

دراسة تأثير دارات القصر على الاستقرار العابر في المنظومة الكهربائية السورية باستخدام البرنامج PSS/E

الدكتور حسان السويدان*

الملخص

إحدى التحديات التي تواجه تشغيل نظم القدرة الكهربائية الكبيرة وشبكات الارتباط هي مسألة ضمان بقاء المولدات في حالة تزامن مع بعضها بعضاً بعد حدوث اضطرابات كبيرة مثل دارات القصر على خطوط النقل وقضبان التجميع وما يرافق ذلك من عمل لنظم الحماية.

حُل في هذا البحث أثر دارات القصر ومدة بقائها على استقرار المنظومة الكهربائية السورية عن طريق التمثيل الديناميكي للأعطال ثلاثية الطور على محطات التحويل مع تغيير أزمدة الفصل الحدية للأعطال على هذه المحطات.

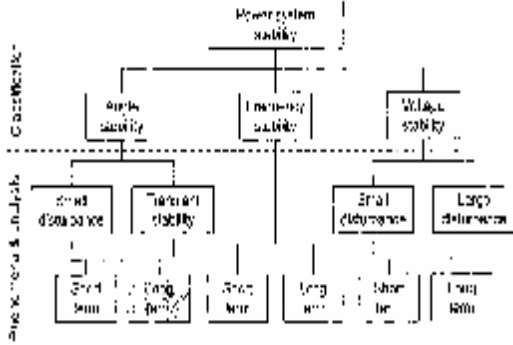
فضلاً عن ذلك حُدثت أزمدة الفصل الحدية للأعطال على شبكة الـ 230kV و 400kV وقضبان التجميع لمحطات التحويل وأثر الحماية المسافية لخطوط النقل والحماية التفاضلية لقضبان التجميع في المحافظة على استقرار المنظومة الكهربائية السورية.

الكلمات المفتاحية: دارات القصر، الاستقرار العابر، زمن الفصل الحدي، خطوط النقل، الحماية المسافية، حماية قضبان التجميع.

* أستاذ مساعد في قسم هندسة الطاقة الكهربائية - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة دمشق

1- مقدمة

في هذه الحالة تتحصر مسألة الاستقرار بشكل رئيسي في المولدات التي يحدث عندها تأرجح في الاستطاعة والتردد نتيجة لضياح التزامن.



الشكل (1) تصنيف IEEE- CIGRE لاستقرار نظم القدرة الكهربائية

تعدّ دراسات الاستقرار جزءاً أساسياً من دراسات التخطيط طويلة الأمد لنظم القدرة الكهربائية خاصة أنه مع توسع شبكات الارتباط وامتدادها على مناطق جغرافية واسعة أصبح من الصعب المحافظة على التزامن بين مختلف الأجزاء للمنظومة الكهربائية.

ويقسم الاستقرار المتعلق بزوايا الدوائر إلى ثلاثة نماذج: الاستقرار الساكن و الديناميكي و العابر [9].

بعد حدوث اضطراب مفاجئ على نظام القدرة الكهربائية تتعرض كل من سرعة دوائر المولدات والوضع الزاوي لها والاستطاعة المنقولة إلى تغيرات سريعة يرتبط مقدارها وحجمها بحجم الاضطراب الحاصل.

عند الاضطرابات الكبيرة فإن فروقات زوايا الدوائر للمولدات قد تكون من الكبر بحيث تؤدي إلى خروج الآلات التزامنية عن التزامن، ويعرف هذا النوع من الاستقرار بالاستقرار العابر وهو ظاهرة سريعة تحدث خلال 1sec للمولد القريب من مكان الاضطراب.

تعدّ مسألة فهم السلوك الديناميكي لنظام القدرة الكهربائية على درجة بالغة من الأهمية خاصة أن الهدف الأساسي لمشغلي نظم القدرة الكهربائية وبغض النظر عن السياسات الاقتصادية التي تعمل فيها هذه النظم هو ضمان عمل النظام بصورة آمنة، وبمعنى آخر بقاء النظام مستقراً حتى في حال حدوث أعطال طارئة غير متوقعة، كما هو الحال عند فصل الخطوط أو المولدات الكهربائية.

ووفقاً لتعريف IEEE - CIGRE فإن الاستقرار هو قدرة النظام على العودة إلى شروط التشغيل الطبيعية بعد تعرضه لاضطراب ما. ويقصد بالطبيعية هنا نقطة عمل متوازنة تكون فيها محددات النظام الرئيسية (توتر، زوايا، تردد) ضمن مجالات مقبولة كما هي موضوعة من قبل مشغلي النظام بحيث تبقى بشكل عام طوبوغرافية الشبكة سليمة دون أن يؤدي تفعيل تجهيزات الحماية والتحكم عند حدوث الاضطراب إلى فقدان الأجزاء الرئيسية من النظام أو تجزئة الشبكة إلى جزر وهو الإجراء المتبع عادة لتجنب حدوث الانهيار الكامل للنظام. ويبيّن الشكل (1) تصنيف IEEE-CIGRE لاستقرار نظم القدرة الكهربائية، ويلاحظ تصنيف استقرار النظام بدلالة محدداته الرئيسية: زوايا الدوائر للمولدات، توتر وتردد النظام [1].

وسيتّم التركيز على الاستقرار المتعلق بزوايا الدوائر ونقصد به قدرة الآلات التزامنية على البقاء في حالة التزامن بعد حدوث اضطرابات كبيرة قاسية أو صغيرة مع القدرة على الحفاظ أو استعادة التوازن بين العزم الكهرومغناطيسي و العزم الميكانيكي عند كل آلة تزامنية في نظام القدرة الكهربائية.

الكهربائية من المولدات و دارات التهييج ومنظمات السرعة التابعة لها، فضلاً عن الشبكة الكهربائية والأحمال.

سيتم اعتماد مجموعة من المعادلات التفاضلية والجبرية يتم حلها عددياً للحصول على شروط النظام في كل لحظة زمنية، وسيتم مراقبة كميات مهمة مختلفة مثل زوايا الدائر الرئيسية، والتوترات عند قضبان التجميع الرئيسية، وجريان الاستطاعة في خطوط النقل الحرجة.

ويستخدم سلوك هذه المتحولات عندئذٍ للحكم على الاستقرار العابر أو عدمه ويفترض دائماً أن النظام في حالة ساكنة مستقرة لحظة حدوث الاضطراب، و بالنتيجة وباستخدام حلول جريان الحمولة يتم حساب جميع متحولات الحالة الخاصة بالمعادلات التفاضلية.

وبعد الحصول على هذه المتحولات يتم تمثيل الاضطرابات، وتحدث على نظام القدرة الكهربائية أنواع مختلفة من الاضطرابات إلا أنه سيتم هنا التركيز على الأعطال الثلاثية الطور على خطوط النقل 230kV، وكذلك الأعطال ثلاثية الطور على قضبان التجميع 400kV و 230kV. يؤدي الاضطراب إلى تباين بين استطاعة الدخل الميكانيكية للمولدات واستطاعة الخرج الكهربائية لها مما يؤدي إلى تغيير نقطة العمل المستقرة وتتغير قيم المتحولات في المعادلة الجبرية والتفاضلية الواصفة للنظام.

ويتم تعقب تغيير السلوك عن طريق التكامل العددي للمعادلات التفاضلية والجبرية وتراقب قيم متحولات الحالة مع الزمن فضلاً عن قيم المتحولات الأخرى وذلك لتحديد سلوك النظام.

في هذه الدراسة سيتم اعتماد التمثيل المبسط لنظام القدرة الكهربائية الذي يعرف بالنموذج الكلاسيكي،

في دراسات الاستقرار جميعها لا بد من تحديد أثر دارات القصر في الاستقرار العابر والتي تعدُّ أشد أنواع الاضطرابات التي يمكن أن تحدث في نظام القدرة.

ويرتبط استقرار النظام في حال حدوث عطل ليس بالنظام فقط بل بنوع العطل أيضاً ومكان وقوعه وسرعة إزالته وطريقة إزالة هذا العطل أي هل تم إزالة العطل عن طريق الفتح المتعاقب لقاطعين آليين أو أكثر أو عن طريق الفتح المتزامن؟ وهل تم إعادة إغلاق الخط المعطل؟.

سيجرى في هذا البحث تحليل لدارات القصر وأثر مدة بقاء هذه الدارات في استقرار المنظومة الكهربائية السورية التي تشكل جزءاً من شبكة الارتباط الثمانية التي تضم كلاً من تركيا، وسوريا، والأردن، ومصر، والعراق، ولبنان، وليبيا وفلسطين.

وسيمت التركيز على العطل الثلاثي الطور إذ إنه يمثل أفسى أنواع الأعطال، كما سيتعرض البحث إلى أثر نظام الحماية الكهربائية وخاصة الحماية المسافية للخطوط والحماية التفاضلية لقضبان التجميع في المحافظة على استقرار هذه المنظومة بدلالة الزمن.

