

1-1 مقدمة :

تتكون منظومة القدرة الكهربائية من ثلاثة أجزاء رئيسية (توليد، نقل ، توزيع)، ومنظومة نقل القدرة الكهربائية تعمل على نقل الطاقة من مناطق الانتاج إلى مناطق الأحمال او التوزيع عبر خطوط النقل ، وتمثل هذه الأحمال مجموعة من الأجهزة المنزلية (أحمال سكنية) ، الآلات صناعية (أحمال صناعية) ، وتجارية وغيرها. وتعمل هذه الأحمال بتردد معين (50-60 هيرتز) وجهد معين (110-220 فولت) وعدد معين من الأطوار (طور واحد او ثلاثة أطوار). ويجب ان تكون الكمية الكلية من الطاقة المستهلكة من قبل الأحمال علي نظام الطاقة تساوي الكمية الكلية من الطاقة التي تنتجها المولدات وهي أقل من الطاقة المفقودة أثناء النقل ، ويجب التأكد من أن الجهد والتردد وكمية الطاقة التي تزود بها الأحمال مناسب مع المطلوب ، وهي واحدة من التحديات الكبرى لهندسة أنظمة الطاقة.

وهناك اعتبار آخر مع الأحمال هو كفاءة الطاقة بالإضافة إلى قضايا التحميل الزائد وقضايا تنظيم الجهد فضلا عن انحرافات مستمرة من نظام التردد وقضايا تنظيم التردد ، وتشمل هذه انخفاض الجهد ، الجهد الزائد ، الوميض العابر ، ارتفاع وتيرة الضجيج ، عدم توازن المرحلة وضعف معامل القدرة ، فمن الأفضل الحصول على التيار والجهد في تزامن أي يكون لكل منهما نفس الطور بشرط توافق الترددات المقررة مع الجهد والسعة ، حيث المشروع يحتوي على دراسة منظومة القدرة الكهربائية بصورة عامة من عملية التوليد وكذلك النقل ومن ثم التوزيع بأنواعه المختلفة لتغذية الأحمال المادية والحثية و السعوية والتي يعبر عنها في شكل أحمال صناعية وتجارية ومنزلية وأثر تغير هذه الأحمال خلال اليوم متمثلة في الليل والنهار كذلك خلال فصلي السنة (الشتاء –الصيف) على أداء منظومة القدرة الكهربائية من خلال التغير بالزيادة والنقصان علي شبكة من 14 من قضبان التجميع تحتوي على أحمال متغيرة وعمل مقارنة بين هذه القيم لإيجاد التغير.

وتم عمل نموذج شبكة من 14 من قضبان التجميع من خلال إدخال بياناتها الحقيقية والتغيير في قيم الأحمال ثم معرفة الأثر الناتج من تغير هذه القيم على منظومة القدرة الكهربائية .

2-1 مشكلة البحث :

تغير الأحمال وتأثيرها على أداء الشبكة الكهربائية يسبب مشاكل على معاملات منظومة القوى الكهربائية مثل التغير في الجهد في قضبان التجميع والتغير في التردد وكذلك زاوية الطور.

1-3 الهدف من البحث :

إن الهدف من البحث دراسة تغير الاحمال وتأثيرها على منظومة القدرة الكهربائية.

1-4 منهجية البحث :

يتم استخدام طريقة الدراسة بين نتائج القيم المختلفة ومعرفة مدى تأثير هذه الاحمال على أداء المنظومة عن طريق سريانالقدرة ومن ثم زيادة او نقصان جهد القضبان او إخراج بعض الاحمال من الشبكة ومن ثم عمل مقارنة بين النتائجالمختلفة .

1-5 أدوات تنفيذ البحث :

تم عمل نموذج لشبكة من 14 من قضبان التجميع(IEEE14Bus) باستخدام برنامج (ETAP), وذلك لمعرفة أثر تغير الاحمال على الجهود في قضبان التجميع وتوضيح سريان تدفق القدرة.

1-6 بنية البحث :

الفصل الأول : مقدمة

الفصل الثاني : منظومة القدرة الكهربائية

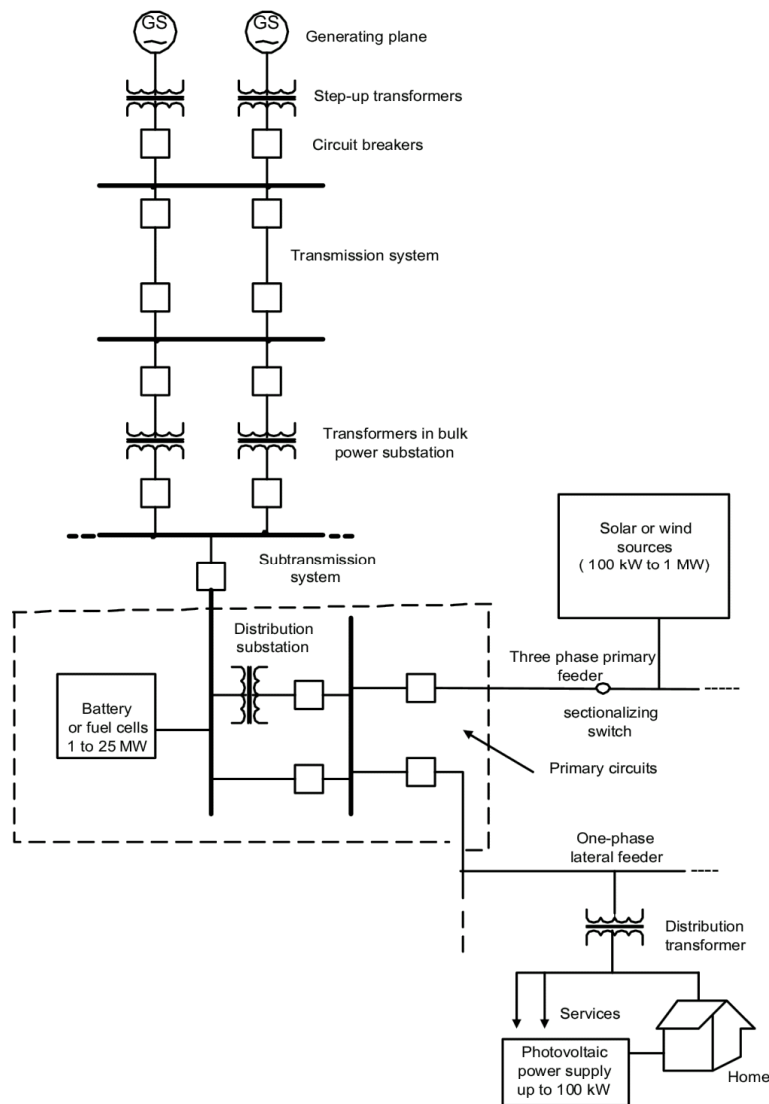
الفصل الثالث : تحليل سريان الحمل

الفصل الرابع : التصميم والتنفيذ

الفصل الخامس : الخلاصة والتوصيات

1-2 مقدمة:

أن منظومة القدرة الكهربائية تعتبر أكثر منظومة معقدة صنعها الإنسان وتتكون منظومة من ثلاثة أجزاء رئيسية هي التوليد وهو المسؤول عن توليد الطاقة الكهربائية من محطات التوليد المختلفة (المائية، الغازية، البخارية، الحرارية، الخ)، وكذلك تحتوي على منظومة النقل والتي تعمل على نقل القدرة الكهربائية من محطات التوليد الي مناطق الاستهلاك، وأخيرا " منظومة التوزيع وهي الأكثر تعقيدا" في منظومة القدرة ويقدر نصيبها أكثر من 50% من رأس المال الكلي الموضوع من منظومة القدرة، إن الغرض من إنشاء منظومة القدرة الكهربائية هو إمداد منظومة التوزيع الكهربائي بالقدرة الكهربائية اللازمة لخدمة المستهلك. و الشكل (1-2) يوضح منظومة القوي الكهربائية .



الشكل (1-2) منظومة القدرة الكهربائية

2-2 منظومة توليد القدرة الكهربائية: (GENERATION SYSTEM) :

هي الجزء المسئول عن إنتاج الطاقة الكهربائية في منظومة القوي حيث تقوم بتحويل الطاقة الحركية الدورانية إلى طاقة كهربائية.

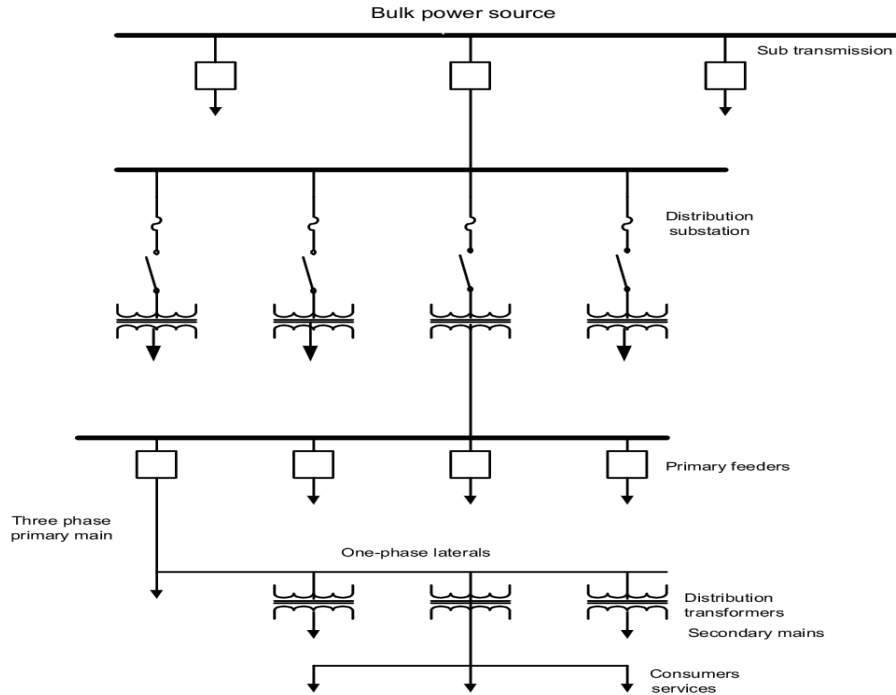
3-2 منظومة النقل للقدرة الكهربائية (TRANSMISSION SYSTEM) :

هي المسئولة عن نقل القدرة الكهربائية من مناطق التوليد الي مناطق الاستهلاك .

4-2 منظومة التوزيع للقدرة الكهربائية (DISTRIBUTION SYSTEM) :

يوضح الشكل (2-2) منظومة التوزيع وتنقسم إلى :

1. منظومة التوزيع الأولي: هي التي تنقل القدرة من المحطات الفرعية للتوزيع إلى محولات التوزيع.
2. منظومة التوزيع الثانوي: هي التي تنقل القدرة من محولات التوزيع إلى المستهلكين يجب معرفة أن نصيب منظمة التوزيع من إجمالي رأس المال لمنظومة ككل يبلغ أكثر من (50%) لذلك يجب العناية بمنظومة التوزيع من حيث التصميم والإنشاء والتشغيل والصيانة كما بالشكل (2-2).



الشكل (2-2) منظومة التوزيع

2-4-1 منظومة التوزيع تحتوي علي العناصر التالية:

