن تخفيض الفاقد. إجمالي العائد الاقتصادي الناتج عن تخفيض الفاقد في القدرة هو العائد الصافي، ويمكن تمثيله بالمعادلة التالية (٣-١).

$$NB=EL-EF \quad \ldots (٣-١)$$

NB: العائد الصافي
EL: الخفض في التكلفة مثل خفض تجهيزات التوليد ووقود التوليد بسبب خفض الفاقد (العائد)
EF: التكلفة مثل تجهيزات النقل و/ أو التوزيع لتخفيض فاقد القدرة

الحل الأمثل لتخفيض فاقد القدرة يهدف إلى اختيار بدائل للاستثمارات تحقق الحد الأقصى من العائد.

٣-٢ قوائم البدائل لتخفيض فاقد القدرة في البرنامج PLOPT

يتم تلخيص قوائم البدائل لتخفيض فاقد القدرة في البرنامج PLOPT فيما يلي:

أ. تقوية الخط بنفس الفولطية

- استبدال الخطوط الحالية

يعد استبدال الموصل باستخدام موصل أكبر (اقل مقاومة) إحدى البدائل الاقتصادية لتخفيض فاقد القدرة. يتم اختبار التكلفة الناتجة عن الاستثمارات لإعادة التوصيل والعائد الاقتصادي الناجم عن تخفيض الفاقد باستخدام مقاسات مختلفة و/ أو أنواع مختلفة من الموصلات. تجرى الدراسات الاقتصادية (التكلفة مقابل العائد) لكل فرع على حدة في مغذي التوزيع. يقوم البرنامج بإخراج النتائج الخاصة بالتقييم مثل مقدار التخفيض في فاقد القدرة، مساحة مقطع وطول المغذيات محل الدراسة، التكلفة والعائد الناجمة عن إعادة التوصيل، وأعلى عائد صافي، وما إلى ذلك.

- تقوية المغذي بنفس الفولطية

يتم فحص تكلفة الاستثمار والآثار الاقتصادية لتخفيض فاقد القدرة على الخط الجديد على التوازي مع الخط القائم لتغيير مقاسات الموصل ونوعه. تجرى الدراسات على كل فرع على حدة في مغذي التوزيع المستهدف. يقوم البرنامج بإخراج نتائج التقييم مثل مقدار الخفض في فاقد القدرة، مساحة مقطع وطول المغذيات محل الدراسة، والتكلفة والعائد الناتج عن تقوية المغذي على التوازي مع الخط القائم، وأفضل الحالات من حيث صافي العائد، وما إلى ذلك.

ب. إدخال نظام فولطية عالي في وسط الخطوط القائمة

تعد إضافة نظام عالي الفولطية إلى النظام القائم واحدة من أكثر الوسائل فعالية لتخفيض فاقد القدرة. ويمكن إجراء الدراسة الخاصة بإدخال نظام فولطية عالي على امتداد الخطوط القائمة من خلال تعيين الأوامر. يتم إجراء دراسات حول إدخال نظام ذي فولطية أعلى بالأسلوب التالي:

إضافة نظام ذي فولطية أعلى مع خط ذي فولطية أعلى على التوازي مع المغذي القائم والمحول القائم، على المغذي المستهدف يتم مقارنة الفاقد بتغيير التجهيزات لنظام ذي فولطية أعلى (الموصل، المحول) والنقطة المفتوحة للمغذي منخفض الفولطية الحالي حتى يتم الحصول على أقصى تخفيض للفاقد. بعد ذلك، يتم تغيير موقع المحول إلى القطاع المجاور للمغذي منخفض الفولطية مع زيادة الخط عالي الفولطية، والقيام بفحص تقييم خفض الفاقد بنفس الأسلوب المذكور سابقا من خلال تغيير النقطة المفتوحة للمغذي منخفض الفولطية، والتجهيزات للخط مرتفع الفولطية (مقاس الموصل و/ أو نوعه) والمحولات (السعة). يتم حساب التكلفة الناجمة عن الاستثمار وتأثير خفض الفاقد للبدائل المعنية على كل الفروع.

أخيرا، يقوم البرنامج بإخراج التجهيزات الخاصة بتخفيض الفاقد المنتقاة مثل طول ونوع الموصل/مقاس الخط ذي الفولطية العالية، نوع/سعة المحول والنقطة المفتوحة للمغذي المستهدف منخفض الفولطية إضافة إلى التكلفة، العائد، والعائد الصافي الذي يتم الحصول عليه من الاستثمارات.

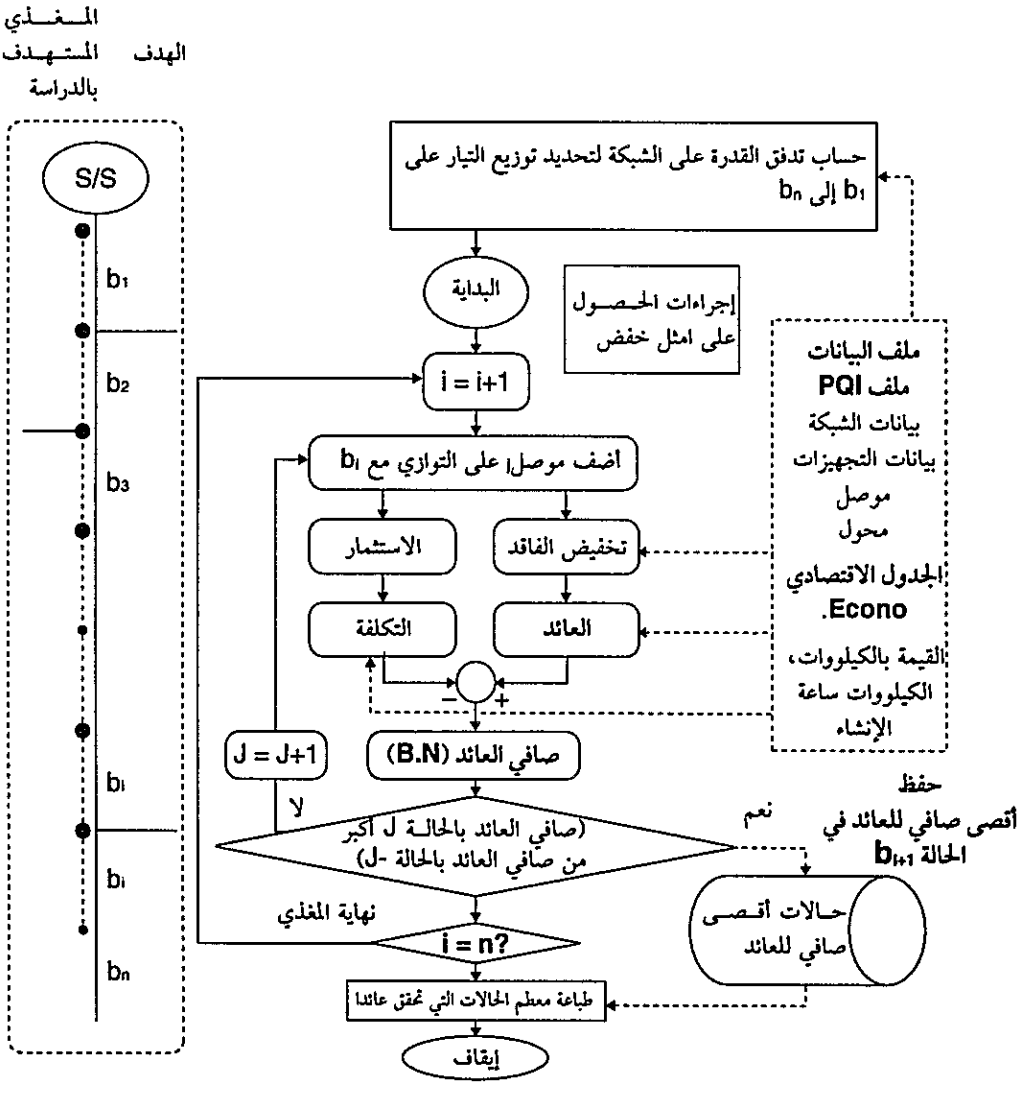
تم إيجاز القوائم كما هو موضح بالشكل٣-١-٣-٣.

٣-٤ المتوالية المتكررة لبرنامج الكمبيوتر لدراسة التخفيض الأمثل للفاقد (إنشاء خط جديد بنفس الفولطية)

في إجراءات الحصول على التخفيض الأمثل، يتم فحص بنود إنشاء خط جديد، استبدال وإدخال نظام ذي فولطية أعلى، جميعها على التوالي. الشكل ٣-٥ يشرح المتوالية المتكررة لدراسة إنشاء خط جديد بنفس الفولطية.

- يتم إعداد البيانات، مثل بيانات الشبكة، بيانات التجهيزات، والبيانات الاقتصادية في ملف البيانات.
- توزيع التيار على الشبكة يتم تحديده أولا من خلال تحليل تدفق القدرة.
- في الخطوة التالية، يتم إضافة خط جديد على التوازي مع القسم الأول من المغذي. يتم تقدير الخفض في الفاقد والاستثمار في التجهيزات بعد تبني الخطوط الجديدة.
- يتم فحص التقييم الاقتصادي للجزء المعني من موصلات التوزيع.
- يتم مقارنة العائد الصافي، الذي ينتج عن الفرق بين العائد الناتج عن خفض الفاقد والتكلفة الناتجة عن الاستثمار، لمقاسات وأنواع مختلفة من الموصلات للأجزاء المعنية من المغذيات.
- يتم إجراء التحليلات على الأجزاء المعنية من المغذيات مع تغيير مقاسات الموصلات وأنواعها المحددة مسبقا. يتم حفظ الحالات التي تحقق أعلى صافي للعائد للأجزاء المعنية من المغذيات وتجري الحسابات إلى نهاية المغذيات.
- واخيرا، يتم إخراج البديل الذي يحقق أعلى صافي للعائد للجزء المعني.

الشكل ٣-٥ المتوالية المتكررة لبرنامج الكمبيوتر لدراسة أمثل خفض للفاقد (إنشاء خط جديد)

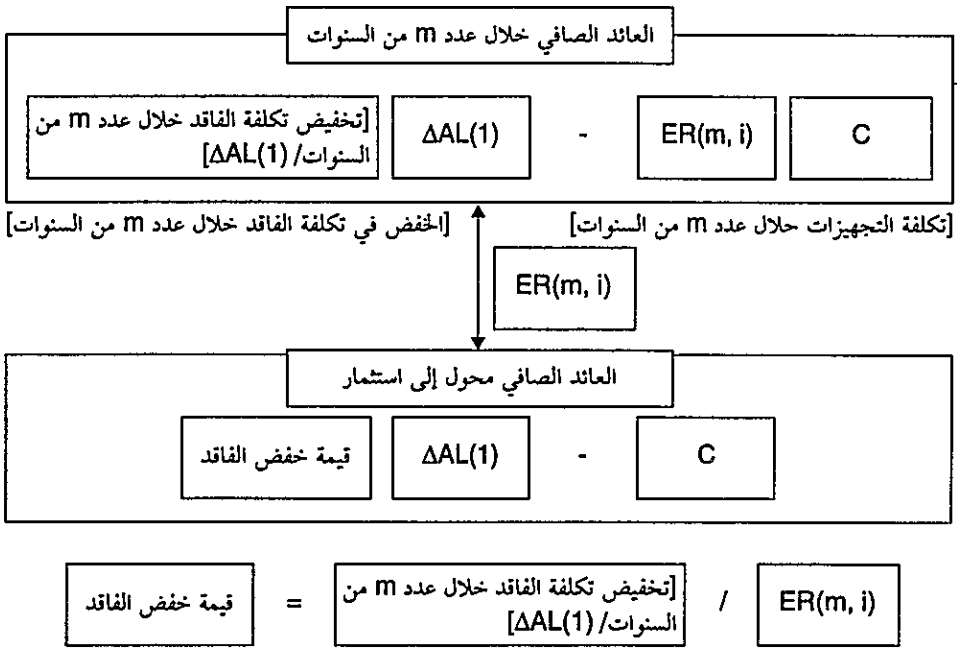


من خلال مقارنة تكاليف الإنشاء (الاستثمار بالتجهيزات) وقيمة الجانب الأيمن من المتباينة، من السهل التعرف على ما إذا كانت تكلفة الإنشاء للبديل تعود بالربح (صافي العائد) او لاتعود. الجانب الأيمن من المتباينة (٣-٣) هو ضرب خفض الفاقد عند أقصى حمل للذروة خلال السنة الأولى ($\Delta AL(1)$)، في قيمة خفض الفاقد. لهذا السبب في برنامج PLOPT،