2 - النموذج الرياضي لدراسة الاستقرار العابر.

يشكل تحليل الاستقرار إحدى المسائل الأساسية للنظم القياسية، وهذا التحليل ضروري للتأكد أنه بعد حدوث اضطراب كبير فإن الآلات التزامنية تبقى في وضعية التزامن خلال المرحلة التي تلي حدوث الاضطراب كما أن النظام قادر على الوصول إلى شروط تشغيل مستقرة بعد عمل نظم الحماية لعزل الاضطراب.

ويشمل النموذج الرياضي لدراسة الاستقرار العابر في الحالة العامة كل العناصر الأساسية لنظام القدرة

وتكون معادلة التوتر مع اعتبار العقدة 0 هي العقدة المرجعية لهذه الشبكة من الشكل :

$$I_{bus} = Y_{bus} V_{bus} \quad (3)$$

إذ :

I_{bus} : شعاع التيارات المحقونة

V_{bus} : شعاع التوترات ومقاسه بالنسبة إلى العقدة المرجعية.

وتُحسب مصفوفة السماحيات للمراحل الثلاث قبل وفي أثنائه وبعده العطل

في الخطوة النهائية تحذف كل العقد باستثناء عقد المولدات، ولهذه الغاية توضع قضبان تجميع الأحمال وعددها n في السطور العلوية.

ثم يتم التعبير عن الاستطاعة الكهربائية لكل مولد بدلالة التوتر الداخلي لهذا المولد:

$$S_{ei}^* = E_i'^* I_i$$

أو :

$$P_{ei} = R_e [E_i'^* I_i] \quad (4)$$

إذ :

$$I_i = \sum_{j=1}^m E_j' Y_{ij}$$

ويعبر عن الاستطاعة الكهربائية للمولد i بدلالة المصفوفات المختصرة الجديدة للسماحيات ويرمز لها بالرمز P_e^f ، وبذلك تصبح معادلة التآرجح بعد تحويلها إلى نموذج متحولات الحالة من الشكل:

$$\frac{dd_i}{dt} = \Delta w_i, \quad i = 1, \dots, m \quad (5)$$

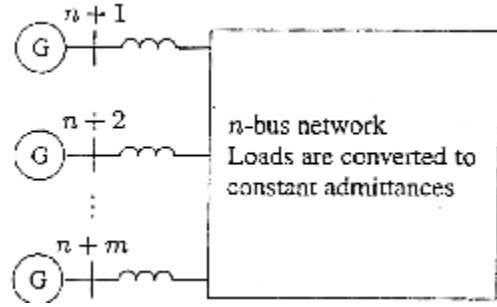
$$\frac{d\Delta w_i}{dt} = \frac{P_{f0}}{H_i} (P_m - P_e^f)$$

أي أنه يوجد لكل مولد معادلتا حالة، ومن ثم $2m$ معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى لنظام القدرة الكهربائية.

عند إزالة العطل الذي قد يشمل أحياناً إزالة الخط المعطل يعاد حساب مصفوفة السماحيات لتأخذ بالحسبان التغيرات الحاصلة في الشبكة، ثم يتم في

ويستخدم هذا النموذج لدراسة الاستقرار العابر لنظام القدرة الكهربائية خلال المدة الزمنية التي يعتمد فيها السلوك الديناميكي للنظام الكهربائي وبدرجة كبيرة على الطاقة المخزنة في العطالة الدوارة.

بناءً على هذه الافتراضات سيتم اشتقاق معادلات حركة لنظام قدرة كهربائية يحوي n عقدة، ويضاف إليها m قضيب تجميع للأخذ بالحسبان التوترات خلف المفاعلات العابرة للمولدات كما هو مبين في الشكل (2).



الشكل (2) نظام قدرة كهربائية متعدد الآلات

وتعرف العقد $n+1, \dots, m$ بالعقد الداخلية للآلات التزامنية. التوتر المطبق عند هذه العقد هو التوتر خلف المفاعلة العابرة، وتمثل شبكة النقل مع المحولات بواسطة الممانعات التي تربط بين مختلف العقد كما تمثل الأحمال بواسطة السماحيات التي تربط عقد الأحمال بالعقدة المرجعية [3].

لأجل دراسة الاستقرار يتم حل جريان الحمولة الابتدائي وتحديد التوترات الابتدائية لقضبان التجميع كطويلة وزاوية، وتحسب تيارات العقد قبل حدوث الاضطرابات ثم التوترات خلف المفاعلات العابرة من العلاقة:

$$E_i' = V_i + jX_d' I_C \quad (1)$$

وتحول كل الأحمال إلى سماحيات مكافئة باستخدام العلاقة :

$$y_i = \frac{S_j^*}{|V_i|^2} = \frac{P_i - jQ_i}{|V_i|^2} \quad (2)$$

ويتم الربط بين مجموعات البرامج الجزئية في برنامج PSS/E من خلال أربعة برامج جزئية أخرى تدعى TBLNCN, TBLCNT, CONEC, CONET. البرنامجان TBLNCN و CONEC مخصصان لنماذج التجهيزات بما في ذلك متحولات الحالة والمعادلات التفاضلية، حيث يتم في البرنامج TBLCNT تمثيل الآلات ونظم التحكم التابعة لها، في حين يتم تمثيل بقية العناصر في البرنامج الجزئي CONEC. ويتم من خلال هذين البرنامجين أيضاً حساب المشتقات الجزئية لمتحولات الحالة وإعطاء القيم الآتية لمتحولات الحالة ولتيارات الثابت في المولدات.

أما البرامج الجزئية TBLCNT و CONET فتتعامل مع نماذج التجهيزات ذات العلاقة الجبرية بين توتر قضبان التجميع والتيار المسحوب مثل المفاعلات التفرعية التي يتم تمثيلها في البرنامج CONET.

ويتم حل المعادلات التفاضلية في برنامج PSS/E عن طريق التكامل العددي بطريقة أويلر من الدرجة الثانية Second - Order Euler Numerical Integration وتعطي هذه الطريقة دقة أفضل من طريقة أويلر ذات الدرجة الأولى.

وتبين الخبرة المتراكمة في هذا المجال أنه يمكن تجنب عدم الاستقرار العددي في هذه الطريقة عن طريق تصغير خطوة التكامل [7].

3 - الشروط العابرة لدارات القصر ونظام الحماية:

يؤدي عدم التوازن بين الاستطاعة المولدة والمستهلكة إلى حالة عابرة تجعل الدوائر في الآلات التزامنية يتأرجح بسبب عزم التسارع وإذا كانت هذه العزوم كبيرة فإنها يمكن أن تؤدي إلى تأرجح الدوائر لبعض هذه الآلات بعيداً عن نقاط استقرارها.

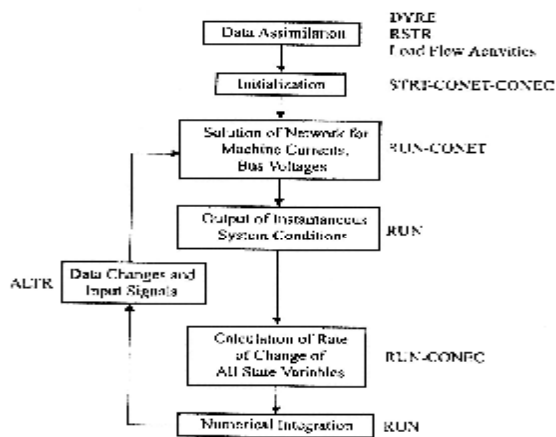
ولضمان الاستقرار فإنه يجب ضمان الوصول إلى نقطة تشغيل مستقرة جديدة قبل وصول أي من الآلات إلى الحالة السابقة خاصة عند عمل نظام الحماية

خطوة لاحقة لحساب مصفوف السماحيات المختصرة وتحديد استطاعة المولد بعد حدوث العطل. وباستخدام الاستطاعة بعد حدوث العطل تحسب زوايا الاستطاعة d_i والسرعة الزاوية w_i بدلالة الزمن من المعادلات (5) إلى أن يتبين أن النظام مستقر أم لا.

وعادةً تستخدم إحدى المولدات كمرجع ويتم رسم فرق زاوية الطور لكل المولدات نسبة إلى هذا المرجع. إذا كان فروقات الزوايا غير متزايدة فيقال عندئذ إن النظام مستقر، أما إذا كانت هذه الفروقات متزايدة فإن ذلك يدل على أن النظام غير مستقر.

يبين الشكل (3) المخطط الانسيابي للتمثيل الديناميكي في البرنامج PSS/E، حيث يتم معالجة هذا التمثيل بواسطة البرامج الجزئية DYRE, RSTR, STRT, RUN, ALTR.

وتتضمن هذه البرامج الآليات اللازمة للتعامل مع المحددات وحل معادلات الشبكة الكهربائية للحصول على توترات قضبان التجميع وإجراء حسابات التكامل العددي وعرض النتائج [7].