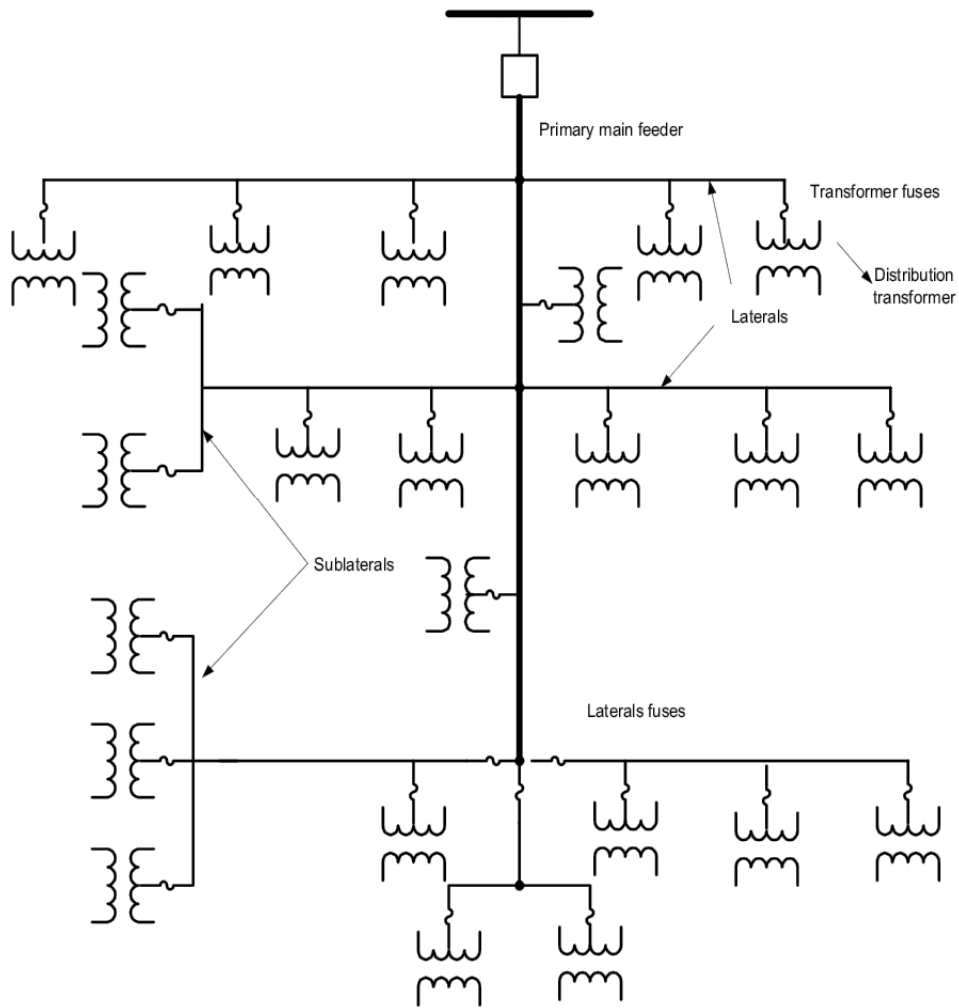
1. خطوط ما دون النقل : (SUBTRANSMISSION) تعمل علي جهود تتراوح بين , (245 KV) ويمكن استخدام كابلات أو خطوط هوائية ولكن بسبب تكلفة الكابلات وصعوبة صيانتها تفضل الخطوط الهوائية في النقل.
2. محطات فرعية للتوزيع : (DISTRIBUTION SUBSTATION) يتم تصميم محطات التوزيع علي الخبرات السابقة في تصميم المحطات حيث تتكون محطة التوزيع الفرعية من منظومة القياس ومنظومة الاتصالات منظومة نقل التيار المتردد المرنة ومنظومة الحماية ومناطق الحماية الرئيسية والحماية الاحتياطية ونظام التنسيق والاستقرار والحساسية والاقتصاد .
3. محول قدرة (POWER TRANSFORMER)
4. قواطع (CIRCUIT BREAKERS)
5. قضبان توزيع وعوازل (STATION BUSES AND INSULATORS)
6. محولات جهد و تيار (CURRENT & POTENTIAL TRANSFORMERS)
7. مانعات صواعق (LIGHTNING ARRESTER)
8. مرحلات حماية (PROTECTION RELAYS)
9. مجموعة من البطاريات (STATION BATTERIES)
10. نظام تأريض (EARTHING SYSTEM)
11. أجهزة قياس (MEASUREMENT INSTRUMENTS)
12. مصيدة خطوط (LINE TRAPS)
13. وبعض الأجهزة الأخرى
14. نظام المغذيات الأولية (PRIMARY DISTRIBUTION SYSTEM):
المغذيات الأولية هي جزء من منظومة التوزيع وتصل بين محطة التوزيع الفرعية ومحول التوزيع.

2-4-2 نظم التوزيع :

2-4-2-1 نظام نصف قطري أولي (RADIAL DISTRIBUTION SYSTEM) :

هو أبسط نظام توزيع وأكثره انتشارا في الاستخدام في منظومات التوزيع ويتكون من مجموعة من الدوائر المستقلة التي تخرج من محطة التوزيع ليغذي كل منها منطقة محددة وكل دائرة تتكون من المغذي الرئيسي والذي تتفرع منه فروع أخرى وهي التي تتصل بمحولات التوزيع وتتصل

هذه الفرعيات بالمغذي الرئيسي عن طريق المصهرات (FUSES) حتى لا يتسبب حدوث أي خطأ في الفرعيات إلى فصل المغذي الرئيسي بالكامل ويستخدم قاطع لاحتمال الخطأ في عمل الـ (FUSES) يجب توفير مصادر بديلة للتغذية للمناطق التي يجب ألا تنقطع الخدمة عنها مثل المستشفيات والمباني العسكرية وغيرها وذلك عن طريق خط احتياطي يتم التوصيل به عن طريق مفتاح تحويل (LOAD TRANSFER SWITCH) ، ومن عيوب هذا النظام قلة الموثوقية في استمرارية التغذية وإذا حدث خطأ في ما للمغذي الأولي يتم فصل الخدمة عن جميع المستهلكين وذلك قبل استخدام مفاتيح التحويل كما بالشكل (3-2).

