Load Validation and Forecasting on Systems with DER

C4-124

التحقق والتنبوء بالأحمال على الأنظمة ذات مصادر طاقة موزعة DER

M. Mondello , M. Liethen

Commonwealth Edison

USA

M.Mahoor

University of Denver

USA

مراجعة : أ.د./ أهداب المرشدى

د./ حسن محمد محمود

ترجمة : م./ مروه منصور حسين

مقدمة

- بناء نظام تنبوء بالأحمال دقيق لنظام توزيع هو الأساس لتحديد التحديثات المطلوبة للنظام للحفاظ على شبكة كهربائية مرنة وموثوقة.
- دور تخطيط التوزيع هو بناء مثل هذا التنبوء بالأحمال واستخدامه للتخطيط لسيناريوهات الذروة المستقبلية.
- يعد التحقق من أحمال الذروة الموسمية الفعلية لكل مكون من مكونات نظام التوزيع جزءاً لا يتجزأ من التنبوء بالأحمال (دوائر، محولات ، محطات محولات).

مقدمة

- كلما زادت كميات مصادر الطاقة الموزعة المتصلة بالشبكة, وفى كثير من الأحيان يكون الحمل مخفى , يصبح التحقق من حمل النظام أكثر تحدى .
- القدرة على التنبوء بدقة لنمو النظام يصبح أيضاً أكثر تحدى مع وجود مستويات اختراق من مصادر الطاقة الموزعة .

مقدمة

يلعب التنبوء بالحمل الأقصى دوراً رئيسياً فى التخطيط والتشغيل لشركات الكهرباء ، يتم استخدام التنبؤات بالأحمال بواسطة شركات الكهرباء لاتخاذ قرارات مستنيرة ودقيقة حول نقل الحمل ، والاستثمار في تحديثات النظام وتفعيل تطوير البنية التحتية.

من حيث النطاق الزمني ، يمكن تصنيف التنبوء بالحمل إلى ثلاث فئات :

- قصير المدى - فترات زمنية من ساعة واحدة إلى أسبوع واحد ،
- متوسط المدى - فترات زمنية من أسبوع إلى عام واحد ،
- وطويل الأجل - فترات زمنية أطول من عام واحد .

مقدمة

- تركز هذه الورقة البحثية على طريقة منهجية لتحليل تأثير مصادر الطاقة الموزعة DER على تخطيط التوزيع .ستناقش كيفية إجراء التحقق من صحة الحمل والتنبؤ بالحمل تقليديًا في شركة كهرباء كومنولث ايديسون ComEd بما في ذلك التحقق السنوي من ذروة النظام لأكثر من 8000 دائرة توزيع ومحولات ومحطات فرعية .
- سيتم شرح عملية تطبيع أحمال الطقس وكذلك الطرق التقليدية لحساب التوليد الموثوق به على نظام التوزيع .
- تم تطوير إطار عمل لتحديد حمل النظام الصافي ، والحمل الإجمالي للنظام ، والتوليد خلال أيام الذروة .
- في السنوات الأخيرة ، وسعت شركة كهرباء كومنولث ايديسون ComEd شبكات اتصالات النظام ووضعت شرطًا يقضي بأن يوفر أي مصدر طاقة موزع DER كبير متصل بالنظام بيانات توليد الطاقة الناتجة في الوقت الفعلي .

مقدمة

- المكون الثاني من الورقة البحثية هو شرح منهجية لتحديد أي جزء من مصدر الطاقة الموزع DER المترابط مع النظام يجب تضمينه في توقع الحمل .
- تُستخدم بيانات الحمل والتوليد التاريخية لإجراء تحليل لنطاق إنتاج التوليد خلال أيام الحمل القصوى ، وهي قيمة يتم خصمها بعد ذلك من إجمالي الحمل المتوقع لحساب صافي الحمل المتوقع .
- أخيرًا ، تمت مناقشة اعتبارات أخرى مثل التخطيط لفقدان التوليد .

مقدمة

تم تنظيم باقي الورقة على النحو التالي :

- لمحات عامة عن التنبوء بالحمل في شبكات التوزيع .
- التحقق من الأحمال والتنبؤ بها مع كميات كبيرة من مصادر الطاقة الموزعة DER المترابطة على النظام .
- بعض الاستنتاجات المستخلصة من هذا العمل .