الشكل (3) المخطط الانسيابي للتمثيل الديناميكي في برنامج PSS/E

وفصل أحد الخطوط أو مجموعة منها خلال مدة التأرجح الذي يخلق بدوره حالة عابرة تضاف إلى الحالة السابقة [8].

وحالما يتم عزل العطل وآثاره فإنه يجب العمل على إعادة النظام إلى شروط التشغيل الطبيعية ونقطة استقرار جديدة بأسرع ما يمكن. عند حدوث عطل على نظام القدرة تبدأ الزاوية d بالزيادة تحت تأثير الاستطاعة المسرعة الموجبة وعندما تصبح d بقيمة كبيرة يصبح النظام غير مستقر، وحتى يبقى النظام مستقرًا يجب أن يتم فصل العطل قبل وصول d إلى القيمة الحدية d_{cr} ومن ثم عمل أجهزة الحماية خلال زمن فصل t_c أقل من زمن الفصل الحدي t_{cr} الموافق لزاوية الفصل الحدية.

ومع أن الأعطال يمكن أن تحدث على أي من عناصر النظام الكهربائي فإن 90% من الأعطال تحدث على الخطوط الهوائية نظراً إلى أنها تمتد على مسافات كبيرة، كما أنها معرضة لتأثيرات خارجية لا يمكن التحكم بها [4,5].

إن الحماية الرئيسية لخطوط النقل في الشبكة السورية 230,400 kV هي الحماية المسافية ويتم فصل الأعطال في المنطقة الأولى Zone1 خلال 70 ms والتأخير الزمني للمنطقة الثانية Zone2 هو بحدود 0.2 - 0.8 s والتأخير الزمني للمنطقة الثالثة Zone3 هو بحدود 1s.

من ناحية أخرى تشكل قضبان التجميع في محطات التوليد والتحويل صلة وصل مهمة بين الدارات الداخلة والدارات الخارجة [6]، لذلك سيتم التركيز على نوعين من الحميات الكهربائية هما الحماية المسافية للخطوط الهوائية، والحماية التفاضلية لقضبان التجميع وأثر شروط عمل هذه الحميات في استقرار المنظومة الكهربائية.

4- الأثر الديناميكي لدارات القصر في المنظومة الكهربائية السورية

ستجرى الآن دراسة تحليلية لدارات القصر في المنظومة الكهربائية السورية ومدة بقاء هذه الدارات قبل فقدان

والاستقرار في هذه المنظومة من خلال برنامج تحليل الشبكات الكهربائية PSS/E وتعديلاته اللاحقة الذي يتمتع بمزايا تقنية عالية تمكننا من دراسة عمل شبكات كهربائية في شروط عمل الطبيعية والديناميكية [7]. وسيتم اعتماد البيانات المقدمة من وزارة الكهرباء عن محطات التوليد والتحويل وخطوط النقل والأحمال المختلفة كمعطيات دخل لهذا البرنامج [10]. سيتم إجراء الحسابات وفقاً لألغوريتم التمثيل الديناميكي لبرنامج PSS/E المبين في الشكل (3) انطلاقاً من مخطط الخط الواحد للشبكة السورية في بيئة البرنامج PSS/E المبين في الشكل (4a,b). وسيتم إدخال البيانات المختلفة للشبكة عن طريق الأيقونات الخاصة بذلك مثل Bus data Branch data.... الخ.

وتبين الجداول 1/، 2/، 3/، 4/ جزءاً من بيانات الدخل للشبكة السورية نظراً إلى الحجم الكبير لهذه البيانات. وستشمل الحسابات الأولية تحديد عناصر الدارة المكافئة للنظام الفعالة منها الخاصة بالآلات الدوارة وغير الفعالة الممثلة للخطوط والمحولات. وسيتم استخدام المفاعلات تحت العابرة للمولدات وستمثل الخطوط الهوائية بدارة π المكونة من ممانعة تسلسلية وسماحية تفرعية في كل من بداية ونهاية الخط. وستمثل المحولات بدارة T حيث يمثل العنصر التسلسلي ممانعة القصر والعنصر التفرعي الدارة المغناطيسية أما المحولات فستمثل عن طريق السماحيات الخاصة بها.

وسيتم في سياق الدراسة إنجاز التمثيل الديناميكي للأعطال ثلاثية الطور عند محطات التحويل مع تغيير زمن فصل العطل في المجال (100 ÷ 900ms) وتحديد زمن الفصل الحدي لكل المحطات العاملة في المنظومة السورية على التوتر 230kV والتوتر

الكهربائية المولدة نتيجة لهبوط التوتر الأمر الذي قد يؤدي إلى احتمال خروج المولدات عن التزامن وخاصة خلال الأعطال ذات أزمنة الفصل الحدية الطويلة.

إن زمن الفصل الحدي للعطل هو أطول زمن مسموح به للعطل دون خروج أي من المولدات عن التزامن، فإذا كان النظام مستقراً لأجل 250ms وغير مستقر لأجل 275ms فإن زمن الفصل الحدي للعطل هو 250ms وقد حددت أزمنة الفصل الحدية للأعطال

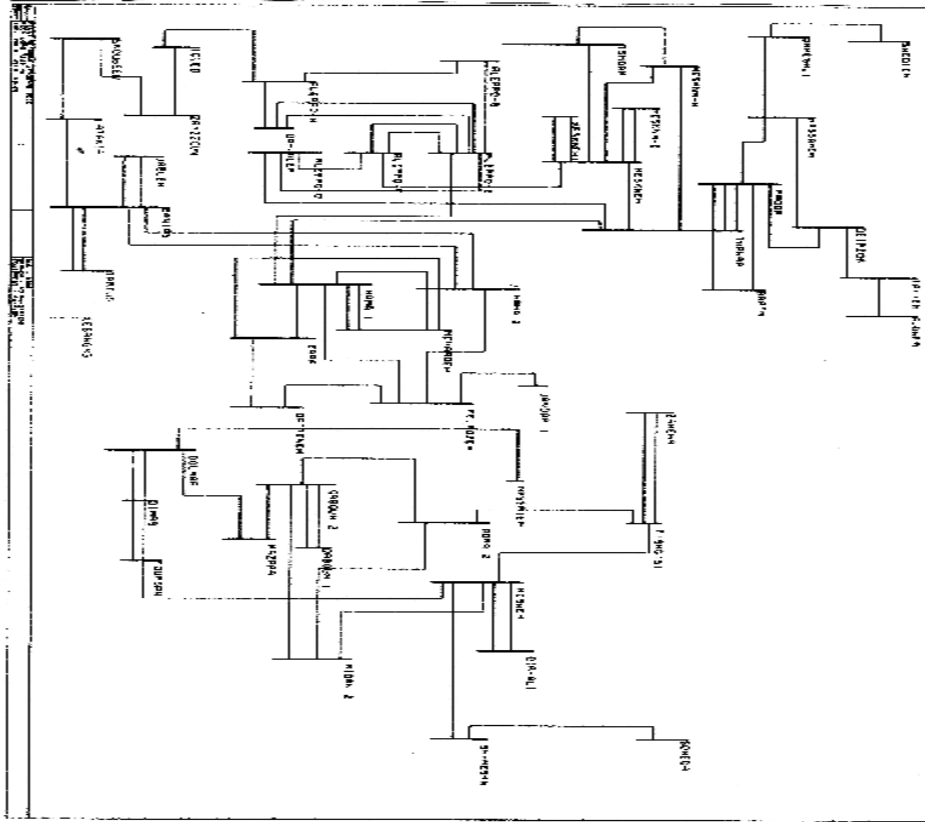
على قضبان الشبكة السورية بالشكل الآتي:

أنجز التمثيل بفرض حدوث عطل ثلاثي الطور على قضيب التجميع، وتم فصل العطل بعد X_{ms} ، أعيدت العملية مع زمن عطل جديد --- وهكذا حتى الوصول إلى زمن الفصل الحدي.

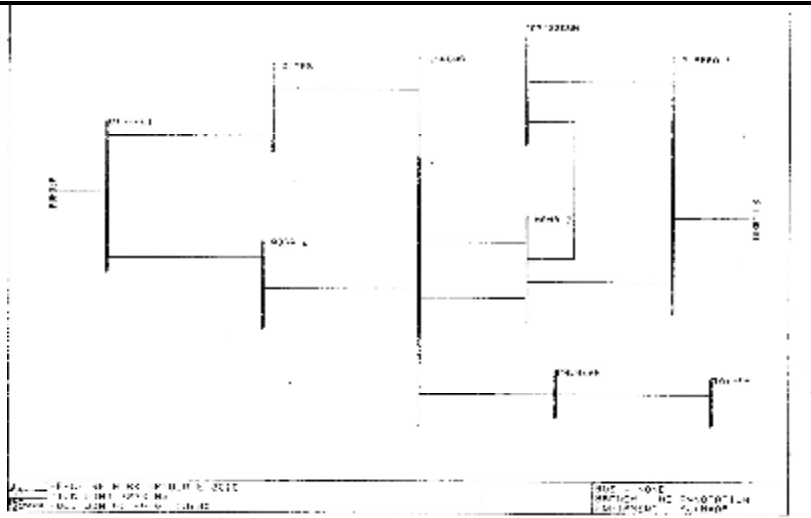
400kV، وقد تم تنظيم نتائج الدراسة في جداول توضح زمن الفصل الحدي لكل من هذه المحطات.

