

اللجنة القومية
للسجريات
C6

CIGRE 2018
C6-310



طول مبتكرة ودراسات
هندسية لتكامل الطاقة
المتجددة بسنغافورة

ملخص

2

ملخص

مع ازدياد عدد سكان العالم ووضع أجندة لجعل الحصول الحديث علي الطاقة عالميا، فإن الطلب العالمي على الكهرباء سيتزايد بشكل كبير في السنوات القادمة.

➤ **ولكن**

تواجه الهياكل الأساسية للشبكات الكهربائية العالمية في الإنتاج والنقل والتوزيع تحديات مختلفة.

➤ **مثل**

- الشبكات الضعيفة أو المتهاكلة أو المفقودة
- العدد المتزايد من المستخدمين
- اعتمادية وتكلفة الطاقة.

➤ **ومع ذلك**

تواجه البشرية التحدي المتمثل في تخفيض بصمتها الكربونية.

3

ملخص

تعتبر الشبكات المصغرة **microgrids** وسيلة تسمح بتنفيذ الأنظمة اللامركزية مع زيادة التغلغل لتوليد الطاقة المتجددة.

➤ **وخاصة القول**

إن التحدي المتمثل فالوصول للطاقة المستدامة هو أمر خطير بشكل خاص في جنوب شرق آسيا.

▪ **لذلك**

أطلق مجلس التنمية الاقتصادية في سنغافورة مبادرة توحيد الطاقة المتجددة - سنغافور (REIDS) ، وهو أكبر مبادرة في العالم في المنطقة الاستوائية.

▪ **وايضا**

قامت **NTU** و **ENGIE** و **Schneider Electric** بإقامة شراكة ضمن هذا البرنامج الضخم بقيادة شركة **NTU** على مستوى العالم لوضع أسس علمية لإنشاء حل للشبكات المصغرة متعددة السوائل.

4

مقدمة

5

مقدمة

- تتيح لجنة العرض التوضيحي في جزيرة سيمكاو، جنوب سنغافورة،
لشركائها الصناعيين
- دمج واختبار حلولهم
 - توفير مجموعة من الخدمات تتضمن الكهرباء والتنقل والطهي.



شكل 1. توضيح لتكامل الطاقة المتجددة - سنغافورة

6

مقدمة

➤ تشمل الابتكارات الرئيسية للمشروع ما يلي:

- قابلية التدرج والانفتاح في لجنة العرض، والتي تتيح البدء من كلا من نظام المجال الأخضر (كهربة المناطق النائية) ونظام المجال البني (التكامل مع النظام القائم).
- وحدة تحسين السوائل المتعددة لتعزيز التآزر بين مختلف التكنولوجيات (الإنتاج المتجدد، الاستهلاك، الأحمال المرنة، التخزين، سلسلة H2) لتوفير كهرباء رخيصة وموثوق بها مع تأثير بيئي منخفض.
- وحدة التحكم في القدرة التي تسمح بتغلغل حتي 100% من وحدات الطاقة المتجددة بفضل التقنية المتطورة للمولد الافتراضي المترامن.
- تكامل سلسلة H2 لأغراض تخزين الطاقة والتنقل.

7

مقدمة

➤ وقد تم الوصول الى :

- نتائج واعده في كل من مراكز البحوث الخاصة بالشركات علي مختلف البناءات التكنولوجية .
- يتم حاليا دمج هذه البناءات التكنولوجية المختلفة في هذه الشبكة المصغرة للمرة الاولي ليتم لتحقيق جدوى واستقرار الحل الكامل. وقد تم تصميم حالات استخدام مختلفه للأغراض التقنية والتجارية علي حد سواء، وسيتم اختبارها في الشبكة المصغرة.
- ستمكننا الاختبارات والتقارير المختلفة المتعلقة بهذه الشبكة المصغره المتعددة السوائل في جزيرة سيمكاو من
- تحسين الحل ليكون مناسباً للظروف الاستوائية في جنوب شرق اسيا، وبالتالي تعزيز الطاقة المتجددة المتكامله للجميع.

