



تأثير محطة بنبان للطاقة الشمسية على تشغيل نظام نقل الطاقة المصري

M.Z. KAMH
Faculty of
Engineering, Ain
Shams University
Egypt

M. FAWZY
EETC, Egypt

P. AWATER
A. AMIN
M. SCHWAN
J. VERBOOMEN
Siemens
Egypt / Germany

A.M.K.
ELMORSHEDY
CIGRE National
Committee
Egypt

مراجعة : د. أهداب محمد كامل المرشدى

ترجمة : م. مروه منصور حسين

1

1

مقدمة

- تقع محطة بنبان للطاقة الشمسية فى جنوب مصر فى محافظة أسوان حيث الإشعاع الشمسى العالى والمساحة المتاحة بشكل كبير .
- تقع محطة بنبان على مساحة 37.15 كيلومتر وتضم 32 محطة شمسية : 27 محطة بقدرة 50 ميغاوات ، 3 محطات بقدرة 20 ميغاوات ، ومحطة بقدرة 25 ميغاوات ومحطة بقدرة 30 ميغاوات – يمتلك على التوالى كل مجموعة من المحطات مستثمر و شركة طاقة مختلفة.
- يعتبر كل من الكثافة السكانية والطلب على الطاقة فى هذه المنطقة منخفضين ، ولذلك فإن الطاقة المولدة يتم نقلها على مدى مئات الكيلومترات لمراكز الأحمال فى القاهرة والمناطق الشمالية من مصر.

2

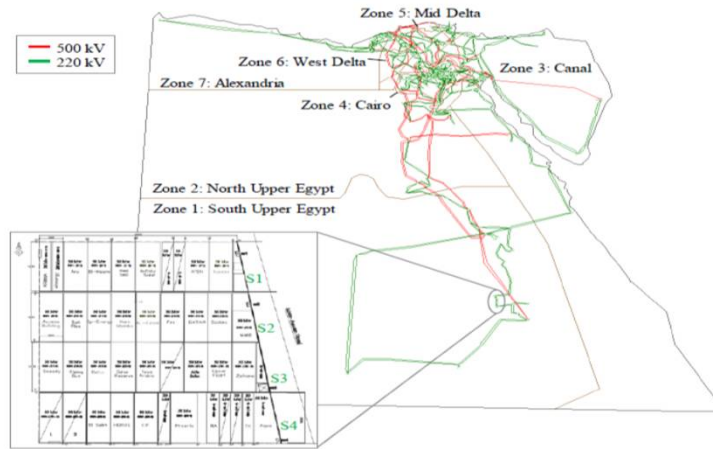
2

مقدمة

- تتميز المنطقة الموجودة بها شبكة محطة بنبان بانخفاض الجهد ولذا تم دراسة كيفية مشاركة محطة بنبان الشمسية بالأخص في تحسين استقرار الجهد .
- يعتبر تطوير الشبكة جهد 500 ك.ف. متضمناً إنشاء خط نقل ثنائي الدائرة وبناء محطة محولات جهد 500 ك.ف من التدابير النهائية التي تم اتخاذها لمعالجة مشاكل الجهد في هذه المنطقة

