

دراسة مقارنة بين تأثير استخدام قواطع إعادة الإغلاق أحادية الطور وثلاثية الطور بوجود مخمد اهتزاز على استقرار نظم الطاقة الكهربائية

الدكتور محمد عبد الحميد*

(تاريخ الإيداع 13 / 12 / 2010. قَبِلَ للنشر في 17 / 7 / 2011)

□ ملخص □

إن نمو أنظمة الطاقة الكهربائية، وزيادة تعقيد الشبكات الكهربائية، بوجود خطوط متعددة لنقل الطاقة الكهربائية، يجعل هذه الأنظمة عرضة لعدد من الأعطال التي تؤدي إلى عدم استقرار النظام. لذلك من المهم أن يكون نظام الطاقة قادراً على البقاء في حالة تشغيل متوازنة عند حالات التشغيل العادية، وأن يكون قادراً على الوصول إلى حالة توازن مقبولة بعد تعرضه لاضطراب. يكون النظام في الحالة المستقرة عندما تكون الاستطاعة المولدة مساوية الاستطاعة المستهلكة، مضافاً إليها الضياعات. لذلك من المهم تقليل الفرق بين التوليد والحمل. إحدى الطرق المستخدمة لتحقيق ذلك هي استخدام قواطع أحادية الطور عند حدوث قصر أحادي الطور. في هذا البحث موازنة بين تأثير قواطع أحادية الطور وثلاثية الطور بوجود مخمد اهتزاز على الاستقرار العابر لنظم الطاقة الكهربائية، وذلك عند حدوث قصر أحادي الطور إلى الأرض. بينت النتائج أن استخدام القواطع أحادية الطور عند حدوث قصر أحادي الطور، بوجود مخمد الاهتزاز، يقدم هامشاً جيداً للاستقرار العابر للنظام قياساً بالقواطع ثلاثية الطور.

الكلمات المفتاحية: استقرار نظم الطاقة الكهربائية، مخمد الاهتزاز، قواطع أحادية الطور.

* أستاذ - قسم هندسة الطاقة الكهربائية كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Comparative study between the effect of using reclosing single pole switching and three phase switching, with power system stabilizer, on transient stability.

Dr. Mohammed Abd El-hamid*

(Received 13 / 12 / 2010. Accepted 17 / 7 / 2011)

□ ABSTRACT □

The growth in size and complexity of power system networks with a large number of interconnections may subjected the systems to many faults which cause the system instability. Thus, it is important for a power system to be able to remain in a state of operating equilibrium under normal operating conditions and able to reach an acceptable state of equilibrium after being subjected to a disturbance. The system will be in steady state when the generation is equal to consuming plus losses. Thus, it is important to make the difference between generation and load very small. One method to verify this difference is to use the single pole switching when a single phase fault has happened. In this research, a comparative study has been made between the effect of using single pole switching and three phase switching, with power system stabilizer, on transient stability when a single phase short circuit happened. The results showed that using single pole switching with power system stabilizer gives good margin to transient stability of a power system compared with three phase switching when a single phase shorted to ground.

Keywords: Power System stability, power system stability, single pole switching.

* Professor; Electrical power system Dep., Mechanical & Electrical College, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

إن شبكات نظم الطاقة الكهربائية تنمو بشكلٍ سريعٍ ومستمر، وتتزايد الخطوط التي تربط بين المناطق المختلفة. إن هذا البناء المعقد للشبكة يجعله عرضةً لحالات طارئة عديدة، وأعطال مختلفة، وتقود النظام إلى حالة عدم الاستقرار. إن تحليل الاستقرار العابر للنظام مهمٌ؛ لحساب مقدرة الشبكة على العودة إلى حالة العمل المستقرة عند تعرض النظام لاضطرابات كبيرة ولا سيما دارات القصر. تشكل الدارات القصيرة التي تصيب خطوط نقل الطاقة الكهربائية القسم الأكبر من الأعطال كما تشكل الأعطال أحادية الطور إلى الأرض نحو 80% من دارات القصر. سوف نركز في بحثنا هذا على أهمية تأثير استخدام قواطع الإغلاق، أحادية الطور، مع مخمد الاهتزاز، في تحسين الاستقرار العابر لنظم الطاقة الكهربائية عوضاً عن استخدام القواطع ثلاثية الطور، وذلك عند تعرض النظام لدارة قصر أحادية الطور. تم التركيز على استخدام مخمد الاهتزاز (power system stabilizer=PSS) في الكثير من المقالات، للموازنة بين أنواع مختلفة من أنظمة التحكم [1,2]. ركزت بعض الأبحاث على آلية استخدام معدات قواطع الإغلاق أحادية الطور، في [3] تم اقتراح خوارزمية لعمل القواطع أحادية الطور؛ لتمييز بين الأعطال الدائمة والأعطال العابرة في خطوط النقل، ذات الجهد العالي، تم تطبيق الخوارزمية عبر معالجة الجهود على أطراف الآلات فقط، وتم استخدامها؛ لتحديد زمن امتداد القوس الثانوي، في [4] تم تقديم نظام إعادة إغلاق أحادي الطور من النوع التكيفي، وهو يعتمد على مراقبة المكونات الأساسية للتعاقب الصفري، للاستطاعة اللحظية؛ لاكتشاف الإطفاء اللحظي للقوس الكهربائي في الفترة الثانوية. في بحثنا هذا نقوم بدراسة استقرار نظم الطاقة الكهربائية عبر مراقبة أداء النظام عند حدوث قصر أحادي الطور، وذلك في حالة وجود قواطع إعادة إغلاق أحادية الطور، وثلاثية الطور، وذلك بوجود مخمد اهتزاز، ودون وجود مخمد اهتزاز.

