الباب الأول

المقدمة

الفصل الأول

المقدمة

1.1 تمهيد :

ان المحافظة على القيم الاسمية للجهود عند قضبان التوزيع أمر في غاية الأهمية لذلك لابد من ايجاد الوسائل التي تحافظ علي تلك القيم للحفاظ علي استقرارية منظومة القوى الكهربائية . تناول هذا البحث إحدى الوسائل التي يتم بها التحكم في الجهد وهي ربط المكثفات علي التوازي بالشبكة الكهربائية .ولابد من دراسة سريان الحمل بالشبكة الامر الذي يتم به تحديد نسبه التغير في الجهد بسبب التغير في الاحمال .

2.1 مشكلة البحث :

في نظام القدرة الكهربائية أو الشبكة يكون هنالك إنخفاض في جهود القضبان قد يؤدي الي فقد الاتزان وذلك حسب التغيرات في الحمل من محطة إلى أخرى ، والجهد عادة يكون منخفض في حالة التحميل (heavy load)، ولعمل شبكه جهود ضمن الحدود المقننة للنظام يجب ان تكون مجهزه للتحكم في الجهد وذلك بزيادة الجهد في حالة الانخفاض.

3.1 هدف البحث (Research Objective):

يهدف هذا البحث إلى دراسة إستقرارية الجهود وسريان الحمل في منظومة القوي الكهربائية أثناء تحميل الشبكة لتحسين الجهود حتى تصبح قريبه من القيم الإسمية (1pu)أي تقليل نسبة الهبوط في الجهد وبالتالي تقليل القدرة الغير فعالة (Reactive Power) عن طريق مكثفات التوازي.

4.1 منهجية البحث (Research Methodology):

المنهجية المتبعة في هذا البحث هي منهجية وصفية تحليليه تطبيقية تعمل علي جمع البيانات ووصفها بطريقة التمثيل عبر برنامج محاكاة (Power World Simulation) .

5.1 بنية البحث (Research Structure):

يحتوي البحث علي خمسه ابواب الباب الأول تناول مقدمة البحث ومنهجية البحث و الباب الثاني تناول التحكم في الجهد وطريقة مكثفات التوازي و الباب الثالث تحدث عن استقراريه الجهد و الباب الرابع تناول طريقه تصميم الشبكة الكهربائية باستخدام برنامج محاكاة (power world simulation)والباب الخامس تحدث عن النتائج والتوصيات والخاتمة والمراجع.

الباب الأول

المقدمة

الفصل الثاني

الإطار النظري

1.2 التحكم في الجهد :

إن الجهد المستهلك للمحطات الطرفية (terminal substation) يجب أن يبقى ثابت ضمن الحدود المنظومة أو الاسمية بغض النظر عن نوع ومقدار الحمل . ولكن بسبب تعدد الأحمال في الشبكة يبقى من الصعب الحفاظ على قيم هذه الجهود . هناك علاقة تربط بين القدرة الغير فعالة (Q.reactive power) والجهد الكهربي أي أن القدرة الغير فعالة تتناسب مع مقدار الهبوط في الجهد .

وبعبارة أخرى القدرة المفاعلة المولدة لابد أن تساوي القدرة المفاعلة المستهلكة وأي عدم تطابق في توازن القدرة المفاعلة يؤثر على مقدار جهد المحطة (bus Voltage) فقط دون التأثير على تردد النظام، والقدرة الفعالة مصدرها الوحيد يأتي بالتوليد بينما القدرة المفاعلة المجهز لها يكون من عدة مصادر وهنالك العديد من المولدات والمستهلكات للقدرة غير الفعالة .

2.2 مولدات القدرة غير الفعالة (Generators of Reactive Power):

1: المولدات والمحركات التزامنية (Generator and Synchronous Motors).

2: المكثفات الساكنة (static capacitors)

3: السعة التوزيعية لخطوط النقل الرأسية والأفقية (Distributed Capacitance of Overhead Lines &Cables).

3.2 مستهلكات القدرة غير الفعالة(Consumers of Reactive Power) :

1: الآلات التزامنية (Synchronous Machines).

2: الأحمال الحسية الساكنة (Inductive Static Loads).

3: المحركات الحثية (Induction Motors).

4: المحاثة الكهربية الموزعة لخطوط النقل والكوابل الأرضية(Distributed Inductance of Overhead Lines &Cables) .

5: المحاثة الكهربية للمحولات (Transformer Inductance).

من العلم أن الآلات التزامنية المثارة تنتج قدرة مفاعلة وأيضاً مكثفات التوازي والآلات التزامنية الغير مثارة تستهلك قدرة مفاعلة.

خطوط النقل في حالة عدم الحمل (Light Load) بسبب مكثفات التوازي فعند تحميل خطوط النقل والتشغيل في حالة الحمل الطبيعي يمتص القدرة المفاعلة.