1. الممارسة الحالية للتنبوء بحمل التوزيع

- الخطوة الأولى فى التنبوء بحمل دائرة هو التحقق من أحدث حمل ذروة فعلى مع أقصى حمل متوقع لتحديد التغيرات فى أحمال المستهلك وأنماط الإستهلاك التى يمكن أن تحدث .
- ولأن الأحمال القصوى تتأثر بالتغيرات المناخية , مثل أحمال التسخين والتبريد تبعاً لدرجة الحرارة , فإن أيام التبريد لمكونات ذروة الصيف Cooling Degree Days CDD وأيام التسخين لمكونات ذروة الشتاء Heating Degree Days HDD يمكن استخدامهم لجعل أحمال الذروة الفعلية طبيعية .
- الأحمال المنزلية هى الأكثر تأثراً للتغيرات فى درجات الحرارة مقارنة بالأحمال التجارية والصناعية بسبب التغير العالى فى أجهزة تكييف الهواء ولذلك فإن مثل هذه الدوائر ذات التحميل السكنى العالى تتطلب تعديلاً أكثر أهمية لاعتبارات الطقس .

الممارسة الحالية للتنبوء بحمل التوزيع

- يتم تعيين منحنى طقس لكل مكون من مكونات النظام والذى يحدد تعديل الطقس للمكون بناءً على مزيج الأحمال السكنية والتجارية والصناعية للمكون . ومن ثم يتم تعديل قيمته الطبيعية للنمو بالنسبة للطقس ويصبح حمل المكون المتوقع .
- نظراً لأن الظروف الجوية يمكن أن تختلف اختلافاً كبيراً على مسافات قصيرة فقد تقوم شركة الكهرباء التى تشمل منطقة جغرافية كبيرة بتقسيم منطقة خدماتها إلى مناطق طقس متعددة لأغراض التحقق من أحمال الذروة وتحديد التنبوءات قصيرة المدى . غالباً ما تؤدى ظروف الطقس المحلية بالإضافة إلى خصائص حمل المكونات الفردية إلى حدوث ذروات فى أوقات وأيام مختلفة عبر النظام . فى كل عام يتم تحديث تنبؤات السنوات اللاحقة عن طريق إضافة نمو الحمل المتوقع إلى ذروة التحميل الطبيعى المحققة للطقس الحالى .

التنبوء بحمل مصادر الطاقة الموزعة المقنّع DER Masked Load

- نظراً لأن مصادر الطاقة الموزعة مترابطة فى جميع أنحاء نظام التوزيع فإن التحقق من صحة ذروة التحميل عن طريق تحليل صافى حمل الدائرة كما يظهر فى قاطع الدائرة يعتبر تحدى .
- بالإضافة إلى ذلك مما يعقد الأمور , يكون الكثير من مصادر الطاقة الموزعة خلف العداد إلا إذا كان لشركة التوزيع عداد منفصل للتوليد والحمل فقط يمكن معرفة صافى الحمل للعميل والذى يتم تعويضه بالتوليد .
- من المطلوب تقدير مساهمة مصادر الطاقة الموزعة والتى تخدم حمل العميل من أجل إلتقاط الحمل الأكبر والذى يتم بناء التنبؤات عليه .
- فى المناطق التى يعرف فيها ناتج مصادر الطاقة الموزعة ,عن طريق مراكز التحكم فى نطاق موقع شركة الكهرباء على سبيل المثال , يمكن حساب الحمل الأكبر كل نصف ساعة لتحديد ذروة الحمل الفعلية لدائرة .

التحقق من الأحمال والتنبؤ بها مع كميات كبيرة من مصادر الطاقة الموزعة DER المترابطة على النظام

- باعتبار محطة طاقة شمسية موزعة بقيمة كبيرة (أكبر من 2 ميجاوات) والتى تعمل بغرض توفير التوليد الكامل لشبكة التوزيع, فإن الناتج من المحطة والذى لا يمكن مراقبته يمكن استقراؤه من موقع آخر يتم مراقبته داخل نفس منطقة الطاقة الشمسية .
- وجد أن التركيبات الشمسية الموجودة على نظام مراكز التحكم عادة تكون أكبر ومثبتة على الأرض والمصفوفات الشمسية الخاصة بها تكون مواجهة للإتجاه الأمثل .
- على العكس فإن المحطات الشمسية المركبة على أسطح المنازل تقتصر على الإتجاه المواجه للسطح ويمكن أن تكون محدودة بالعوائق مثل الأشجار والمنشآت المجاورة الأخرى .

