C4 - Power System Technical Performance

Paris 2020

Planning for Resilience in High Renewable Power Systems

C4-121

التخطيط للمرونة فى أنظمة الطاقة المتجددة العالية

N. W. MILLER
HickoryLedge LLC
USA

ترجمة : م./ مروه منصور حسين **مراجعة : أ.د./ أهداب المرشدى**
د./ حسن محمد محمود

1

1

مقدمة

Paris 2020

- من خلال إطار **المرونة** لمؤسسة الإعتمادية الكهربائية لأمريكا الشمالية **NERC** تم فحص **المرونة** فى شبكات الطاقة المتجددة العالية .
- المراحل والتوقيتات لأى حدث مدمر يخرج من إطار العمل بملاحظات مرفقة عن كيفية تناسب عناصر إطار **المرونة** مع المراحل المختلفة .
- النظر فى طيف أوسع من الإضطرابات المنهجية التى تتجاوز أعطال الشبكة التقليدية يوجد فرصة لموارد طاقة متجددة جديدة خاصة تلك التى تعتمد على العواكس لخلق أنظمة قدرة أكثر مرونة واقتصادية بالمقارنة مع أنظمة التوليد الأحفورية الموجودة حاليا.

2

2

مقدمة

Paris 2020

- القدرات الأربعة القائمة على النتائج هى : **المتانة , الحيلة والدهاء resourcefulness التعافى السريع ,القدرة على التكيف** كل منها تم مناقشته بالنظر تجاه تحديد التشغيل المستقبلى الذي يساعد على المتانة التى يمكن اعتبارها تدريجية للوفاء بمعايير الإعتمادية الحالية . تقدم الورقة البحثية أسئلة أساسية هل يمكن للأداء أن يكون **"أفضل"** فى **الأحداث الحادة** مثل الطقس السيء أو الصدمات المادية. كلمة **"أفضل"** تعنى أشياء كثيرة بعض منها يصلح للقياسات الكمية مثل :
  - توقف عدد أقل من العملاء.
  - تعطل عدد أقل من الأحمال الحرجة.
  - استعادة كاملة وسريعة للخدمة.
  - ضرر أقل للأصول المادية.
  - ضرر أقل للبيئة (انسكابات ,....الخ).
  - تكاليف أقل لـ (المجتمع , أصحاب الأصول , المستخدمين النهائيين , جميع أصحاب المصلحة).

3

مقدمة

Paris 2020

- تستنتج الورقة البحثية أن كثير من وظائف **المرونة** لشبكات الطاقة المتجددة العالية موجودة حالياً أو تقريباً كذلك . ستتطلب بعض الوظائف الجديدةبحثا معمقاً وتطوير .
- بالتركيز على **المرونة** باستخدام موارد اقتصادية جديدة ومنخفضة الكربون سوف يخدم أصحاب المصلحة بشكل أفضل من الإحتفاظ بموارد اقتصادية أقل وعالية الكربون.

4

4

Paris 2020

كيف أن " المرونة " منفصلة عن " الإعتمادية " ؟

- المناقشات حول المرونة يطرح السؤال حول إذا كانت **المرونة** منفصلة عن **الإعتمادية** ؟ التخطيط وممارسات التشغيل الجيد يعالج مجموعة من قضايا اعتمادية النظام تتراوح عبر ديناميكيات النظام والتخطيط ونموذج التحقق وسماحية الأعطال والأمن السيبرانى وبدء التشغيل المظلم Black Start, كل ذلك بهدف المحافظة على نظام يمكن الاعتماد عليه بتكلفة مقبولة .
- لجنة تنظيم الطاقة الفيدرالى لديها أيضاً تعريف **" القدرة على تحمل وتقليل حجم و/ أو مدة الأحداث المدمرة والتى تشمل أيضاً إمكانية التوقع ,الامتصاص, التأقلم, و/ أو التعافى سريعاً من مثل هذه الأحداث "**. السمات المتكررة هى أن **المرونة** هى جزء من الحفاظ على مستوى مناسب من **الإعتمادية** ALR .هناك حاجة محددة لـ"... توسعة أنشطة تقييم الإعتمادية لدعم تطوير نموذج أو مقاييس لقياس مرونة وتأمين الطاقة لأنظمة الطاقة الكبرى BPS" .