قيمة خفض الفاقد*$\Delta AL(1)$:
قيمة معادل الاستثمار لخفض الفاقد تستخدم عقب دراسة التقييم الاقتصادي

بمعنى آخر، فإن «قيمة خفض الفاقد» تعني الحد الأدنى في الاستثمار لكل كيلووات مما يجعل صافي العائد إيجابيا. الجدول ٣-١ يوضح مثالا لحسابات «قيمة خفض الفاقد».
يتطلب الجدول الاقتصادي Econo المستخدم في برنامج PLOPT «قيمة خفض الفاقد». هذه القيم يتم إدخالها في الموضع الذي يتبعه أوامر التحكم مثل =@VALL، و=@VALM و=@VALH في الجدول الاقتصادي Econo كما هو موضح بالجدول ٤-٨. يقوم البرنامج PLOPT بإخراج القيمة على الجانب الأيسر من المعادلة (٣-٢) كصافي العائد. ويوضح الشكل ٣-٤ كيف يمكن تناول صافي العائد وقيمة خفض الفاقد.

الشكل ٣-٤ العائد الصافي وقيمة تخفيض الفاقد



حيث؛

الاستثمار في التجهيزات	C
معدل الفائدة	i
الفترة المستهدفة للدراسة (سنوات)	m
خفض الفاقد في فترة الذروة في السنة الأولى	$\Delta AL(1)$
معدل تكلفة التجهيزات إلى الاستثمار خلال عدد m من السنوات	ER(m, i)

٤. ترتيب بيانات الإدخال

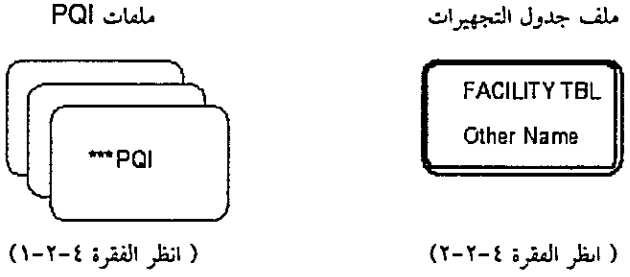
٤-١ ملخص

يتطلب برنامج PFLOW نوعية من ملفات بيانات الإدخال ويتطلب برنامج PLOPT أربعة أنواع من ملفات بيانات الإدخال. يمكن تحرير جميع البيانات الموجودة في ملفات بيانات الإدخال باستخدام برامج تطبيقات التحرير على نظام نوافذ مايكروسوفت ويندوز. يتم تصميم البيانات باستخدام أوامر التحكم المسبوقة بالرمز «@».

٤-٢ بيانات الإدخال لحساب تدفق القدرة (PFLOW)

ينبغي إعداد نوعين من بيانات الإدخال لإجراء حسابات تدفق القدرة هذه (PFLOW). نوعان من هذه الملفات موضحان في الشكل ٤-١. ملف PQI هو ملف بيانات يتضمن بيانات شبكة كهربائية في شكل عقد، وفروع وأحمال. ملف جدول التجهيزات هو ملف بيانات يقوم بتعيين بنود مثل القيم التقديرية، وثوابت خطوط التجهيرات

الشكل ٤-١ ملفات البيانات الضرورية لبرنامج PFLOW



٤-٢-١ *بيانات الإدخال في ملفات PQI*

ينبغي أن يكون ملحق ملف PQI هو «pqi» (مثال «pqi.***») تقرأ على انها ملفات PQI في البرنامج. الشكل ٤-٢ يوضح ترتيب بيانات الإدخال في ملفات PQI ويمكن إدخال البيانات بشكل مستمر للحالة المعنية بالدراسة ويتم تحري البيانات الآخرة في الحالة بالعلامة Z@. تتكون البيانات الخاصة بحالة واحدة في ملفات PQI من ثلاثة أجزاء رئيسية تتحكم في حسابات تدفق القدرة.

ملف PQI هو ملف البيانات الذي يعين ظروف بيانات/ملف الدخل والخرج لحسابات تدفق القدرة وحسابات التخفيض الأمثل للفاقد. يحتوي القسم الأول على بيانات عامة تستخدم لبرامجي PFLOW وPLOPT لكلا النظامين العالي/المتوسط الفولطية والمنخفض الفولطية. القسم التالي هو القسم الخاص ببيانات النظام العالي/المتوسط الفولطية. والقسم الأخير يتضمن بيانات النظام المنخفض الفولطية. حالة أخرى يمكن أن تتبعها العلامة Z@. العلامة MI@ هي العلامة المعينة للتكبير لتغيير بيانات حمل الإدخال بالتناسب مع القيمة المحددة. القيمة «MI@» محددة لتكون ١,٠ ومن الضروري تعريفها.

الجدول ٣-١ مثال لحساب «الدخل في ملفات الجدول الاقتصادي لقيمة خفض الفاقد» لبرنامج PLOPT (استخدمت القيم في P/M)

١ التكلفة السنوية للتجهيزات

Investment of Facilities	C [JD]	[illegible]1	
Life time	n [year]	25	
Discount Rate	i	0 1	
Rate of Salvage Value to Investment	a	0	
Salvage Value to Investment of Facilities	RE [JD]	0	
Annual Depreciation	AC =(C - RE) i/(1-(1+i) - n) [JD/year]	0 110168072	AC/(1+i)^1 + AC/(1+i)^2 + AC/(1+i)^3 + + AC/(1+i)^n = C-RE
Rate of O&M cost to Investment of Facilities	b	0 025	
Annual cost for O&M	AM	0 025	
Annual cost of Facilities	AEF = AC + AM = AER*C [JD/year]	0 135168072	

٢ معدل التكلفة الاجمالية للتجهيزات خلال عدد m من السنوات إلى الاستثمار ((ER(m, i))

	Study Target Duration	m	10
Year	Annual cost of Facilities	Present Value Factor	Annual cost of Facilities (Present Value)
	AEF [JD/year]	1/(1+i)^Year	[JD/year]
1	0 135168072	0 909090909	0 122880066
2	0 135168072	0 826446281	0 111709151
3	0 135168072	0 751314801	0 101553773
4	0 135168072	0 683013455	0 092321612
5	0 135168072	0 620921323	0 083928738
6	0 135168072	0 56447393	0 076298853
7	0 135168072	0 513158118	0 069362594
8	0 135168072	0 46650738	0 063056903
9	0 135168072	0 424097618	0 057324457
10	0 135168072	0 385543289	0 052113143
	Total Cost of Facilities during m years	ER(m , i)*C [JD/m years]	0 83054929
	Rate of Total Cost of Facilities during m years to Investment	ER(m, i) [/m years]	0 83054929 * Independent of C

٣ تكلفة الفاقد لفترة الذروة في سنة واحدة

kW Unit Cost	KWC [JD/kW/year]	99 6
kWh Unit Cost	KWHC[JD/kW/hour]	0 02243
Loss Factor	LossF	0 5783
Cost of Losses per peak-loss in a year	U=KWC+KWHC *8760*LossF [JD/kW/year]	213 2283164

٤ . تخفيض تكلفة الفاقد خلال عدد m من السنوات/ ΔAL(1)

Year	Demand Growing Ratio from year to year	System Peak Demand Ratio to the 1st year	Loss Reduction at Peak Demand in each year		Cost of Losses per peak-loss in a year	Annual Reduction in cost of Losses	Annual Reduction in cost of Losses (Present Value)
		AP(k)/AP(1)	ΔAL(k) =(AP(k)/ AP(1))^2* ΔAL(1) [kW]		U=KWC+KWHC *8760*LossF [JD/kW/year]	ΔAEL(k) =U* ΔAL(k) [JD/year]	ΔAEL(k)/(1+i)^k [JD/year]
1	[illegible]0	1	ΔAL(1)	[illegible]1	213 2283164	213 2283164	193 843924
2	0 076	1 075	ΔAL(2)	1 15563	213 2283164	246 4119732	203 6462588
3	0 064	1 1436	ΔAL(3)	1 30828	213 2283164	278 9620092	209 5882864
4	0 061	1 2135718	ΔAL(4)	1 47276	213 2283164	314 033392	214 4890321
5	0 063	1 290026823	ΔAL(5)	1 66417	213 2283164	354 8479979	220 3326883
6	0 051	1 355818191	ΔAL(6)	1 83824	213 2283164	391 9654533	221 2642799
7	0 051	1 424964919	ΔAL(7)	2 03053	213 2283164	432 9654317	222 1797262
8	0 045	1 489068341	ΔAL(8)	2 21738	213 2283164	472 8090755	220 5689232
9	0 041	1 550140962	ΔAL(9)	2 40294	213 2283164	512 3742118	217 2966829
10	0 036	1 606946037	ΔAL(10)	2 57906	213 2283164	549 929192	212 0215096
	Reduction in cost of Losses during m years		ΣΔAEL(k) =Σ[KWC+8760*LossF*KWHC)*(AP(k)/ AP(1))^2* ΔAL(1) [JD/m years]				2135 221312
	Reduction in cost of Losses during m years /ΔAL(1)		ΣΔAEL(k)/AL(1) [JD/m years/kW]				2135 221312

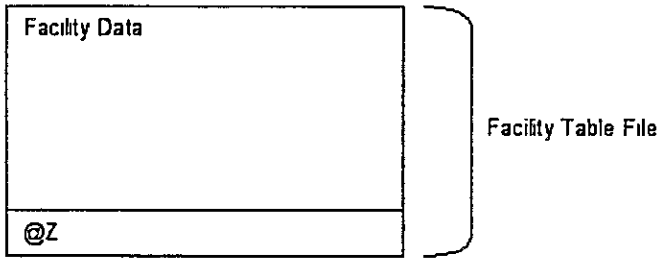
٥ قيمة خفض الفاقد

The Value for Loss Reduction	Reduction in cost of Losses during m years /ΔAL(1)/ER(m, i) [JD/kW]	2570 854418

٤-٢-٢ *بيانات الإدخال لملف جدول التجهيزات*

يتكون ملف جدول التجهيزات من بيانات كهربائية للمحولات والخطوط المطلوبة لدراسة تدفق القدرة والتخفيض الأمثل للفاقد مثل المقاومة، الإعاقة، والمسامحة لفاقد الخط والفاقد الحديدي للمحول وما إلى ذلك.