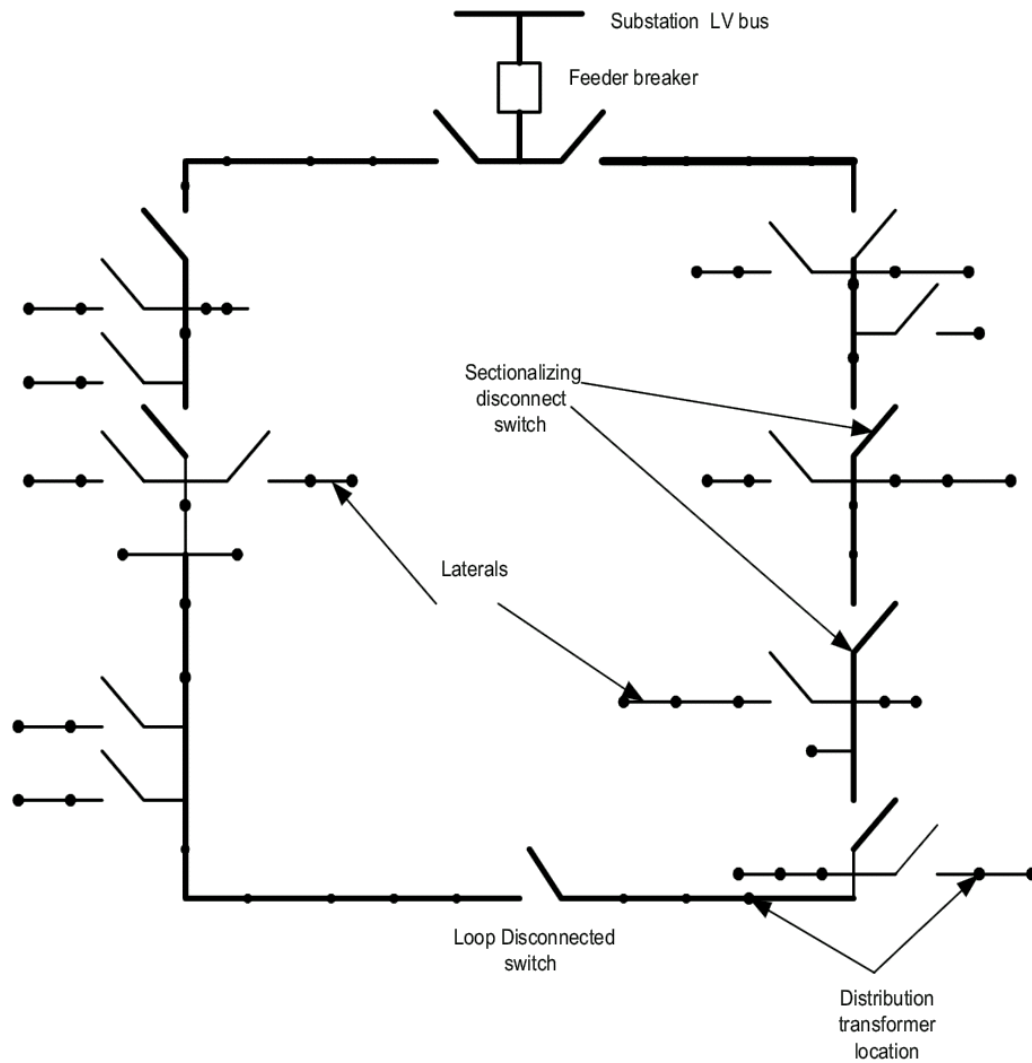


الشكل (3-2) نظام توزيع نصف قطري اولي

2-2-4 نظام حلقي أولي (LOOP TYPE PRIMARY FEEDER) :

في هذا النظام يكون للمغذي الرئيسي مساراً مغلقاً يبدأ من محطة التوزيع وينتهي فيها أي أن نهايتي الموزع تكونان داخل المحطة لذلك فإنه ينقسم إلى جزأين ويتم الربط بينهما عن طريق مفتاح الربط .

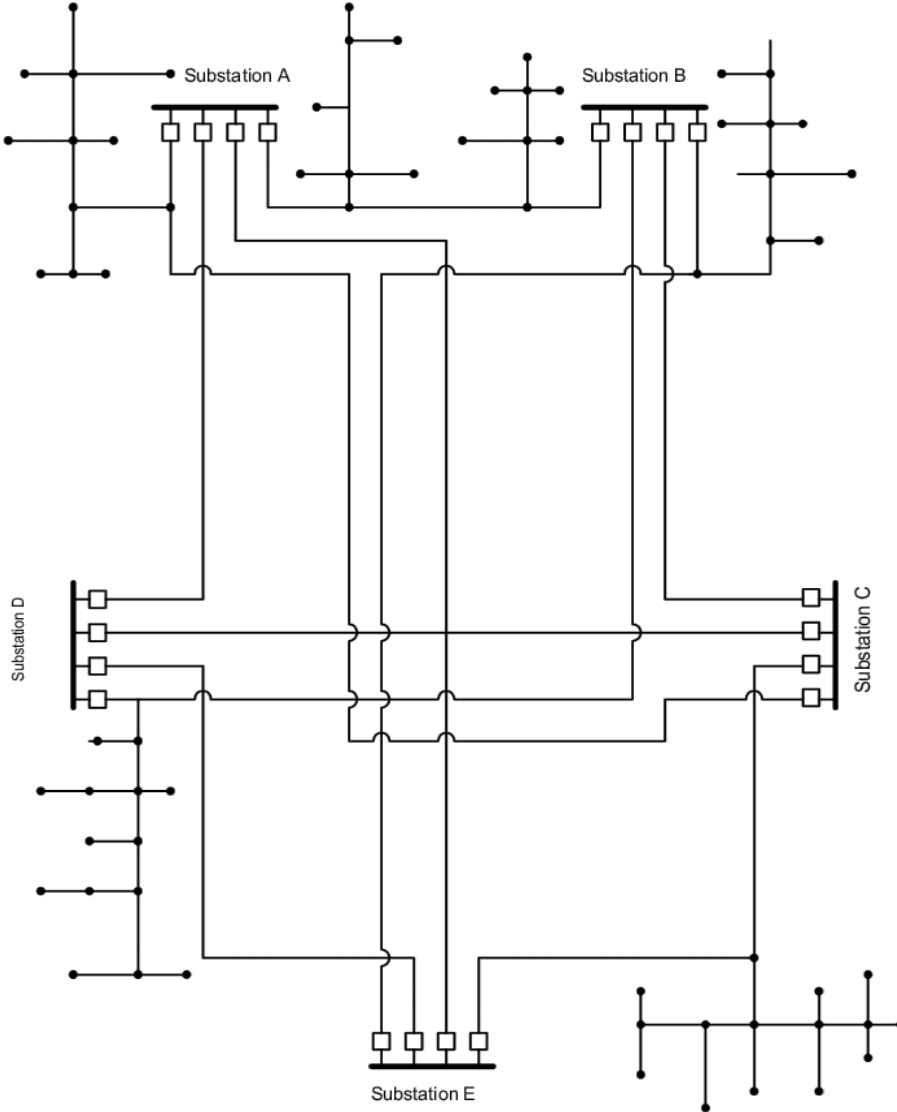
ويتكون هذا النظام من قاطع رئيسي يفتح آلياً في حالة وجود أي خطأ بأي جزء من أجزاء المغذي وفي حالة الخطأ يتم البحث عن مكان الخطأ وتغذية الأحمال بواسطة الجزء الآخر من المغذي لذلك تصميم هذا المغذي يجب أن يتحمل أحمال الجزأين معاً لذلك هذا النظام يمكنه تلاشي عيب النظام النصف قطري وضمان استمرارية الخدمة للمستهلكين ولكن من عيوبه التكلفة العالية كما بالشكل (4-2).



الشكل (4-2) نظام توزيع حلقي أولي

3-2-4-2 نظام شبكي أولي (PRIMARY NETORK) :

في هذا النظام يتم ربط أكثر من محطة فرعية ببعضها عن طريق مغذيات أولية ويكون لكل مغذى قاطع خاص به ويمكن تغذية الأحمال من جميع الاتجاهات. ويتميز هذا النظام بالموثوقية والمرونة العالية واستقرار الخدمة وقلة المفاقيد لذلك يتميز بالكفاءة الأعلى عن الأنظمة السابقة ولكن من عيوبه هي التكلفة الأعلى عن الأنظمة السابقة وصعوبة تصميم وتشغيل هذا النظام كما بالشكل (4-2).



الشكل (5-2) نظام توزيع شبكي اولي

2-5 نظم المغذيات الثانوية (SECONDARY DISTRIBUTION SYSTEM) :

نظم التوزيع الثانوية هي التي تقوم بنقل القدرة من نظام التوزيع الأولى إلى المستهلكين ويجب اختيار مكان محولات التوزيع بحيث تكون قريبة من مراكز الأحمال وكذلك مراعاة الهبوط في الجهد. فتتكون منظومة التوزيع الثانوي من محول خفض الجهد ومغذيات من المحول الأولى إلى المستهلك.