أهمية البحث وأهدافه:

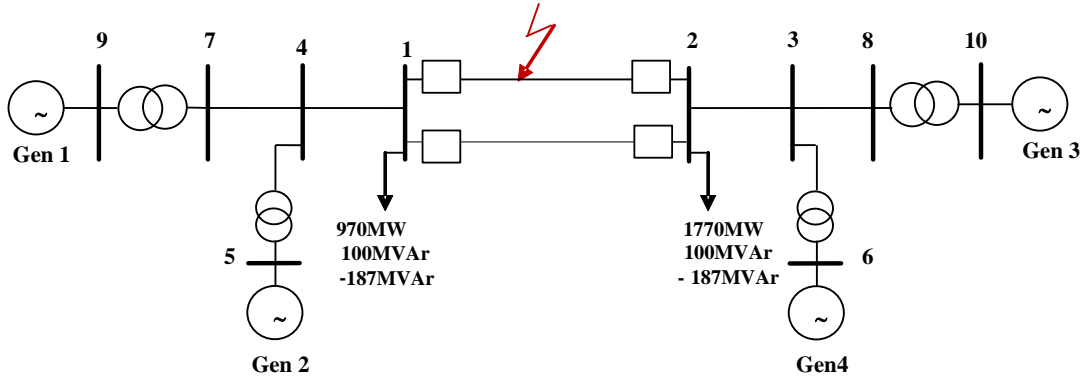
إن التطور المتنامي في احتياجات الطاقة يتطلب زيادة في بناء محطات توليد الطاقة، وتركيب شبكات؛ لنقل هذه الطاقة، وهذا يتطلب توظيفاً لروؤس الأموال إضافة إلى استهلاك مساحات شاسعة من الأراضي. لذلك من الأفضل استثمار النظام الموجود بالشكل الأمثل. وحيث أن النظام يكون في الحالة المستقرة عندما يتساوى التوليد والاستهلاك مضافاً إليه الضياعات، لذلك عندما يكون الفرق بينهما قليلاً يمكن اعتبار هذا اضطراباً صغيراً. يهدف هذا البحث إلى دراسة مقارنة بين استخدام القواطع أحادية الطور عوضاً عن القواطع ثلاثية الطور عند حدوث الأعطال أحادية الطور، وذلك من خلال أهميتها في استقرار نظم الطاقة الكهربائية من حيث تقليل الفرق بين الاستطاعة المولدة والمستهلكة، وذلك من خلال الموازنة بين منحنيات الاستجابة الزمنية لعدد من متحولات النظام.

طرائق البحث ومواده:

سوف نجري الدراسة على نظام طاقة كهربائية متعدد الآلات. يتألف النظام من منطقتين مرتبطتين ببعضهما عبر خطوط ربط. يمثل الشكل (1) مخطط الخط الواحد لنظام طاقة [5]، يتألف هذا النظام من 10 قضبان تجميع، وأربع محطات توليد حرارية متماثلة. باستطاعة اسمية قيمتها /900MVA، تغذي محطات التوليد الطاقة عند القضبان /1,2,3,4/ عبر محولات رافعة للجهد 20kV/230kV. ، زودت وحدات التوليد بنظام تهيج سريع من نوع (IEEE-Type-1)، كما هو موضح في الشكل (2). وتم تزويد كل وحدة توليد بمخمد اهتزاز من النوع التقليدي كما

هو مبين في الشكل (3). لقد تم تمثيل جميع وحدات التوليد بالنموذج الديناميكي التفصيلي، وثابت المولدات مبينة في الجدول (1).

إن نماذج خطوط النقل هي من نوع البارامترات الموزعة. تم استخدام قواطع دارة في بداية الخطين 1 و 2 على كلتا الداريتين، سوف تتم الموازنة بين استخدام قواطع أحادية الطور والقواطع ثلاثية الطور عند حدوث قصر أحادي الطور إلى الأرض في منتصف الخط الواصل بين قضيبي التجميع 1 و 2، حالما يتم اكتشاف العطل من قبل الريليهايت يتم إرسال أمر فتح القواطع في طرفي الخط، حيث يبقى الخط مفتوحاً نحو 0.6 ثانية، وذلك بوجود مخمد الاهتزاز، وعند عدم وجوده. لدراسة تأثير استخدام القواطع في استقرار نظم الطاقة الكهربائية، وتحليل أدائها، سوف نقوم برسم الاستجابة الزمنية لمحاولات النظام، زاوية القدرة، والسرعة، والجهد، على أطراف المولدات، وسوف تتم الموازنة بين منحنيات الاستجابة مع بعضها البعض، وذلك من حيث التجاوز الأعظمي، وزمن الاستقرار. للحصول على منحنيات الاستجابة الزمنية سوف نقوم بتمثيل النماذج الرياضية لمكونات نظام الطاقة وعناصره، التي سوف نردها لاحقاً، باستخدام برنامج simulink في برنامج MATLAB، حيث نقوم بتمثيل المعادلات الرياضية المستمدة من الدارات المكافئة، والمعادلات التفاضلية التي تصف حالة مكونات النظام وفق صناديق، فمثلاً المولدات المتواقتة سوف يتم تمثيل المعادلات الكهربائية والميكانيكية التي تصفها بمخططات صندوقية ضمن برنامج simulink، أما العناصر المتوافرة على شكل مخططات صندوقية مثل نظام التهييج، ومخمد الاهتزاز، فنقوم بتمثيلها بمخططات صندوقية مشابهة لها. سوف يتم تمثيل خطوط النقل والمحولات وفقاً لداراتها المكافئة. بعد ذلك يتم توصيل جميع العناصر المكونة لنظام الطاقة ببعضها ببعض، لنحصل على نظام للطاقة الكهربائية، مشابه للنظام الحقيقي. تم اختيار طريقة رونغا-كوتا، من الدرجة الرابعة؛ لحل المعادلات التفاضلية، وإجراء عملية المحاكاة لنظام الطاقة الكهربائية.