تفصل خطوط النقل 230kV بواسطة المنطقة الثانية للحماية المسافية (Zone2)، بينما تشير النتائج إلى أنه يجب فصل أعطال خطوط هذه الشبكة من خلال المنطقة الأولى (Zone1) للحماية المسافية المركبة على خطوط هذه الشبكة وفي كلا الاتجاهين، أما أعطال قضبان التجميع فيجب أن يتم فصلها من خلال الحماية الأساسية (حماية قضبان التجميع).

تحديد زمن الفصل الحدي للأعطال على قضبان التجميع
يؤدي العطل الثلاثي الطور إلى اختلال توازن الاستطاعة اختلالاً كبيراً حيث يصبح التوتر في عقدة العطل مساوياً تقريباً للصفر، وإلى جانب ذلك تتسارع المولدات خلال مدة العطل بسبب انخفاض الاستطاعة



الشكل (4a) الشبكة السورية 230 kV في بيئة البرنامج PSS/E



الشكل (4b) الشبكة السورية 400 kV في بيئة البرنامج PSS/E

الجدول 1/ بيانات العمل الابتدائية للمولدات في محطات التوليد

-----MACHINE INITIAL CONDITIONS-----									
X	BUS	X ID	ETERM	EFD	POWER	VAR	P.F.	ANGLE	
25954	SWDPT01	10.5	1	1.0500	3.0327	20.00	11.56	0.8659	39.25
25955	SWDPTG0210.5	1	1.0500	3.0327	20.00	11.56	0.8659	39.25	
31141	TISHST0115.8	1	1.0000	3.0875	177.74	155.72	0.7522	27.89	
31142	TISHST0215.8	1	1.0000	3.2075	200.00	157.92	0.7848	31.27	
31143	TISHST0315.0	1	1.0100	2.7062	100.00	82.94	0.7697	22.76	
31144	TISHST0415.0	1	1.0100	2.7062	100.00	82.94	0.7697	22.76	
31201	NASRGT0115.0	1	1.0100	2.5997	100.00	75.65	0.7975	24.63	
31202	NASRGT0215.0	1	1.0100	2.6262	100.00	77.48	0.7905	24.32	
31203	NASRGT0315.0	1	1.0100	2.6262	100.00	77.48	0.7905	24.32	
32401	JANDGT0115.0	1	1.0600	2.5077	100.00	61.22	0.8529	39.14	
32402	JANDGT0215.0	1	1.0600	2.5077	100.00	61.22	0.8529	39.14	
32403	JANDGT0315.0	1	1.0600	2.4388	100.00	61.40	0.8522	35.33	
32404	JANDGT0415.0	1	1.0600	2.4952	100.00	60.22	0.8567	39.29	
32405	JANDGT0515.0	1	1.0600	2.5724	100.00	66.38	0.8333	37.03	
32406	JANDGT0615.0	1	1.0600	2.5120	100.00	67.50	0.8289	36.09	
32441	MEHRST0112.0	1	1.0600	2.4073	120.00	31.63	0.9670	51.10	
32442	MEHRST0212.0	1	1.0600	2.4065	120.00	31.57	0.9671	51.08	
32444	MEHRST0415.0	1	1.0400	2.1377	160.00	48.99	0.9563	45.96	
32471	ZARST01 15.0	1	1.0783	2.8611	220.00	145.00	0.8350	41.85	
32472	ZARST02 15.0	1	1.0779	2.8536	220.00	144.00	0.8367	41.96	
32473	ZARST03 15.0	1	1.3554	2.4649	220.00	90.00	0.9255	47.94	
32513	BANSST0315.5	1	1.0100	2.3751	160.00	71.85	0.9122	37.41	
32514	BANSST0415.5	1	1.0100	2.3861	160.00	72.85	0.9101	37.30	
34611	ZAYZST0115.0	1	1.0500	2.4164	100.00	64.85	0.8390	35.80	
34612	ZAYZST0215.0	1	1.0500	2.4164	100.00	64.85	0.8390	35.80	
34613	ZAYZST0315.0	1	1.0500	2.4164	100.00	64.85	0.8390	35.80	
34651	ALEPST0115.0	1	1.0300	2.6994	213.00	76.55	0.9421	55.77	
34652	ALEPST0215.0	1	1.0300	2.7001	213.00	76.65	0.9409	55.78	
34653	ALEPST0315.0	1	1.0300	2.6994	213.00	76.55	0.9421	55.77	
34654	ALEPST0415.0	1	1.0300	2.5975	200.00	73.59	0.9385	54.15	
34655	ALEPST0515.0	1	1.0300	2.6925	213.00	76.65	0.9423	55.93	
34721	DAMHT01 13.8	1	1.0500	2.1174	85.00	66.39	0.7881	28.87	
34722	DAMHT02 13.8	1	1.0500	2.0898	85.00	64.18	0.7881	29.56	
34726	DAMHT06 13.8	1	1.0500	2.0898	85.00	64.18	0.7881	29.56	
35701	BATHHT0113.8	1	1.0327	1.4973	16.00	2.00	0.9923	22.45	
35702	BATHHT0213.8	1	1.0325	1.4966	16.00	2.00	0.9923	22.60	
35703	BATHHT0313.8	1	1.0325	1.4966	16.00	2.00	0.9923	22.60	
35711	THANKT0113.8	1	1.0000	1.5404	85.00	26.70	0.9541	32.85	
35712	THANKT0213.8	1	1.0000	1.4784	85.00	20.84	0.9712	34.19	
35713	THANKT0313.8	1	1.0000	1.4784	85.00	20.84	0.9712	34.19	
35714	THANKT0413.8	1	1.0000	1.4784	85.00	20.84	0.9712	34.19	
35715	THANKT0513.8	1	1.0000	1.4784	85.00	20.84	0.9712	34.19	
35716	THANKT0613.8	1	1.0000	1.4784	85.00	20.84	0.9712	34.19	
35921	TAYHGT0110.5	1	1.0000	2.8248	32.00	17.39	0.8786	36.51	
35922	TAYHGT0210.5	1	1.0000	2.7529	30.00	17.30	0.8662	34.69	
35923	TAYHGT0310.5	1	1.0000	2.8248	32.00	17.39	0.8786	36.51	
35951	SWEGT0111.5	1	1.1000	2.9748	30.00	22.22	0.8036	32.33	
35952	SWEGT0211.5	1	1.1000	3.1310	34.00	23.49	0.8228	35.28	
35953	SWEGT0311.5	1	1.1000	2.9671	28.00	22.98	0.7730	29.94	
35954	SWEGT0411.5	1	1.1000	3.1605	35.00	23.58	0.8293	36.05	
35955	SWEGT0511.5	1	1.1000	2.9748	30.00	22.22	0.8036	32.33	
48101	BIREGK115.8	1	1.0767	1.3646	55.00	2.00	0.9993	23.84	
48102	BIREGK215.8	1	1.0756	1.3522	50.00	2.00	0.9992	20.16	
48103	BIREGK315.8	1	1.0767	1.3646	55.00	2.00	0.9993	23.84	
48104	BIREGK415.8	1	1.0756	1.3522	50.00	2.00	0.9992	20.16	
62428	NOMSGREF115.0	1	0.9695	1.5110	28.00	14.00	0.8944	26.52	
65954	SWDPTG0410.5	1	1.0282	1.8920	15.00	2.00	0.9912	43.77	
65955	SWDPTG0510.5	1	1.0282	1.8920	15.00	2.00	0.9912	43.77	