أنواع نظم التوزيع الثانوية:

1. نظام ثانوي يغذى حمل واحد ويستخدم محول واحد.
2. نظام نصف قطري ثانوي (يغذى مجموعة من الأحمال عن طريق محول).
3. نظام تجميعي ثانوي (يغذى مجموعة من المحولات من مغذي واحد)
4. نظام شبكي ثانوي.

تحليل سريان الحمل

1-3 مقدمة :

تعتبر دراسة توزيع أو تدفق الأحمال من أهم الدراسات التي تجري علي أنظمة القوي الكهربائية حيث تستخدم هذه النتائج في تحديد أفضل حالات تشغيل النظام الي جانب التخطيط للتوسعات المستقبلية في النظام , بل ربما تكون هي الأكثر شيوعاً في جميع حسابات النظام و الشبكات الكهربائية حيث تظهر وتوضح أداء الشبكة في ظروف التشغيل العادية .

وعادة تجري هذه الدراسة للتحقق من حساب قيم الجهد الكهربائي وزاوية الطور عند قضبان التوزيع الي جانب حساب تدفقات القدرة الفعالة والقدرة غير الفعالة المتولدة و المستهلكة في عناصر الشبكة او النظام , كما أن نتائج هذه الدراسة تحتل أهمية كبرى في دراسة استقرار نظم القدرة الكهربائية (Power System Stability) والاتزان و تحديد أفضل تشغيل اقتصادي للنظم و الشبكات القائمة , إضافة إلي ذلك تكون هذه الدراسات قيمة جداً في وضع واختيار الأجهزة في حماية نظم القدرة الكهربائية (Power System Protection) المناسبة لضمان التشغيل الآمن لهذه الأنظمة (Power System Security) .

2-3 دراسة تدفق الأحمال :

البيانات المطلوبة:

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

المطلوب إيجاده :

- ❖ القدرة الخارجة من كل مولد (S) .
- ❖ الجهد الكهربائي عن قضبان التوزيع قيمة و اتجاهها $v = v$.
- ❖ مقدار تدفق القدرة المنقولة علي كل خط من خطوط النقل P_{flow} .

3-3 تصنيف قضبان التوزيع : Bus Classification

توصف قضبان التوزيع في أنظمة القوي الكهربائية بأربعة متغيرات هي :

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

وعادة أثناء تشغيل النظم يكون معلوماً لدى مشغلي النظام متغيرين من هذه المتغيرات الأربعة بينما يكون الأخران مجهولين ومطلوب حسابهما , وعموماً يمكن تصنيف قضبان التوزيع علي النحو التالي :-

1.القضيب الأساسي أو المرجعي Slack or Swing Bus :

ويعرف هذا أيضاً باسم المصدر المرجعي حيث يتم تحديد حجم الجهد V وزاوية الطور ويتم اختيار هذا المصدر لتوفير طاقة حقيقية وتفاعلية إضافية لإمداد خسائر النقل لأن هذه غير معروفة حتى يتم الحصول على الحل النهائي إذا لم يتم تحديد مصدر ثابت الجهد، فسيتم استخدام مصدر المولد (عادةً بأقصى طاقة حقيقية (P) باعتباره مصدر ثابت الجهد) يمكن أن يكون هناك أكثر من ثابت جهد واحد.

2. قضيب التوليد : Generator Bus :

ويسمى أيضاً ب-P-V bus ، مع تحديد قيمة الجهد V والطاقة الفعلية P .

3. قضيب الحمل Load Bus :

ويسمى أيضاً مصدر P-Q وهنا تكون الطاقة الفعلية P والطاقة التفاعلية Q محددتان. ويكون هذا النوع غير متصل بأي مولد حيث لا يمكن التحكم في جهده او القدرة المأخوذة منه , بينما يقوم الحمل المتصل به بتغيير قيم كل من القدرة الفعالة و الغير فعالة بطريقة عشوائية , ولحل مشكلة تدفق الأحمال يجب أن تفرض قيم كل من P , Q عند هذا النوع من قضبان التوزيع علي حسب الحمل المتصل به .

3-4 الطرق الرياضية المستخدمة في دراسة توزيع أو تدفق الأحمال :

نستخدم احدي الطريقتين في صياغة الحل الرياضي والحسابات لهذه الدراسة وهما :-

1. طريقة جاوس Gauss – Seidel Method

2. طريقة نيوتن Newton – Raphson Method

وتعتبر كل من هاتين الطريقتين من الطرق العددية التكرارية في حل دراسة التدفق و التي تستخدم نموذج رياضي للنظام يتم صياغته بناء علي تركيب النظام.

3-4-1 التقية التكرارية :

هذه الطريقة التكرارية كانت شائعة جداً في الأيام الأولى لتحليل تدفق الطاقة الرقمي المستند إلى الكمبيوتر. تهيمن طريقة نيوتن - رافسون (N-R) الأكثر قوة على هذا الحقل اليوم . ولا تزال طريقة Gauss Seidel تستخدم لأنظمة الطاقة الصغيرة حيث تكون بساطة البرنامج أكثر أهمية من تكاليف الحوسبة، وفي كثير من الحالات، يتم استخدامها في الأنظمة واسعة النطاق للحصول على "حل أولي" لبرنامج نيوتن - رافسون .

3-4-2 طريقة نيوتن-رافسون:

بسبب تقاربها التربيعي، طريقة نيوتن رياضياً متفوقة على طريقة Gauss Seidel وأقل عرضة لمشاكل التشعب. بالنسبة لأنظمة الطاقة الكبيرة، فإن طريقة نيوتن-رافسون أكثر كفاءة وعملية. عدد التكرارات المطلوبة للحصول على حل لا صلة له بحجم النظام، ولكن يتطلب الأمر مراجعة الدوال في كل تكرار
فإن:

$$I_i = \sum_{j=1}^n Y_{ij} V_j \quad \dots\dots\dots(1-3)$$

في المعادلة أعلاه Z تمثل المصدر I ويمكن عرضها قطبياً كما يلي:

$$I_i = \sum_{j=1}^n |Y_{ij}| |V_j| \angle \theta_{ij} + \delta_j \quad \dots\dots\dots(2-3)$$

الطاقة المعقدة في المصدر I هي :

$$P_i - jQ_i = V_i^* I_i \quad \dots\dots\dots(3-3)$$

ومن ثم:

$$P_i - jQ_i = |V_i| \angle - \delta_i \sum_{j=1}^n |Y_{ij}| |V_j| \angle \theta_{ij} + \delta_j \quad \dots\dots\dots(4-3)$$