الكوابل الأرضية هي مصدر للقدرة (الغير فعالة) تحت جميع حالات الحمل، والمحولات تمتص قدرة غير فعالة قليلة في حالة عدم الحمل أما في حالة الحمل الكامل فتمتص قدرة عالية.

المفاعلات الحثية (reactors) أيضاً تمتص القدرة الغير فعالة ويكون توصيلها على التوازي أو التوالي في الشبكة، في حالة توصيلها على التوالي في هذه الحالة تستخدم لتحديد تيارات الخطأ currents faults)) ومفاعلات التوازي توصل في دائرة النقل أثناء حالة التحميل وعدم التحميل.

والمكثفات تولد قدرة غير فعالة ويمكن أن توصل على التوالي أو التوازي في النظام، ومكثفات التوالي تعمل على تعويض (Reactance) مقاومة النقل في حالة الخطوط الفوقية الطويلة وهكذا تحسن من استقراريه الجهد، ومكثفات التوازي تستخدم للتعويض التفاعلي .

الجهد عند نهاية المستقبل للخط القصير يبقى قريب من الثبات وذلك بالضبط في إثارة المولد بالزيادة أو النقصان، أما هذه الطريقة غير مناسبة في حالة الخطوط الطويلة وذلك نتيجة للمفقودات العظمى في الخط والهبوط في الجهد لذا هنالك عدة طرق للتحكم في الجهد.

4.2 طرق التحكم في الجهد :

في نظام القدرة الكهربائية تتفاوت قيم الجهود عند مختلف الباسبارات (Buses) وذلك حسب التغيرات

في الحمل من باسبار إلى آخر، والجهد عادة يكون عالي في حالة عدم الحمل(Light load) ومنخفض في حالة التحميل (heavy load) ولعمل شبكة جهود ضمن الحدود المقننة يجب أن تكون مجهزة للتحكم في الجهد وذلك بزيادة جهد الشبكة في حالة الانخفاض وتقليل الجهد في حالة الزيادة.

وهناك عدة طرق تستخدم للتحكم في الجهد منها:

i. مغير الجهد للمحولات(Tap changing transformer).
ii. مفاعلات التوازي (Shunt Reactors).
iii. معدل الأوجه المتزامنة (Synchronous phase Modifiers).
iv. مكثفات التوازي (Shunt Capacitors) .
v. مكثفات التوالي (Series Capacitors) .
vi. أنظمة التعويض الساكنة({SVS} systems {VAR} Static) .

5.2 التحكم باستخدام مكثفات التوازي (Shunt Capacitors) :

في انظمة القدرة ذات الجهود العالية يعتبر تعويض القدرة الغير فعالة طلب أساسيا أثناء حالات حمل الذروة(Peak load) ويكون هناك تأثير في حالة توصيل المكثفات إذ تعمل على زيادة القدرة الغير فعالة بدلاً من النقصان، وفي هذه الحالة المكثفات يجب أن تكون في حالة تشغيل (Switched on) أثناء الحمل الأعلى (Peak load) وتكون في حالة عدم تشغيل (Switched Off) أثناء حالات الحمل الأدنى أو البسيط.

يتم تحسين جهود الشبكة باستخدام مكثفات التوازي وذلك بتوصيلها على التوازي في الخطوط وتركب بالقرب من محطات الأحمال وفي الاستقبال ونهاية المحطات ومحطات التوزيع.

وفـي مفـاتيح المحطـات (substation Switching) والمكثفـات تعمـل علـى حقـن القـدرة الغيـر فعالة({ VAR } Leading Reactive Power) لكي نتمكن من صد بعض أو كل (Lagging Inductive VAR).

ولكن من المشاكل الموجودة في مكثفات التوازي وذلك في حالة عدم الحمل نهاية الجهود المستقبلة (Receiving End) تتجاوز إلى حد كبير (Sending End)، ولكي يتم تجاوز هذه الصعوبة تكون الـ (Capacitor Bank) مجهزة بعناصر ثابتة ومتغيرة. وعندما ترتفع قيمة الجهد تعمل العناصر المتغيرة على فصلها لكي تنقص السعة (Capacitance) وعندما تنقص قيمة الجهد تعمل العناصر المتغيرة على توصيلها لكي تزيد السعة .

6.2 أماكن وضع مكثفات التوازي (Location Of the shunt Capacitors):

مكثفات التوازي إذن توصل في أثناء الحمل (Heavy Load) ونجد أن معظم الأحمال الصناعية تسحب تيارات حثية (Inductive Current) والمكثفات توصل في قضبان النظام (System Bus) ونقاط التوزيع وفي الحمل نفسه، لكن القرار لتركيب المكثفات لا بد أن يراعى فيه التكلفة ومدى الاستفادة.