8

تطوير الجيل التالي للشبكات المصغره داخل مبادرة تكامل الطاقة المتجددة بسنغافورة

9

➤ توجد بالفعل حلول في السوق الحالية لتوفير الكهرباء في المواقع
النائية :

ولكن تستند معظم الحلول علي مولدات الديزل
➤ وعيوبها

- لها تأثير ملوث على البيئه ومكلفه جدا.
- يعتمد الإمداد بالطاقة اعتمادا كلياً علي استيراد الوقود
وتغيرات أسعاره .**خلال السنوات العشر الماضية، تغير
سعر النفط الخام بمدى واسع جداً،**

مما يبرهن علي ان الحلول القائمة علي مولدات الديزل
لا تتمتع بالاستقرار الكافي من حيث التكلفة التشغيلية، وقد
يكون من الصعب جدا اجراء دراسة جدوى صحيحة بسبب
عدم الاستقرار هذا

10

➤ لذلك يجري حاليا نشر حلول هجينة بكميات صغيرة من الطاقة الشمسية وأنظمة تخزين الطاقة ولكنها لا تزال محدوده

- وتطمح شركتي ENGIE و شنايدر الكتريك في تطوير الجيل القادم من الشبكة المصغرة، مع زيادة معدل تغلغل مصادر الطاقة المتجددة وأنظمة تخزين الطاقة،
- لتوفير مجموعه من الخدمات بما في ذلك الإمداد بالكهرباء ومعالجه المياه، والتنقل والطهي النظيف.
- وقد شكلت الشركتان تحالفا في عام 2014، وانضمنا إلى مبادرة تكامل الطاقه المتجدده في سنغافورة كشركاء مؤسسين.
- تقع الشركات من جميع انحاء العالم في منطقه سماكواو في جنوب سنغافورة، وتقوم بتطوير العديد من حلول الشبكات المتناهية الصغر للجزر المعزولة. وهذه فرصه لمختلف اللاعبين لاختبار وإثبات تكامل التكنولوجيات الشمسية والرياح والمد والجزر والديزل والتخزين والطاقة-إلى-الغاز، مع ضمان ان تعمل مصادر الطاقة هذه بشكل جيد معا.

11

حل الشبكة المصغره بواسطة شركة شنايدر الكتريك و ENGIE

12

➤ مع وجود نظام الشبكة المصغره المعقده جدا، فمن المهم للغاية إداره الأنواع المختلفه من الأصول بكفاءة مع ضمان استقرار النظام الكلي. وبالتالي،

ستكون هذه فرصة لاختبار حل إداره الشبكة المصغرة المشتركة التي وضعتها ENGIE وشنايدر الكتریک من الحلول الداخلية القائمة على أساس خبرتها.

➤ الابتكارات الرئيسية لنظام إداره الطاقة للشبكة المصغره تعد في الجوانب التالية:

- المرونة في إدارة الأصول المختلفة
- ميزة قابلية التوسع التي تغطي حل للشبكة المصغره من سعة 100 كيلو وات حتى 10 ميجاوات، والتمكين المستقبلي لتمديدات الشبكة المصغره، والربط البيئي مع أنظمة الشبكات المصغره الأخرى، وإمكانية الاتصال بالشبكة.

13

- تتكون نظم إدارة الطاقة للشبكة المصغره من جزئين طورتهما شركتي ENGIE و Schneider Electric على التوالي:
- نظام إدارة الطاقة للشبكات المصغره- وحدة تحسين متعددة السعة: انها تحسن استخدام الأصول المختلفة وتخلق التآزر بين التقنيات المختلفة مثل سلسلة H2 والطاقة الكهربائية.

- نظام إدارة الطاقة للشبكات المصغره. وحدة التحكم في الطاقه: يضمن استقرار نظام الطاقة الكهربائية الذي لديه معدل اختراق عالي من مصادر الطاقه المتجدده

- من خلال استخدام مفهوم النظام الأساسي المفتوح ، تدمج نظم إدارة الطاقة للشبكات المصغره نوعًا مختلفًا من بروتوكولات اتصال البيانات لمصادر الطاقة الموزعة ، ونظام القياس الذكي ، وأجهزة الحماية ، وغيرها من الأجهزة الإلكترونية الذكية.
- ادراج سلسلة H2 لغرض تخزين الطاقة وكذلك لاحتياجات التنقل.

14

ويرد أدناه وصف لمبدأ المخطط العالمي:



شكل 2 مخطط لنظام الشبكة المصغره

1.3 المرونة

يتيح الحل المقترح تطورًا سلسًا للشبكة المصغره، مما يسمح بالبدء من أصول التوليد الحالية وإضافة محطات طاقة إضافية قابلة للتجديد عبر الشبكة المصغره. ويتيح ذلك اتباع نهج خطوة بخطوة لتلبية احتياجات العملاء والقيود المالية، ولمواكبة تطور الطلب دون الإضرار بالنظام بأكمله والنظر في المعدات الموجودة.