وبفصل الجزأين الحقيقي والتخيلي:

$$P_i = \sum_{j=1}^n |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad \dots\dots\dots(5-3)$$

$$Q_i = - \sum_{j=1}^n |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad \dots\dots\dots(6-3)$$

$$\begin{bmatrix} \Delta P^{(K)}_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \frac{\Delta P^{(K)}_n}{\Delta Q^{(K)}_2} \\ \vdots \\ \vdots \\ \Delta Q^{(K)}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P^{(K)}_2}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial P^{(K)}_2}{\partial \delta_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial P^{(K)}_n}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial P^{(K)}_n}{\partial \delta_n} \\ \frac{\partial Q^{(K)}_2}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial Q^{(K)}_2}{\partial \delta_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial Q^{(K)}_n}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial Q^{(K)}_n}{\partial \delta_n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial P^{(K)}_2}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial P^{(K)}_2}{\partial |V_n|} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial P^{(K)}_n}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial P^{(K)}_n}{\partial |V_n|} \\ \frac{\partial Q^{(K)}_2}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial Q^{(K)}_2}{\partial |V_n|} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial Q^{(K)}_n}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial Q^{(K)}_n}{\partial |V_n|} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta^{(K)}_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \frac{\Delta \delta^{(K)}_n}{\Delta |V^{(K)}_2|} \\ \vdots \\ \vdots \\ \Delta |V^{(K)}_n| \end{bmatrix}$$

ويمكن اختصارها كما يلي:

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix}$$

العناصر القطرية واللاقطرية لـ J_1 هي:

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_i} = \sum_{j \neq i} |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad \dots\dots\dots(7-3)$$

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_j} = -|V_i| |V_j| |Y_{ij}| \sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad j \neq i \quad \dots\dots\dots(8-3)$$

العناصر القطرية واللاقطرية لـ J_2 هي:

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_i|} = 2|V_i| |Y_{ii}| \cos \theta_{ii} + \sum_{j \neq i} |V_j| |Y_{ij}| \cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad \dots\dots\dots(9-3)$$

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_j|} = |V_i| |Y_{ij}| \cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad j \neq i \quad \dots\dots\dots(10-3)$$

العناصر القطرية واللاقطرية لـ J_3 هي:

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_i} = \sum_{j \neq i} |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad \dots\dots\dots(11-3)$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_j} = -|V_i| |V_j| |Y_{ij}| \cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad \dots\dots\dots(12-3)$$

العناصر القطرية واللاقطرية لـ J_4 هي:

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_i|} = -2|V_i| |Y_{ii}| \sin \theta_{ii} - \sum_{j \neq i} |V_j| |Y_{ij}| \sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad \dots\dots\dots(13-3)$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_j|} = -|V_i| |Y_{ij}| \sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad j \neq i \quad \dots\dots\dots(14-3)$$

الطاقة المتبقية:

$$\Delta P^{(K)}_i = P^{sch}_i - P^{(K)}_i \quad \dots\dots\dots(15-3)$$

$$\Delta Q^{(K)}_i = Q^{sch}_i - Q^{(K)}_i \quad \dots\dots\dots(16-3)$$

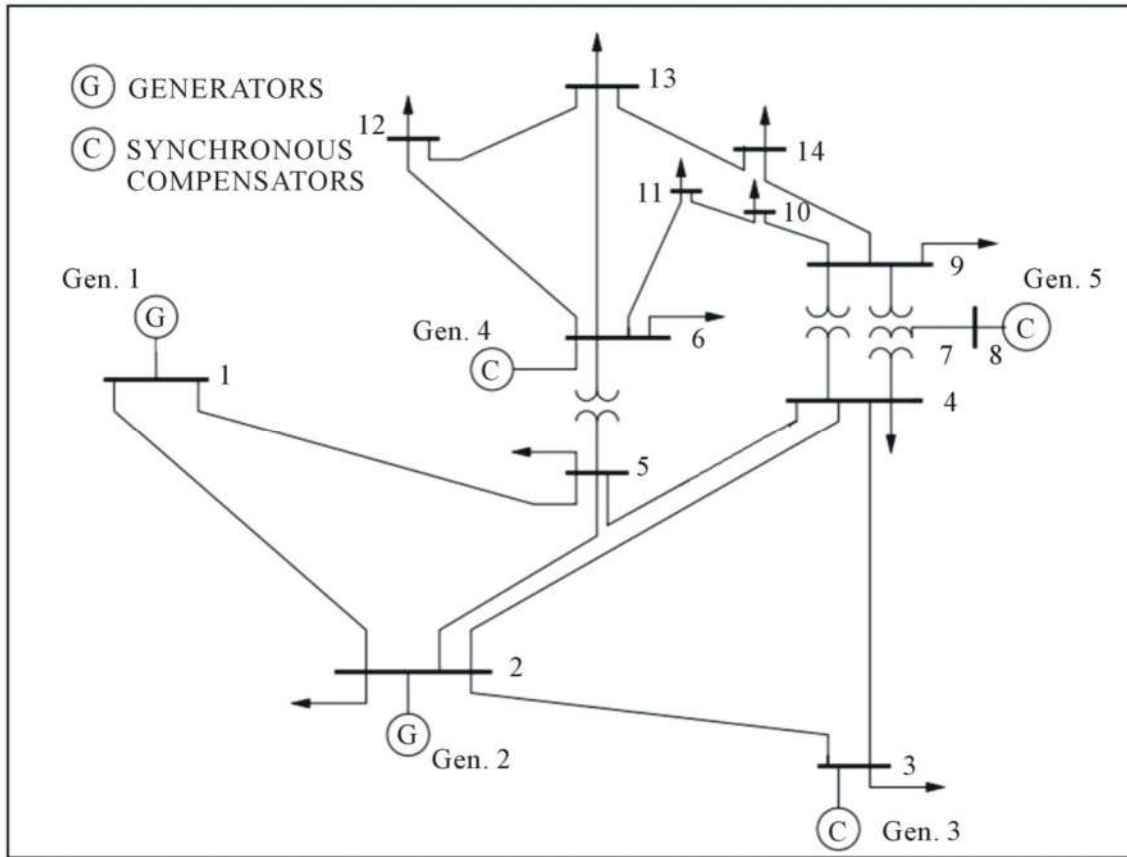
التقديرات الجديدة لجهد المصدر:

$$\delta^{(K+1)}_i = V^{(K)}_i + \Delta V^{(K)}_i \quad \dots\dots\dots(17-3)$$

$$|V^{(K+1)}_i| = |V^{(K)}_i| + \Delta |V^{(K)}_i| \quad \dots\dots\dots(18-3)$$

1-4 مقدمة :

في هذا الفصل تم تصميم و تنفيذ شبكة (IEEE-14Bus) الموضحة بالشكل(1-4)تم استخدام برنامج (ETAP) لتحليل اداء الشبكة تحت تغيير الاحمال في ثلاث حالات وتم عمل دراسة مقارنة بين الحالات الثلاثة مع الحالة الطبيعية يوضح الجدول(1-4) بيانات قصبان التجميع و(2-4)خطوط النقل.