7.2 المكثفات في أنظمة التوزيع (Distribution System Capacitors Bank):

في مغذيات التوزيع تركب المكثفات كأزواج لكي تعمل على تعويض القدرة الفعالة في المغذي المعين، وهذه الوحدة من المكثفات تعمل عند تشغيل المغذي أو عند عمله.

8.2 المكثفات في الجهد العالي جداً (Extra High Voltage -EHV):

في نظام الجهود العالية جداً ترسل القدرة الكهربائية المولدة إلى مسافات بعيدة عبر خطوط النقل وعندها يحدث هبوط في الجهد بسبب التأثير الحثي لموصلات الخط (Inductive Effect Of The Line Conductors) وهذا الهبوط يمكن تعويضه بمجموعة من المكثفات عند المحطات والهبوط الأفقي للجهد يكون في حالة التحميل الأفقي لذلك تركب المكثفات وتعمل على التحكم بالفصل والتوصيل عند الطلب .

9.2 المكثفات في المحطات الفرعية (Substation Capacitor Bank)

الحمل الحثي العالي الموصل من محطات الجهود العالية أو المتوسطة في المحطات الفرعية تركب بها مكثف أو عدة مكثفات لتعويض الحث للحمل الكامل (VAR) هذه المكثفات نتحكم بها عبر مفاتيح (Circuit Breaker) وتكون مزودة بمانعة صواعق ومرحلات حماية.

الباب الأول

المقدمة

الفصل الثالث

إستقرارية الجهد

1.3 مفهوم إستقرارية الجهد:

يقصد بها قدرة النظام على المحافظة على قيم الجهد ثابتة قدر المستطاع قريبة من القيم الاسمية بعد حدوث اضطراب بالشبكة وغالباً تكون الدراسة في هذا الموضوع تتعلق بالأحمال، وتدور أغلب الحلول حول سبل تعويض النقص في القدرة غير الفعالة لأن التغير فيها سيترتب عليه تغيير في قيمة الجهد.

وهذا الاضطراب في الجهد قد يكون صغيراً فيدرس تحت عنوان ثبات حالة إستقرارية الجهد (Steady State Voltage Stability).

قد يكون اضطراباً كبيراً فيدرس تحت عنوان استقرار الجهد الحركي أو الديناميكي (Dynamic Voltage Stability).

فدراسة إستقرارية الجهد تهتم بدراسة سد العجز في القدرة غير الفعالة بالنظام (Reactive Power).

2.3 صعوبة دراسة موضوع الإستقرارية (Stability):

منظومة نظام القدرة عموماً مصممة على أن تكون مستقرة خلال الاضطرابات التي تحدث كثيراً، ولكن بالطبع لا يمكن أن تصمم منظومة وتكون مستقرة تحت كافة ظروف التشغيل وصعوبة دراسة هذا الموضوع تكمن في سببين :

السبب الأول:هو أن منظومة نظام القدرة يمكن وصفها بأنها نظام غير خطي يعني أنه إذا تعرض النظام لعدة متغيرات فإن استجابته لهذه المتغيرات ليست بالضرورة أن تكون مماثلة لمجموع استجاباته لكل متغير على حده.

السبب الثاني: أن استجابة نظام القدرة لأي اضطرابات ليس فقط معقدة رياضياً. فعند حدوث عطل قصر بالدائرة (short circuit) مثلاُ على خط ثم فصل هذا الخط بواسطة أجهزة الوقاية وعزله بفتح قاطع الدائرة (circuit breaker) الخاصة به سيترتب عليه تغير في تدفق القدرة في عديد خطوط الشبكة، وهذا يؤدي إلى حدوث تغيرات في قيم الجهد عند بعض قضبان التوزيع وقد يؤدي ذلك إلى تشغيل بعض منظمات الجهد ومن ثم قد تتغير أيضاً سرعة بعض المولدات فينشأ عن ذلك تغيرات في التردد.

3.3 من الظواهر التي تحدث على الشبكة:

1: تقلبات الجهد (voltage fluctuations).

2: انهيار الجهد (voltage collapse).

وبعد تحليل أسباب هذه الظواهر تبين أن دراسة استقراريه الجهد لا تقل بل تزيد في الأهمية عن دراسة النوع الأول من أنواع الإستقرارية وأنه في الغالب قد يكون سبباً لمعظم حوادث انهيار النظام .

هذه الدراسة تهتم بوضع الأحمال في النظام وسد العجز في قيم القدرة غير الفعالة التي تحتاجها الأحمال المركبة في المنظومة وأهمية هذه الدراسة تكمن في أن الارتفاع أو الانخفاض في الجهد قد يؤدي إلى فصل بعض أنواع الأحمال أو بعض الخطوط بواسطة أجهزة الوقاية وهذا قد يؤدي إلى هزات في النظام منها.

كما يمكن أن تتأثر المضخات والمحركات ومساعدات محطة التوليد الأمر الذي يؤدي لخروج المولد نفسه من الخدمة.