2.3 قابلية التوسع

يمكن الحل المقترح من التطور السلس للشبكة المصغرة، مما يسمح بالبدء من أصول التوليد الحالية وإضافة محطات طاقة متجدده إضافية عبر عمر الشبكة المصغره. وسيتيح ذلك اتباع نهج تدريجي للوفاء باحتياجات العملاء والقيود المالية ولمواكبه تطور الطلب، دون الإضرار بالنظام بأكمله، والنظر في المعدات الموجودة.

3.3 نظام إدارة الطاقة للشبكات المصغرة - وحدة تحسين متعددة السعة:

يهدف إلى توفير نقاط محدد لجميع الأصول التي يمكن السيطرة عليها لنظام إدارة الطاقة للشبكات المصغرة- وحده أداره الطاقة، بالإضافة إلى وحدة الإحتياطي التشغيلي لنظام إدارة الطاقة للشبكات المصغرة- وحده أداره الطاقة لكي تكون قادرة على التعامل مع التقلبات في الوقت الحقيقي في الشبكة المصغرة للحفاظ على قيمة جهدها وترددها.

➤ يتم أخذ عدة عناصر في الاعتبار .

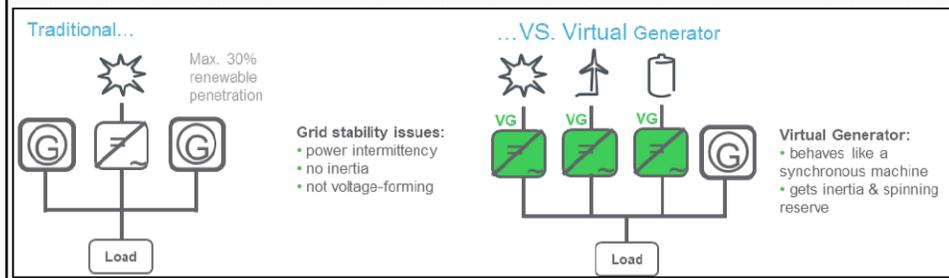
أولاً، يتم تضمين التوقعات باستخدام خوارزميه تنبؤية لتكون الرؤية المسبقة دقيقة قدر الإمكان ليس فقط لمصادر الطاقة المتجددة المتقطعة (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح) ولكن أيضاً للحمل. وتستند هذه الرؤى المسبقة على تنبؤات الطقس وكذلك على البيانات المؤرخه للسلوك السابق، وملامح الاستهلاك والإنتاج .
 □انياً، يشمل التحسين إدارة جانب الطلب للأحمال المرنة. في المناطق الاستوائية، يكون الحمل النموذجي مثل معالجة المياه أو الإنتاج البارد (مثل مصنع الثلج) مناسباً جداً لإدارة جانب الطلب: يجب أن يعمل مصنع الثلج عادة لمدة 8 ساعات في اليوم ، ويمكن إرسال هذه الساعات الثمانية كلما كان ذلك أفضل بالنسبة إلى الشبكة المصغرة . كما تم تحسين أنظمة الإنتاج والتخزين، بما في ذلك تخزين H2، بهدف تقليل تكاليف التشغيل، والتأثير البيئي، والحصول على أعلى جودة للعملاء.
 وأخيراً ، تعتبر مركبات H2 جزءاً من الحل ، مما يتيح تلبية احتياجات التنقل وزيادة نسبة الطاقة المتجددة في الشبكة المصغرة.

4.3 عاكس المولدات الافتراضية المتزامنة و نظام إدارة الطاقة للشبكات

المصغرة

ويغطي نظام التحكم في الطاقة الكهربائية للشبكات الصغيره الخوارزميات لموازنة الطاقة بين مصادر الطاقة الموزعة للمحافظة علي احتياطي كاف في المولد المتزامن الافتراضي، وتخزين الطاقة، والحد من استخدام المولدات القائمة علي الوقود الحفري. نظام التحكم في الطاقة الكهربائية للشبكات الصغيره هو الفاعل الرئيسي للتحكم في تردد الشبكة واستقرار الجهد ، وكذلك لإدارة توازن الطاقة الإنتاجية والاستهلاك (الأحمال) عن طريق تعظيم تغلغل مصادر الطاقة المتجددة في الشبكة.

المقارنة بين العاكس التقليدي للربط الشبكي وعاكس المولد المتزامن الافتراضي هو موضح في الشكل 2. من خلال الجمع بين عواكس المولدات التقليدية والافتراضية المتزامنة، يمكن حل معظم القضايا الحرجة للحفاظ على استقرار الشبكة المصغره خلال الظواهر العابره. وهي تحفظ وتعزز إستراتيجيات التصميم والحماية والتحكم في بنية الشبكة الحالية. لضمان توافر الطاقة على المدى الطويل ، تحتاج عاكسات مولد التزامن الافتراضي إلى خوارزميات محددة للتحكم في إدارة الطاقة.