الشكل(1-4): شبكة 14 قصبان تجميع

الجدول (1-4) بيانات قصبان التجميع

| Bus No | Bus Code | Voltage Mag. | Angle Degree |load..... | |Generator..... | | | | Static Mvar |
|--------|----------|--------------|--------------|----------------|------|---------------------|-------|-----------|-----------|-------------|
| | | | | MW | Mvar | Mw | Mvar | Q_{min} | Q_{max} | |
| 1 | 1 | 1.06 | 0 | 0 | 0 | 232.4 | -16.9 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 2 | 1.045 | 0 | 21.7 | 12.7 | 40 | 42.4 | -40 | 50 | 0 |
| 3 | 2 | 1.01 | 0 | 94.2 | 19 | 0 | 23.4 | 0 | 40 | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 47.8 | -3.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 7.6 | 1.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 2 | 1.07 | 0 | 11.2 | 7.5 | 0 | 12.2 | -6 | 24 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 2 | 1.09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17.4 | -6 | 24 | 0 |
| 9 | 0 | 1 | 0 | 29.5 | 16.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| 10 | 0 | 1 | 0 | 9 | 5.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 1 | 0 | 3.5 | 1.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 1 | 0 | 6.1 | 1.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 1 | 0 | 13.5 | 5.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 1 | 0 | 14.9 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0J |

جدول (2-4) بيانات خطوط النقل

| Bus Nl | Bus Nr | X P.u | R P.u | ½ B P.u | >1 or<1 tr. |
|-----------|-----------|----------|----------|------------|-------------|
| 1 | 2 | 0.05917 | 0.01938 | 0.0264 | 1 |
| 2 | 3 | 0.19797 | 0.04699 | 0.0219 | 1 |
| 2 | 4 | 0.17632 | 0.05811 | 0.0170 | 1 |
| 1 | 5 | 0.22304 | 0.05403 | 0.0246 | 1 |
| 2 | 5 | 0.17388 | 0.05695 | 0.0173 | 1 |
| 3 | 4 | 0.17103 | 0.06701 | 0.0064 | 1 |
| 4 | 5 | 0.04211 | 0.01335 | 0.0 | 1 |
| 5 | 6 | 0.25202 | 0.0 | 0.0 | 0.932 |
| 4 | 7 | 0.20912 | 0.0 | 0.0 | 0.978 |
| 7 | 8 | 0.17615 | 0.0 | 0.0 | 1 |
| 4 | 9 | 0.55618 | 0.0 | 0.0 | 0.969 |
| 7 | 9 | 0.11001 | 0.0 | 0.0 | 1 |
| 9 | 10 | 0.08450 | 0.03181 | 0.0 | 1 |
| 6 | 11 | 0.19890 | 0.09498 | 0.0 | 1 |
| 6 | 12 | 0.25581 | 0.12291 | 0.0 | 1 |
| 6 | 13 | 0.13027 | 0.06615 | 0.0 | 1 |
| 9 | 14 | 0.27038 | 0.12711 | 0.0 | 1 |
| 10 | 11 | 0.19207 | 0.08205 | 0.0 | 1 |
| 12 | 13 | 0.19988 | 0.22092 | 0.0 | 1 |
| 13 | 14 | 0.34802 | 0.17093 | 0.0 | 1 |

قيم الفولتية و زاوية الطور وقدرة الأحمال المتحصل عليها لحاله التشغيل الطبيعية لشبكة IEEE-14BUS كما بالجدول (3-4) .

الجدول (3-4) حالة التشغيل الطبيعية IEEE-14BUS

| Number of Load | Load (100%) MVA | Voltage before increase KV | Phase angle before increase θ |
|----------------|-----------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Load 1 | - | 1.06 | 0 |
| Load 2 | 25.143 | 1.04 | -5 |
| Load 3 | 96.097 | 1.01 | -12.7 |
| Load 4 | 47.959 | 1.02 | -10.3 |
| Load 5 | 7.767 | 1.02 | -8.8 |
| Load 6 | 13.479 | 1.07 | -14.2 |
| Load 7 | - | 1.06 | -13.4 |
| Load 8 | - | 1.06 | -13.4 |
| Load 9 | 33.85 | 1.06 | -14.9 |
| Load 10 | 10.707 | 1.051 | -15.1 |
| Load 11 | 3.936 | 1.06 | -14.8 |
| Load 12 | 6.306 | 1.06 | -15.1 |
| Load 13 | 13.693 | 1.05 | -15.2 |
| Load 14 | 15.717 | 1.03 | -16 |

2-4 حالات التنفيذ:

1-2-4 الحالة الاولى :

في هذه الحالة تم زيادة جميع الأحمال في الشبكة بنسبة ثابتة 30% والجدول (4-4) يوضح الحالة الاولى.

جدول (4-4) الحالة الاولى

| Number of busbar | Load (100%+30%) MVA | Voltage after increase KV | Phase angle after increase θ |
|------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| <i>Bus 1</i> | - | 1.06 | - |
| <i>Bus 2</i> | 32.6859 | 1.03 | -6.9 |
| <i>Bus 3</i> | 125.7991 | .98 | -17.6 |
| <i>Bus 4</i> | 62.3467 | 1 | -14.1 |
| <i>Bus 5</i> | 10.0971 | 1 | -12 |
| <i>Bus 6</i> | 17.5227 | 1.04 | -19.5 |
| <i>Bus 7</i> | - | 1.03 | -18.3 |
| <i>Bus 8</i> | - | 1.03 | -18.3 |
| <i>Bus 9</i> | 44.005 | 1.01 | -20.4 |
| <i>Bus 10</i> | 13.9191 | 1.01 | -20.7 |
| <i>Bus 11</i> | 5.744 | 1.02 | -20.3 |
| <i>Bus 12</i> | 8.1978 | 1.02 | -20.7 |
| <i>Bus 13</i> | 19.1009 | 1.01 | -20.8 |
| <i>Bus 14</i> | 19.5321 | 1 | -22 |

نتائج تنفيذ الحالة:

من الجدول (4-4) يقل فرق الجهد في قضبان التجميع مع زيادة زاوية الطور .

2-2-4 الحالة الثانية :

في هذه الحالة تم نقصان جميع الأحمال في الشبكة بنسبة ثابتة 30% و الجدول (5-4) يوضح الحالة الثانية .