الشكل ٤-٣ المخطط العام لملف جدول التجهيزات

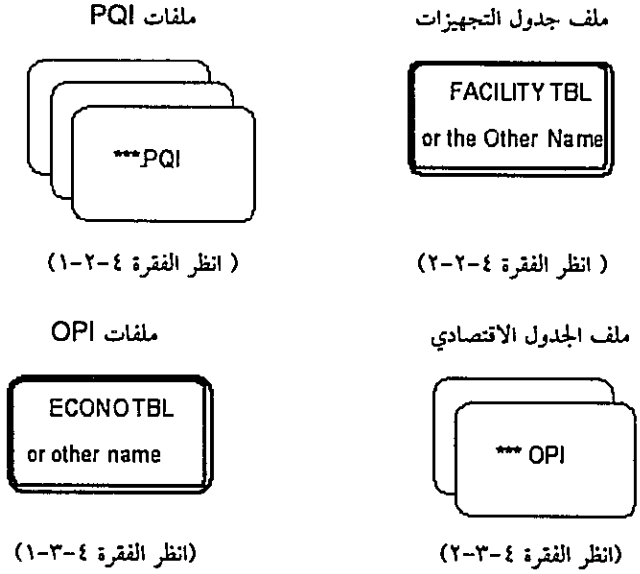


القيمة القياسية لاسم ملف جدول التجهيزات هي «Facility.tbl». ويمكن تغييرها باستخدام الأمر @TBL اذا دعت الضرورة.

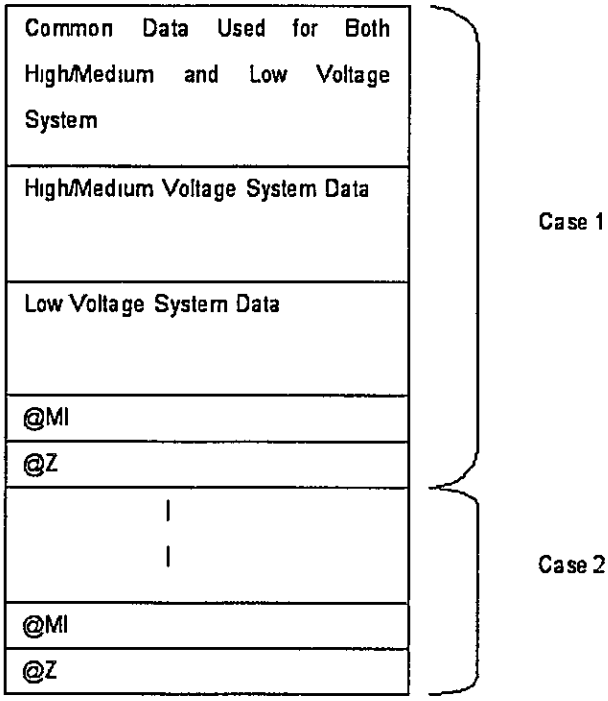
٤-٣ **بيانات الإدخال لحسابات التخفيض الأمثل للفاقد PLOPT**

هناك أربعة أنواع من الملفات الضرورية لإجراء حسابات التخفيض الأمثل للفاقد PLOPT، موضحة في الشكل ٤-٤. عادة ما تستخدم ملفات PQI وملف جدول التجهيزات كملفات بيانات لبرنامجي PFLOW وPLOPT. ملف الجدول الاقتصادي Econo هو ملف بيانات يتضمن القيم الاقتصادية للتقييم الاقتصادي مثل قيم خفض الفاقد، التكلفة الناتجة عن الاستثمار في تجهيزات النقل/التوزيع. ملفات OPI هي ملفات بيانات تضع جداول لقائمة تحدد البدائل لتخفيض الفاقد «تقوية الخط بنفس الفولطية»، و«إدخال فولطية أعلى».

الشكل ٤-٤ ملفات البيانات الأساسية لبرنامج PLOPT



الشكل ٤-٢ المخطط العام لملف PQI



ملاحظات تستوجب الانتباه عند تعيين النظام لنظام عالي/متوسط الفولطية ونظام منخفض الفولطية في ملفات PQI ملخصة في الجدول ٤-١ .

الجدول ٤-١ ملاحظات تستوجب الانتباه عند تعيين النظام (ملفات PQI)

	High/Medium Voltage System Data	Low Voltage System Data
System Model	Single-Phase One-Line Model	Three-Phases Four-Wire Model
Application of System Model	Transmission System and MV Distribution System (to LV Bus of Distribution S/S)	LV Distribution System (from LV Bus of Distribution S/S)
Load	Constant Power, Lump Load	Distributed and/or Lump Load
Phase Unbalance	-----	Capable
Loop Analysis	Capable	-----
Rules on Orders of Node	Free order of "From" Node and "To" Node Except for a bus connecting to Low Voltage System, It must be 'To' Node	Node must be arranged in accordance with Power Flow - "From-Node" Upstream - "To-Node" Downstream

٤-٤ مباشرة

يمكن تحديد المجلد/ المباشر لملفات بيانات الإدخال، من خلال تعيين ملف INOUT.MNG، ينبغي حفظ جميع ملفات بيانات الإدخال، وملفات البرنامج وملفات الخرج في مجلد مشترك بنظام مايكروسوفت ويندوز في التعيين القياسي.

٤-٥ أوامر التحكم

الكلمات المسبوقة بالرمز «@» في ملفات بيانات الإدخال هي أوامر للتحكم/التوجيه. تعين أوامر التحكم نوع البيانات وظروف الحسابات. في الجدول أدناه أنواع ووظائف أوامر التحكم (الجدول ٤-٢ إلى ٤-١٠)

الجدول ٤-٢ كلمات التحكم في ملف PQI (الشائع الاستعمال) (١)

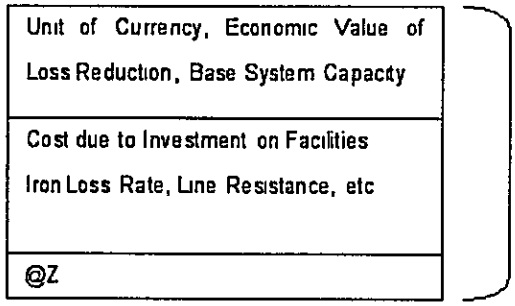
	Control Words	Functions of Control Words and Its Input Format
Commonly Used for both High/Medium and Low voltage System	@IC	Designating description of result of calculations on display (not necessary to designate)
	@IT=	Designating the maximum iteration number of calculations (@IT= The maximum iteration number) Default value : @IT=15 (not necessary to designate)
	@EPS=	Designating tolerance of errors (@EPS= Tolerance of errors in p u) Default value @EPS=1e-7 (not necessary to designate)
	@BS=	Designating base capacity of system (@BS= system base(MVA)), Default value @BS=100
	@SL=	Designating slack node name (@SL= Slack node name)

٤-٣-١ *ملف الجدول الاقتصادي Econo*

ملف الجدول الاقتصادي Econo هو ملف بيانات يحتوي على البيانات المستخدمة لتحويل الخفض في الفاقد الى قيم اقتصادية.

في الجدول ECONO، يمكن إعداد عدد من مجموعات التجهيزات لدراسة الاستثمار الأمثل مع التحديد داخل كل مجموعة من التجهيزات.

الشكل ٤-٥ ملف الجدول الاقتصادي



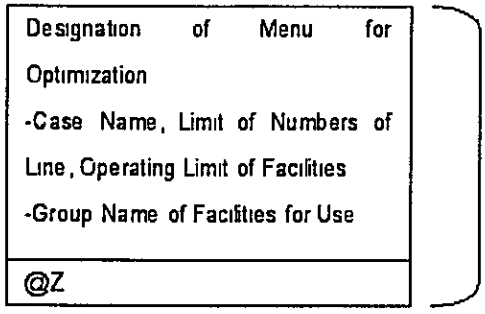
القيمة القياسية لاسم الملف هي «Econo.tbl» وبخلاف ذلك يمكن تهيئة ملف الجدول الاقتصادي باستخدام الأمر @TBL.

٤-٣-٢ *ملفات OPI*

ينبغي ان يكون الملحق لملفات OPI هو «opi» يتم التعرف على الملفات ذات الملحق «opi.***» كملفات OPI في البرنامج. ينبغي أن يكون إسم الملف في نمط ملفات OPI، ***، يجب أن يكون هو نفس الاسم المستخدم في ملف PQI في التعيين القياسي. ينبغي أن تكون أسماء البيانات في ملفات OPI بعد =NM@ هي بنفس الاسم المستخدم في ملفات PQI. يتم التعيين من خلال أوامر التحكم OPI@ وOPNM@ لتغيير اسم الملف OPI.

ملف OPI هو ملف البيانات الذي يحتوي على بيانات لتعيين اختيار إجراءات تخفيض الفاقد من بين ثلاثة بدائل، وهي إدخال نظام ذي فولطية أعلى، تقوية الخط بنفس الفولطية، وإعادة التوصيل. كذلك تتم الإشارة إلى الحد العددي للخطوط الجديدة ، وحد تشغيل التجهيزات بملفات OPI. يمكن استخدام مجموعات التجهيزات المعنية في الجدول الاقتصادي ECONO بالأمر TRYHV@ و/أو TRYSV@ في ملف OPI.

الشكل ٤-٦ ملفات OPI



الجدول ٤-٤ كلمات التحكم في ملفات PQI (النظام عالي/ متوسط الفولطية)

	Control Words	Functions of Control Words and Its Input Format
High/Medium Voltage System Data - Branch Composition	@BT	Indicating the beginning of transformer-branch data (data are set apart by 'space'.) [branch code] [from-node code] [to-node code] [Tr's from-node - voltage(kV)/to-node-voltage(kV)] [resistance(%)] [reactance(%)] [core loss(%)] [from-node-tap] [to-node-tap]...
	@BTS	Indicating the beginning of transformer-branch data, electrical constants are used by designating facility code in FACILITY TABLE (data are set apart by 'space'.) [branch code] [from-node code] [to-node code] [facility code] [from-node-tap] [to-node-tap] ..
	@BL	Indicating the beginning of line-branch data (data are set apart by 'space'.) [branch code] [from-node code] [to-node code] [voltage(kV)] [resistance(%)] [reactance(%)] [suceptance/2(%)]...
	@BLS	Indicating the beginning of line-branch data, electrical constants are used by designating facility code in FACILITY TABLE. (data are set apart by 'space') [branch code] [from-node code] [to-node code] [facility code] [length(km)] . .
High/Medium Voltage System Data - Node Data	@ND	Indicating the beginning of node data (data are set apart by 'space'.) [node code] [designated voltage (%)] [generator active power (%)] [generator reactive power (%)] [load active power (%)] [load reactive power (%)] [capacitor (%)]
	@NDL	Indicating the beginning of node data (data are set apart by 'space') [node code] [load active power (%)] [load reactive power(%)]...
	@NDLA	Indicating the beginning of node data (data are set apart by 'space'.) [node code] [load R phase current(A)] [load S phase current(A)] [load T phase current(A)]. Power factor can be designated in the form of @NDLA(PF=***). *** is power factor in % Active power and reactive power are calculated on the bases of voltage of 100%, averaged phase current and power factor.
	@NDLW	Indicating the beginning of node data (data are set apart by 'space'.) [node code] [load active power(%)] ... Power factor can be designated in the form of @NDLW(PF=***). *** is power factor (%))
	@NDLVA	Indicating the beginning of node data (data are set apart by 'space'.) [node code] [load apparent power(%)] Power factor can be designated in the form of @NDLVA(PF=***). *** is power factor (%)

* حمل على الموصل الثانوي للمحول الموزع (نقطة التقاء HV/MV مع نظام LV لا يمكن تقديمها في شكل kW أو KVA).
* يجب أن يتم إدخال المحول وخط البيانات الفرعي مع كلمة الأوامر ضمن @BT و @BTS ثم @BL و @BLS.
* العقدة التي لا تتوفر على تحديد من @ND و@NDL و@NDLA و@NDLW و@NDLVA يتم احتسابها عقدة من دون حمل.