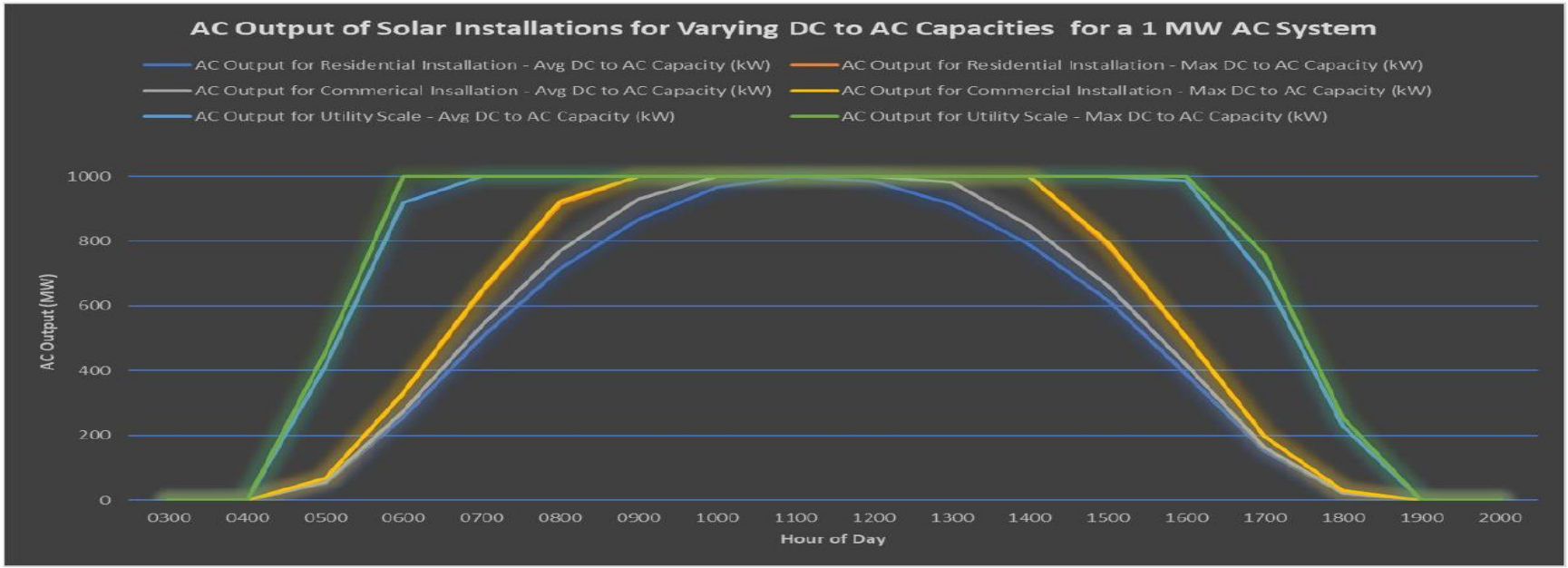
التحقق من الأحمال والتنبؤ بها مع كميات كبيرة من مصادر الطاقة الموزعة DER المترابطة على النظام

- يوجد فرق هام بين نطاق تركيبات شركة الكهرباء والتركيبات السكنية على الأسطح هى قدرة الألواح الشمسية مقارنة بقدرة العاكس .
- عندما تكون قدرة الألواح الشمسية أكبر بكثير من قدرة العاكس - والذى يمثل الحد الناتج من الموقع - فستزداد الساعات التى تكون فيها التركيبات عند أقصى ناتج لها.
- تشمل العوامل التى تساهم فى فلسفة التصميم تقليل تأثير مفاقيد النظام على الناتج , زيادة الإستفادة من الـ MWh, تكرار حالات فقد ألواح شمسية , والحوافز .
- فهم سلوك مصادر الطاقة الموزعة المرتبطة من حيث قدرة المحطة وقدرة التحويل من DC إلى ACأمراً بالغ الأهمية فى تحديد تأثير مصادر الطاقة الموزعة على ذروات مكونات نظام التوزيع .

التحقق من الأحمال والتنبؤ بها مع كميات كبيرة من مصادر الطاقة الموزعة DER المترابطة على النظام

جدول (1) قدرات التحويل من DC إلى AC للتركيبات السكنية والتجارية وتركيبات نطاق شركة الكهرباء

	القدرة الصغرى للتحويل من DC إلى AC	القدرة الكبرى للتحويل من DC إلى AC	القدرة المتوسطة للتحويل من DC إلى AC
التركيبات السكنية	% 80	% 152	% 119
التركيبات التجارية	% 100	% 149	% 124
تركيبات شركة الكهرباء	% 100	% 150	% 136
النظام	% 80	% 152	% 123



شكل (1) التيار المتردد الناتج من المحطة الشمسية لقدرات متغيرة من التحويل من DC إلى AC