الشكل (1) مخطط الخط الواحد لنظام القدرة المدروس

1- المعادلات الميكانيكية للمولد المتزامن [5-9]:

$$\dot{\omega} = \frac{1}{2H} (P_m - P_g - D\omega) \quad (1)$$

$$\dot{\delta} = \omega - \omega_0 \quad (2)$$

تفاضل المتحول $. = d/dt$

السرعة الزاوية وزاوية القدرة على التوالي.	δ, ω
ثابت التخادم وثابت العطالة للمولد على التوالي.	H, D
الاستطاعة الميكانيكية و الكهربائية على التوالي.	P_e, P_m
السرعة الزاوية الاسمية لدوار المولد.	ω_o

2- المعادلات الكهربائية للمولد المتزامن [9-5]:

لقد تم استخدام نموذج منسوب إلى المحورين q, d (المحور المباشر، والمحور المتعامد أو غير المباشر) مع استخدام المميزات العابرة للآلة.

$$\left. \begin{aligned} v_q &= r_s i_q + \dot{\lambda}_q + \omega \lambda_d \\ v_d &= r_s i_d + \dot{\lambda}_d - \omega \lambda_q \\ v'_{fd} &= r'_{fd} i'_{fd} + \dot{\lambda}'_{fd} \\ v'_{kd} &= r'_{kd} i'_{kd} + \dot{\lambda}'_{kd} \\ v'_{kq1} &= r'_{kq1} i'_{kq1} + \dot{\lambda}'_{kq1} \\ v'_{kq2} &= r'_{kq2} i'_{kq2} + \dot{\lambda}'_{kq2} \end{aligned} \right\} \quad [V] \quad (3)$$

تعطى الفيوض المترابطة بالعلاقات الآتية:

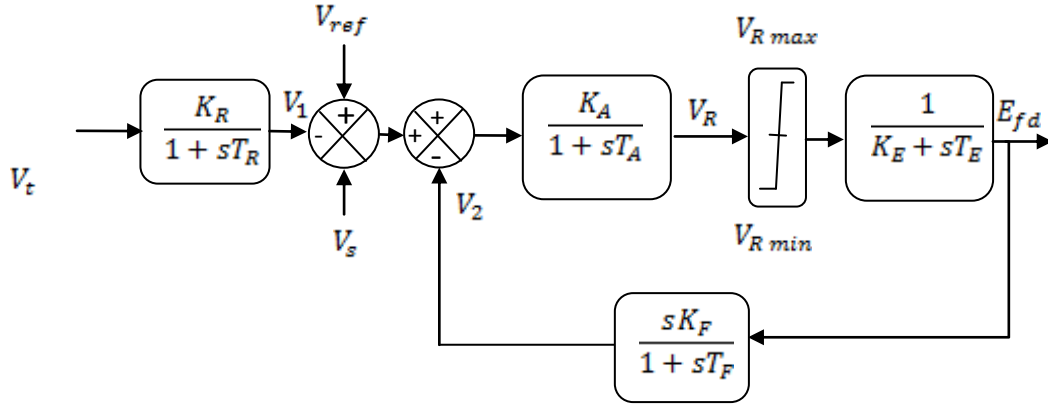
$$\left. \begin{aligned} \lambda_q &= L_q i_q + L_{mq} i'_{kq} \\ \lambda_d &= L_d i_d + L_{md} i'_{fd} + L_{md} i'_{kd} \\ \lambda'_{fd} &= L_{md} i_d + L_{md} i'_{kd} + L'_{fd} i'_{fd} \\ \lambda'_{kd} &= L_{md} i_d + L_{md} i'_{fd} + L'_{kd} i'_{kd} \\ \lambda'_{kq1} &= L_{mq} i_q + L'_{kq1} i'_{kq1} \\ \lambda'_{kq2} &= L_{mq} i_q + L'_{kq2} i'_{kq2} \end{aligned} \right\} \quad [Wb.turn] \quad (4)$$

q, d الكميات على المحورين q و d ، L, m تحريضية التمعنط و التسريية .
 S, r كميات تشير إلى الدوار والثابت، k, f كميات تشير إلى ملفات الحقل و الإخماد.

3- نموذج نظام التهيج [9-5]:

زودت كل مجموعة توليد بنظام تهيج، من النوع الأول، كما هو مبين في الشكل (2).