الجدول 2/ نموذج عن بيانات المولدات في الشبكة السورية

PTI INTERACTIVE POWER SYSTEM SIMULATOR - PWS/E														GENERATOR UNIT DATA								
RUN#	NAME	BRV	CD	ID	ST	PGEN	QGEN	QMAX	QMIN	PMAX	PMIN	OWN	FRACT	OWN	FRACT	MBASE	2	5	0	R	C	E
25954	SWDST01	10.5	2	1	1	20.0	11.5	24.0	-5.0	30.0	12.5	1	1.000			26.0	0.0000	0.1570				
25955	SWDPTG02	10.5	2	1	1	20.0	11.5	22.0	5.0	30.0	12.5	1	1.000			26.0	0.0000	0.1570				
25956	SWDPTG01	10.5	-2	1	0	0.0	4.6	18.0	-5.0	10.0	12.5	1	1.000			26.0	0.0000	0.1570				
31141	TISHST01	15.0	2	1	1	100.0	152.9	180.0	-95.0	200.0	100.0	1	1.000			250.0	0.0000	0.2230				
31142	TISHST02	15.0	2	1	1	200.0	154.5	160.0	-95.0	200.0	100.0	1	1.000			250.0	0.0000	0.2230				
31143	TISHST03	15.0	2	1	1	300.0	80.7	115.0	-57.0	128.0	30.0	1	1.000			160.0	0.0000	0.1580				
31144	TISHST04	15.0	2	1	1	400.0	90.7	105.0	-57.0	128.0	30.0	1	1.000			160.0	0.0000	0.1580				
31207	WASRST01	15.0	2	1	1	100.0	73.3	96.0	-57.0	128.0	30.0	1	1.000			160.0	0.0000	0.1580				
31202	WASRST02	15.0	2	1	1	100.0	75.2	96.0	-57.0	128.0	30.0	1	1.000			160.0	0.0000	0.1580				
31203	WASRST03	15.0	2	1	1	100.0	75.2	96.0	-57.0	128.0	30.0	1	1.000			160.0	0.0000	0.1580				
32401	JANDST01	15.0	2	1	1	100.0	57.9	96.0	-57.0	128.0	25.0	1	1.000			157.3	0.0000	0.1600				
32402	JANDST02	15.0	2	1	1	100.0	57.9	96.0	-57.0	128.0	25.0	1	1.000			157.3	0.0000	0.1600				
32403	JANDST03	15.0	2	1	1	100.0	58.0	96.0	-57.0	128.0	25.0	1	1.000			157.3	0.0000	0.1600				
32404	JANDST04	15.0	2	1	1	100.0	56.9	96.0	-57.0	128.0	25.0	1	1.000			157.3	0.0000	0.1600				
32405	JANDST05	15.0	2	1	1	100.0	62.6	96.0	-57.0	128.0	25.0	1	1.000			157.3	0.0000	0.1600				
32406	JANDST06	15.0	2	1	1	100.0	63.8	96.0	-57.0	128.0	25.0	1	1.000			157.3	0.0000	0.1600				
32441	MEHRST01	12.0	-2	1	1	120.0	46.0	112.0	-45.0	130.0	50.0	1	1.000			160.0	0.0000	0.2840				
32442	MEHRST02	12.0	-2	1	1	120.0	52.0	122.0	-52.0	130.0	50.0	1	1.000			160.0	0.0000	0.2840				
32443	MEHRST03	12.0	-2	1	0	0	75.0	112.0	-87.0	160.0	60.0	1	1.000			212.5	0.0000	0.1660				
32444	MEHRST04	12.0	-2	1	0	160.0	81.0	112.0	-87.0	160.0	60.0	1	1.000			212.5	0.0000	0.1660				
32471	ZARST01	15.0	-2	1	1	220.0	145.0	260.0	-145.0	220.0	140.0	1	1.000			276.0	0.0000	0.1720				
32472	ZARST02	15.0	-2	1	1	220.0	146.0	260.0	-144.0	220.0	140.0	1	1.000			276.0	0.0000	0.1720				
32473	ZARST03	15.0	-2	1	1	220.0	90.0	160.0	-92.0	220.0	140.0	1	1.000			276.0	0.0000	0.1720				
33511	BAWSTC01	15.0	2	1	1	180.0	105.6	113.0	-67.0	165.0	60.0	1	1.000			212.5	0.0000	0.1300				
33512	BAWSTC02	15.0	2	1	0	0	61.9	113.0	-67.0	165.0	60.0	1	1.000			212.5	0.0000	0.1300				
33513	BAWSTC03	15.0	2	1	1	160.0	41.4	110.0	-67.0	170.0	50.0	1	1.000			212.5	0.0000	0.2300				
33514	BAWSTC04	15.0	2	1	1	160.0	44.6	120.0	-67.0	170.0	50.0	1	1.000			212.5	0.0000	0.2300				
34611	ZAYZGT01	15.0	2	1	1	100.0	60.2	65.0	-57.0	128.0	40.0	1	1.000			160.0	0.0000	0.1780				
34612	ZAYZGT02	15.0	2	1	1	100.0	60.2	70.0	-57.0	128.0	40.0	1	1.000			160.0	0.0000	0.1780				
34613	ZAYZGT03	15.0	2	1	1	100.0	60.2	70.0	-57.0	128.0	40.0	1	1.000			160.0	0.0000	0.1780				
34651	ALEPST01	15.0	2	1	1	210.0	74.3	124.0	-96.0	213.0	80.0	1	1.000			268.0	0.0000	0.2500				
34652	ALEPST02	15.0	2	1	1	210.0	74.4	124.0	-96.0	213.0	80.0	1	1.000			268.0	0.0000	0.2500				
34653	ALEPST03	15.0	2	1	1	210.0	74.3	117.0	-96.0	213.0	80.0	1	1.000			268.0	0.0000	0.2500				
34654	ALEPST04	15.0	2	1	1	200.0	71.0	130.0	-96.0	213.0	80.0	1	1.000			268.0	0.0000	0.2500				
34655	ALEPST05	15.0	2	1	1	210.0	73.4	116.0	-96.0	213.0	80.0	1	1.000			268.0	0.0000	0.2500				
34721	DAMTC01	13.8	2	1	1	85.0	65.6	85.0	-20.0	105.0	30.0	1	1.000			117.0	0.0000	0.2100				
34722	DAMTC02	13.8	2	1	1	85.0	61.4	85.0	-20.0	105.0	30.0	1	1.000			117.0	0.0000	0.2100				
34723	DAMTC03	13.8	-2	1	0	0	53.2	85.0	-20.0	105.0	30.0	1	1.000			117.0	0.0000	0.2100				
34724	DAMTC04	13.8	-2	1	0	0	53.2	85.0	-20.0	105.0	30.0	1	1.000			117.0	0.0000	0.2100				
34725	DAMTC05	13.8	-2	1	0	0	23.5	85.0	-20.0	105.0	30.0	1	1.000			117.0	0.0000	0.2100				
34726	DAMTC06	13.8	2	1	1	85.0	83.4	85.0	-20.0	105.0	30.0	1	1.000			117.0	0.0000	0.2100				
35701	BATHIT01	15.0	-2	1	1	15.0	2.0	18.0	2.0	25.0	0.0	1	1.000			27.5	0.0000	0.3000				
35702	BATHIT02	15.0	-2	1	1	15.0	2.0	18.0	2.0	25.0	0.0	1	1.000			27.5	0.0000	0.3000				
35703	BATHIT03	15.0	-2	1	1	15.0	2.0	16.0	2.0	25.0	0.0	1	1.000			27.5	0.0000	0.3000				
35711	THAWST01	15.0	2	1	1	85.0	25.8	82.5	-49.0	110.0	5.0	1	1.000			117.0	0.0000	0.2100				
35712	THAWST02	15.0	2	1	1	85.0	19.9	82.5	-49.0	110.0	5.0	1	1.000			117.0	0.0000	0.2100				
35713	THAWST03	15.0	2	1	1	85.0	19.9	82.5	-49.0	110.0	5.0	1	1.000			117.0	0.0000	0.2100				
35714	THAWST04	15.0	2	1	1	85.0	19.9	82.5	-49.0	110.0	5.0	1	1.000			117.0	0.0000	0.2100				
35715	THAWST05	15.0	2	1	1	85.0	19.9	82.5	-49.0	110.0	5.0	1	1.000			117.0	0.0000	0.2100				
35716	THAWST06	15.0	2	1	1	85.0	19.9	82.5	-49.0	110.0	5.0	1	1.000			117.0	0.0000	0.2100				
35717	THAWST07	15.0	-2	1	0	0	14.8	82.5	-49.0	110.0	5.0	1	1.000			117.0	0.0000	0.2100				
35718	THAWST08	15.0	-2	1	0	0	24.6	82.5	-49.0	110.0	5.0	1	1.000			117.0	0.0000	0.2100				
35821	IAYMST01	10.5	2	1	1	30.0	17.2	28.0	-14.0	35.0	10.0	1	1.000			42.0	0.0000	0.1570				
35822	IAYMST02	10.5	2	1	1	30.0	17.1	28.0	-14.0	35.0	10.0	1	1.000			42.0	0.0000	0.1570				
35823	IAYMST03	10.5	2	1	1	30.0	17.2	28.0	-14.0	35.0	10.0	1	1.000			42.0	0.0000	0.1570				
35851	SWEDGT01	11.5	2	1	1	33.0	22.1	24.0	-14.0	36.0	2.7	1	1.000			44.0	0.0000	0.1570				
35852	SWEDGT02	11.5	2	1	1	33.0	23.4	24.0	-14.0	36.0	2.7	1	1.000			44.0	0.0000	0.1570				
35853	SWEDGT03	11.5	2	1	1	33.0	22.9	24.0	-14.0	36.0	2.7	1	1.000			44.0	0.0000	0.1570				
35854	SWEDGT04	11.5	2	1	1	33.0	23.5	24.0	-14.0	36.0	2.7	1	1.000			44.0	0.0000	0.1570				
35855	SWEDGT05	11.5	2	1	1	33.0	22.1	24.0	-14.0	36.0	2.7	1	1.000			44.0	0.0000	0.1570				
48100	JORDAN	600	-2	1	0	200.0	75.7	999.0	-999.0	999.0	-999.0	1	1.000			100.0	0.0000	1.0000				
48101	BIARAG_K1	15.0	-2	1	1	50.0	2.0	2.0	2.0	126.0	0.0	1	1.000			140.0	0.0000	0.2890				
48102	BIARAG_K2	15.0	-2	1	1	50.0	2.0	2.0	2.0	126.0	0.0	1	1.000			140.0	0.0000	0.2890				
48103	BIARAG_K3	15.0	-2	1	1	50.0	2.0	2.0	2.0	126.0	0.0	1	1.000			140.0	0.0000	0.2890				
48104	BIARAG_K4	15.0	-2	1	1	50.0	2.0	2.0	2.0	126.0	0.0	1	1.000			140.0	0.0000	0.2890				
62423	QATN3T03	15.0	-2	1	0	0.0	-0.5	22.0	-13.0	20.0	8.0	1	1.000			40.0	0.0000	0.1560				
62424	QATN3T04	15.0	-2	1	0	0.0	-0.5	22.0	-13.0	20.0	8.0	1	1.000			40.0	0.0000	0.1560				
62425	QATN3T																					