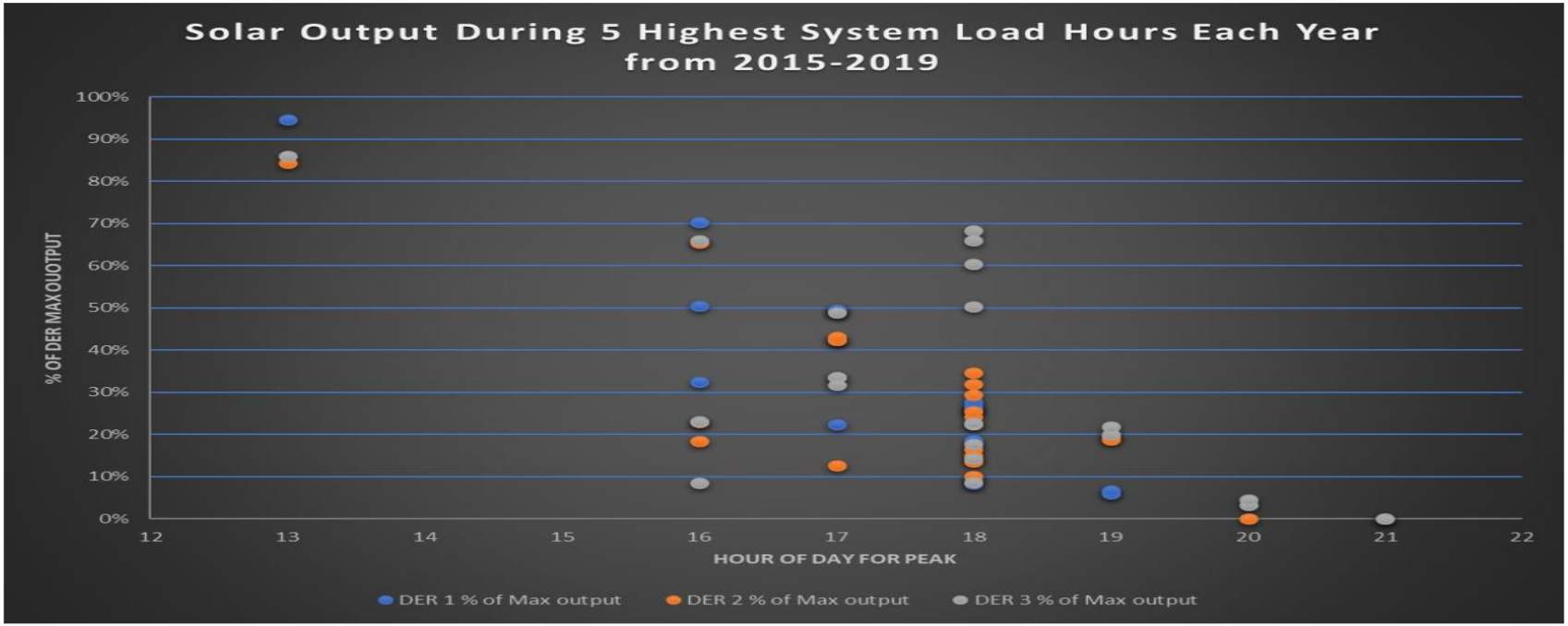
- عادة ما تكون تركيبات مصادر الطاقة الموزعة فى نطاق شركة الكهرباء منخفضة الحجم وذات قدرة انتاجية عالية ويكون لدى الشركة مفاتيح فصل وتوصيل أو جهاز لإعادة الغلق مركب على نقطة الربط .
- تكون أجهزة إعادة الغلق Reclosers لديها القدرة على التحكم والمراقبة SCADA Capability بحيث يمكن التقاط مشاركة مصادر الطاقة الموزعة ورؤية تأثير التحميل على المكون أثناء التحقق من الحمل بسهولة .
- من ناحية أخرى فإن التركيبات السكنية والتجارية تكون كبيرة الحجم وذات قدرة انتاجية صغيرة.
- يمكن حساب المساهمة المقدرة بالميجاوات من هذه التركيبات على مكونات النظام باستخدام متوسط تحويل من تيار مستمر إلى تيار متردد بنسبة 128 % للتركيبات الشمسية التجارية و 117 % للتركيبات الشمسية السكنية وتطبيق بيانات الإشعاع الشمسى للمنطقة الشمسية المحلية لكل فترة زمنية لمجموعة مصادر الطاقة الموزعة المتصلة .