4.3 ظاهرة انهيار الجهد (Voltage Collapse)

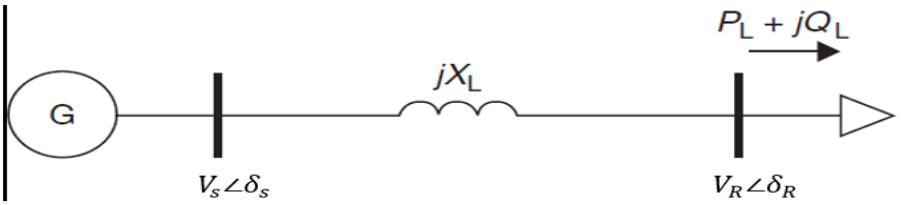
وتعني أن جهد القضيب (Bus Bar) المعين يصل للصفر فجأة بدون حدوث أي عطل مرئي أو مادي فالمراقب العادي لهذه الحالة حين يرى أن الجهد وصل إلى الصفر فسيحكم لا محال بأن هناك Short

Circuit قد حدث بل وأن هذا القصر قريب للجهد، لكنه سيكتشف عدم وجود أي قصر والواقع أن السبب هو حدوث Voltage Instability أدى إلى حدوث انهيار للجهد Voltage Collapse .

5.3 أساسيات دراسة استقرار الجهد :

لدراسة هذا النوع من الاستقرار نحتاج دائماً لدراسة بعض الأنواع من المنحنيات أهمها الـP.V and Q.V (القدرة الفعالة والقدرة المفاعلة) .

ولدراسة هذا الموضوع فإننا نبدأ بمنظومة صغيرة كما في الشكل ادناه (شكل 1.3).



شكل (1.3)

فقيمة القدرة المنقولة عبر هذا الخط التي ستصل للحمل وكذلك القدرة غير الفعالة الواصلة للحمل ستتساويان على التوالي

6.3 استقرار منظومة القوى الكهربية:

$$P1 = -\frac{V_S V_R}{X_L}\sin\delta$$

$$Q_L = -\frac{VR^2}{X_L} + \frac{V_S V_R}{X_L}\cos\delta$$

كلا المعادلتين السابقتين بحثت عن قيمة الـ VR أي قيمة الجهد عن الحمل ونحصل على المعادلة :

$$V_R = \sqrt{\frac{VS^2}{2} - Q_L XL \pm \sqrt{\frac{VS^4}{4} - x^2{}_L P^2{}_L - X_L{}^{V^2_S} QL}}$$

ومن المعادلة السابقة وصلنا إلى أن :

$$V_r = \frac{v + \sqrt{VS^2 - 4.x_1 .Q_r}}{2}$$

ومنها يمكن استنباط عدة مفاهيم :

i. إذا كانت QL = QS عندها تكون QR = 0

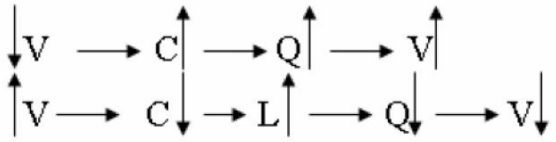
وتصبح VR = VS وهذا هو الوضع النموذجي

ii. إذا كانت QL > QS عندها تكون QR = (+)

وتصبح vS > VR وهو أن المطلوب أكثر من المتاح وهذا الواقع أثناء الانهيار .

iii. إذا كانت Q L <Q S عندها تكون QR =(−) وتصبح VS<VR وعندها يرتفع الجهد عند الحمل و يصبح أعلى من جهد المصدر .

والشكل أدناه(شكل2.3) يوضح دور الـ Q التي نتحكم فيها بواسطة المكثفات أو الملفات من أجل التحكم في تثبيت قيمة الجهد .



شكل (2.3)

7:3 طرق تحسين استقرار الجهد في الشبكات:

1:7:3 التحسين في شبكات الجهد العالي :

1. تغير التغذية الخاصة Exciter لوحدات التوليد الموجودة في الخدمة مما يؤدي إلى زيادة أو نقصان القدرة الغير فعالة المولدة.

2. فصل وتوصيل Reactors على الشبكة جهدKV500 .

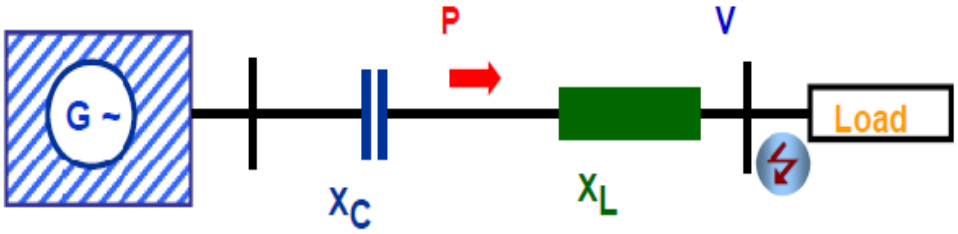
3. تشغيل المكثفات المتزامنة .