5

5

Paris 2020

كيف أن " المرونة " منفصلة عن " الإعتمادية " ؟

- المجلس الإستشارى الوطنى للبنية التحتية أوضح ان المرونة ليست " تأمين طاقة ".
- إن المستوى المناسب من **الاعتمادية** هو الشكل الكلى للشبكة أكثر من رقم محدد .
- وافقت مؤسسة الإعتمادية الكهربائية لشمال أمريكا على ذكر **" من الواضح أن المستوى المناسب من الإعتمادية ALR ليس قيمة واحدة أو ناتج أو حالة ولكن على الأصح هو ناتج مجهود متعدد الأبعاد لتحديد أداء الإعتمادية وأهداف التقييم ثم تحقيق نتائج تدعم تشغيل يمكن الاعتماد عليه "** .

6

6

Paris 2020

فى عالم منزوع الكربون يقترب من 100 % عواكس يجب أن تتطور الممارسة بشكل كبير للحصول على نتائج مقبولة . وفى سياق المرونة يمكن أن نسأل الأسئلة التالية :

- كيف يمكن تقليل أو إدارة ملف التدهور ؟
- كيف يمكن تقليل الضرر ؟
- كيف يمكن تقييم الضرر ؟
- ما مدى سرعة الإرتداد من الضرر ؟
- كيف يمكن الحد من التدهور فى حالة التعافى ؟
- كيف يمكن التعلم باستمرار من الأحداث ؟
- كيف يمكن أن تخصص موارد محدودة بشكل أفضل ؟ (ما هو التوازن بين الاستثمار وتكاليف التشغيل والمخاطر التى يمكن تحملها ؟)
- كيف يمكن قياس التقدم والفعالية ؟

7

7

Paris 2020

- يمكن اعتبار المرونة فن (بقدر علم) لتحقيق نتائج جيدة (الأقل سوءاً)عندما يتم دفع النظام إلى أقصى الحدود خارج التخطيط الطبيعى . استخدام كلمة " فن " مهم .
- الحقيقة اليوم أن هناك دمج من العمليات الموثقة بشكل جيد مستخدمة عن طريق مشغل النظام لإدارة وعند اللزوم إعادة النظام عندما يصل إلى أقصى الحدود .
- مشغلو الشبكة المهرة لديهم حس شحذ جيد لما يحدث وما يحتاجه النظام عندما يحدث إضطراب شديد . تاريخياً النتائج السيئة (مثل الإظلام التام) تحدث عندما يتعرض مشغلو النظام لظروف بعيدة عن خبرتهم (فن) وهذا يكون غالباً مصحوباً بمعلومات غير كافية أو غير صحيحة مثل **ضعف الوعى الظرفى** .

8

8

Paris 2020

فى كثير من النواحى فإن **المرونة** فى عالم خالى من الكربون يمكن اعتبارها الإندماج النهائى للقضايا الديناميكية التى تحظى حالياً باهتمام واسع النطاق فى Migrate Project أداء فريق العمل للموارد القائمة على العواكس IRPTFالخاص بمؤسسة الإعتمادية الكهربائية لشمال أمريكا NERC :

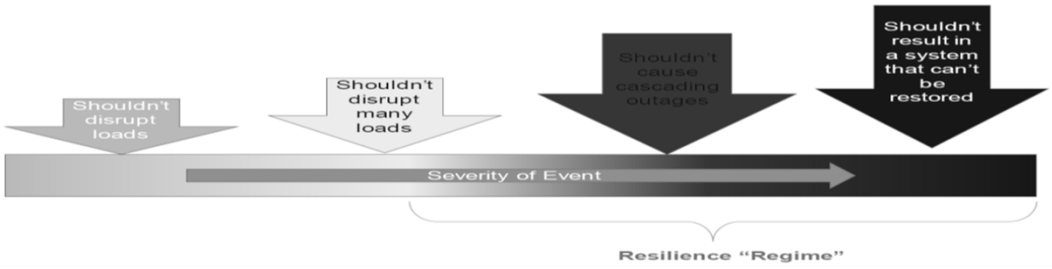
- التحكم فى التردد
- التحكم فى الجهد والاستقرار
- الاستقرار العابر
- استقرار الإشارات الصغيرة
- الشبكة الضعيفة والشبكة الصفرية
- القصور الذاتى الصفرى
- بدء التشغيل المظلم