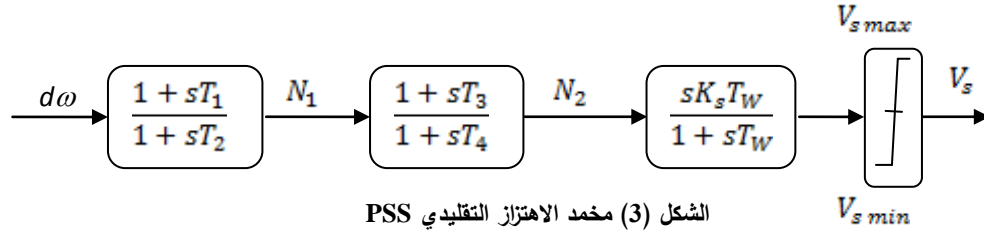
الجهد على أطراف الآلة، جهد حقل التهيج.	E_{fd}, V_t
الثابت الزمني و الريح لدارة منظم الجهد الآلي على التوالي.	K_A, T_A
الثابت الزمني و الريح لدارة المهيج على التوالي.	K_E, T_E
الثابت الزمني و الريح لدارة مخدم الاهتزاز للمهيج على التوالي.	K_F, T_F
الثابت الزمني و الريح لدارة المرشح على التوالي.	K_R, T_R



الشكل (2) نموذج نظام التهبيج (Exciter) من نوع IEEE Type-1 معدل

4- نموذج مخمد الاهتزاز التقليدي PSS [9-5]:

تم استخدام مخمد اهتزاز من النوع التقليدي مع كل مولد، حيث يتألف مخمد الاهتزاز التقليدي PSS من صندوقي تعويض من نوع متقدم-متأخر إضافة إلى صندوق تصريف يضمن عدم استجابته للمجموعة المستمرة DC أو للترددات الصغيرة جداً كما هو مبين في الشكل (3). يعمل مخمد الاهتزاز عند وصله إلى نظام التهبيج للألة المتواقتة لتعديل زاوية العزم لمحور الدوران بالتالي زيادة التخادم. يغذى دخل المخمد بإشارة تغير السرعة لمحور الدوران $d\omega$. يعطي هذا المخمد إشارة موجبة إلى دخل المنظم الآلي للجهد.

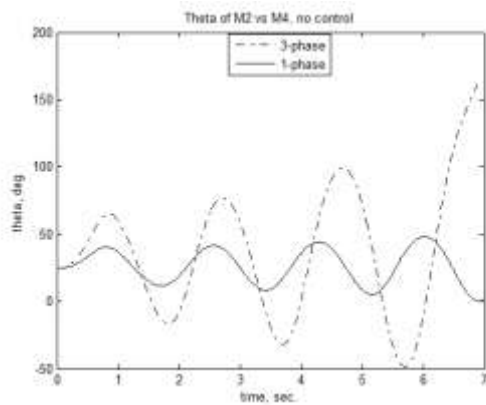


الشكل (3) مخمد الاهتزاز التقليدي PSS

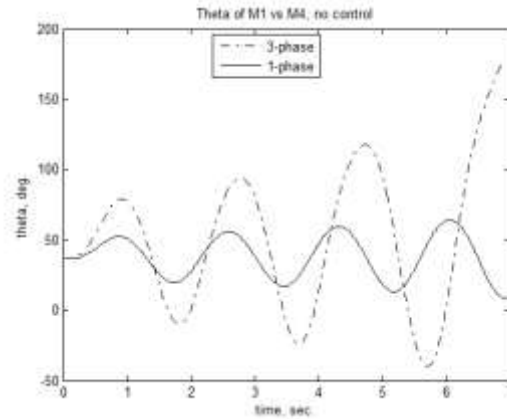
النتائج والمناقشة:

لدراسة الاستقرار العابر لنظام الطاقة، واختبار أداء القواطع؛ تم إحداث قصر أحادي الطور على الطور A في منتصف خط النقل الواصل بين قضيبي التجميع 1 و2، وذلك في الحالتين:

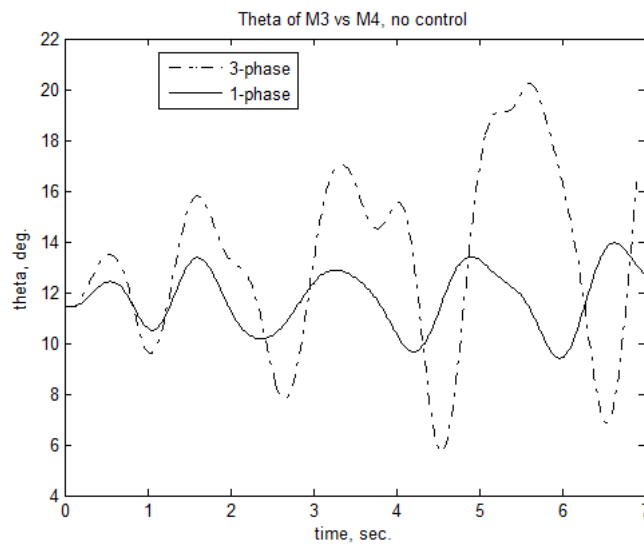
1. حالة عدم وجود مخمد الاهتزاز، حيث تمت الموازنة بين أداء النظام، في حال عمل قواطع أحادية، أدت إلى فصل الطور A، الواصل بين قضيبي التجميع 1 و2 لمدة 0.6 ثانية، وأداء النظام في حال عمل قواطع ثلاثية الطور أدت إلى فصل الخط الواصل بين قضيبي التجميع 1 و2، لمدة 0.6 ثانية، رسمت الاستجابة الزمنية لمتحولات النظام، وهي زاوية القدرة المبينة (4 و5 و6)، منحنيات السرعة مبينة في الأشكال (7 و8 و9). من الموازنة بين النتائج نلاحظ أن النظام في الحالتين غير مستقر، ولكن في حالة فصل القواطع، ثلاثية الطور، عند حدوث القصر، أحادي الطور، يصل النظام إلى حالة عدم الاستقرار بشكل أسرع.