الجدول ٤-٣ كلمات التحكم في ملفات PQI (الشائعة الاستعمال) (٢)

	Control Words	Functions of Control Words and Its Input Format
Commonly Used for Both High/Medium and Low Voltage System	@SD=	Designating output data (@SD= output data (0-9)) The following numbers selects output data. 0 : No effect 1 : Node information 2: Branch information(1)--Current on low voltage system 3 : Branch information(2)--P-Q load on low voltage system 4 Losses (summary) 5 No effect 6 No effect 7 : No effect 8 : Optimal Solution of Loss reduction (Detailed) All net-beneficial solutions are listed in case of introduction of higher voltage system 9 : Optimal Solution of Loss reduction(Simplified) Most Optimal Solution is outputted in case of introduction of higher voltage system. Default value @SD=0123456789 @SD=1249 or @SD=1239 also is enough.
	@TBL=	@TBL= is used for designating table name different from that prepared for FACILITYTBL or ECONO.TBL, if necessary (@TBL=*** ***/+++ +++) *** *** is the name of Facility Table, +++.+++ is the name of Econo Table. Different table files/folder can be used with designation of full path name. Default value . @TBL=FACILITYTBL/ECONO TBL (not necessary to designate)
	@NM=	Designating a case name of calculation (@NM= Calculation name) The number of letter string is limited within 128
	@OPI=	Amain file name of an OPI file must be same as the main file name of a PQI file. and a study case name of an OPI file must be the same as that in PQI file in default of designation. Control word of @OPI and @OPNM are used for designating different OPI file name and different study case name, respectively. (@OPI= main file name of an OPI File) (@OPNM= study case name in an OPI File) < ex.> @OPI=ABC @OPNM=P3 This example indicates ABC.opi is used and study cases following to @NM=P3 are read for a study. (Capable to omit)
	@OPNM=	
	@ML=	Designating multiplier of lengths converting length from other unit such as mile to km. (@ML= multiplier) < ex.> line length in mile, @ML=1 6093 Default value : @ML=1 (unit of length in km)
	@PF=	Designating power factor to all loads (node with respectively designated power factor/reactive power is exempted from above) (@PF= Power factor (%)) Default value : @PF=90

الجدول ٤-٦ كلمات التحكم في ملفات PQI (النظام منخفض الفولطية) (٢)

	Control Words	Functions of Control Words and Its Input Format
Low Voltage System - Load Current	@IL	Designating current of lump load on. Connected to node-code (After 'space', 'Tab' or 'Enter', input the following data indicating lump load current at nodes) [node code][R phase load current(A)] [S phase load current(A)] [T phase load current(A)] . or [node code] [(PF=***)] [R phase load current(A)] [S phase load current(A)] [T phase load current(A)] ... (*** is power factor (%) In case of designating power factor of current at the node.) or [node code] [(PA=***)] [R phase load current(A)] [S phase load current(A)] [T phase current(A)] ... (*** is phase angle(degree) In case of designating phase angle of current at the node) @IL is no need for the nodes without currents of lump loads. Currents designated by @IL are included in currents designated by @INET.
	@IPLUS	Designating currents of additional lump loads @IPLUS data can be added to @IL data in the same node. (Input the following data after 'space', 'Tab' or 'Enter') [node name][R phase load current(A)] [S phase load current(A)] [T phase load current(A)] or [node name] [(PF=***)] [R phase load current(A)] [S phase load current(A)] [T phase load current(A)]... (*** is power factor (%). In case of designating phase angle of current at the node.) or [node name] [(PA=***)] [R phase load current(A)] [S phase load current(A)] [T phase load current(A)]... (*** is phase angle(degree) In case of designating phase angle of current at the node.) Currents designated by @IPLUS are not included in currents designated by @INET
@MI	@MI	Designating multipliers for active load power and reactive load power. @MI must be put just before @X. Calculations are conducted at all given multipliers (Input the following data after 'space', 'Tab' or 'Enter'.) [@ MI] [multiplier] [multiplier] [multiplier] ▪ ▪ [multiplier]
@Z	@Z	Indicating the end of data for a unit

الجدول ٤-٥ كلمات التحكم في ملفات PQI (النظام منخفض الفولطية) (١)

	Control Words	Functions of Control Words and its Input format
Low Voltage System Data - Data Designating Fixed Voltage	@VL=	Designating voltage of node directly followed by @LV. (@LV= voltage(%)) @VL=**** is used to impose LV bus voltage constraint @VL=**** is effective to the end of a file unless @VL=FREE or @VL=0 is placed <ex.> @VL=102 Default value . @VL=FREE
Low Voltage System Data - Branch Composition	@LV	Designating a block composed of networks that are described by @NET data A network is a sub-system/group of feeders with same load density The name of a block must correspond to the node code of the first low voltage bus in a block. (The name of a block must be inputted without any punctuation after @LV)
	@NET	@NET indicates the beginning of the Network with same load density. Demand density should be unified (constant) in a network Next @NET describes the beginning of succeeding network in a low voltage system. (data are set apart by 'space') [branch code] [from-node code] [to-node code] [line facility code] [line length (km)]
Low Voltage System Data -Load Current Data	@ILV	@ILV designates a name of a block corresponding to @LV and following value designates total current within a block (The value must be inputted without punctuation after @ILV.) [node code of first LV bus in a block] (In case power factor is not designated by @PF=***, power factor can be designated at the first node of block by designating node(PF=***) or node(PA=***)) (*** is power factor(%) or phase angle (degree))
	@INET	@INET designates total current of Network defined by @NET. (data are set apart by 'space'.) [branch code at the entrance to a network][R phase current(A)] [S phase current(A)] [T phase current(A)] S phase is determined to be 120 degrees delay from R

الجدول ٤-٩ كلمات التحكم في ملفات OPI

Control Words	Functions of Control Words and Its Input Format
@NM=	Designating naming a calculation (@NM= Calculation name) The number of letters of calculation name is restricted within 128.
@MUE=	Designating column of unit for price to be output on OPO Files (@MUE= Column) For example, @MUE=4 means that unit is 10,000
@OF=	Designating the maximum operation ratio in case of introduction of upper voltage lines (@OF= The maximum operation ratio(%)) In case of exceeding this value, new facilities are installed. Default value : @OF= 70 (Capable to omit)
@OSL=	Designating the starting point for introduction of upper voltage lines (@OSL= The length to the starting point from delivering point(km)) Default value : @OSL= 0 (Capable to omit)
@BC=	Designating base cost (Constant value added to investment for construction of facilities) (@BC= Base cost) Default value : 0 (Capable to omit)
@UPPER	Designating the maximum number of the circuits that are to be constructed in case of 'same voltage line construction' (@UPPER= The maximum number of the circuits) Default value : @UPPER=1 (Capable to omit)
@TRYHV(HV/LV)	Designating construction of higher voltage lines HV . Higher voltage (kV), LV Target voltage (kV) (Input the following data after 'space', 'Tab' or 'Enter'.) [A group name of transformers/A group name of upper voltage lines]
@TRYSV(SV)	Designating construction of the same voltage lines SV . Target voltage (kV) (Input the following data after 'space', 'Tab' or 'Enter'.) In case of construction of the new same voltage lines along the existing lines [A group name of the same voltage lines] In case of re-conductoring, [! A group name of the same voltage lines]
@Z	Indicating the end of data for a unit

الجدول ٤-١٠ كلمات التحكم في ملف MNG

Control Words	Functions of Control Words and Its Input Format
@PQI=	Designating a name of a folder for PQI Files (@PQI= Folder name(Full path with the letter of '\' in the last.))
@OPI=	Designating a name of a folder for OPI Files (@OPI= Folder name(Full path with the letter of '\' in the last.))
@PQO=	Designating a name of a folder for PQO files (@PQO= Folder name(Full path with the letter of '\' in the last.))
@OPO=	Designation a name of a folder for OPO files (@OPO= Folder name(Full path with the letter of '\' in the last.))
@Z	Indicating the end of data for a unit

الجدول ٤-٧ كلمات التحكم في جدول ملف المرافق FACILLY

Control Words	Functions of Control Words and Its Input Format
@BS=	Designating base capacity (@BS= Base capacity(MVA)) Default value : @BS=100 (Capable to omit)
@TR=	Indicating a start for transformer data : (@TR= Primary voltage in kV/Secondary voltage in kV) (Input the following data after 'space', 'Tab' or 'Enter') [Transformer code] [Capacity(%)] [Copper loss(%)] [Reactance(%)] [Core loss(%)] .
@WR=	Indicating a start for line data [@WR=Line voltage in kV] (Input the following data after 'space', 'Tab' or 'Enter'.) [Line code] [Capacity(%)] [Resistance(%)] [Reactance(%)][Resistance of neutral line(%)] For systems without neutral lines such as MV or higher voltage systems, a half of susceptance is applied instead of [Resistance of neutral line(%)]
@Z	Indicating the end of data for a unit

الجدول ٤-٨ كلمات التحكم في جدول الملف الاقتصادي ECONO

Control Words	Functions of Control Words and Its Input Format
@BS=	Designating of base capacity (@BS= Base capacity(MVA)) Default value :@BS=100 (Capable to omit)
@MU=	Designating monetary unit of the table The data for this control word has two parts connected by the mark '_' The first part is a currency unit for the data recorded in ECONOTBL The second part is currency unit name. The total number of letters of two parts including connection mark "_" must be ten or less Ex.. @MU=10000_SP @MU=1000_Yen @MU=US$
@VALL=	Designating the value for loss reduction (MU/kW) on low voltage system (@VALL= The value for loss reduction (MU/kW) on low voltage system)
@VALM=	Designating the value for loss reduction (MU/kW) on medium voltage system (@VALM= The value for loss reduction (MU/kW) on medium voltage system)
@VALH=	Designating the value for loss reduction (MU/kW) on high voltage system (@VALH= The value for loss reduction (MU/kW) on high voltage system)
@TR=	Designating transformer group data: (@TR= Transformer group code) (After 'space', 'Tab' or 'Enter', input the following data to belong to this group) [Transformer code] [Capacity(%)] [Investment(MU)][Copper loss(%)] [Core loss(%)] (Notes) MU : A unit defined in @MU
@WR=	Designating line group data: (@WR= Line group code) (After 'space', 'Tab' or 'Enter', input the following data to belong to this group) [Line code] [Capacity(%)] [investment(MU/km)][Resistance(%/km)] [Resistance of neutral line(%)] .. For systems without neutral lines such as lines in MV or higher voltage systems, any value, for example "zero" , is applied instead of [Resistance of neutral line(%)]
@Z	Indicating the end of data for a unit

٥. أمثلة للتحليل

تقدم نماذج من حسابات تدفق القدرة وحسابات التخفيض الأمثل شرحا مفصلا كما هو موضح فيما يلي. هذه النماذج هي نتيجة لتحليل النظام النموذجي كما هو موضح بالشكل ٥-١.

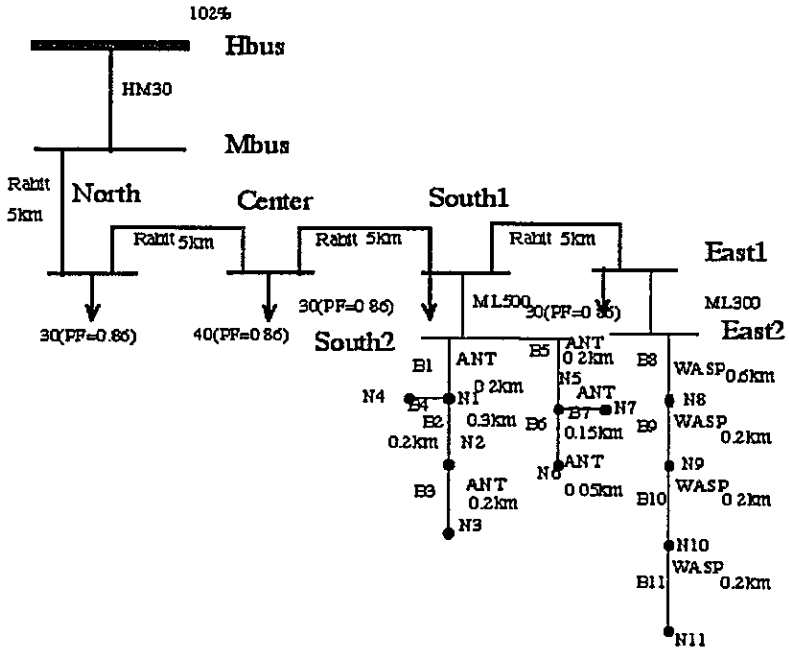
٥-١ حسابات تدفق القدرة

من ملفات البيانات الضرورية لحسابات تدفق الحمل هي ملفات PQI، وأيضا ملف جدول التجهيزات. يتم إدراج البيانات الموجودة في ملف PQI للنظام النموذجي في المثال ٥-١ وبيانات الإدخال في ملف جدول التجهيزات في المثال ٥-٢.

