كود توصيل مزرعة الرياح بالشبكة

المحتويات

١ **مقدمة**

٢ **الهدف**

٣ **المجال**

٤ **تعريفات**

٥ **متطلبات التوصيل بالشبكة**

٥-١ متطلبات عامة

٥-٢ الفصل عن الشبكة

٥-٢-١ *حدود الجهد*

٥-٢-٢ *حدود التردد*

٥-٣ جودة التغذية

٥-٣-١ *التوافقيات*

٥-٣-٢ *إرتعاش الجهد*

٥-٣-٣ *عدم إتزان الجهد*

٥-٣-٤ *تذبذبات الجهد*

٥-٣-٥ *تغير الجهد*

٥-٤ التحكم في القدرة الفعالة

٥-٤-١ *خرج القدرة الفعالة*

٥-٤-٢ *تخفيض القدرة الفعالة نتيجة زيادة التردد*

٥-٤-٣ *التحكم في نقطة ضبط القدرة الفعالة*

٥-٥ بدء تشغيل مزرعة الرياح

٥-٦ شروط التوصيل

٥-٧ التحكم في القدرة غير الفعالة

٥-٨ الإنخفاضات المؤقتة للجهد

٦ **وقاية الشبكة**

٧ **معالجة البيانات في الزمن الحقيقي**

٧-١ قياس ومراقبة البيانات في الزمن الحقيقي

٧-٢ التحكم في الزمن الحقيقي

٨ **التحقق من الخصائص الكهربائية**

٩ **المراجع**

قـائـمـة الـجـداول

جدول ٥-١ الحد الأدنى للفترات الزمنية
جدول٥- ٢ أقصى مستوى لتشوه توافقيات الجهد
جدول٥- ٣ أقصى مستوى لتشوه توافقيات التيار ذات الأعداد الصحيحة
جدول ٥-٤ أقصى مستوى لتشوه توافقيات التيار في مدى تردد أكبر من ٢ كيلو هرتز
جدول٥- ٥ أقصى مستوى للتشوه بين التوافقيات المتتالية للتيار حتى ٢ كيلو هرتز
جدول ٥-٦ المدى الزمني لإعادة التوصيل التلقائي
جدول ٦-١ قيم ضبط وقاية الشبكة عند مولدات تربينات الرياح

قـائـمـة الأشـكـال

شكل ٥-١ متطلبات خرج القدرة من مزرعة الرياح في حالة تغير تردد وجهد الشبكة (مراقبة حالة شبه الاستقرار)
شكل ٥-٢ تخفيض القدرة الفعالة نتيجة زيادة التردد
شكل ٥-٣ منحنى القدرة الفعالة – القدرة غير الفعالة
شكل ٥-٤ منحنى عبور فترة القصر لمزرعة الرياح
شكل ٥-٥ ضخ التيار غير الفعّال أثناء القصر
شكل ٥-٦ الإنخفاضات المؤقتة في الجهد نتيجة إعادة توصيل تلقائي غير ناجح

١ - مقدمة

على الرغم من أحكام الكود المصري لنظام النقل (كود الشبكة) فإن كود توصيل مزرعة الرياح بالشبكة يحدد المتطلبات الخاصة بتوصيل مزارع الرياح بنظام الجهد الفائق والعالي للنقل (الشبكة). ويعد كود توصيل مزرعة الرياح بالشبكة والكود المصري لنظام النقل وثيقتين مكملتين لبعضهما.

٢ - الهدف

يهدف كود توصيل مزرعة الرياح بالشبكة إلى ضمان أن مزارع الرياح الجديدة أو المُعدَّلة لن تتحمل تأثيرات غير مقبولة نتيجة توصيلها بالشبكة أو تفرض تأثيرات غير مقبولة على الشبكة.