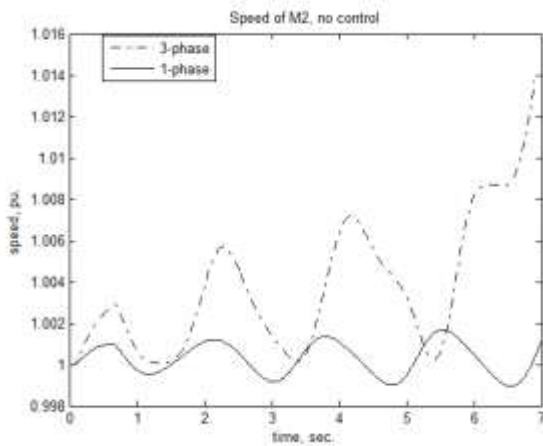
الشكل (5) الاستجابة الزمنية لزاوية القدرة للآلة 2



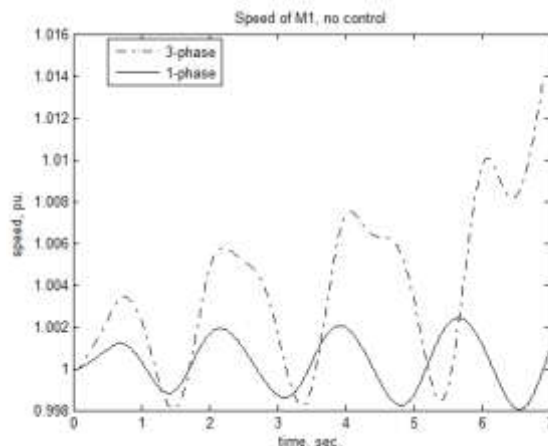
الشكل (4) الاستجابة الزمنية لزاوية القدرة للآلة 1



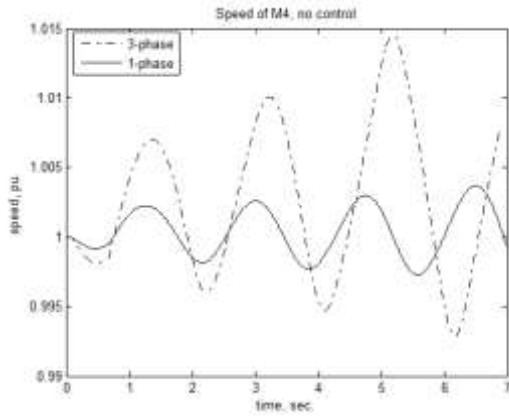
الشكل (6) الاستجابة الزمنية لزاوية القدرة للآلة 3



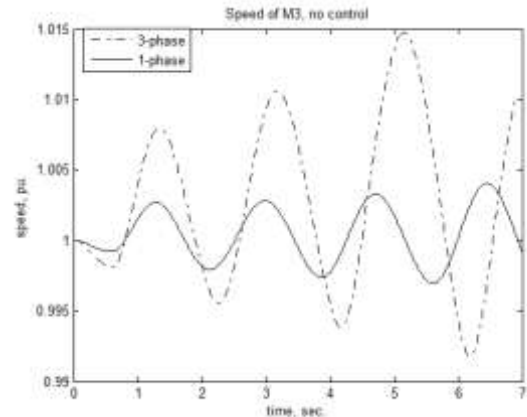
الشكل (8) الاستجابة الزمنية للسرعة للآلة 2