٥-٢ حسابات الأسلوب الأمثل

لإجراء حسابات الأسلوب الأمثل، ينبغي وجود أربعة ملفات للبيانات، ملفات PQI، ملف جدول التجهيزات، والملف الاقتصادي Econo وملف OPI. يتم عرض بيانات الإدخال للنظام النموذجي في ملف الجدول الاقتصادي Econo وملفات OPI في النموذج ٥-٣ و٥-٤.

الشكل ٥-١ نموذج النظام ١



٤-٦ نظام البيانات

- نمط البيانات.
- يجب إدخال جميع البيانات في صورة نص بيانات على نظام مايكروسوفت ويندوز.
- تستخدم المسافات لتنقيط البيانات في ملفات بيانات الإدخال.
- يتم التمييز بين الحروف الكبيرة والحروف الصغيرة كحروف مختلفة.
- البيانات المتبوعة بالعلامة (*) في السطر تعد تعليقا.
- البيانات بين العلامات «>» و«<» تعد أيضا جملا تعليقية.

٤-٧ تنفيذ البرامج

- تحفظ جميع الملفات الخاصة ببرامج PFLOW أو PLOPT بما في ذلك ملفات البرامج في مجلد عام على نظام مايكروسوفت ويندوز في الوضع القياسي.
- ملفات بيانات الإدخال هي ملفات نصوص ويمكن تحريرها بسهولة باستخدام تطبيقات تحرير النصوص على نظام ويندوز، مثال Notepad او Wordpad.
- تنتج ملفات الخرج كملفات نصوص في المجلد العام بنظام مايكروسوفت ويندوز في الوضع القياسي.
- النقر المزدوج على ملف exe.*** سيؤدي إلى طلب أسم ملف PQI دون الملحق. عن طريق إدخال اسم ملف PQI، يمكن اجراء الحسابات. يتم حفظ نتائج برنامج PFLOW في ملف PQO يحمل نفس اسم الملف المستخدم في ملفات PQI. يتم إضافة الملحق pqo تلقائيا إلى ملفات بيانات PQO. نتيجة برنامج PLOPT تحفظ في ملف OPO بملحق opo ونفس اسم الملف كملفات PQI.
- يمكن إغلاق البرنامج عن طريق ضغط «X» في الجانب الأيمن من أعلى الشاشة.

٥-٣ بيانات الإدخال (مثال)

مثال ٥-١ . ملف PQI

```
@IC
@TBL=Example1.tb/Example1.etb
@IT=35
@EPS=1e-5
@NM=Example1
@BS=1
@SL=HBus
@PF=90
@BLS
*CODE    NF      NT      W_CODE  LENGTH
Line1    MBus    North   RABIT   5
Line2    North   Center  RABIT   5
Line3    Center  South1  RABIT   5
Line4    South1  East1   RABIT   5
@BTS
*CODE    NF      NT      T_CODE  FTAP    TTAP
HMT      HBus    MBus    HM30    1.00    1.00
DT1      South1  South2  ML500   1.00    1.00
DT2      East1   East2   ML300   1.00    1.00
@ND
*CODE    VS(%)   PG(%)   QG(%)   PL(%)   QL(%)   SC(%)
HBus     102     40000   2000    0.000   0.000   0
@NDLW(PF=86)
North    30
Center   40
South1   30
East1    30
@LVSouth2
@NET     B1      South2  N1      ANT     0.2
         B2      N1      N2      ANT     0.3
         B4      N1      N4      ANT     0.2
         B3      N2      N3      ANT     0.2
@NET     B5      South2  N5      ANT     0.2
         B6      N5      N6      ANT     0.05
```

Common Data for Both High/Medium and Low Voltage System

Line Data

Transformer Data

High/Medium Voltage System Data

Node Data

Network Data

Low Voltage System Data

تعاريف التيارات في النظام النموذجي ١

كيف يمكن إعطاء تيار الحمل
يمكن تمثيل مغذيات التوزيع منخفضة الفولطية كبعض الكتل في أنظمة فرعية تتكون من شبكات حسب عوامل ككثافات التيار. ينبغي أن يكون اسم الشبكة هو نفس الاسم المستخدم للفرع الأول من الشبكة. يتم تعيين إجمالي تيار الحمل للشبكة (إجمالي تيار الحمل في الشبكة) على صورة عقدة في الفرع الأول من الشبكة. يمكن تعيين الحمل المجمع على العقدة المعنية ويتم إجراء حسابات تدفق القدرة مع الأخذ في الاعتبار الحمل الموزع والحمل المجمع. يمكن تمثيل المكثف كحمل مجمع دي تيار حمل متجه بزاوية ٩٠ درجة (حمل تيار غير فعال).

تعيين التيارات في الشبكة

الكتلة: جنوب ٢

Network Name	Member Branch	Power factor	Load Current on from-node of first branch in Network (A)		
			R-phase	S-phase	T-phase
B1	B1,B2,B3,B4	0 82	120	140	100
B5	B5,B6,B7	0 82	130	150	110

الكتلة: شرق ٢

Network Name	Member Branch	Power Factor	Load Current on From-Node of First Branch in Network (A)		
			R-phase	S-phase	T-phase
B8	B8	0 9	200	180	240
B9	B9,B10, B11	0 9	100	60	100

تعيين الحمل المجمع (تيار)

	Node Name	Power Factor / Phase Angle	Lump Load Current (A)		
			R-phase	S-phase	T-phase
No 1	N2	90 degrees (Capacitor)	30	30	30
No.2	N10	0.75	50	40	50
No.3	N10	90 degrees (Capacitor)	100	100	100

مثال ٥-٣. جدول الملف الإقتصادي

* ECONO.TBL

```
@MU=1000JD
@VALL=2564
@VALM=2061
@VALH=2186          *Loss evaluation constant
@BS=1    *1MVA BASE
@TR=34GM            *33/0.415           Ground    Mounted
34GM500  50         16125     1.69      0.074
34GM630  63         16925     1.323     0.087
*LINE DATA %Capacity Cost/km %Resitance Neutral Line Resistance
@WR=3OH             *33kV     ACSR Overhead line
RABIT    1057.42    13285     0.0575    0
DOG      1588.98    13285     0.0298    0
@WR=4OH             *0.415kV  Overhead  line
ANT      12.22      11250     363.209   363.209
WASP     19.408     11250     181.786   181.786
@Z
```

Common Data – Currency Unit, Value of Losses, Base System Capacity

Unit Investment Cost, Transformer Loss Rate and Conductor Resistance

@Z

مثال ٥-٤. ملفات OPI

* مثال ١ OPI

```
@NM=Example1
@MUE=3
@TRYHV(33/0.415)   34GM/3OH
@TRYSV(0.415)      4OH
@Z
```

Designating Column of Currency Unit

For example, @MUE=3 means that Currency Unit is 1,000

Study Case. Introduction of Higher Voltage System

Study Case. Construction of Same Voltage System

@Z End of File

```
          B7      N8      N7      ANT     0 15
@LVEast2
@NET      B8      East2   N8      WASP    0.6
@NET      B9      N8      N9      WASP    0.2
          B10     N9      N10     WASP    0 2
          B11     N10     N11     WASP    0 2
@ILVSouth2(PF=82)
@INET     B1      120     140     100
          B5      130     150     110
@IPLUS    N2(PA=90) 30    30      30
@ILVEast2
@INET     B8      200     180     240
          B9      100     60      100
@IL       N10(PF=75)      50      40      50
@IPLUS    N10(PA=90)      100     100     100
@MI 1.0
@Z
```

Network Data | Low Voltage System Data

Current Data

@MI: Magnification of Load

@Z: End of Data

مثال ٥-٢ . جدول المرافق

* مثال ١ ftb

```
@BS=1
@TR=33/0.415        *Medeum/Low  Voltage 33/4
*CODE   CAP(%)  TCL(%)   XT(%)   TIL(%)
ML300   30      2.937    12.84   0 056
ML500   50      1 69     8 38    0.074
@TR=132/33          *High/Medeum  Voltage 132/33
*CODE   CAP(%)  TCL(%)   XT(%)   TIL(%)
HM30    3000    0 01527  0 356   2.363
@WR=33
*CODE   CAP(%)  R(%/km)  X(%/km)  Y/2(%/km)
RABIT   1057 42 0 057544 0.035845 0 159380
@WR=0.415
*CODE   CAP(%)  R(%)     X(%/km)  Rn(%)
WASP    19 408  181.788  159.149  181 788
ANT     12.22   363.209  171 925  363 209
@Z
```

Transformer Data

Conductor Data

@Z: End of Data

Node	Vr-n(V<deg)	Vs-n(V<deg)	Vt-n(V<deg)	Vn(V<deg)
South2	237.95< -1.0	237.95<-121.0	237.95< 119.0	0.00< 0.0
N1	227.29< -0.5	224.88<-120.4	229.70< 119.3	3.84<-126.1
N2	221.08< -1.3	217.09<-121.1	225.08< 118.5	5.26<-126.2
N4	225.19< -0.6	222.48<-120.4	227.91< 119.3	3.36<-126.1
N3	218.71< -1.4	214.41<-121.2	223.02< 118.4	4.30<-126.2
N5	226.56< 0.2	224.52<-119.7	228.60< 120.1	3.25<-125.9
N6	224.87< 0.4	222.53<-119.5	227.20< 120.3	3.66<-125.9
N7	222.02< 0.4	219.31<-119.4	224.74< 120.3	3.05<-125.9

Voltage by Each Phase

Result of Power Flow Calculation on Low Voltage System

((Branch Current Information))

Branch	From	To	If(A)	Is(A)	It(A)	In(A<deg)	Loss(kW)
B1	South2	N1	106.4	125.9	87.2	34.5<54.0	3.472
B2	N1	N2	56.0	66.1	46.4	19.1<53.9	0.848
B4	N1	N4	26.7	31.1	22.2	7.7<54.1	0.098
B3	N2	N3	26.7	31.1	22.2	7.7<54.1	0.108
B5	South2	N5	130.0	150.0	110.0	34.6<54.1	3.846
B6	N5	N6	65.0	75.0	55.0	17.3<54.1	0.316
B7	N6	N7	48.8	56.3	41.3	13.0<54.1	0.242

Power Flow on Branch

((Branch PQ Information))

Branch	From	To	PQfrom(kW/kvar)		PQto(kW/kvar)		Loss(kW)
B1	South2	N1	(70.8,	27.6)	(52.5,	16.4)	3.472
B2	N1	N2	(37.7,	5.8)	(14.5,	-9.9)	0.848
B4	N1	N4	(14.8,	10.5)	(0.0,	0.0)	0.098
B3	N2	N3	(14.5,	10.0)	(0.0,	0.0)	0.108
B5	South2	N5	(76.1,	53.1)	(35.6,	26.0)	3.846
B6	N5	N6	(35.6,	26.0)	(26.5,	19.5)	0.316
B7	N6	N7	(26.5,	19.5)	(0.0,	0.0)	0.242