9

9

Paris 2020

طيف من شدة الأحداث : كيف تتناسب المرونة مع التخطيط التقليدى ؟

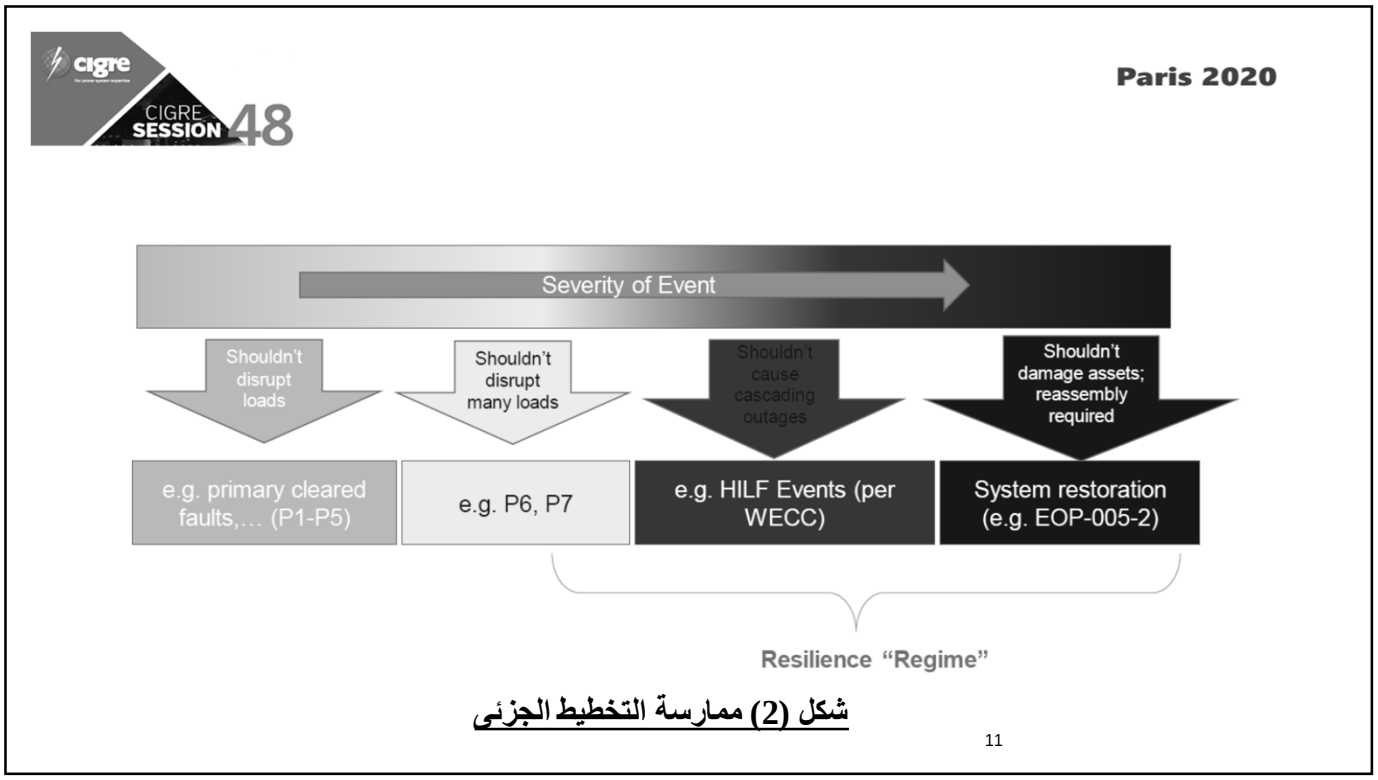


شكل (1) طيف لشدة الحدث ونتائجه

هناك مفهوم اجتماعى أن النظام لا يمكن تصميمه لتحمل كل شىء , ولكن يجب النظر إلى الأحداث الأكثر خطورة وإدارتها بشكل تدريجى .