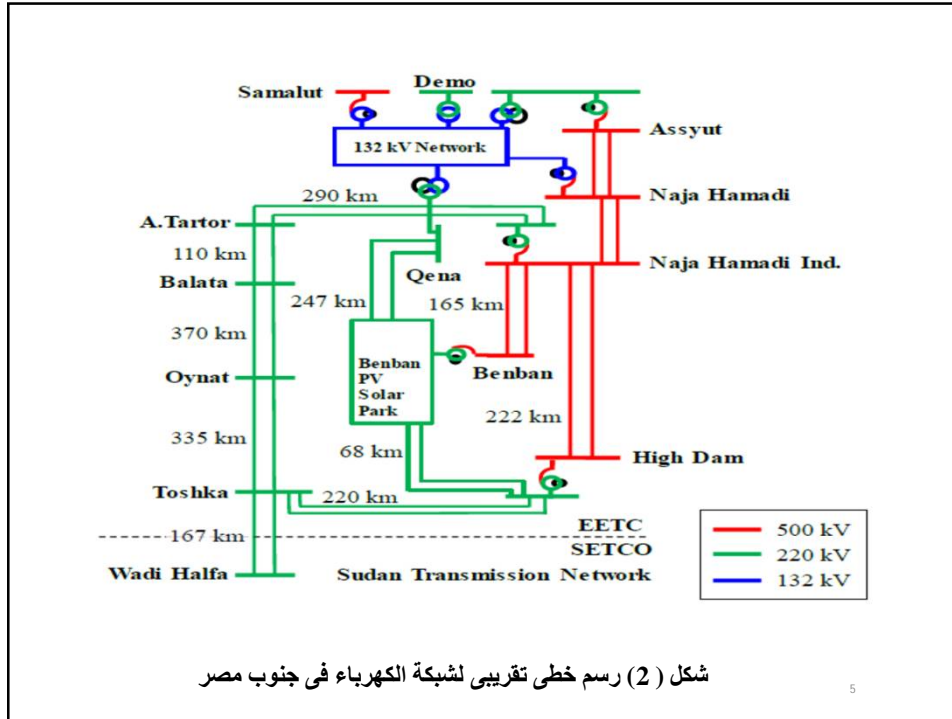
3

3



شكل (1) رسم لشبكة نقل الكهرباء المصرية عام 2018 مع تصميم لمحطة بنبان للطاقة الشمسية

4



5

التمثيل النموذجي

تم بناء نموذج وتكوين ديناميكي لمحاكاة السلوك الديناميكي لمحطة بنبان بناء على نماذج المحطة الشمسية في برنامج PSSE :

- نموذج مولد الطاقة المتجددة / المحول REGCAU1
- نموذج التحكم الكهربائي للمحطات الشمسية ذات القدرات العالية REECBU1
- نموذج عام للتحكم في محطات الطاقة المتجددة REPCAUI1

- REGCAU1: Renewable Energy Generator/Converter Model.
- REECBU1: Electrical Control Model for Large Scale PV.
- REPCAUI1: Generic Renewable Plant Control Model.

6

6

التمثيل النموذجي

تم عمل محاكاة ديناميكية أثناء تشغيل محطة بنبان للطاقة الشمسية في حالة الحد الأقصى والحد الأدنى للطلب على الطاقة .

أولاً: تم فحص استقرار الجهد على الشبكة بعد إزالة عطل وتم دراسة استقرار زاوية الجزء الدوار rotor لمولدات الشبكة بعد إزالة العطل لمعرفة مدى احتفاظ المولدات بحالة التزامن ، وطبقاً لنتائج الفحص لثبات الجهد وزاوية الجزء الدوار تم تحديد الزمن الحرج لإزالة العطل .

ثانياً: تم دراسة استقرار التردد في حالة خروج جزئى لمحطة بنبان مقارنة بخروج محطات الطاقة التقليدية الكبرى وتم الوصول في هذه الدراسة إلى تحليل لمستوى كاف من التحكم في القدرة الأساسية. primary control power.

7

7

استقرار الجهد

- تم عمل تحليل ديناميكي لثبات الجهد من خلال محاكاة لدوائر قصر(3 فاز) على بارات جهد **500 ك.ف** و **220 ك.ف** لمحطات محولات بنبان .
- تم إظهار تأثير حقن التيار الغير فعال reactive current injection من المحطة الشمسية أثناء العطل بالإضافة إلى التحقق من انتشار زوايا المولد معاً بطريقة طبيعية بعد إزالة العطل أو منفصلين.

8

8

استقرار الجهد

- تم فحص استقرار الجهد بعد إزالة عطل مع الأخذ في الاعتبار تأثير تكوين النموذج الديناميكي .
- المعامل K_{qv} من نموذج التحكم الكهربائي هو **قيمة تيار الحقن التفاعلي** المكتسب والذي يمثل المتحكم الرئيسي لكمية التيار غير الفعال reactive current injection gain أثناء العطل وهو المسنول عن دعم جهد الشبكة أثناء انخفاض الجهد .
- زيادة قيمة المعامل K_{qv} يؤدي إلى زيادة قيمة التيار غير الفعال ودعم أكبر لجهد الشبكة أثناء الأعطال وبالتالي زيادة الاستقرار .