5.3 تكامل سلسلة H2

H2 هي واحدة من الابتكارات الرئيسية في هذا المشروع. من المقرر أن تصبح H2 عنصرًا أساسيًا في انتقال الطاقة حيث يمكن تخزينها بسهولة، ويمكن استخدامها بطرق مختلفة مثل إنتاج الكهرباء والغاز والتنقل.

➤ توفر سلسلة H2 الخدمات التي تزيد من مرونة الشبكة المصغره. **على سبيل المثال،**

مع تطوير مصادر متجددة متقطعة مثل الرياح والطاقة الشمسية الكهروضوئية، هناك احتياجات للحلول التي يمكن أن تساعد في معالجة المشاكل المختلفة، مثل

- ترشيد توليد الطاقة،
- وتحويل الإنتاج الزائد للخدمات الأخرى (مثل التنقل)،
- وتوفير التخزين على المدى القصير والمتوسط والطويل الأجل،
- والعمل كجيل احتياطي لاستبدال مولدات الديزل.

4. وجهات نظر

- بالإضافة إلى برنامج تنميه تكاملالطاقة المتجددة في سنغافورة،
- تهدف كل من ENGIE و Schneider Electric إلى اقتراح حلول بأسعار معقولة للشبكة المصغره المستدامه في منطقة جنوب شرق آسيا والمحيط الهادئ.
 - تمكن مبادرة تنميه تكاملالطاقة المتجددة في سنغافورة من إعداد خبراء مهرة محليًا لهذه السوق الناشئة.
 - وسيتم إعداد هذه التحديات الرئيسية التي واجهتها خلال تنفيذ مشروع الشبكة المصغره خلال برنامج تنميه تكاملالطاقة المتجددة في سنغافورة لمعالجتها مع المشاريع المستقبلية.

21

التحديات

•التحجيم الأولى

- تهدف خطـــــوة التحجيم الأولى إلى تصميم البيئة الفيزيائية والاقتصادية الفعلية والسياق، وستحدد أنواع ومســـــتويات الطاقة الخاصة بمكونات الشبكة المصغره التي يجب استخدامها، حتى يتم تقليل معيار التكلفة إلى أدنى حد. لتحقيق معايير التكلفة هذه: CAPEX ، OPEX ، LCOE * ، انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ، معدل تغلغل REN ، وأحياناً خليط منها يجب ان تكون محدد.

22

التحديات

تصميم التحديات الهندسية

➤ التعريف والوصف التفصيلي لفلسفة التشغيل مع جميع أساليب تشغيل الشبكة المصغره:

- حسابات تدفق التحميل في جميع اشكال التشغيل الممكنة: الهدف من هذا العمل التكراري هو تقييم تدفقات التيار ومستويات الجهد في نظام الطاقة للشبكة المصغره أثناء التشغيل ، مما يسمح بما يلي:

حسابات تيارات دائرة القصر
إدارة نظام التأريض المحايد
دراسة فلسفة الحماية والتنسيق
دراسات الاستقرار الديناميكي
مواصفات المعدات الكهربائية والرسم التخطيطي أحادي الخط
اختبار وتشغيل الشبكة المصغره

23

5. الاستنتاج :

مشروع تنميه تكامل للطاقة المتجددة في سنغافورة هو برنامج كبير للبحث والتطوير لتحالف ENGIE-Schneider Electric مع أهداف طموحة للغاية. يتم تنفيذ الشبكة المصغره في جزيرة سيماكاو، استنادًا إلى الدراية والخبرة الفنية لEngie و Schneider Electric.

وقد لوحظت بالفعل نتائج واعدة جداً على وحدات بناء تكنولوجية مختلفة من مراكز البحوث في كلا الشركتين، في حين أن منصة الموضحين تمكن الشركتين من دمج واختبار حلولهما في الظروف الاستوائية لتتناسب مع متطلبات سوق جنوب شرق آسيا للشبكة المصغره بالمنعزله عن الشبكة الرئيسية.

ويعتبر انعزال الشبكة المصغره عن الشبكة الرئيسية عرضاً ومرجعاً علي نطاق العالم ، وتعزيز الوصول إلى الطاقة المستدامة للجميع. ستستخدم التكنولوجيات والمنهجيات الهندسية التي تم تطويرها في اطار هذا البرنامج للمساهمة في انتقال الطاقة في منطقة جنوب شرق والمحيط الهادئ

24