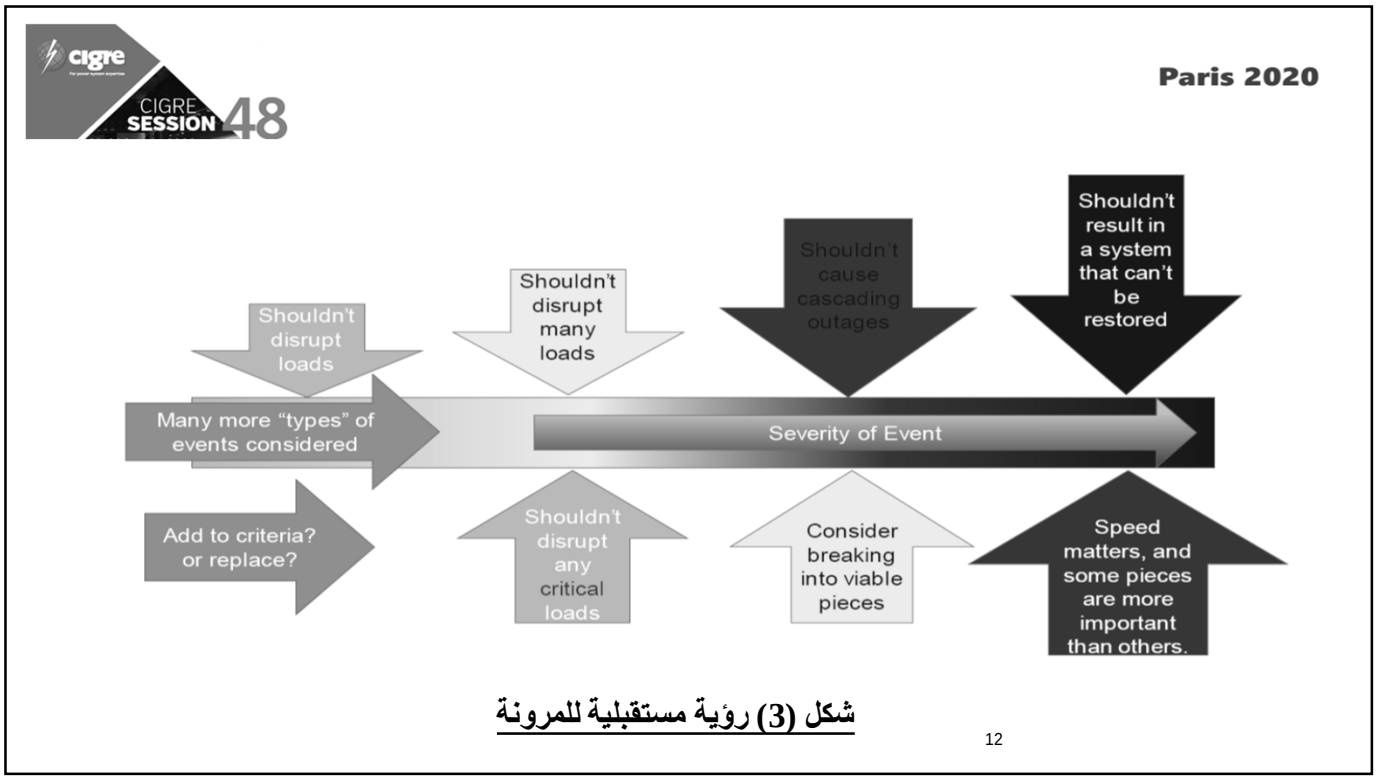
10

10



شكل (2) ممارسة التخطيط الجزئى

11



شكل (3) رؤية مستقبلية للمرونة

12

Paris 2020

فى الأقسام الأربعة التالية , والتى تم اقتباسها من لغة مؤسسة الإعتمادية الكهربائية لشمال أمريكا , تم استدعاء السلوكيات التى يمكن اعتبارها تدريجية لاعتبارات الإعتمادية الأساسية والتى ستكون مفيدة للمرونة .