9

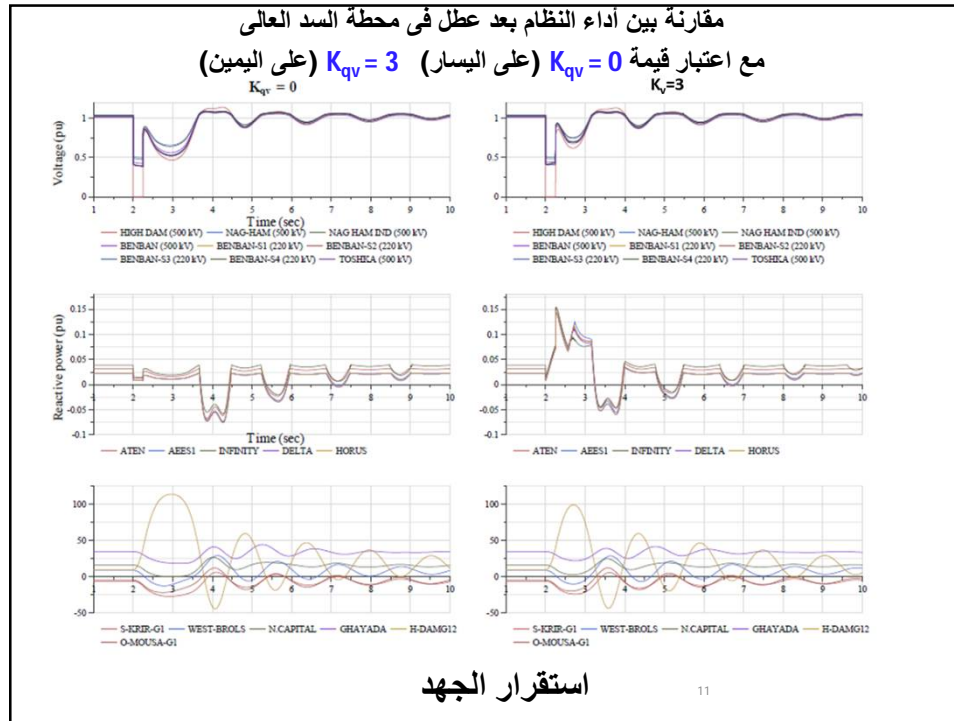
9

استقرار الجهد

- تم عمل محاكاة لعطل على البارة جهد **500 ك.ف.** بمحطة توليد السد العالي لمدة **250 ميلي ثانية** لإظهار تأثير التيار غير الفعال أثناء الأعطال على استقرار زاوية الجزء الدوار واستقرار الجهد .
- بعد إزالة العطل تم فصل مغذى السد العالي - نجع حمادى لتمثيل حالة الطوارئ $N-1$. وقد تم عمل المحاكاة في حالة الطلب على الطاقة الأكبر للشبكة وأثناء تشغيل محطة بنبان وقد تراوحت قيمة K_{qv} بين $K_{qv} = 0$ & $K_{qv} = 3$.

10

10



11

- Figure 3 shows that increasing the reactive current injection during the fault increases the stability margin; with higher reactive current injection, the first transient rise of the High Dam rotor angle will be less and also the transient voltage depression after fault clearance is less severe (the voltage is higher).

12

12

استقرار الجهد

- بالرغم من أن الأشكال السابقة أظهرت اختلافات في استقرار زاوية الجزء الدوار والجهد فإن النظام مازال مستقراً في كلا الحالتين (بمعنى سواء في حالة وجود تيار غير فعال أم لا) .
- تم تغيير تكوين الشبكة قليلاً لتقليل قدرة دائرة القصر عند السد العالي (وبالتالي زيادة احتمالية عدم الاستقرار بعد الأعطال) من خلال فصل الدائرتين جهد **220 ك.ف.** من السد العالي لكل من توشكى وميديكو من أجل إثبات أن غياب التيار الغير فعال يمكن أن يؤدي إلى عدم الاستقرار .