4. ضبط مغيرات الجهد في محطات محولات 220/500 . 66/220 ك.ف

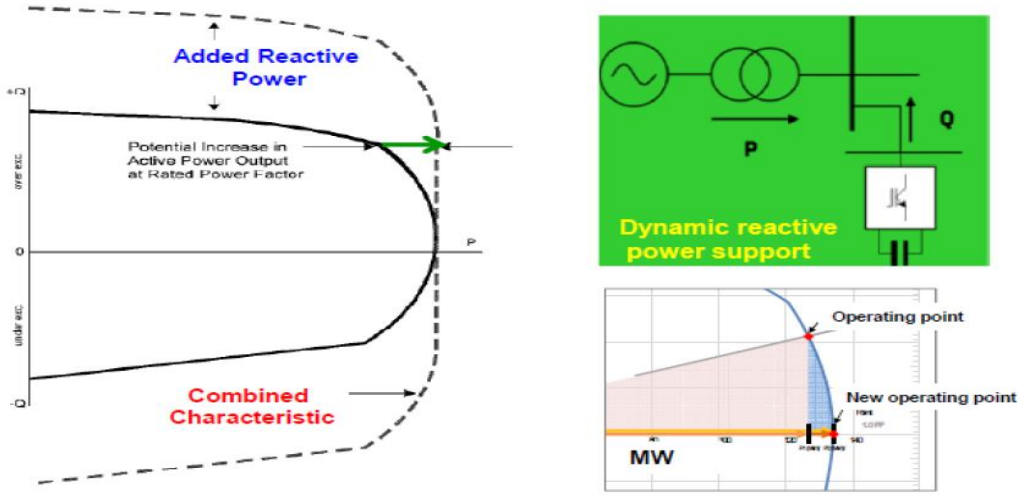
5. يستعمل مغير الجهد Tap changer لرفع وخفض الجهد في المحولات جهد66/11 KV أو منkV33/6.6

6. استخدام معوضات متسعات التوالي Series Capacitive Compensation

7. استخدام أدوات تساعد في عمل الـ voltage support Dynamic شكل (3.3)،عن طريق استخدام Dynamic Reactive power support شكل (4.3) .



شكل (3.3)



شكل (4.3)

2.7.3 التحسين في شبكات الجهد المتوسط والمنخفض :

1.2.7.3 استخدام المكثفات الثابتة :

تستخدم وحدة أو أكثر من المكثفات، ويتم توصيلها بطريقة مباشرة ومستديمة على قضبان التوزيع الرئيسية لتعطي مستوى ثابت من تعويض القدرة الغير فعالة.

2.2.7.3 استخدام بطاريات المكثفات الأوتوماتيكية :

وتستخدم في معظم الأماكن حيث يكون معدل التغير في كل من الفعالة والغير فعالة كبيراً نسبياً نتيجة لتغيير الأحمال ويكون استخدام المكثفات الثابتة أوفر اقتصادياً وأبسط فنياً من بطاريات المكثفات الأوتوماتيكية، غير أن تحديد استخدام أي من الطريقتين السابقتين وتفادي احتمال حدوث مشاكل عند توصيل مكثفات على الشبكة مع عدم وجود أحمال تتوقف على كل من قدرة محول التوزيع وقدرة المكثفات

1.2.2.7.3 مكونات بطاريات المكثفات الأوتوماتيكية :

تقسم القدرة الكلية لبطارية المكثفات على مجموعة من الخطوات عادة 6 أو 12 خطوة بحيث يتم إدخال العدد المناسب من الخطوات لتغطية الاحتياج من القدرة الغير فعالة بدون زيادة أو نقصان وتتكون كل

خطوة من المكونات التالية :

i. وحدة مكثفات ثلاثية الطور موصلة بطريقة دلتا .
ii. كونتاكتور من نوع خاص لتعشيق وفصل المكثفات.
iii. مصهرات ذات سعة قطع عالية (HRC) أو روافع تيار لحماية وحدة المكثفات.
iv. منظم أوتوماتيكي (Regulator) لمعامل القدرة يقوم بالتحكم في خطوات المكثفات بإدخال العدد المناسب منها طبقاً لتغير الأحمال للوصول إلى معامل القدرة المطلوب بصفة دائمة .

v. محول تيار (CT) يتم وضعه عند خرج محول التوزيع مباشرة لقياس قيمة التيار المسحوب وتغذية المنظم الأوتوماتيكي بإشارة تيار تتناسب مع تيار الحمل.