Losses in Branch (3 Phase Total)

((LVSouth2 loss summary))

		Ps(kW)	Loss(kW)	Rate(%)	Vmin [Node-Phase]
[NET	B1]	70.78	4.53	6.39	214.41[N3-S]
[NET	B5]	76.10	4.40	5.79	219.31[N7-S]
[LV South2Total]		146.87	8.93	6.08	214.41[N3-S]

٥-٤ قائمة الخرج (مثال)

مثال ٥-٥ ملف PQO

```
********[Example1]  100percent=1.0MVA MI=1.000000 **********

     [Node Information]
     CODE      V       V      ANGLE     Pgen     Qgen     Pload    Qload     SC
               (kV)   (%)   (degree)    (%)      (%)      (%)      (%)
     MBus    33.55 101.68   -0.309      0.00     0.00     0.00     0.00     0.00
     North   33.35 101.07   -0.332      0.00     0.00    30.00    17.80     0.00
     Center  33.19 100.58   -0.353      0.00     0.00    40.00    23.73     0.00
     South1  33.08 100.25   -0.370      0.00     0.00    30.00    17.80     0.00
     East1   33.03 100.09   -0.384      0.00     0.00    30.00    17.80     0.00
     HBus   134.64 102.00    0.000    163.00    85.73     0.00     0.00     0.00
     South2   0.41  99.31   -1.000      0.00     0.00    14.69     8.07     0.00
     East2    0.41  99.54   -1.379      0.00     0.00    13.70     0.98     0.00
TOTAL                                  163.00    85.73   158.39    86.19     0.00

     [Branch Information(Unit:%)]
     CODE          NF          NT    P(NF->)  Q(NF->)  P(->NT)  Q(->NT)   Ploss   Qloss
     Line1       MBus       North      160.5     84.6    159.6     84.8    0.92   -0.25
     Line2      North      Center      129.6     67.0    129.0     67.5    0.60   -0.44
     Line3     Center      South1       89.0     43.7     88.7     44.4    0.28   -0.63
     Line4     South1       East1       43.9     18.3     43.8     19.0    0.07   -0.76
       HMT       HBus        MBus      163.0     85.7    160.5     84.6    2.51    1.13
       DT1     South1      South2       14.8      8.3     14.7      8.1    0.12    0.24
       DT2      East1       East2       13.8      1.2     13.7      1.0    0.11    0.24
TOTAL                                                                    4.6    -0.5

  [Loss summary(Unit.%)]
  MI      Pg      Pl     Line    Loopp    Loore    Total    Rate    Vmn[Node]
  1.00   163.0   158.4    1.87     0.15     2.59     4.61    2.83   99.31[South2]


---<LVSouth2>---


  ((Node Voltage Information))
```

Result of Power Flow Calculation on Medium Voltage System

Voltage Load

Power Flow on Branch

Losses

Result of Power Flow Calculation about Low voltage System

```
 * This result was calculated with PFLOW program developed by   *
 * Tokyo Electric Power Service Company, Limited (TEPSCO Japan) *
 ************************************************************[Example1]          100percent=1 0MVA
MI=1 000000 **************

      [Node Information]
     CODE      V      V     ANGLE     Pgen     Qgen     Pload    Qload    SC
               (kV)   (%)   (degree)  (%)      (%)      (%)      (%)      (%)
     MBus    33.55 101.68  -0 310     0.00     0 00     0 00     0 00     0 00
    North    33 35 101.07  -0 335     0.00     0 00    30 00    17 80     0 00
   Center    33 19 100 58  -0 358     0 00     0 00    40 00    23 73     0 00
   South1    33 08 100 25  -0 378     0 00     0 00    30 00    17 80     0 00
    East1    33 03 100 09  -0 392     0 00     0 00    30 00    17 80     0 00
     HBus   134 64 102 00   0 000   163 78    85 08     0 00     0 00     0 00
   South2     0.41  99 33  -1 019     0 00     0 00    14 87     7 81     0 00
    East2     0 41  99 58  -1 437     0 00     0 00    14.28     0 56     0 00
TOTAL                                163 78    85 08   159 15    85.51     0 00

     [Branch Information(Unit:%)]
     CODE        NF          NT    P(NF->) Q(NF->) P(->NT) Q(->NT)  Ploss  Qloss
    Line1      MBus       North     161 3    83.9    160 3    84 2   0 92  -0 25
    Line2     North      Center     130 4    66 4    129 7    66 8   0 61  -0 44
    Line3    Center      South1      89 7    43 1     89 5    43 7   0 28  -0 63
    Line4    South1       East1      44 5    17 9     44 4    18 6   0 07  -0 76
      HMT      HBus        MBus     163.8    85 1    161.3    83 9   2 51   1 14
      DT1    South1      South2      15 0     8 1     14.9     7.8   0.12   0.24
      DT2     East1       East2     14.4     0 8     14 3     0 6   0 12   0 26
TOTAL                                                                4.6   -0 4

   [Loss summary(Unit:%)]
 MI     Pg      Pl     Line   Lcopp   Lcore   Total   Rate    Vmin[Node]
1.00   163.8   159 2   1.88    0 16    2.59    4.63    2.82   99 33[South2]


---<LVSouth2>---
```

---<LVEast2>---

((Node Voltage Information))

Node	Vf-n(V<deg)	Vs-n(V<deg)	Vt-n(V<deg)	Vh(V<deg)
East2	238.51< -1.4	238.51<-121.4	238.51< 118.6	0.00< 0 0
N8	210.87< -9.7	218.62<-129.3	206.03< 109.8	7.98< 46.1
N9	206.76<-12.0	217.38<-131.4	201.93< 107.4	10.13< 40.7
N10	205.09<-14.2	217.71<-133.3	200.27< 105.2	11.38< 38.2
N11	204.68<-14.2	217.70<-133.3	199.85< 105.2	11 06< 38.5

Result of Power Flow Calculation on Low Voltage System

((Branch Current Information))

Branch	From	To	If(A)	Is(A)	It(A)	Ih(A<deg)	Loss(kW)
B8	East2	N8	184.6	169.5	223.2	49.6<-113 8	10.971
B9	N8	N9	97.6	82.0	97.7	42 0<-157.8	1.469
B10	N9	N10	87.9	80.6	87.9	31 7<-159.0	1.195
B11	N10	N11	17.1	6.9	17.2	10.4<-154.3	0 020

((Branch PQ Information))

Branch	From	To	PQfrom(kW/kvar)	PQto(kW/kvar)	Loss(kW)
B8	East2	N8	(137.0, 9.8)	(47 4, -32.6)	10.971
B9	N8	N9	(47.4, -32.6)	(37.4, -37.2)	1.469
B10	N9	N10	(37.4, -37.2)	(29.7, -40 3)	1 195
B11	N10	N11	(8.0, 2.8)	(0 0, 0 0)	0.020

((LVEast2 loss summary))

		Ps(kW)	Loss(kW)	Rate(%)	Vmn [Node-Phase]
[NET	B8]	137.04	10.97	8.01	206.03[N8-T]
[NET	B9]	47.40	2.68	5.66	199.85[N11-T]
[LV East2Total]		137.04	13.65	9.96	199.85[N11-T]

[Loss summary(Unit:%)]

Mi	Pg	Pl	Line	Lcopp	Lcore	Total	Rate	Vmin [Node]
1.00	163.0	158.4	4.13	0.15	2.59	6.87	4.21	83.41 [N11(East2)-T]

****

---<LVEast2>---

((Node Voltage Information))

Node	Vr-n(V<deg)	Vs-n(V<deg)	Vt-n(V<deg)	Vn(V<deg)
East2	238 59< -1 4	238 59<-121 4	238 59< 118 6	0 00< 0 0
N8	211 36< -10 6	219 05<-129 9	206 51< 108 8	8 43< 51 8
N9	207 51< -13 1	217 97<-132.1	202 68< 106 1	10 62< 46 6
N10	205 99< -15 4	218 40<-134 1	201 19< 103 8	11 89< 43 9
N11	205 57< -15 4	218 36<-134 1	200 77< 103 8	11 57< 44 2

((Branch Current Information))

Branch	From	To	Ifr(A)	Ifs(A)	Ift(A)	Ifn(A<deg)	Loss(kW)
B8	East2	N8	192 8	175 1	232 1	53 1<-109 7	12.058
B9	N8	N9	104 7	85 1	105 2	42.8<-151 4	1 665
B10	N9	N10	93 0	82.6	93 4	32.4<-153 3	1 317
B11	N10	N11	17 7	7.2	17.8	10 5<-145 6	0 021

((Branch PQ Information))

Branch	From	To	PQfrom(kW,kvar)	PQto(kW,kvar)	Loss(kV
B8	East2	N8	(142.8, 5 6)	(49 7, -36 3)	12.058
B9	N8	N9	(49 7, -36 3)	(38 7, -39 8)	1 665
B10	N9	N10	(38.7, -39 8)	(30 5, -41 7)	1 317
B11	N10	N11	(8 6, 1.6)	(0 0, 0 0)	0 021

((LVEast2 loss summary))

		Ps(kW)	Loss(kW)	Rate(%)	Vmin [Node-Phase]
[NET	B8]	142 80	12.06	8 44	206 51[N8-T]
[NET	B9]	49 71	3 00	6 04	200 77[N11-T]
[LV East2Total]		142 80	15 06	10 55	200 77[N11-T]

[Loss summary(Unit %)]

MI	Pg	Pl	Lline	Lcopp	Lcore	Total	Rate	Vmin[Node]
1 00	163 8	159 2	4 29	0 16	2 59	7.03	4 29	83 79[N11(East2)-T]

((Node Voltage Information))

Node	Vr-n(V<deg)	Vs-n(V<deg)	Vt-n(V<deg)	Vn(V<deg)
South2	238 00< -1.0	238 00<-121 0	238 00< 119 0	0 00< 0 0
N1	227 23< -0 6	224 81<-120 5	229 65< 119 3	3 84<-125 0
N2	220 96< -1 4	216 95<-121 3	224 98< 118 4	5 26<-125 1
N4	225 13< -0 6	222 41<-120 5	227 86< 119 2	3 36<-125 1
N3	218 60< -1 5	214.29<-121.4	222 92< 118 3	4 30<-125.2
N5	226 51< 0 2	224 47<-119 7	228 56< 120 1	3 25<-124 9
N6	224 81< 0 3	222 47<-119 6	227 15< 120 2	3 66<-124 9
N7	221 96< 0 3	219 24<-119 5	224 69< 120 2	3 05<-124 9

((Branch Current Information))

Branch	From	To	Ifr(A)	Ifs(A)	Ift(A)	Ifn(A<deg)	Loss(kW)
B1	South2	N1	107.0	126 4	87 8	34 5< 55 0	3 512
B2	N1	N2	56 6	66 7	47.0	19 1< 54 9	0 872
B4	N1	N4	26.7	31 1	22.2	7 7< 55 1	0 098
B3	N2	N3	26.7	31.1	22.2	7.7< 55.1	0 108
B5	South2	N5	130 0	150 0	110 0	34 6< 55 1	3 846
B6	N5	N6	65 0	75 0	55.0	17 3< 55 1	0 316
B7	N6	N7	48 8	56 3	41 3	13 0< 55 1	0 242

((Branch PQ Information))

Branch	From	To	PQfrom(kW,kvar)	PQto(kW,kvar)	Loss(kW)
B1	South2	N1	(71 7, 26.4)	(53 2, 15.4)	3 512
B2	N1	N2	(38.2, 5 1)	(14 7, -10 1)	0 872
B4	N1	N4	(15.0, 10 2)	(0.0, 0 0)	0 098
B3	N2	N3	(14 7, 9 7)	(0 0, 0 0)	0 108
B5	South2	N5	(77 0, 51 8)	(36 1, 25 4)	3 846
B6	N5	N6	(36 1, 25 4)	(26 8, 19 0)	0 316
B7	N6	N7	(26.8, 19.0)	(0 0, 0 0)	0 242

((LVSouth2 loss summary))

		Ps(kW)	Loss(kW)	Rate(%)	Vmin [Node-Phase]
[NET	B1]	71 69	4 59	6 40	214 29[N3-S]
[NET	B5]	77 04	4 40	5 72	219 24[N7-S]
[LV	South2Total]	148 74	8 99	6 05	214 29[N3-S]

٥-٥-١ *قائمة الخرج لحسابات تدفق القدرة (PFLOW)*

يتم إخراج نتائج حسابات تدفق القدرة على النظام عالي/متوسط الفولطية متبوعة بما يلي

"**********(Example 1) 100percent = 1.0MVA MI=1.000000*********".