جدول (5-4) الحالة الثانية

| Number of bus bar | Load (100%-30%) MVA | Voltage after decrease KV | Phase angle after decrease θ |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------|---|
| Bus 1 | - | 1.06 | 0 |
| Bus 2 | 17.6001 | 1.05 | -3 |
| Bus 3 | 67.2679 | 1.01 | -8.2 |
| Bus 4 | 33.5713 | 1.03 | -6.8 |
| Bus 5 | 5.4369 | 1.03 | -5.7 |
| Bus 6 | 9.4354 | 1.07 | -9.4 |
| Bus 7 | - | 1.07 | -8.9 |
| Bus 8 | - | 1.06 | -8.9 |
| Bus 9 | 23.695 | 1.07 | -10.1 |
| Bus 10 | 7.4949 | 1.06 | -10.1 |
| Bus 11 | 2.128 | 1.07 | -9.9 |
| Bus 12 | 4.4142 | 1.06 | -10 |
| Bus 13 | 10.2851 | 1.06 | -10.1 |
| Bus 14 | 11.909 | 1.05 | -10.4 |

نتائج تنفيذ الحالة الثانية:

من الجدول (5-4) يزيد فرق الجهد في قضبان التجميع مع نقصان زاوية الطور .

3-2-4 الحالة الثالثة:

في هذه الحالة تم فقدان بعض الأحمال بجعل قيمتها تساوي صفر ويوضح الجدول (6-4) الحالة الثالثة.

جدول (6-4) الحالة الثالثة

| Number of busbar | Voltage before change K V | Voltage after change K V | Phase angle before change | Phase angle after change |
|------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Bus1 | 1.06 | 1.06 | 0 | 0 |
| Bus2 | 1.045 | 1.05 | -5 | -1.3 |
| Bus3 | 1.011 | 1.04 | -12.7 | -2.7 |
| Bus4 | 1.019 | 1.03 | -10.3 | -3.8 |
| Bus5 | 1.02 | 1.03 | -8.8 | -3.6 |
| Bus6 | 1.07 | 1.07 | -14.2 | -8.5 |
| Bus7 | 1.062 | 1.07 | -13.4 | -7.1 |
| Bus8 | 1.062 | 1.07 | -13.4 | -7.1 |
| Bus9 | 1.056 | 1.06 | -14.9 | -8.8 |
| Bus10 | 1.051 | 1.06 | -15.1 | -9 |
| Bus11 | 1.057 | 1.09 | -14.8 | -8.9 |
| Bus12 | 1.051 | 1.06 | -15.1 | -9.3 |
| Bus13 | 1.05 | 1.05153 | -15.2 | -9.4 |
| Bus14 | 1.036 | 1.04 | -16 | -10 |

نتائج تنفيذ الحالة الثالثة:

من الجدول (6-4) يزيد فرق الجهد في قضبان التجميع مع نقصان زاوية الطور .

3-4 مقارنة الحالات الثلاثة:

بعد تنفيذ الحالات الثلاثة السابقة تم القيام بعمل مقارنة بين قيم الفولتية و زاوية الطور بين الحالات الثلاثة مع الحالة الطبيعية و الجدول (7-4) يوضح المقارنة.

جدول (7-4) نتائج المقارنة

| حالة التشغيل الطبيعية | | حالة زيادة 30% | | حالة النقصان 30% | | حالة الفقد | |
|-----------------------|-------------|----------------|-------------|------------------|-------------|------------|-------------|
| Voltage | Phase angle | voltage | Phase angle | Voltage | Phase angle | Voltage | Phase angle |
| 1.06 | 0 | 1.06 | 0 | 1.06 | 0 | 1.06 | 0 |
| 1.04 | -5 | 1.03 | -6.9 | 1.05 | -3 | 1.05 | -1.3 |
| 1.01 | -12.7 | 0.98 | -17.6 | 1.01 | -8.2 | 1.04 | -2.7 |
| 1.02 | -10.3 | 0.99 | -14.1 | 1.03 | -6.8 | 1.03 | -3.8 |
| 1.02 | -8.8 | 1.04 | -12 | 1.03 | -5.7 | 1.03 | -3.6 |
| 1.07 | -14.2 | 1.03 | -19.5 | 1.07 | -9.4 | 1.07 | -8.5 |
| 1.06 | -13.4 | 1.03 | -18.3 | 1.07 | -8.9 | 1.07 | -7.1 |
| 1.06 | -13.4 | 1.03 | -18.3 | 1.07 | 8.9 | 1.06 | -7.1 |
| 1.06 | -14.9 | 1.01 | -20.4 | 1.07 | -10.1 | 1.06 | -8.8 |
| 1.05 | -15.1 | 1.01 | -20.7 | 1.06 | -10.1 | 1.06 | -9 |
| 1.06 | -14.8 | 1.02 | -20.3 | 1.07 | -9.9 | 1.06 | -8.9 |
| 1.06 | -15.1 | 1.02 | -20.7 | 1.06 | -10 | 1.06 | -9.3 |
| 1.05 | -15.2 | 1.01 | -20.8 | 1.06 | -10.1 | 1.05 | -9.4 |
| 1.04 | -16 | .99 | -22 | 1.05 | -10.4 | 1.04 | -10 |

نتائج المناقشة :

تغير الأحمال علي الشبكة يؤدي الي تغير فرق الجهد في قضبان التجميع بالزيادة او النقصان , و كذلك زاوية الطور تتأثر بتغير الأحمال بالزيادة و النقصان , والجدول (4-7) يوضح نتائج المقارنة .

1-5 الخلاصة :

تم عمل دراسة علي شبكة (data sheet IEEE14 bus bar) وتم تغيير الأحمال بالزيادة والنقصان بنسبة 30% أو فقد بعض الأحمال ومقارنتها مع حالة التشغيل الطبيعية . تم التوصل إلى أنه تبعاً لهذا التغيير يكون هنالك تغيير في قيمة الجهد عند كل قضبان التجميع بالزيادة أو النقصان وكذلك تغيير في زاوية في زاوية الطور بالزيادة أو النقصان .

2-5 التوصيات والمقترحات :

- 1- ترشيد استهلاك الكهرباء بالطريقة المثلى بالنسبة للمستهلك .
- 2- الدراسة المستقبلية لعملية زيادة الأحمال وعمل زيادة في التوليد لسد هذه الزيادة.
- 3- إضافة بعض المحطات الاحتياطية لمجابهة زيادة الأحمال بحيث يتم إدخالها في اوقات الذروة.
- 4- البحث والدراسة المستمرة في عملية تغير الأحمال وذلك لأن أكثر مشاكل الشبكة ناتجة عن تغيير هذه الأحمال .

3-5 المراجع:

- 1- أسر علي ذكي ود/أحمد حلمي راشد (نظم التوزيع وتنظيم الجهد) ،دار النشر منشاة المعارف بالإسكندرية سنة النشر 1984.
- 2- محمد علام (التحليل المتقدم لنظم القدرة الكهربائية) ،دار الراتب الجامعية بيروت لبنان .
- 3- Hadisadat "power system analysis" McGraw-Hill, Milwaukee school of engineering, New York, 1999.