المتانة "القدرة على امتصاص الصدمات والاستمرار فى التشغيل"

- فى كثير من النواحى فإن المصادر التى تعتمد على العواكس ومصادر الطاقة المتجددة مزودة بمستوى عالى من المتانة . يشمل التشغيل المتوقع على :
- القدرة على المرور من حدث واحد (Fault ride-thru) FRT .
- أداء الاستقرار العابر مختلف وأحياناً متفوق (مقارنة بالمولدات المتزامنة).
- الإمتثال الأساسى لقواعد الأمن السيبرانى الحالية .

13

13

Paris 2020

CIRCUIT BREAKER

يشمل التشغيل الذى يساعد على المتانة ويمكن اعتباره تدريجى للمعايير القياسية للإعتمادية على ما يلى :

- **العمل على أعطال متعددة**
- **التقوية المادية**
- **المواقف الدفاعية**
- **الأمن السيبرانى المتقدم**

14

14

Paris 2020

- **الحيلة والدهاء Resourcefulness " القدرة على اكتشاف وإدارة الأزمات حال وقوعها "**
- المهام المرتبطة خصوصاً بأحداث الشبكة من نوع P1-P7 متاحة بشكل واسع اليوم فى المنتجات التجارية. الأداء المحسن يمكن أن يكون متاح أو سيتاح قريباً .
- الملاحظة (الحالة , النتائج , الأساليب , الإتاحية).
- الإنتاج المحتمل من الطاقة , الإنتاج الحالى من الطاقة , القدرة الإنتاجية التنبؤية .
- واجهات التحكم الإشرافى للشبكة .
- الجهد المقبول , القدرة , نقاط الضبط للقدرة الغير فعالة الخ...
- ضوابط الشبكة (الجهد ,التردد, الخ..)

15

15

Paris 2020

- لكن القدرة الديناميكية الهائلة للمصادر ذات العواكس تحتاج أن تكون مصحوبة بتعليمات وفهم أفضل.

لم يتم دفع الأنظمة اليوم بشكل عام لتضمين الوظائف التي قد تكون ممكنة في نظام المرونة الذي تقترحه الأرقام وهذا يمكن أن يشمل :

- **الكشف عن التجزر**
- **الوعى الظرفى**
- **حالة الشبكة المضيفة**
- **السلوك التكيفى**
- **الشفاء الذاتى** Self Healing
- **الفرز**

16

16

Paris 2020

التعافى السريع

" القدرة على استعادة الخدمة بسرعة بطريقة منسقة ومحكمة مع الأخذ فى الاعتبار مدى الضرر " .

إن المصادر القائمة على العواكس لديها اليوم العديد من الوظائف لإعادة التشغيل . على سبيل المثال : يشمل معظم التوليد بالطاقة الشمسية وطاقة الرياح على :

- إعادة التشغيل الأتوماتيكى : واجهة تحكم إشرافى لإعادة التشغيل اليدوى والتشغيل عن بعد .
- معدلات بدء التشغيل القابلة للبرمجة ووظائف أخرى مفيدة مثل جدولة الجهد .

17

17

Paris 2020

إن استعادة النظام ذو المصادر القائمة على العواكس ومتغير المصادر المتجددة القائمة على العواكس يجب أن يتطور أكثر .