الجدول 3/ نموذج عن بيانات الأحمال في الشبكة السورية

PLI INTERACTIVE POWER SYSTEM SIMULATOR--PSS/E

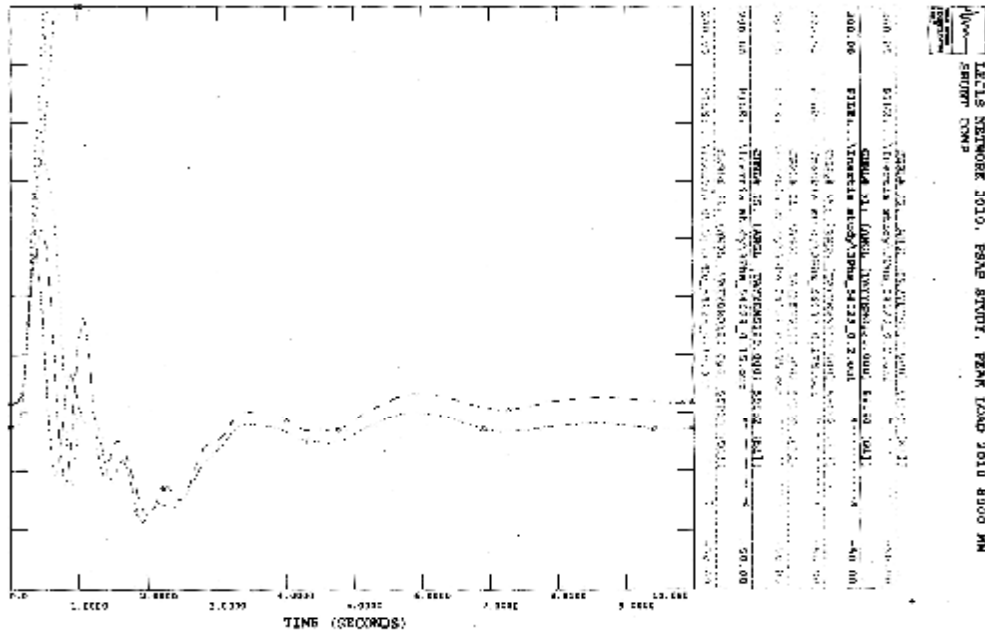
LOAD DATA

BUS#	NAME	FRM	ID	CD	ST	PST	MVA-MAX	CHG	LOAD	P	Q	AREA	ZONE	OWNER
14665	MESKTR	11.0	1	0	1	0.00	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4	1	1
15950	SWEDHFBUS	0.0	1	1	1.000	5.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5	2	1
17100	IBAG	132.0	1	1	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7	1	1
21189	QAEKON	120.0	1	1	1.000	57.3	75.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1	1	1
21200	KASSRTEH70	0.0	1	1	1.000	20.3	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1	1	1
25850	SWEDTH	20.0	1	1	1.000	4.3	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5	1	1
25852	SWEDH-F220	0.0	1	1	1.000	14.3	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	5	1	1
25353	SWEDH-SL20	0.0	1	1	1.000	14.3	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5	1	1
31141	TISHGT0115	6.1	1	1	1.000	14.3	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1	2	1
31142	TISHGT0215	6.1	1	1	1.000	14.3	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1	2	1
31143	TISHGT0315	6.1	1	1	1.000	2.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1	2	1
31144	TISHGT0415	6.1	1	1	1.000	2.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1	2	1
41201	HARGST0215	0.0	1	1	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1	2	1
41202	HARGST0315	0.0	1	1	1.000	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1	2	1
41203	HARGST0415	0.0	1	1	1.000	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1	2	1
32404	JANDGT0115	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32405	JANDGT0215	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32406	JANDGT0315	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32407	JANDGT0415	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32408	JANDGT0515	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32409	JANDGT0615	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32410	JANDGT0715	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32411	JANDGT0815	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32412	JANDGT0915	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32413	JANDGT1015	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32414	JANDGT1115	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32415	JANDGT1215	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32416	JANDGT1315	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32417	JANDGT1415	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32418	JANDGT1515	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32419	JANDGT1615	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32420	JANDGT1715	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32421	JANDGT1815	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32422	JANDGT1915	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32423	JANDGT2015	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32424	JANDGT2115	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32425	JANDGT2215	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32426	JANDGT2315	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32427	JANDGT2415	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32428	JANDGT2515	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32429	JANDGT2615	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32430	JANDGT2715	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32431	JANDGT2815	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32432	JANDGT2915	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32433	JANDGT3015	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32434	JANDGT3115	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32435	JANDGT3215	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32436	JANDGT3315	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32437	JANDGT3415	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32438	JANDGT3515	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32439	JANDGT3615	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32440	JANDGT3715	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32441	JANDGT3815	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32442	JANDGT3915	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32443	JANDGT4015	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32444	JANDGT4115	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32445	JANDGT4215	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32446	JANDGT4315	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32447	JANDGT4415	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32448	JANDGT4515	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32449	JANDGT4615	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32450	JANDGT4715	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32451	JANDGT4815	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32452	JANDGT4915	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32453	JANDGT5015	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32454	JANDGT5115	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32455	JANDGT5215	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32456	JANDGT5315	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32457	JANDGT5415	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32458	JANDGT5515	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32459	JANDGT5615	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32460	JANDGT5715	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32461	JANDGT5815	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32462	JANDGT5915	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32463	JANDGT6015	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32464	JANDGT6115	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32465	JANDGT6215	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32466	JANDGT6315	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32467	JANDGT6415	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32468	JANDGT6515	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32469	JANDGT6615	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32470	JANDGT6715	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32471	JANDGT6815	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32472	JANDGT6915	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32473	JANDGT7015	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32474	JANDGT7115	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32475	JANDGT7215	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32476	JANDGT7315	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32477	JANDGT7415	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32478	JANDGT7515	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32479	JANDGT7615	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32480	JANDGT7715	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32481	JANDGT7815	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32482	JANDGT7915	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32483	JANDGT8015	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32484	JANDGT8115	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32485	JANDGT8215	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32486	JANDGT8315	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1
32487	JANDGT8415	0.0	1	1	1.000	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1

الجدول 5/ زمن الفصل الحدي للأعطال على شبكة الغازية GT_1 ولوحدة التوليد البخارية ST_1 في محطة الـ 400kV

التيتم لأجل زمن عطل 150 و 175 و 200ms

BUS NAME	CFCT (sec)
54029 TAYYEM 400	0.150
54220 DTR-AI.I 400	0.200
54030 HASAKEH 400	0.425
54210 DIMAS 400	0.450
54430 HAMA 2 400	0.475
54400 JANDAR 400	0.475
54150 ADRA 2 400	0.500
54670 ALEPPO F 400	0.575
54750 ALEPPEL 400	0.625
54028 ZAYZOUN 400	0.675
54025 MASSRIEH 400	0.825
54026 PALMERA 400	>0.900
54027 KHREST 400	>0.900
54062 THAWRA 400	>0.900



الشكل (5) زاوية الدائر لوحدة التوليد الغازية GT_1 ولوحدة التوليد البخارية ST_1 في محطة التيم لأجل زمن عطل 150 و 175 و 200ms

ويلاحظ أن كلا وحدتي التوليد مستقرتان لأجل زمن عطل 150 ms، في حين تخرج الوحدة البخارية عن الاستقرار عند زمن العطل 175 فإن الوحدة الغازية تبقى مستقرة. وأخيراً فإن كلا المولدين يخرجان عن الاستقرار لأجل زمن عطل 200ms. ونشير إلى ملاحظة مهمة وهي أن زمن الفصل الحدي للعطل يتعلق بظرف التحميل قبل حدوث العطل إذ إن توليد استطاعة فعلية أقل يؤدي إلى أزمنة فصل حدية أطول للعطل. تحديد أزمنة الفصل الحدية للأعطال على شبكة الـ 230 kV : كما تم وبالأسلوب السابق نفسه دراسة أزمنة الفصل الحدية للأعطال