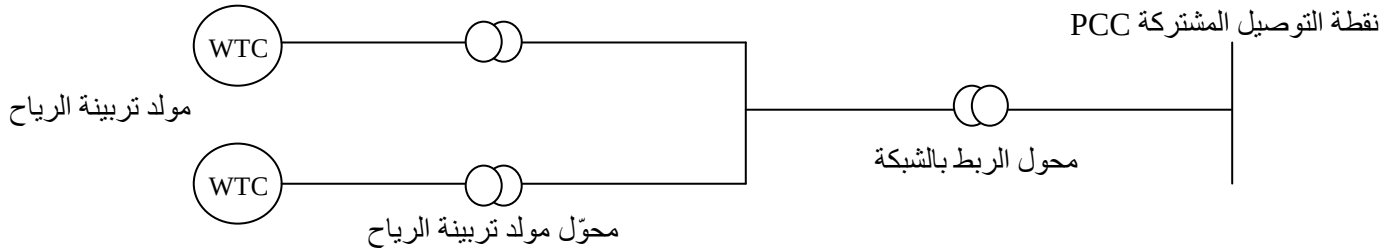
٣ - المجال

يطبق كود توصيل مزرعة الرياح بالشبكة على مزارع الرياح المرتبطة بالشبكة بعد مارس ٢٠١٤

يعتبر استبدال مولدات تربينات الرياح القائمة أو التغييرات الجوهرية بها كوحدات جديدة. تعتبر كل التغييرات المتعلقة بخصائص مولدات تربينات الرياح والواردة في هذا الكود أساسية. يجب على مشغل الشبكة تحديد ما إذا كانت التغييرات جوهرية.

٤ - تعريفات

القدرة الفعالة المتاحة	مقدار القدرة الفعالة التي يمكن أن تنتجها مزرعة الرياح بناء على حالة الرياح القائمة.
اتفاقية التوصيل	اتفاقية بين مزرعة الرياح ومشغل الشبكة تحدد الشروط المتعلقة بتوصيل مزرعة الرياح بالشبكة.
الجهد الفائق	مستوى الجهود أكبر من ١٣٢ ك.ف .
الشبكة	نظام الجهد العالي والفائق للنقل والمكون من خطوط نقل، محطات محولات والتجهيزات المتعلقة بها.
كود الشبكة	الكود المصري لنظام النقل (ETSC) - النسخة المبدئية.
نقطة التوصيل بالشبكة	نقطة التوصيل المشتركة (PCC) حيث تكون كل مولدات تربينات الرياح الخاصة بمزرعة الرياح متصلة بالشبكة كما هو موضح بالشكل التالي.



مشغل الشبكة	الكيان المسئول عن تشغيل الشبكة. يتم تأدية وظائفه بواسطة وحدة من الشركة المصرية لنقل الكهرباء (EETC).
الجهد العالي	مستوى الجهود من ٣٣ ك.ف حتى ٦٦ ك.ف
القدرة المقننة لمزرعة رياح	أقصى خرج للقدرة الفعالة لمزرعة رياح في ظروف التشغيل القياسية.
القدرة المقننة لمولد تربينة الرياح	أقصى خرج للقدرة الفعالة صمم مولد تربينة الرياح على إنتاجه باستمرار في ظروف التشغيل القياسية.
مزرعة الرياح	مجموعة من واحد أو العديد من مولدات تربينات الرياح ومعداتها (على سبيل المثال

الشبكة الداخلية للربط بنقطة التوصيل بالشبكة).

٥- متطلبات التوصيل بالشبكة

٥-١ متطلبات عامة

تعتبر المتطلبات المبينة أدناه هي الحد الأدنى للمتطلبات التي يجب على مزرعة الرياح الوفاء بها عند نقطة التوصيل بالشبكة ما لم ينص على خلاف ذلك في اتفاقية التوصيل.

في حالة عدم وفاء مزرعة الرياح أثناء التشغيل بالمتطلبات الواردة في كود توصيل مزرعة الرياح بالشبكة ، يحق لمشغل الشبكة فصل مزرعة الرياح عن الشبكة. في مثل هذه الحالات يجب الإتفاق على إعادة توصيل مزرعة الرياح مع مشغل الشبكة.

يحق لمشغل الشبكة تغيير واحد أو أكثر من المتطلبات التالية أو تقديم مزيد من المتطلبات إذا كان ضرورياً للتشغيل الآمن والمستقر للشبكة.