يتم جدولة محتويات نتائج حسابات تدفق القدرة كما هو موضح بالجدول ٥-١ إلى ٥-٣.

الجدول ٥-١ خرج العقدة

Item	Unit	Explanation
CODE	-	Node Name
V	kV	Node Voltage
V	%	Node Voltage against Rated Voltage (100 %)
ANGLE	degree	Phase Angle (0 degree at Slack Node)
Pgen	%	Active Power of Generators against System Base Capacity
Qgen	%	Reactive Power of Generators against System Base Capacity
Pload	%	Active Power of Load against System Base Capacity
Qload	%	Reactive Power of Load against System Base Capacity
SC	%	Capacity of Capacitor or Capacity of Reactor with Minus Sign

(قيمة النسبة المئوية هي النسبة المعطاة مقابل السعة الأساسية للنظام)

الجدول ٥-٢ خرج الفرع

Item	Unit	Explanation
CODE	-	Branch Name
NF	-	'From Node' Name
NT	-	'To Node' Name
P(NF->)	%	Active Power at 'From-Node'
Q(NF->)	%	Reactive Power at 'From-Node'
P(->NT)	%	Active Power at 'To-Node'
Q(->NT)	%	Reactive Power at 'To-Node'
Ploss	%	Active Power Loss within Branch
Qloss	%	Reactive Power Loss within Branch

(قيمة النسبة المئوية هي النسبة المعطاة مقابل السعة الأساسية للنظام)

الجدول ٥-٣ فاقد القدرة

Item	Unit	Explanation
MI		Magnification of Load (See Chapter 4 Control Word @MI)
Pg	%	Total Active Power of Generators
Pl	%	Total Active Power of Load
Lline	%	Total Line Losses
Lcopp	%	Total Copper Losses of Transformers
Lcore	%	Total Core Losses of Transformers
Total	%	Total of Lline, Lcopp and Lcore
Rate	%	Loss Rate
Vmin	%	Lowest Voltage in MV System
[Node]	-	Node with Lowest Voltage

(قيمة النسبة المئوية هي النسبة المعطاة مقابل السعة الأساسية للنظام)

مثال ٥-٦ ملف OPO

**********[Example1] 100percent=1.0MVA MI=1.000 **********

Result of Optimization Calculation on Introduction of Higher Voltage System

<<Higher Voltage introduction >> [MU 1JD]

DEST NODE	LINE CODE	TRFM CODE	LOC (km)	Open Branch	LOLD (kW)	LNEW (kW)	LRED (kW)	BNFIT (MU)	COST(MU) LINE	NETB TRFM (MU)

--<33/0.415kV 34GM/3OH of=0.70 osl= 0.00 bc= 0>--

[South2]

No Profitable Case Obtained for [South2]

For [East2], Followings are Net-Beneficial Cases

[East2]

The Most Optimal Case

<<Same V line construction >> [MU 1JD]

BRANCH	NEWLINE	LENG (km)	LOLD (kW)	LNEW (kW)	LRED (MU)	BNFIT (MU)	COST (MU)	NETB (MU)
--<0.415kV 4OH of=0.70 bc= 0>--								
[LVSouth2]								
B1	WASP	0.2	3.4	1.1	2.3	585	225	360
B5	WASP	0.2	3.8	1.3	2.5	652	225	427
[LVEast2]								
B8	WASP	0.6	10.7	5.4	5.4	1373	675	698
Total		1.0	18.0	7.8	10.2	2611	1125	1486

****

* This result was calculated with PLOPT program developed by *

* Tokyo Electric Power Service Company, Limited (TEPSCO Japan) *

****

Result of Optimization Calculation on Reinforcement of New Line at Same Voltage

٥-٥ شرح إضافي حول قائمة الخرج

مثال لقائمة الخرج في ٥-٤ تقدم شرحا ملحقا حول محتويات الخرج فيما يلي.

٥-٥-٢ قائمة خرج حسابات أمثل تخفيض للفاقد (PLOPT)

نتائج حسابات أمثل تخفيض للفاقد لإدخال فولطية أعلى متبوعة بالتالي
"********(Example1) 100percent=1.0MVA Ml=1.000*********"
‹‹<<Higher Voltage introduction>>[MU:1000JD]›.
محتويات النتائج مدرجة في الجدول ٥-٨.

الجدول ٥-٨ نتائج حسابات أمثل تخفيض للفاقد عند إدخال فولطية أعلى

Item	Unit	Explanation
[****]	-	[Node Name of the Beginning of Higher Voltage System]
DEST	-	Node Name at the End of Examined Route
LINE	-	Selected Conductor in Code Name
TRFM	-	Selected Transformer in Code Name
LOC	km	Distance of New Transformer Location from "[****]" (beginning Point of MV Line)
Open	-	Open Point of Existing Lower Voltage System Open point of lower voltage system is indicated 't' as to-side of the branch and 'f' as from-side of the open lower voltage branch
LOLD	kW	Losses before Introduction of Higher Voltage System
LNEW	kW	Losses after Introduction of Higher Voltage System
LRED	kW	Loss Reduction in kW
BNFIT	1)	Benefit due to Loss Reduction for Study Period
COST LINE	1)	Construction Cost (Investment) of Higher Voltage Line
COST TRFM	1)	Construction Cost (Investment) of Step-Down Transformers
NETB	1)	Net Benefit 2) (= Benefit due to Loss Reduction – Cost due to Investment)

١) وحدة العملة وكسورها العشرية للبنود BNFIT، COST، NETB معينة بأوامر التحكم MU@ في الجدول الاقتصادي MUE@ في ملفات OPI. وحدة العملة الموضحة في صورة «[MU:*]» في الجانب العلوي من قائمة الخرج.
٢) العائد الصافي هو العائد الاقتصادي والفرق بين العائد من تخفيض الفاقد التكلفة الناتجة عن الاستثمار لتخفيض الفاقد خلال فترة الدراسة (ارجع إلى القسم ١ الفصل ٦ الجزء ٧).

بناء خط بنفس الفولطية
نتائج حسابات بناء خط جديد بنفس الفولطية مدرجة متبوعة بالعبارة التالية
<<Same V line construction >> (MU:1000JD).
تم إدراج النتائج في الجدول ٥-٩.
يتم إجراء التقييم الخاص ببناء خط جديد على التوازي مع الفروع القائمة على جميع الفروع في النظام لتغيير التعيين المسبق للموصل. يتم إخراج الحالة التي تقدم أمثل صافي للعائد كنتيجة الدراسة على الفروع. في حالة كون العائد الصافي لإضافة خط جديد على التوازي مع الفرع القائم نتيجة سلبية فلن يخرج الكمبيوتر الشارة إلى نتيجة الدراسة.

الجدول ٥-٩ نتائج حسابات التخفيض الأمثل للفاقد عند بناء خط بنفس الفولطية

Item	Unit	Explanation
[ ]	-	[Block name]
BRANCH	-	Branch Name in code
NEWLINE	-	A Selected Conductor in Conductor Code
LENG	Km	Length of the Branch
LOLD	kW	Losses before New Line Installation
LNEW	kW	Losses after Construction of New Line
BNFIT	1)	Benefit due to Loss Reduction for Study Period
COST	1)	Cost due to Investment on New Line
NETB	1)	Net Benefit 2)

١) وحدة العملة وكسورها العشرية للبنود BNFIT، COST، NETB معينة بأوامر التحكم MU@ في الجدول الاقتصادي MUE@ في ملفات OPI. وحدة العملة الموضحة في صورة «[MU:*]» في الجانب العلوي من قائمة الخرج.
٢) العائد الصافي هو العائد الاقتصادي والفرق بين العائد من تخفيض الفاقد التكلفة الناتجة عن الاستثمار لتخفيض الفاقد خلال فترة الدراسة (ارجع إلى القسم ١ الفصل ٦ الجزء ٧).

نتائج حسابات تدفق القدرة على النظام منخفض الفولطية متبوعة بما يلي "---<LVSouth2>---".

فيما يلي شرح لمحتويات النتائج في الجداول ٥-٤ إلى ٥-٧.

الجدول ٥-٤ خرج العقد

Item	Unit	Explanation
Node	-	Node Name
Vr-n(V<deg)	Volt, degree	Voltage across R-phase and Neutral Line
Vs-n(V<deg)	Volt, degree	Voltage across S-phase and Nneutral Line
Vt-n(V<deg)	Volt, degree	Voltage across T-phase and Neutral Line
Vn(V<deg)	Volt, degree	Neutral Line Voltage

(زاوية الطور: زاوية الطور من زاوية عقدة الارتخاء).

الجدول ٥-٥ خرج الفرع (١)

Item	Unit	Explanation
Branch	-	Branch Name
From	-	'From-Node' Name
To	-	'To-Node' Name
Ifr(A)	A	R phase Current in Ampere
Ifs(A)	A	S phase Current in Ampere
Ift(A)	A	T phase Current in Ampere
Ifn(A<deg)	A, deg	Neutral Line Current in Ampere and Phase Angle
Loss(kW)	KW	Losses within Branch

الجدول ٥-٦ خرج الفرع (٢)

Item	Unit	Explanation
Branch	-	Branch Name
From	-	From-Node Name
To	-	To-Node Name
PQfrom(kW,kvar)	KW,kVar	Active and Reactive Power at 'From-Node'
PQto(kW,kvar)	KW,kVar	Active and Reactive Power at 'To-Node'
Loss(kW)	KW	Loss within Branch

الجدول ٥-٧ الفاقد منخفض الفولطية

Item	Unit	Explanation
(*****)	-	(Network name)
Ps(kW)	-	Total Active Power of Network
Loss(kW)	-	Total Network Losses
Rate(%)	%	Network Loss Rate
Vmin	V	Lowest Voltage in Network
[Node-Phase]	-	Lowest Voltage Node and Phase

٥-٦-٢ *تجميع سعات المكثفات*

يتم تحديد سعات المكثفات للحفاظ على معامل موحد للقدرة عند فترة عدم الذروة. الجدول ٥-١١ يوضح تيار الحمل غير الفعال عند طرف النقل والسعة الجمالية للمكثفات للنظام النموذجي.