الشكل (7) الاستجابة الزمنية للسرعة للآلة 1

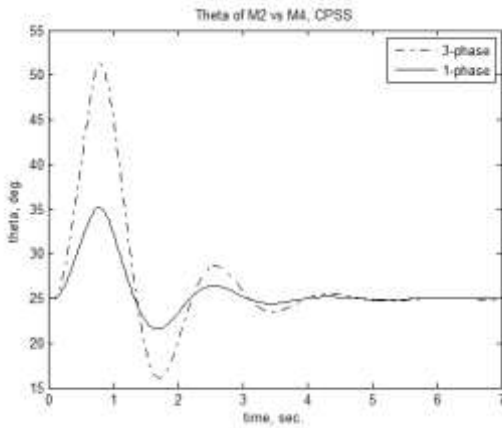


الشكل (10) الاستجابة الزمنية للسرعة للآلة 4

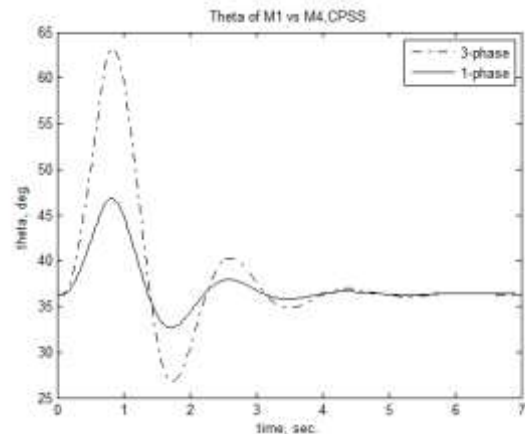


الشكل (9) الاستجابة الزمنية للسرعة للآلة 3

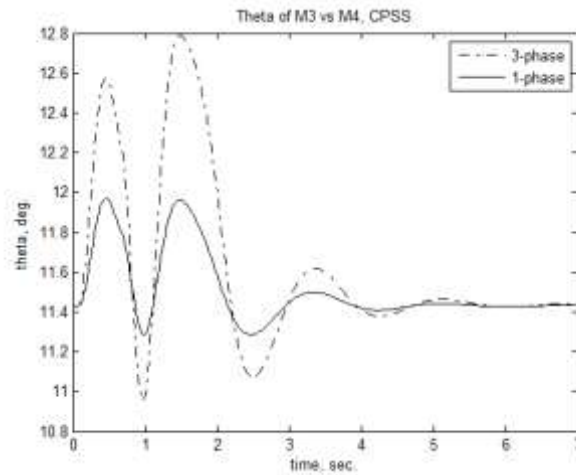
2. حالة وجود مخمد الاهتزاز، حيث تمت الموازنة بين أداء النظام، في حال عمل قواطع أحادية، أدت إلى فصل الطور A، الواصل بين قضيبي التجميع 1 و 2، لمدة 0.6 ثانية، وأداء النظام في حال عمل قواطع، ثلاثية الطور، أدت إلى فصل الخط الواصل بين قضيبي التجميع 1 و 2، لمدة 0.6 ثانية، الاستجابات الزمنية لزواوية القدرة مبينة في الأشكال (11 و 12 و 13)، كما تبين الأشكال (14 و 15 و 16 و 17) السرعة للآلات الأربع، وتبين الأشكال (18 و 19 و 20 و 21) الجهد على أطراف الآلات الأربع. من الموازنة بين الأشكال نلاحظ أن المنحنيات، في حالة عمل القاطع، أحادي الطور، تستقر بزمن أقل منها في حالة القاطع ثلاثي الطور، كما نلاحظ أن التجاوز الأعظمي الذي يحدث على المنحنيات، في حال القاطع ثلاثي الطور، أكبر بأربع مرات تقريباً منه في حالة القاطع أحادي الطور.



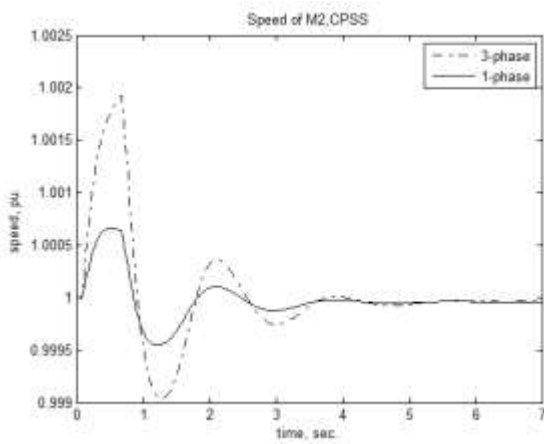
الشكل (12) الاستجابة الزمنية لزواوية القدرة للآلة 2



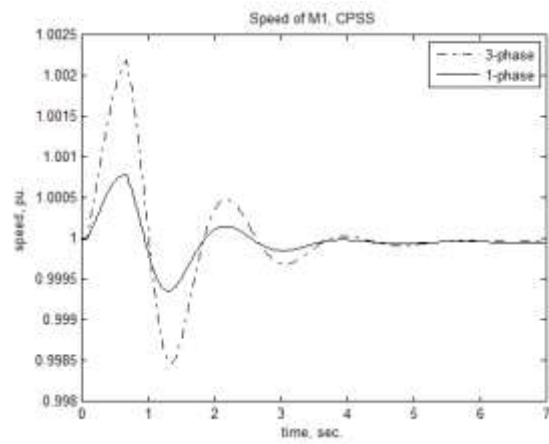
الشكل (11) الاستجابة الزمنية لزواوية القدرة للآلة 1



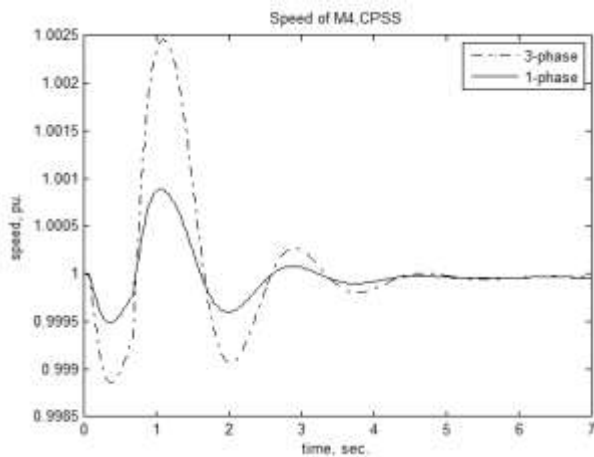
الشكل (13) الاستجابة الزمنية لزاوية القدرة للآلة 3