3.2.7.3 استخدام وحدات التوليد (Distributed Generation Unit):

وحديثاً أضيفت طريقة ثالثة لتحسين اتزان الجهد في الشبكة وذلك بإضافة ما يسمى بـ (DG) وهي مولدات غالباً تعمل على إحدى أنواع مصادر الطاقة الجديدة مثل الطاقة الشمسية أو الرياح لكنها تدخل في مرحلة التوزيع وليس في مرحلة التوليد ثم النقل ثم التوزيع.

أما في هذا النظام الجديد فإن المولدات تدخل في المرحلة الأخيرة مرحلة التوزيع لتحقيق عدداً من المكاسب من أهمها أن تكون بالقرب من الأحمال فتقل القدرة المفقودة في الخطوط وتحسين اتزان الجهد بالشبكة .

4.2.7.3 فصل الأحمال :

إذا لم يتيسر شيء من الطرق السابقة لن يكون هناك حل للمحافظة على استقرار الجهد مع تزايد الأحمال.

5.2.7.3 إعادة توزيع الأحمال :

وهو حل على المدى البطيء وفكرته هو إعادة توزيع الأحمال داخل الشبكة لتقليل الضغط على الموزعات

أو المحولات المحملة بشدة وهو ما يسمى بـ Network Reconstruction أو Network Reconfiguration

مما سبق يمكن أن نخلص إلى أن من أهم وسائل تجنب ظاهرة عدم اتزان الجهد ما يلي:

i. تحسين معامل القدرة للأحمال .
ii. تركيب مكثفات ثابتة ومتغيرة في شبكات التوزيع بغرض الوصول لتحسين حد الاستقرارية (Stability Limit) وليس مجرد تحسين معامل القدرة وهذا يستلزم استخدام الـ Optimization Techniques لتحديد أفضل الأماكن وأدق القيم لهذه المكثفات.
iii. التوسع في استخدام معوضات القدرة الغير فعالة (VAR Compensators) وهي أشكال عديدة.

الباب الأول

المقدمة

الفصل الرابع

التصميم والنتائج

1.4 طريقة الحل Method Of Solution

طريقة الحل المستخدمة هي جاوس– سيدل (Gauss – Seidel) وهي طريقة لحل تدفق الحمل وهي تمتاز بانها تتطلب ذاكرة صغيرة وايضا تسهل برمجتها مقارنة بالطرق الأخرى ولقد أسست على فكرة تعمل على توازن للقدرة المركبة.

$$P_i^{spec} + jQ_i^{spec} = V_i I_i^* =$$

$$= V_i \left[\sum_{j=1}^{N} y_{i,j} V_j \right]^* = V_i \left[y_{i,i} V_i + \sum_{j=1, j \neq i}^{N} y_{i,j} V_j \right]^*$$

2.4 دراسة حالة (Case Study) :

بهدف دراسة وتقييم المفقودات نتيجة لاضطرابات الجهد بالشبكة ؛ تم اخذ بيانات الشبكة القومية للكهرباء من محطة توليد الروصيرص (220kv) ومحطه توليد سنار(kv110) ومحطه سنار (11okv), ومحطه مارنجان (110kv),ومحطه الحصاحيصا (110kv),ومحطه الحاج عبد الله (110kv),ومحطه جياد(110kv) ومحطه الباقير(110kv) وحتى المحطة التحويلية بالكيلو 10 (110kv)، وكانت البيانات كما مبين بالجداول ادناه :

جدول رقم (1.4) – line parameter in per unit

Line bus	Sending bus	Resaving bus	$R(PU)$	$X(PU)$	$\frac{Y}{2}(PU)$
1	1	2	0.0176	0.095	0.1564
2	2	3	0.00685	0.0362	0.0597
3	3	5	0.027	0.146	0.00981
4	5	4	0.00836	0.01644	0.0597
5	4	3	0.0064	0.036	0.1132;
6	2	6	0.2703	0.334	0.01573
7	6	7	0.173	0.209	0.00968
8	3	7	0.1007	0.122	0.03605
9	3	8	0.0206	0.011	0.0278
10	4	8	0.1581	0.191	0.01347
11	4	9	0.2215	0.268	0.01474
12	5	9	0.115	0.139	0.11105

جدول رقم (2.4) – Generation bus active and reactive power

Bus number	Active power $P_g(pu)$	Reactive power $Q_g(pu)$
1	1.583	0.197
6	0.13	0.019