تتمثل الخطوة التالية فى تطوير التنبوء فى تحديد مساهمة التوليد الموثوق أو التوليد الذى يعتمد عليه فى الإنتاج المستمر أثناء ساعات الذروة للنظام . يتم عادة الأخذ فى الاعتبار فقدان أكبر قدرة توليد عند تحديد كمية التوليد الموثوق فيها فى دائرة أو محطة محولات . للمقارنة تم دراسة ثلاث مصادر طاقة موزعة فى نطاق شركة الكهرباء خلال أعلى خمس ساعات تحميل لـ ComEd كل عام من 2015 حتى 2019 . تراوحت ساعات اليوم للعينة من 13:00 حتى 21: 00 خلال الخمس سنوات مع اعتبار ذروة النظام كل سنة بين الساعة 16:00 حتى الساعة 18:00 كما فى جدول (2) .

ساعات اليوم	عدد ذروات النظام للسنة الأولى	عدد ذروات النظام للسنة الثانية	عدد ذروات النظام للسنة الثالثة	عدد ذروات النظام للسنة الرابعة	عدد ذروات النظام للسنة الخامسة	المجموع
13					1	1
16	1		1		1	3
17	1	1		2		4
18	3	2	2	1	1	9
19		1	1			2
20		1		2		3
21			1		2	3

جدول (2) أعلى ساعات تحميل للنظام من 2015-2019

- بمجرد تحديد ساعات الذروة الـ 25 خلال الخمس سنوات فقد تم استخراج نواتج متوسط زمن الـ 30 دقيقة لمصادر الطاقة الموزعة من بيانات التحكم والمراقبة SCADA Capability. تم حساب متوسط ناتج مصادر الطاقة الموزعة خلال 15 دقيقة سابقة و 15 دقيقة لاحقة لساعة الذروة المحددة (مثلاً تم عمل متوسط للناتج من 17:45 حتى 18:15 لذروة النظام الساعة18:00). تم حساب الناتج كنسبة من ناتج الذروة لنظام مصدر الطاقة الموزع.
- شكل (2) يوضح أن لساعات الذروة المتأخرة فى اليوم فإن ناتج مصادر الطاقة الموزعة يقل كما هو متوقع. لأيام الذروة الثلاث كل عام فإن ناتج مصادر الطاقة الموزعة يتراوح بين 0 % إلى 70 %. متوسط نسبة 27 % يحدث فى الفترة من 16:00-21:00 . للنظام ذو الذروة الأحادية كل عام فإن ناتج مصدر الطاقة الموزعة يتراوح بين 8 % حتى 51 % بمتوسط قدره 33 % . ساعات ذروة النظام تكون 16:00و 17:00 و 18:00.



شكل (2) الناتج الشمسى خلال أعلى 5 ساعات لأحمال النظام السنوية من 2015-2019

الاستنتـــــاج

- إن القدرة على تحديد أحمال الذروة الإجمالية والصافية لمكونات نظام التوزيع أمر هام لبناء التنبوءات والتأكد من قدرة نظام التوزيع على تلبية متطلبات العملاء .
- اعتماداً على حجم شركة الكهرباء, يجب تقسيم النظام إلى مناطق شمسية والتى توفر مزيد من البيانات الدقيقة فيما يتعلق بإنتاج التركيبات الشمسية خلال ساعات الذروة .
- كلما أمكن يجب طرح بيانات مركز التحكم والمراقبة SCADA أو البيانات المقاسة عن بعد والخاصة بمصادر الطاقة الموزعة من مكونات الأحمال لتحديد الحمل الإجمالى .

الاستنتـــــاج

- فى حالة عدم توفر البيانات المقاسة عن بعد مثل المحطات الشمسية الموجودة خلف العدادات يجب استخدام بيانات الإشعاع الشمسى لكل منطقة شمسية وتطبيقها على مصادر الطاقة الموزعة المتصلة والمجمعة على مغذى بافتراض قدرة تحويل من تيار مستمر إلى تيار متردد بقيمة 119 % للتركيبات الشمسية السكنية و قدرة تحويل من تيار مستمر إلى تيار متردد بقيمة 124 % للتركيبات الشمسية التجارية أو قدرة مجمعة بقيمة 123 % لجميع التركيبات خلف العداد الشمسى والتى لا يتم قياسها عن بعد .
- بمجرد تقدير ناتج محطة الطاقة الشمسية يمكن التحقق من أحمال الذروة الإجمالية للمغذى واستخدامها فى بناء التنبوءات للمكونات . يمكن بعد ذلك إضافة نمو الحمل المتوقع إلى إجمالى حمل الذروة الذى تم التحقق من صحته مع تقليل الحد الأدنى من الناتج الشمسى الملحوظ فى ساعات الذروة للنظام الشمسى المتصل المجمع .

Thank
you