الفصل الحدية إلى أزمنة فصل الأعطال ولا يعني قضبان التجميع 230kV من شبكة المنظومة الكهربائية السورية وهي مبينة في الجدول/6، وتشير أزمنة

الجدول /6/ أزمة الفصل الحدية للأعطال على قضبان التجميع 230kV

BUS NAME	CFCT (sec)	BUS NAME	CFCT (sec)
55650 ALEPPO-F 230	0.175	55900 TARTUS 230	0.675
55950 SWEDIEH 230	0.175	55900 RAQQA 230	0.675
55400 HANJAR 1 230	0.200	55970 RAQQA2 230	0.675
55510 BANJAS 230	0.200	55014 HOMS-NOH 230	0.725
55610 ZAYZEJUN 230	0.200	55021 HRETAN 230	0.725
55920 TAYYEM 230	0.200	55010 BABLA 230	0.775
55140 TISREEN 230	0.225	55190 DAKIT-D 230	0.025
55200 NASSRIF 230	0.225	55170 DOUMAR 230	0.875
55440 MEHARDEH 230	0.225	55039 SIN-ADRA 230	>0.900
55145 TISREEN 230	0.250	55011 DARAA 230	>0.900
55146 TISREEN 230	0.250	55015 PALMIRA 230	>0.900
55670 ALEPPO-F 230	0.250	55016 KHREST 230	>0.900
55030 HASAKEH2 230	0.275	55017 SMREAN 230	>0.900
55710 THAWRA 230	0.275	55018 MARAA 230	>0.900
55720 TSHRAM 230	0.275	55023 MABROKEH 230	>0.900
55630 ALEPPO-H 230	0.300	55060 T2 230	>0.900
55730 DAH-ALEP 230	0.300	55100 SE-MESKIN 230	>0.900
55024 TALHAMES 230	0.325	55110 HOWEDA 230	>0.900
55620 ALEPPO-D 230	0.325	55160 MIDAN 2 230	>0.900
55930 HASAKEH 230	0.325	55180 QARBUN 1 230	>0.900
55940 QAMESHLI 230	0.325	55240 MAZRAA 230	>0.900
55019 SACHOR 230	0.350	55250 BAB-SHAR 230	>0.900
55020 SIN-ALEP 230	0.350	55255 BAB-OTAJ 230	>0.900
55022 ALEPO A 230	0.350	55260 AGTAYA 230	>0.900
55150 ADRA 2 230	0.350	55270 YABROD 230	>0.900
55470 ZARA 230	0.350	55425 SAGEAB 230	>0.900
55640 ALEPPO-B 230	0.350	55445 HOMS-W 230	>0.900
55420 QATTENEH 230	0.375	55480 SIN-HOM2 230	>0.900
55430 LAMA 2 230	0.375	55520 LADAKIA 230	>0.900
55450 HAMA 1 230	0.375	55530 SKOUBAKH 230	>0.900
55910 DETROOR 230	0.375	55600 IDLEB 230	>0.900
55013 SIN-HOMS 230	0.425	55605 IDLEB-W 230	>0.900
55540 TARLEH 230	0.425	55660 MESKINE-W 230	>0.900
55120 KISWEH 230	0.450	55660 MESKINEH 230	>0.900
55700 HAATH 230	0.475	55685 MESKINEH 230	>0.900
55130 FOURSAN 230	0.525	55690 MESKINEH-2 230	>0.900
55220 DTR-ALI 230	0.525	55740 AIFREN 230	>0.900
55012 BRANKFPH 230	0.600	55750 ALZARBL 230	>0.900
55210 DIMAS 230	0.625	55760 ALHAFRA 230	>0.900
55230 ZAHIRA 230	0.625	55980 ALDWEK 230	>0.900
55410 FEIROZEH 230	0.675		



الشكل (6) عطل على الخط قريب من النهاية B بفرض أن العطل يحدث قريباً من المحطة B، في هذه الحالة الريليه عند B ستقوم بفصل القطاع خلال 100ms. إن مكان العطل هو خارج المنطقة zone1

الأعطال عند نهايات الخطوط :

تغطي منطقة الحماية الأولى zone1 للحماية المسافية عادةً 85% من طول الخط، ومن ثم فإن العطل الذي يحدث قريباً من نهاية الخط B لن يكون منظوراً من قبل المنطقة الأولى (Zone1) للريليه الواقعة في النهاية البعيدة A للخط المبين في الشكل (6)

للريليه عند النهاية A ومن ثمّ لن تتحسس هذه الريليه للعلل.

إذا لم يكن هناك اتصال بين الريليهات، أو إذا كان هناك عطل في نظام الاتصال في حال وجوده فإنه سيتم إزالة العطل من قبل المنطقة zone2 للريليه في النهاية A، وهذا يعني أنه سيتم إزالة العطل من قبل القاطع الآلي عند النهاية A خلال 500 ms.

تم درست الأعطال التي يتم فصلها من قبل ريليه الطرف البعيد مع تأخير زمني على شبكة 400kV والـ 230kV وقد اتضح لنا من خلال هذه الدراسة أن أي من الأعطال على شبكة 400kV لم يؤد إلى حالة عدم الاستقرار، ولما كانت جميع خطوط الـ 400kV مزودة بريليهات إضافية ونظم اتصال فيمكن أن نتوقع أن الأعطال جميعها على هذه الشبكة يمكن إزالتها خلال زمن 100ms على كلا الطرفين.

أما شبكة الـ 230kV فلا تحتوي على ريليهات إضافية كما أن نظم الاتصال بين الريليهات غير موجودة، لذلك فإنه عادةً تزال الأعطال على هذه الشبكة كما شُرح على الشكل (6).

ويبين التمثيل الديناميكي لكل الأعطال الممكنة على الخطوط ذات التأخير الزمني بعملية الفصل أن هناك عدداً قليلاً من الخطوط التي تمثل الأعطال عليها حالات حرجة لعملية الاستقرار، وهذه الخطوط مبيّنة في الجدول /7/.

الجدول /7/ الأعطال الحرجة على خطوط شبكة الـ 230kV ومحطات التوليد التي ستعاني من مشاكل استقرار نتيجة لهذه الأعطال.

الأعطال على قضبان التجميع :

تشتمل جميع محطات التحويل 400kV على حماية لقضبان التجميع، لذلك فإنه تتم إزالة جميع أعطال هذه القضبان خلال زمن 100ms، ومن ثمّ فإن تأثير هذه الأعطال على الاستقرار العابر محدود للغاية، فضلاً عن ذلك فإن محطات الـ 400kV مصممة بشكل أنه عند إزالة العطل الحاصل على قضيب التجميع لن يتم فصل أي من المخارج أو المحولات.

أما فيما يخص محطات الـ 230kV فإن بعضها مزود بحماية لقضبان التجميع أما بعضها الآخر فغير مجهز بهذه الحماية أو أنها مجهزة بمثل هذا النوع من الحماية ولكنها معطلة.

في المحطات المجهزة بحماية عاملة لقضبان التجميع سيزال العطل على هذه القضبان خلال 100ms بواسطة فتح القواطع المرتبطة مع قضيب التجميع الذي حدث عليه العطل.

أما في المحطات غير المجهزة بحماية لقضبان التجميع فإن الأعطال على هذه القضبان ستزال من قبل المنطقة zone2 للحماية المسافية على الطرف البعيد من الخطوط المربوطة إلى المحولات.

ويكون زمن الفصل الكلي للعطل في حدود 500ms وينجم عن ذلك في حالة العطل ثلاثي الطور اضطراب كبير في نظام القدرة الكهربائي.

ويبين الجدول /8/ محطات التحويل 230kV التي تعمل دون حماية لقضبان التجميع.

الجدول /8/ محطات التحويل 230kV التي لا تحوي حماية لقضبان التجميع.

SHECK – MISKIN	KISWEH	MASKANEH 1
MIDAN2	DOUMAR	MASKANEH-W
KABON 1	KABON 2	ALEPO-D
ADRA	KATEENEH	ALEPO-H
FEROUZEH	TARTOUS	MASKANEH 2
HAMA 1	JABLEH	ALEPO-F
LATAKIA	IDLEB	ALEPO-B
TAYEM	RAKKA 1	HASAKEH 1
DIR- ALZOR	MASKANEH	SAKHOR

نهاية الخط التي حدث عندها العطل	النهاية البعيدة للخط	محطة التوليد
SIN – ALEP	ALEPPO – E	ALEPPO
TALHAMES	SWDIEH	SWEDIEH
DEIR ZOR	TAYYEM	TAYYEM GT

الجدول /10/ محطات التحويل 230KV التي تشكل فيها الأعطال على قضبان التجميع حالات حرجة لاستقرار المنظومة.