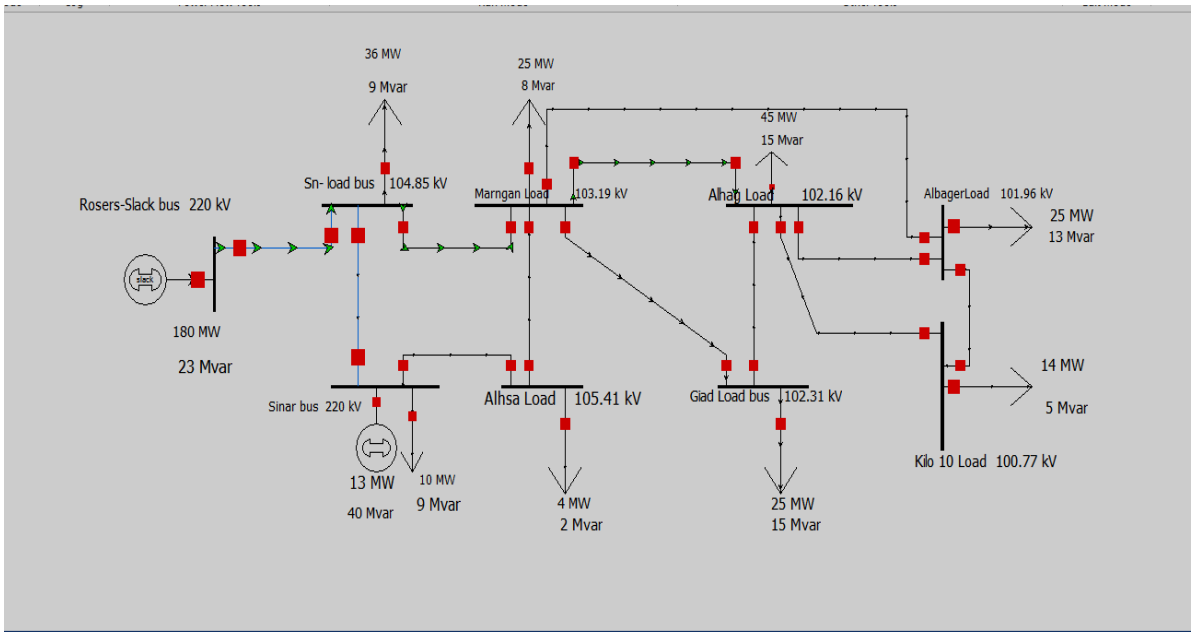
جدول رقم (3.4) – load bus active and reactive power

Bus number	Active power $P_l(pu)$	Reactive power $Q_l(pu)$
2	0.3600	0.0900
3	0.2456	0.0760
4	0.4500	0.1470
5	0.2500	0.1330
6	0.1000	0.0900
7	0.0400	0.0200
8	0.2500	0.1500
9	0.1400	0.0500

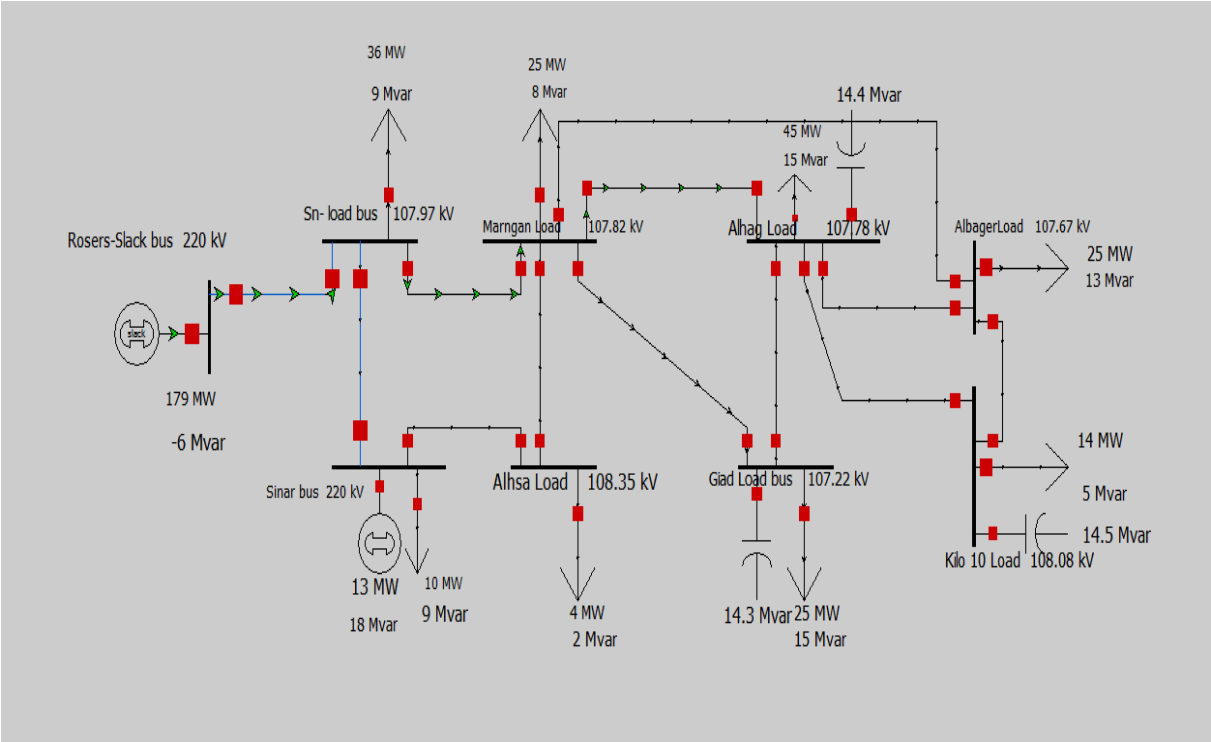
output of active and reactive power losses with and without compensation جدول رقم (4.4)-