13

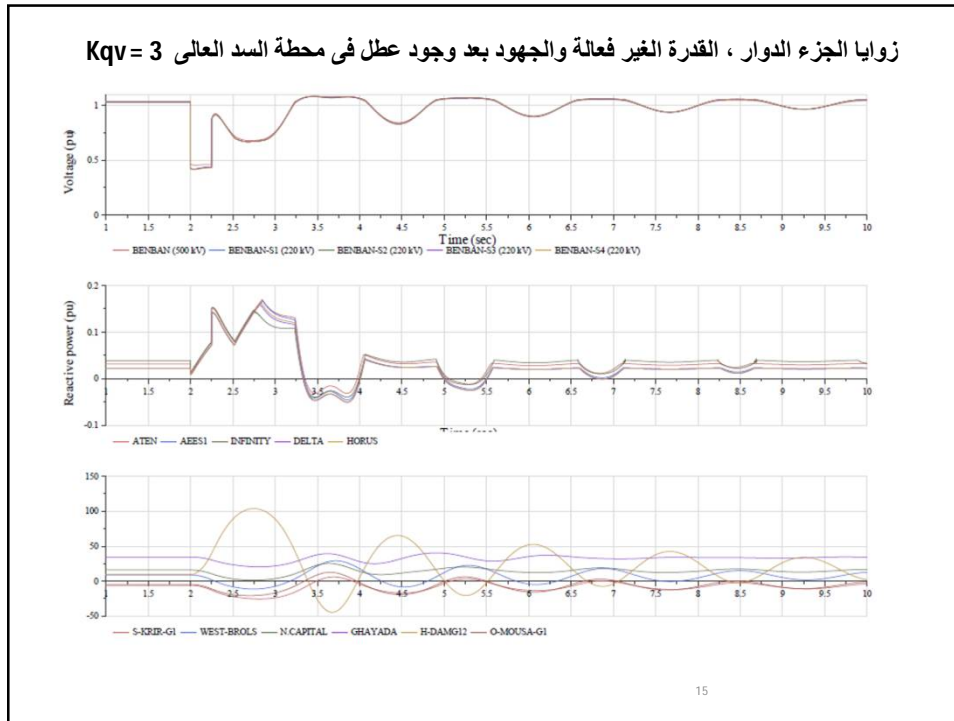
13

استقرار الجهد

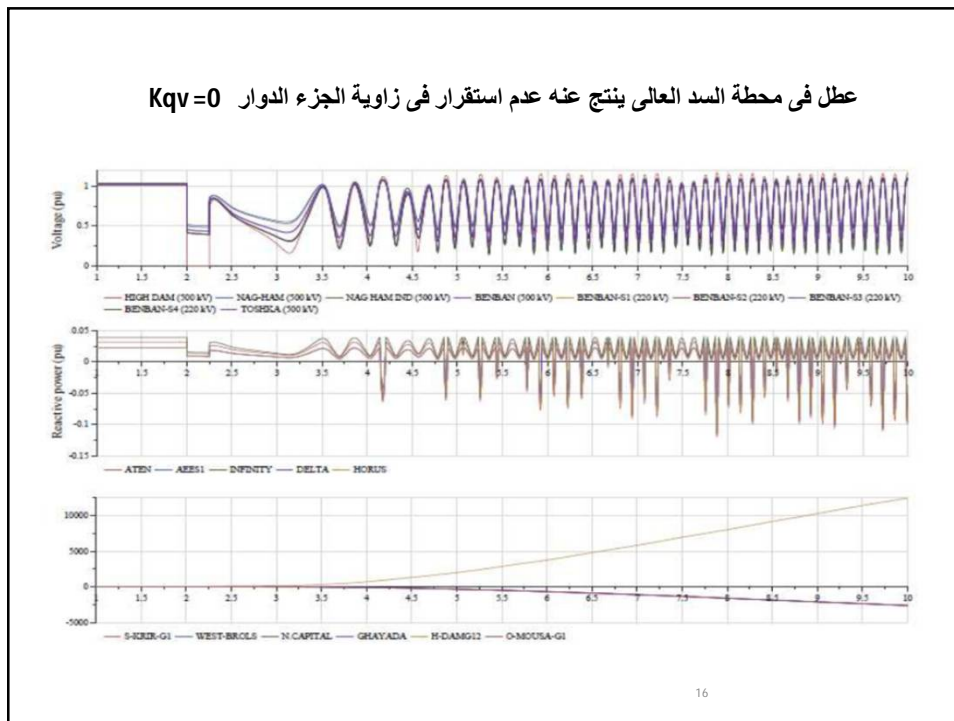
- عند $K_{qv} = 3$ حقن التيار الغير فعال يدعم الشبكة أثناء وبعد العطل وبالتالي يحفظ استقرار الشبكة .
- عند $K_{qv} = 0$ عدم وجود التيار الغير فعال من محطة بنبان (يحدث عدم استقرار لزاوية الجزء الدوار) .

14

14



15



16

التحكم فى التردد

تم عمل أكثر من محاكاة مع الأخذ فى الاعتبار عدد (4) أعطال لمحطات إنتاج قدمت من الشركة المصرية لنقل الكهرباء باعتبار وجود الحالات التالية:

- فقد 50 % من إنتاج محطة بنبان .
- فقد 100 % من إنتاج محطة بنبان .
- فقد وحدة من محطة جنوب حلوان (650 ميجاوات) .
- فقد وحدة من محطة سيمنز العملاقة (1200 ميجاوات) .