الناتج المترتبة على حدوث العطل	قضيبي التجميع المعطل
فصل التوليد في محطة ALEPPO-E، اهتزاز كبير للاستطاعة. حالة حدية قريبة من فصل الارتباط مع الأردن ومصر	SACHOR, 500ms
حالة حدية يمكن أن تؤدي إلى فصل التوليد في محطة TISHREEN	KISWEH, 500ms
فصل التوليد في محطات TISHREEN, NASRIEH، فصل وصلة الارتباط مع الأردن ومصر يؤدي إلى خفض التردد على الشبكة السورية وتقنين الأحمال	ADRA2, 500 ms
فصل التوليد في محطة MEHARDEH	HAMA1, 500 ms
فصل التوليد في محطة BANIAS	JABLEH, 500 ms
فصل المولدات في محطة ALEPPO-E، حالة حرجة قريبة من فصل الارتباط مع الأردن ومصر	ALEPPO-D, 500 ms
فصل التوليد في محطة ALEPPO-E، فصل الارتباط مع الشبكة الأردنية والمصرية و يؤدي إلى انخفاض التردد على الشبكة السورية وتقنين الأحمال	ALEPPO- H, 500 ms
فصل التوليد في محطة ALEPPO-E	ALEPPO – B, 500 ms
فصل المولدات في محطة التوليد ALEPPO-E، فصل الارتباط مع الشبكة الأردنية والمصرية يؤدي إلى انخفاض التردد على الشبكة السورية وتقنين الأحمال	ALEPPO – F, 500 ms
فصل التوليد في محطة TAYYEM	DEIRZOR, 500 ms
فصل التوليد في محطة SWEDIEH	HASSAKEEH, 500 ms

5 - النتائج والتوصيات:

ينجم عن توسع الشبكات مشاكل في الاستقرار العابر لذلك فإن هناك حاجة ملحة لوجود نظم حماية سريعة وذات وثوقية عالية لفصل دارات القصر داخل النظم المرتبطة.

كما هو مبين في الجدول /10/ فإن هناك العديد من قضبان التجميع 230kV التي يمكن أن تؤدي فيها الأعطال على قضبان التجميع إلى حالة عدم استقرار للمولدات المحلية، وفي بعض الحالات لشبكة الارتباط.

لذلك من المفضل تجهيز المحطات التي تشكل فيها الأعطال حالات حرجة بحماية لقضبان التجميع إذ إنه في حال إزالة الأعطال على قضبان التجميع خلال

في معظم محطات التحويل تكون المخارج مربوطة إلى قضيبي تجميع واحد فقط، وفي حالة حدوث عطل على قضيبي التجميع هذا فإن جميع المخارج ستصبح خارج الخدمة خلال زمن 100ms.

إلا أن هناك عدداً من المحطات التي فيها المخارج مربوطة إلى قضيبي تجميع مع حماية مستقلة لكل منهما وهذه المحطات مبينة في الجدول /9/

الجدول /9/ محطات الـ 230kV التي فيها المخارج مربوطة إلى قضيبي تجميع

(مجزئ قضبان التجميع مفتوح) JANDAR	FOURSAN
SKOBIN	SWEDIEH
ZARA	MHARDEH

حدوث عطل على أحد قطبي التجميع في مثل هذه المحطات يؤدي إلى فصل المخارج المرتبطة بقضيبي التجميع المعطل فقط.

بهدف دراسة أثر الأعطال في قضبان التجميع، درست كل محطات 230KV، وذلك بفرض حدوث عطل ثلاثي الطور على هذه القضبان وإزالته من قبل الحماية العاملة لقضبان التجميع خلال زمن فصل 100ms في المحطات التي تحوي على حماية لقضبان التجميع وزمن فصل 500ms في المحطات التي لا تحتوي على مثل هذه الحماية حيث يتم فصل العطل من قبل الحماية المسافية على الطرف الآخر لخطوط النقل المتصلة مع المحولات.

استخدمت مميزات البرنامج PSS/E لمراقبة الدارات وتحديد الأماكن في الشبكة التي يمكن أن يحدث فيها حالات عدم استقرار. ونلخص في الجدول /10/ المحطات التي تشكل فيها الأعطال على قضبان التجميع حالات حرجة على شبكة المنظومة السورية وشبكة الارتباط.

ويمكن الوصول إلى ذلك في العنقات البخارية عن طريق تخفيض الاستطاعة الميكانيكية المقدمة إلى العنفة.

ويتم تحقيق ذلك في الوقت الحاضر بواسطة نظم الحماية السريعة التي تستطيع جعل الاستطاعة الميكانيكية المقدمة إلى منطقة الضغط المتوسط والمنخفض للعنفة مساوية إلى الصفر مدة ثانية أو ثانيتين.

كما يمكن تخفيض تسارع الدائر عن طريق إدخال حمل أومي على أطراف المولد والذي يعرف بالمقاومة الكابحة.

ونلاحظ أن الطرائق السابقة لا تتعرض إلى فصل المولد أو تقنين الحمل. وإن كان فصل المولد الذي يعقبه فصل جزء من الحمل إجراء واسع الاستخدام للحفاظ على استقرار النظام (كما هو الحال في المنظومة السورية).

في هذه الحالة ولضمان عدم ضياع التزامن بعد حدوث العطل على خط النقل بين منطقتين يفصل المولد في منطقة التصدير الذي يؤدي إلى تفعيل الحماية الترددية وفصل جزء من الأحمال لعدم التوازن بين الاستطاعة المولدة والاستطاعة المستهلكة.

زمن 100ms فإنه لم يلاحظ وجود مشاكل في الاستقرار.

تشكل عطالة المولدات أحد المحددات المهمة للاستقرار العابر في نظام القدرة الكهربائي، وتمتلك العنقات الغازية بسبب طريقة بنائها عطالة أقل من العنقات البخارية. لذلك فإن الأزمنة الحدية لفصل الأعطال لمحطات التوليد المركبة أقصر من تلك التي

للمحطات البخارية ولذلك يطرح السؤال الآتي: هل من المفضل اختيار المحطات البخارية بدلاً من المحطات المركبة الأكثر اقتصادية كإستراتيجية للتوليد في سورية ؟

والجواب هو أن الأزمنة العادية لفصل الأعطال تضمن وبنسبة معقولة استقرار النظام بعد حدوث دارات قصر على أي من عناصره. ولما كانت حماية قضبان لا تشكل إلا جزءاً صغيراً من الكلفة الاقتصادية مقارنة بتكاليف إنشاء المحطات وتكاليف الوقود، لهذا فإنه من الأفضل استخدام المحطات الأكثر اقتصادية (المحطات المركبة) وحل مشاكل الاستقرار بواسطة الحماية المناسبة، واستخدام الأساليب التقنية المبتكرة لتحسين الاستقرار خاصة بعد حدوث الاضطرابات الكبيرة.

يمكن تحسين استقرار الاضطرابات الكبيرة عن طريق تخفيض أزمنة فصل الأعطال أو زيادة أزمنة الفصل الحدية أي تكبير منطقة استقرار ما بعد العطل.

ويطلب تخفيض أزمنة فصل الأعطال نظم حماية سريعة بما في ذلك القواطع الآلية. أمّا زيادة أزمنة الفصل الحدية فتتطلب من ناحية أخرى أساليب أكثر تعقيداً مثل زيادة استجابة نظام التهييج التي يتم في الوقت الحاضر عن طريق استخدام نظم التهييج الالكترونية الساكنة التي تتميز بثوابت زمنية منخفضة وكسب عال، أو تخفيض المفاعلة المكافئة المنظورة من قبل المولد عن طريق استخدام المحولات ذات المفاعلات المنخفضة أو باستخدام التعويض التسلسلي.

وهناك طريقة أخرى لزيادة أزمنة الفصل الحدية عن طريق تخفيض تسارع دائر المولد خلال مدة العطل،

- المراجع**
- 4- Juon M. Gens and Edward J. Holmes, Protection of Electricity Distribution Networks, IEE, United, 2004.
- 5- Arthur R. Bergen, Power System Analysis, PRNTICE Hall, New Jersey, 2000.
- 6- Mehta V.K, Principles of Power System, S.CHAND, New Delhi, 2002.
- 7- PSS/E Power System Analysis Program and Manual,PTI, Ver 29,2000.
- 8- Duncan G.Mulukutla S., Power System Analysis and Design, Thomson Corporation, United States, 2008.
- 9 - د.علي حمزة، د. خالد زيدان، تحليل نظم القدرة الكهربائية، جامعة دمشق، 2008.
- 10- بيانات وزارة الكهرباء 2009.
- 1-Antonio G.Exposito, Electric Energy Systems Analysis and Operation, CRC Press, 2009.
- 2-MATLAB/Simulink-based transient stability analysis in a power system
www.manchesteruniversitypress.co.uk/uploads/docs/390320.pdf - Similar:
Kothari D.P., Nagrath I.J, Modern Power System Analysis, McMraw-Hill, New York, 2008.
- 3- Saadat Hadi power System Analysis, Mc Graw -Hill, New York, 1999