الجدول ٥-١١ السعة الجمالية للنظام النموذجي «EX2»

Load current at peak	Load current at off peak	Reactive load current at off peak	Capacity of capacitors
200A	100A	57A*	41kVA*

*57A=100A×√(1-0 82²) 57A×415V×√3=41kVA

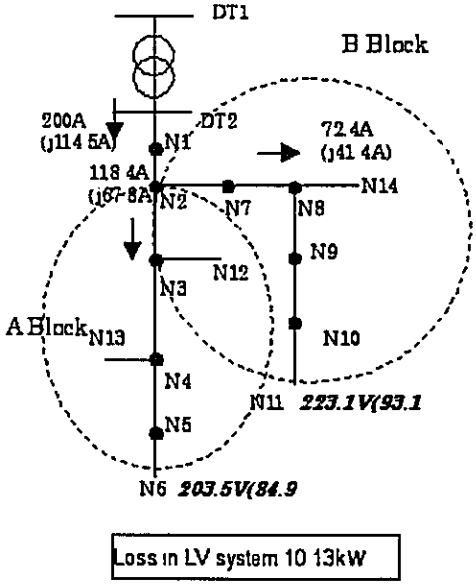
يتطلب النظام نحو ٤٠ كيلوفولت أمبير من المكثفات إجمالا.

٥-٦-٣ *سعات ومواضع المكثفات*

يوضح الشكل ٥-٣ والشكل ٥-٤ نتائج الحسابات باستخدام البرنامج PFLOW للحصول على توزيع التيار في النظام النموذجي «EX2». يتم تمثيل تيار المحل غير الفعال بأقواس تنصيص. للنظام فرعان في اتجاهين ويمكن تقسيمه إلى كتلتين يحملان اسم A وB على التوالي. يتم تركيب المكثفات في الكتل المعنية. يتم تحديد سعات المكثفات بحيث يمكن الحصول على السعة الإجمالية المطلوبة في النظام. يتم تحديد السعات بالتناسب مع تيارات الحمل في الكتل المعنية. يتطلب النظام مكثفات بحوالي ٤٠ كيلو فولت أمبير. يتم اختيار السعات ٢٥ كيلو فولت أمبير ١٦ كيلوفولت أمبير للكتلتين A وB على التوالي من بين مجموعات المكثفات المذكورة في القسم ٣-١-٢ في القسم الأول.

الشكل ٥-٣ التيار والفولطية في النظام النموذجي «EX»

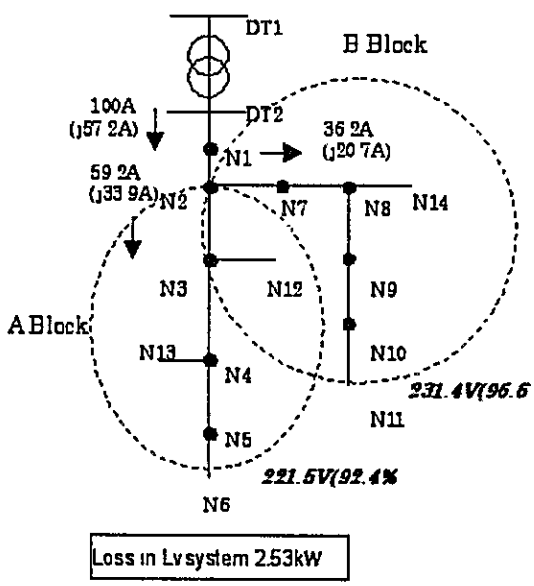
(عند فتر عدم الزروة: دون مكثفات)



Loss in LV system 10 13kW

الشكل ٥-٤ التيار والفولطية في النظام النموذجي «EX»

(عند الذروة: دون مكثفات)



Loss in Lv system 2.53kW

٥-٦ مثال على تركيب مكثفات للنظام منخفض الفولطية

يتم تحديد سعة المكثف للنظام منخفض الفولطية من اجل تحديد معامل تقريبي موحد للقدرة عند نقطة النقل للمغذي في فترة عدم الذروة. الموضع الأمثل للمكثف هو عند ثلث المسافة من طول المغذي من طرف نهاية المغذي في حالة المغذي البسيط دون فروع. ولكن الأنظمة منخفضة الفولطية الفعلية تخرج منها فروع وتتكون من فروع متعددة. ولذلك، أجريت الدراسات على المواضع المثلى للمكثفات على نماذج للأنظمة منخفضة الفولطية ذات فروع على شكل حرف تي.

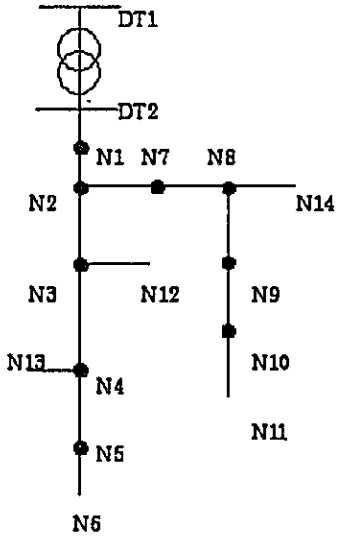
٥-٦-١ *نظام نموذجي*

يتضمن النظام النموذجي «EX» بعض الفروع كما هو موضح بالشكل ٥-٢. الموصل DT2 هو موصل على جانب الفولطية المنخفضة من المحطة الفرعية ويستخدم كبل ارضي مدفون للقسم الأول من الموصل DT2 إلى N1. الفرع الرئيسي يوجد بين N1 وN6. يخرج فرع ذو حمل كبير نسبيا من الفروع الثانية على شكل حرف تي عند العقدة N3. تيار الحمل عند طرف النقل للمغذي في فترة الذروة هو 200A أمبير ويصبح نصف ذلك عند فترة عدم الذروة. معامل القدرة هو ٠,٨٢.

الجدول ٥-١٠ المخطط العام للفروع تيار الحمل للنظام النموذجي «EX2»الشكل

Sections	Length	Conductors
DT2-N1	20m	LUAL185
N1-N2	50m	WASP
N2-N3	150m	ANT
N3-N4	150m	ANT
N4-N5	200m	GANT
N5-N6	200m	GANT
N2-N7	100m	ANT
N7-N8	100m	ANT
N8-N9	100m	ANT
N9-N10	100m	GANT
N10-N11	50m	GANT
N3-N12	100m	GANT
N4-N13	100m	GANT
N8-N14	100m	GANT

٥-٢ النظام النموذجي «EX2»

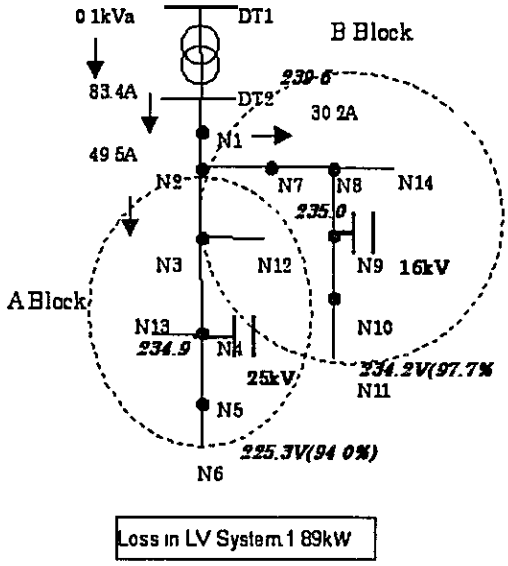


Load current at peak	200A at the sending end of a feeder
Load current at off peak	A half of peak current
Power factor	0 82

يتم توزيع تيار الحمل بشكل متساوي على امتداد المغذي

الشكل ٥-٤ التيار والفولطية في النظام النموذجي «EX2»

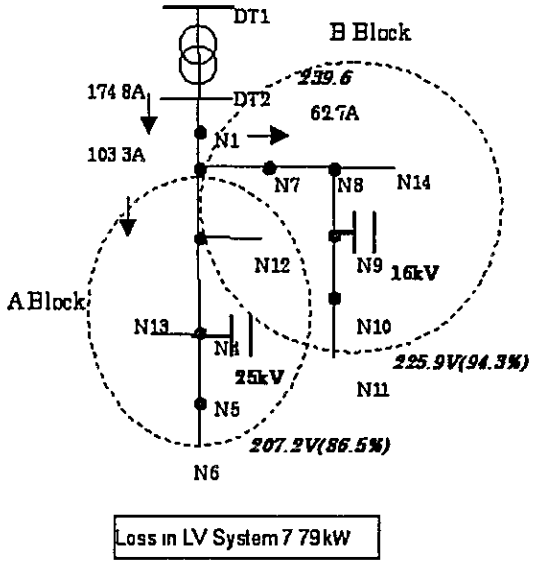
(عند الذروة: مع مكثفات)



Loss in LV System 1 89kW

الشكل ٥-٣ التيار والفولطية في النظام النموذجي «EX2»

(عند فترة عدم الزروة: مع مكثفات)



Loss in LV System 7 79kW

الجدول ٥-١٢ تيار الحمل وسعات المكثفات التي تعوض عن تيار الحمل غير الفعال في فترة عدم الذروة

Blocks	Load Current at Peak	Reactive Load Current at Peak	Reactive Load Current at Off Peak	Capacities of Capacitors that can make Unity Power Factor at the Sending End of Respective Blocks.
Total	200	114 5	57 2	41kVA (=57 2×415V×√3)
A	118.4	67.8	33 9	24kVA (=33 9×415V×√3)
B	72 4	41.4	20 7	15kVA (=20 7×415V×√3)

الإجمالي

مواقع المكثفات المعنية هي عند ثلثي المسافة (٧٠٪) من الطول بين طرف النقل والكتل المعنية. يمكن تلخيص السعات والمواقع للمكثفات في الجدول ٥-١٣.

الجدول ٥-١٣ سعات ومواقع المكثفات

Capacities	Locations	Distances from Secondary Bus of a Substation to the Ends of Blocks	Distances from Secondary Bus of a Substation to the Locations of Capacitors
25kVA	N4 (A block)	770m	570m (74% of a distance from the sending end)
16kVA	N9 (B block)	420m	270m (64% of a distance from the sending end))

٥-٦-٤ *التيار والفولطية بوجود المكثفات*

يوضح الشكلان ٥-٥ و٥-٦ نتيجة حسابات تدفق القدرة على النظام النموذجي باستخدام المكثفات في فترة الذروة. يتم عمل نماذج للمكثفات كمصدر ثابت للتيار. التيار عند طرف النقل في الذروة وعدم الذروة هو ١٧٤,٨ A أمبير و٨٣,٤ A أمبير. هذه القيم هي ٨٧,٤٪ و٨٣,٤٪ من التيار دون المكثف في فترة الذروة وعدم الذروة على التوالي. هذه القيم تعادل تقريبيا ٨٥٪ من معامل التيار المنخفض (RCC) الموضح في الجدول ٣-٤ من القسم الاول.

القدرة غير الفعالة عند طرف النقل في فترة عدم الذروة هي ١,٠ كيلوفولت امبير ويبقى معامل القدرة موحدا بشكل تقريبي. يتم الحفاظ على الفولطيات ضمن حدود ١,٠ pu عبر النظام وأعلى فولطية هي ٢٣٩,٦ فولت عند طرف النقل.

كما هو موضح بالمثال يمكن تحديد سعات المكثفات على كل فرع رئيسي مع التركيز على الأحمال غير الفعالة المعنية.

الجدول ٥-١٤ تدفق القدرة قبل وبعد تركيب المكثفات في النظام النموذجي «EX2»

Items	At Peak		At Off Peak	
Capacitor (Capacity)	Before installation	After Installation (16+25kVA)	Before installation	After Installation (16+25kVA)
Current at Sending End(A)	200	174.8 87.4% of current before installation	100	83 4 83 4% of current before installation
Reactive Power at the LV Bus of the Substation	82 3kVA	41.1kVA	41.2kVA	0 1kVA
Power Losses in the LV System(kW)	10.13	7.79 76 9% of current before installation	2 53	1 89 74.7% of current before installation
Lowest Voltage(V)	203.5 (84.9%)	221.5 (92 4%)	207.2 (86.5%)	225 3 (94.0%)
Highest Voltage(V)	239 6 (100%)	239.6 (100%)1	239 6 (100%)	239.6 (100%)

JICA LIBRARY
J1160901 [3]