الوظائف التى تحتاج إلى تطور تشمل :

- **إعادة التشغيل مع الشبكة التالية لمصادر طاقة متجددة متغيرة .**
- **أداء تكيفى أثناء إستعادة التشغيل .**
- **الفرز الذاتى والإستعادة الجزئية .**
- **استعادة النظام بمستويات قليلة من الموحدات المحكومة بالسيليكون SCR**

18

18

Paris 2020

القدرة على التكيف والدروس المستفادة

"القدرة على دمج الدروس المستفادة من الأحداث الماضية لتحسين المرونة"

الإجراءات الواردة فى تقارير مؤسسة الإعتمادية الكهربائية لشمال أمريكا NERC هى بالفعل مناسبة لذلك. هناك نجاحات يمكن الاحتفال بها ونقلها . على سبيل المثال إجراء NERC IRPTF والذى يتبع أحداث تسببت فى خروج واسع الإنتشار لمحطات فوتوفلتية عام 2016 يجب اعتبارها كأفضل الممارسات.يمكن للمرء أن يتخيل تقدماً هائلاً يتجاوز العمليات اليدوية الحالية . الإجراءات والتقنيات التى من شأنها أن تكون تدريجية لمعايير الإعتمادية القياسية يمكن أن تشمل :

- **قياسات نشطة وتعلم من الأحداث الصغيرة (الاضطرابات المتناهية الصغر)**
- **تقنيات جديدة للتعلم (التعلم العميق والتحليلات الناشئة الأخرى)**
- **التنسيق مع البيانات الضخمة الأخرى على سبيل المثال هناك اهتمام لاستخدام أفضل لبيانات الطقس .**
- **اجراءات قضائية أفضل : هل نعلم حتى ما يجب تسجيله وقياسه ؟**
- **تغيرات مؤسسية . كيف تقوم المؤسسة بتجميع البيانات ذات الصلة التى تتبع "الأحداث" والتعلم منها .**

19

19

Paris 2020

- فى المناقشة التمهيدية كان من أهداف **المرونة** استخدام صفات مثل **"أقل"** , **"أقصر"** , **"أسرع"** , **"أدنى"** **"أرخص"** . مثل هذه الأهداف يجب قياسها وبعضها يمكن تحقيقه مجاناً لذا فإن القرارات الإقتصادية تحتاج إلى النصح عن فعالية وتكاليف الوظائف الإضافية .
- بعض مقاييس الإعتمادية الراسخة مثل SAIDI, SAIFI, CAIDI, CAIFI مفيدة لهذا الغرض . لكن كما تشير مؤسسة الإعتمادية الكهربائية لشمال أمريكا NERC "... قياسات الإعتمادية لا تشمل عادة معلومات عن الأعطال عند حدوث أحداث قليلة الإحتمال عالية النتائج مثل العواصف والزلازل والهجوم السيبرانى". تم إحراز تقدم كبير فى تحديد أطر عمل مقاييس المرونة . ولكن لا تزال الترجمة إلى الممارسة صعبة .
- مقارنة الأداء للأحداث النادرة والحادة ما زال يمثل إشكالية. عند إجابة سؤال : هل كان أداء النظام أفضل أثناء هذا الإعصارمن المرة السابقة ؟ تصعب الإجابة حيث لا يوجد حدثين متشابهين . تتفاقم مشكلة القياس الكمى بسبب الإختلافات بين الشبكات حول العالم .

20

20

Paris 2020

الختام

- إن التطور فى مجال إنتاج الطاقة نحو مستقبل منخفض الكربون يمثل تحديات **مرونة** جديدة.
- يتم تضخيم الحاجة الملحة لتحسين مرونة الشبكة من خلال الإتجاهات الملحوظة نحو الظواهر المناخية المتطرفة الأكثر تكراراً وشدة.
- إن المصادر الجديدة الخالية من الكربون خصوصاً التى تستخدم العواكس تمثل فرص لإمداد الشبكة **بالمرونة** التى يمكن أن تفوق القدرة من التوليد الأحفورى المتزامن التقليدى .
- تشير الضرورات الإقتصادية والإجتماعية على المدى الطويل إلى الإستثمار فى التقنيات الجديدة التى ستؤدى إلى توفير **المرونة** بطريقة مسئولة تخدم المجتمع أفضل من المخططات باهظة الثمن لدعم المحطات الأحفورية غير الإقتصادي.

21

21

Paris 2020

22

22