Lines No	Active and Reactive losses without compensation		Active and Reactive losses with compensation	
	MW	MVAR	MW	MVAR
1	5.897	16.907	5.627	14.958
2	1.352	1.805	1.289	1.012
3	0.095	-0.341	0.085	-0.488
4	0.028	-5.085	0.026	-5.702
5	0.288	-8.245	0.256	-9.517
6	0.999	-0.267	0.194	-1.310
7	0.422	-0.419	0.079	-0.862
8	0.201	-2.998	0.007	-3.504
9	0.253	-2.291	0.217	-2.572
10	0.112	-1.029	0.076	-1.206
11	0.076	-1.162	0.146	-1.250
12	0.102	-9.307	0.224	-10.470

تم تحليل البيانات بواسطة برنامج Power World Simulator وكانت النتائج كما مبينة بالأشكال ادناه :



شكل (1.4) الشبكة الكهربائية قبل إدخال المكثفات



شكل (2.4) يوضح الشبكة الكهربائية بعد إدخال المكثفات

الجدول رقم (5.4) ادناه ؛ يوضح الجهد الكهربي في المحطات قبل وبعد ادخال المكثفات :

جدول رقم (5) – Output bus voltage without and with compensation by shunt capacitor at busses 4, 8, and 9 with reactive power 15MVAR

Bus No	***Bus Code***	***Voltage nominal KV***	***Output voltage without shunt capacitor***	***Output voltage with shunt capacitor***
1	Rosuris_slack	220	220	220
2	Sinar_load	110	104.85	107.97
3	Marngan_load	110	103.19	107.82

Bus No	*Bus Code*	*Voltage nominal KV*	*Output voltage without shunt capacitor*	*Output voltage with shunt capacitor*
4	Alhaj_load	110	102.16	107.78
5	Albager_load	110	101.69	107.67
6	Sinar _regu	220	220	220
7	Alhashesa_load	110	105.41	108.35
8	Giad_load	110	102.31	107.22
9	Kilo10_load	110	100.77	108.08

3.4 مناقشة النتائج:

تم ادخال قيم البيانات للشبكة في برنامج المحاكاة (Power world simulator) وتم ادراج قيم (line parameter) وتم ايضا ادخال قيم المولد الفعالة والغير فعاله ومعرفه الفقودات في الشبكة وعلي اساس تلك النتائج وبحساب الفقد في الجهد عند كل قضيب تم وضع المكثفات التي عملت علي رفع الجهد وتحسين القدرة .

الباب الأول

المقدمة

الفصل الخامس

الخاتمة والتوصيات

1.5 الخاتمة:

بعد ربط المكثفات على التوازي مع الشبكة الكهربائية بالمحطات التوزيعية وذلك في المحطات التي يكون بها انخفاض في الجهد ، عملت هذه المكثفات على رفع قيمة الجهد الكهربي وتقلبل القدرة غير الفعالة المسحوبة من المصدر مما ادت الى الحفاظ على توازن الشبكة وعدم تأثرها بتفاوت الاحمال من محطة الى اخرى .

2.5 التوصيات :

مكثفات التوازي عادة ما توصل بصورة دائمة ومركبة بالقرب من الاحمال الكبيرة ولكن مشكلة هذا النوع انه يحتاج لقواطع (Circuit Breaker) تتحمل الارتفاع في الجهد نتيجة عملية Switching كما انه في حالة انخفاض الجهد سيحدث انخفاض في القدرة غير الفعالة المولدة من هذه المكثفات وهذا عكس المطلوب .

من المقترح توصيل اجهزة حديثة تتدرج ضمن مجموعة Facts الحديثة مثل (اجهزة المعوضات الثابتة – Static VAR Compensators) حيث تتكون من Shunt Capacitor & Inductance موصلان على التوازي ، لكن الفرق انهما يوصلان معا في نفس الوقت ويمكن اجراء عمليات فصل وتوصيل لأي منهما وباي نسبة بواسطة ثايروسترات محكمة بدوائر تحكم .

المراجـــع (References) :

1. ASHFAQ HUSAIN "Electrical Power Systems",4th Revised edition 2006 – S.K.Jain for CBS Publisher & Distributors .

2. محمود جيلاني "هندسة القوى الكهربائية: دراسات في توليد ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية "، الطبعة الأولى–2016 م