17

17

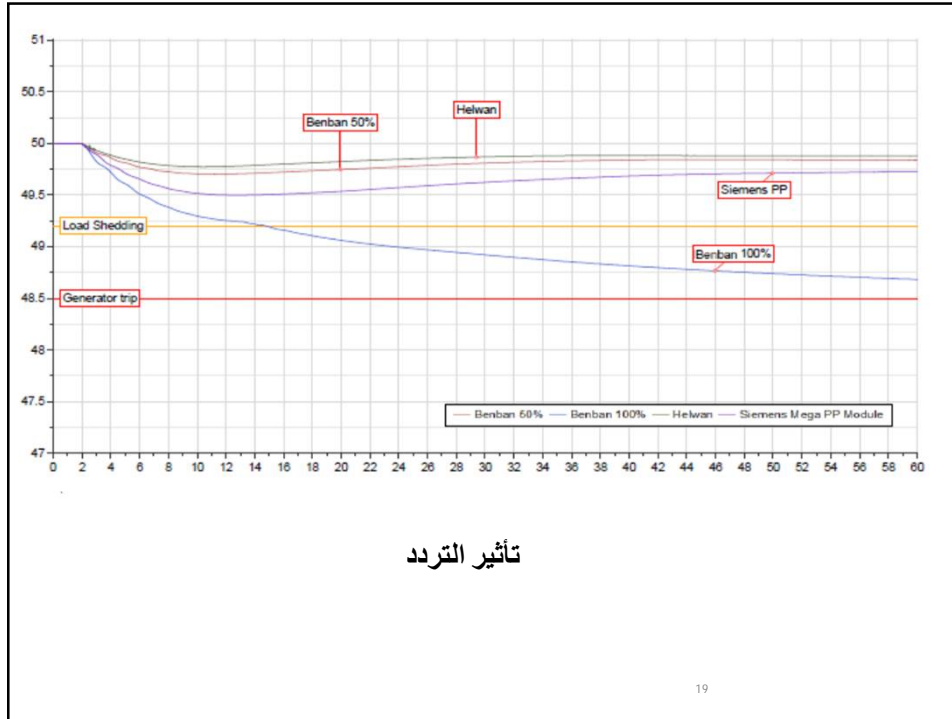
التحكم فى التردد

تم تمثيل مقارنة استقرار التردد للحالات الأربعة كما فى الشكل السابق وقد تبين أن :

- فقد وحدة من محطة سيمنز العملاقة 1200 ميجاوات قد تم تغطيته بمستوى مناسب من التحكم الأولى فى الطاقة من نظام الطاقة المصرى .
- الفقد الكلى لمحطة بنبان للطاقة الشمسية ينتج عنه انتهاك شديد فى التردد ويتطلب تدابير لتخفيف الأحمال. لجعل هذه النتيجة نسبية فإن هذه الحالة تمثل حدث غير مرغوب فيه حيث أنها تسبب حدوث أعطال متزامنة للعديد من مكونات الشبكة فى وقت القدرة القصوى .

18

18



19

الخلاصة والنتيجة

- تعتبر محطة بنبان للطاقة الشمسية حجر زاوية جديد في توليد الطاقة في مصر وخطوة أولى وهامة في اتجاه إمدادات الطاقة المستدامة .
- الدراسات المقدمة تدعم الشركة المصرية لنقل الكهرباء في تطوير الشبكة في هذه المنطقة ودمج محطة بنبان للطاقة الشمسية في نظام الطاقة المصرى بطريقة آمنة وموثوقة, النتائج تظهر تأثير تحسين استقرار الجهد في هذه المنطقة.
- إن دراسة استقرار التردد من سيناريوهات مختلفة يوضح أهمية وجود مستوى كاف من احتياطي التحكم الأساسى في نظام الطاقة المصرى .

20

20

الخلاصة والنتيجة

- هذه الدراسات أجريت بشكل متكرر داخل نطاق الشركة المصرية لنقل الكهرباء للتأكد من أن استقرار النظام يكون له دائماً الأولوية على أي تغيير في النظام و/ أو أي محطة طاقة متجددة تتصل بالشبكة .
- نتائج استقرار التردد تساعد الشركة المصرية لنقل الكهرباء في تحسين الممارسات التشغيلية للتأكد من أن مصادر الطاقة المتجددة المستخدمة على نطاق واسع تتكامل بطريقة كفاء وأمنة وموثوق بها .

21

21

- EETC is committed to safe and reliable integration of renewable energy in the Transmission grid.
- Benban solar park can improve the stability of the system by contributing to the reactive power support during the transient events.
- The frequency stability analysis illustrate the importance of primary control reserve within the Egyptian power system for safe integration of large scale renewables.

22

22