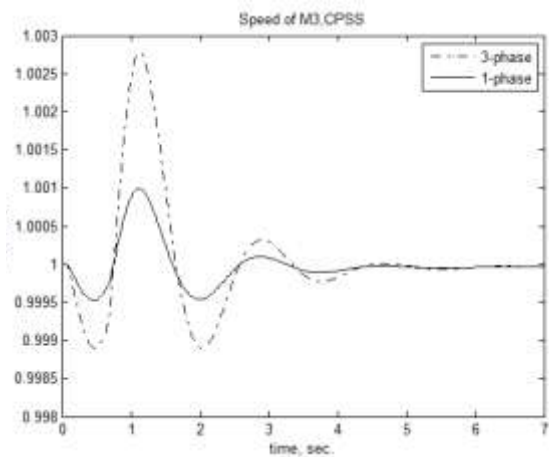
الشكل (15) الاستجابة الزمنية للسرعة للآلة 2



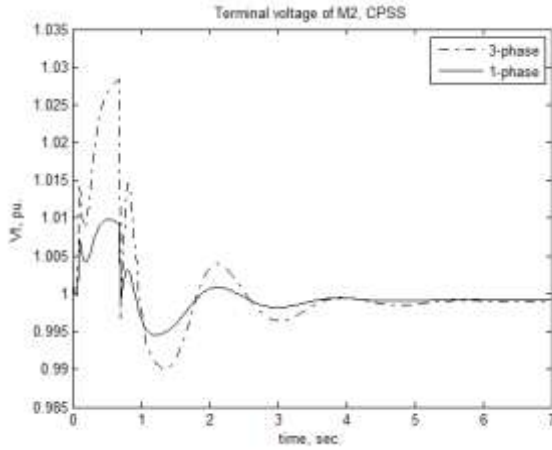
الشكل (14) الاستجابة الزمنية للسرعة للآلة 1



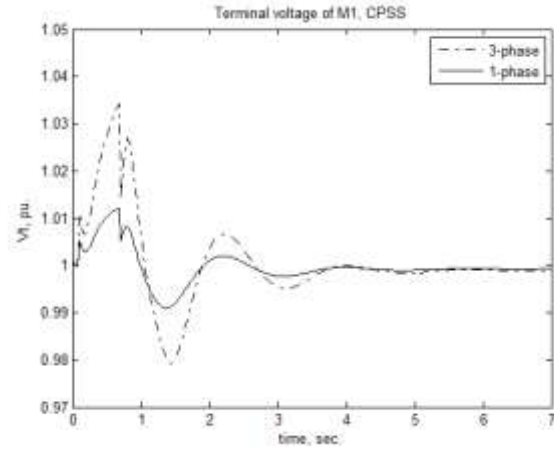
الشكل (17) الاستجابة الزمنية للسرعة للآلة 4



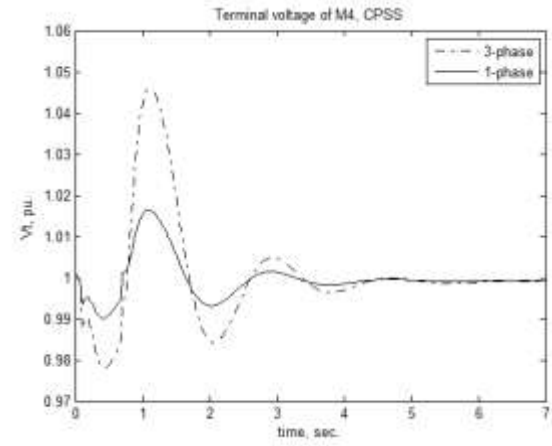
الشكل (16) الاستجابة الزمنية للسرعة للآلة 3



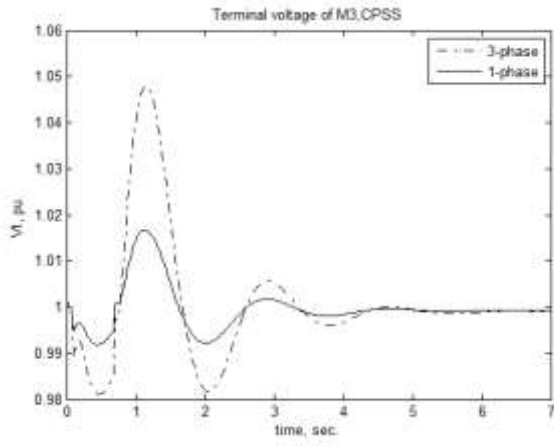
الشكل (19) الاستجابة الزمنية للجهد على طرفي الآلة 2



الشكل (18) الاستجابة الزمنية للجهد على طرفي الآلة 1



الشكل (20) الاستجابة الزمنية للجهد على طرفي الآلة 4



الشكل (19) الاستجابة الزمنية للجهد على طرفي الآلة 3

مما سبق نجد أن استخدام قواطع إعادة الإغلاق، أحادية الطور، عند حدوث الأعطال، أحادية الطور، تسهم بشكل جيد في الحفاظ على الاستقرار العابر للنظام قياساً باستخدام القواطع ثلاثية الطور عند نفس حالة العطل، غير أن استخدام القواطع أحادية الطور لا يخلو من السلبيات التي يمكن إيجازها بما يأتي [5]:

- إخماد القوس الكهربائي الثانوي: عندما يُفتحُ طورٌ واحدٌ، من الأطوار الثلاثة، من طرفيه، فإن الطور المعطل يكون مقترناً سعويًا، وتحريضاً، بالطورين الآخرين، غير المعطلين، اللذين يبقيان مشحونين بالطاقة الكهربائية، فيؤدّي إلى تحريض جهد فيه نتيجةً لذلك.
- إجهادات التعب التي تصيب شفرات العنففة، ومحور العنففة-المولد [5]: إن القواطع الأحادية، خلال الزمن الميت، لعملية الإغلاق، عندما يُفتحُ طورٌ واحد يمكن أن يحرض تأرجحات للعزم بحدود 120Hz، وهذا يعارض الاعتبارات التصميمية لشفرات العنففة. وهذا قد يسبب ضرراً لشفرات العنففة. إضافة إلى التأرجحات الالتوائية التي تصيب المحور.
- الإجهادات الحرارية التي تصيب المولدات المجاورة: إن عدم التوازن خلال فترة فتح أحد الأطوار يسبب تيارات، ذات تعاقب سالب، في الأجزاء الثابتة للمولدات المجاورة، والمعوضات المتواكفة. إن هذه التيارات

تعرض تيارات في الأجزاء الدوارة للمولدات، بتردد 120Hz، فتسبب تسخين المولدات. حددت المقاييس العالمية القيم المسموحة بها للتيارات غير المتوازنة.

الاستنتاجات والتوصيات:

تمت نمذجة نظام متعدد الآلات؛ للموازنة بين تأثير استخدام قواطع، أحادية الطور، وقواطع ثلاثية الطور، بوجود مخمد اهتزاز ومن دونه. تم استخدام القواطع، أحادية الطور، عند حدوث قصر، أحادي الطور، إلى الأرض، كما تم استخدام القواطع ثلاثية الطور، بينت الدراسة أن استخدام القواطع، أحادية الطور، بوجود مخمد الاهتزاز يقدم هامشاً جيداً للاستقرار العابر للنظام قياساً بالقواطع ثلاثية الطور، ولكن يجب مراعاة الآثار السلبية التي قد يسببها عمل هذه القواطع.

المراجع:

1. ABIDO M. A.; ABDEL-MAGID Y.L. *Coordinated design of a PSS and an SVC-based controller to enhance Power system stability*. Electrical Power and Energy Systems 25 (2003) 695-704.
2. MITHULANANTHN N.; ROGERS G.J.; CLAUDIO A. *Comparison of PSS, SVC and STACOM Controllers for Damping Power System Oscillations*. IEEE vol. 18, Issue 2, May 2003, 786-792.
3. KARACASU O.; HOCAOGLU M. *An Adaline based arcing detection algorithm for single-pole autoreclosers*. Electric power systems research, xxx(2010) xxx-xxx.
4. ELKALASHY N.; IZZULARAB M. *An adaptive single pole autoreclosure based on zero sequence power*. Electric power systems research, 77(2007) 438-446.
5. KUNDUR P. *Power System Stability And Control* . Mc Graw-Hill, 1994,1176.
6. YAO-NAN Y. - *Electric Power System Dynamics*. Academic Press, INC. New York, 1983, 255.
7. ANDERSON P.M.; FOUAD A. A. *Power System Control and Stability*. The Iowa State University Press, 1977, 464.
8. CHEE- M. O. *Dynamic Simulation of Electric Machinery Using Matlab/Simulink*. Prentic Hall PTR, United States of America, 1998, 626.
9. SAUER W.; PAI M.A. *Power System Dynamics and Stability*. Prentic Hall PTR, United States of America, 1998, 357.

ملحق:

يبين الجدول (1) معطيات خطوط النقل بالقيم الواحدية منسوبة إلى أساس 230 kV و 100MVA، كما يبين الجدول (2) معطيات المولدات، على حين يبين الجدولان (4) و (5) قيم ثوابت نظام التهييج، والتوربين، مع منظم السرعة على التوالي.

الجدول (1) معطيات ممانعات الخطوط في النظام المدروس

From	To	R(pu)	X(pu)	B/2(pu)
5	6	0.0025	0.025	0.021875
6	7	0.001	0.01	0.00875
7	8 each line	0.022	0.22	0.1925
8	9	0.001	0.01	0.00875
9	10	0.0025	0.025	0.021875

الجدول (2) ثوابت المولدات المتوائمة المستخدمة

Parameter		Gen 1,2	Gen 3,4`
المفاعلة المتوائمة على المحور d.	x_d	1.8	1.8
المفاعلة العابرة على المحور d.	x'_d	0.3	0.3
المفاعلة دون العابرة على المحور d.	x''_d	0.25	0.25
المفاعلة المتوائمة على المحور q.	x_q	1.7	1.7
المفاعلة العابرة على المحور q.	x'_q	0.55	0.55
المفاعلة دون العابرة على المحور q.	x''_q	0.25	0.25
مقاومة الثابت.	r_s	0.0025	0.0025
التحريضية التسريعية للثابت.	XI	0.2	0.2
الثابت الزمني العابر للدائرة المفتوحة على المحور d.	T'_{do}	8.0	8.0
الثابت الزمني دون العابر للدائرة المفتوحة على المحور d.	T''_{do}	0.03	0.03
الثابت الزمني العابر للدائرة المفتوحة على المحور q.	T'_{qo}	0.4	0.4
الثابت الزمني دون العابر للدائرة المفتوحة على المحور q.	T''_{qo}	0.05	0.05
ثابت العطالة.	H	6.5	6.175

الجدول (3) ثوابت أنظمة التهييج

Parameter	Value
K_A	200
T_A	0.001
K_E	1.0
T_E	0.0
K_F	0.0
T_F	0.0
K_r	1.0
T_r	0.02