٥-٢ الفصل عن الشبكة

٥-٢-١ حدود الجهد

١. في حالة إنحراف الجهد عند نقطة التوصيل بالشبكة عن الحدود المسموح بها، يجب على مزرعة الرياح أن تكون قادرة على تسليم القدرة الفعالة المتاحة طبقاً لحالة الرياح عندما يظل الجهد عند نقطة التوصيل بالشبكة في الحدود الموضحة بالجدول ٥-١. يحظر الفصل التلقائي لمزرعة الرياح عن الشبكة نتيجة إنحراف داخل حدود الجهد المحدده بالجهد عند نقطة التوصيل بالشبكة بالنسبة للجهد الإسمي (لكل وحدة) وفي إطار الفترات الزمنية المحددة في الجدول ٥-١.

٢. على الرغم من الأحكام الواردة أعلاه في النقطة ١ يجب على مزرعة الرياح أن تكون قادرة على الفصل التلقائي عن الشبكة عند جهود محددة إذا طلب مشغل الشبكة ذلك.

يجب الإتفاق على شروط وقيم الضبط للفصل التلقائي مع مشغل الشبكة (الجزء السادس "وقاية الشبكة").

جدول ٥-١
الحد الأدنى للفترات الزمنية

حدود الجهد	الفترة الزمنية للتشغيل
٠.٨٥ – ٠.٩	غير محددة
٠.٩ – ١.١	غير محددة
١.١ – ١.١٥	٣٠ دقيقة

٥-٢-٢ حدود التردد

في حالة إنحراف تردد الشبكة عن القيمة المسموح بها، يحظر الفصل التلقائي لمزرعة الرياح عن الشبكة نتيجة إنحراف داخل مدى التردد من ٤٧.٥ هرتز حتى ٥١.٥ هرتز.

٥-٣ جودة التغذية

يجب على جميع مزارع الرياح المتصلة بالشبكة السعي للحفاظ على جودة شكل موجة الجهد عند نقطة التوصيل بالشبكة. يجب على مزارع الرياح الإمتثال لمتطلبات البند ٥-٣ (معايير جودة التغذية) من كود الشبكة مع الإستثناءات التالية:

٥-٣-١ التوافقيات

يجب أن تكون المستويات القصوى لتشوه التوافقيات عند نقطة التوصيل بالشبكة نتيجة مزرعة الرياح كما يلي:

جدول ٥-٢
أقصى مستوى لتشوه توافقيات الجهد

مستوى الجهد	مستوى تشوه توافقيات الجهد	
	التوافقيات الفردية %	إجمالي التوافقيات %
أكبر من ١٦١ ك.ف	١	١.٥
من ٦٩.٠٠١ حتى ١٦١ ك.ف	١.٥	٢.٥
حتى ٦٩ ك.ف	٣	٥

انظر [2] IEEE 519

جدول ٥-٣
أقصى مستوى لتشوه توافقيات التيار ذات الأعداد الصحيحة
في مدى تردد حتى ٢ كيلو هرتز

نسبة تيار القصر	أقصى تشوه لتوافقيات التيار ذات الأعداد الصحيحة كنسبة من I_L					
	تشوه التوافقيات الفردية					إجمالي التشوه*
I_{SC} / I_L	< ١١	≥ ١١ حتى < ١٧	≥ ١٧ حتى < ٢٣	≥ ٢٣ حتى < ٣٥	≥ ٣٥	
< ٥٠	٢	١	٠.٧٥	٠.٣	٠.١٥	٢.٥
≤ ٥٠	٣	١.٥	١.١٥	٠.٤٥	٠.٢٢	٣.٧٥

* أقصى مستوى لتشوه توافقيات التيار لجميع معدات التوليد بغض النظر عن I_{SC} / I_L الفعلية.
I_{SC} أقصى تيار قصر عند نقطة التوصيل بالشبكة.
I_L أقصى تيار حمل (المركبة الأساسية للتردد) عند نقطة التوصيل بالشبكة.

أقصى مستوى للتوافقيات الزوجية هو ٢٥% من التوافقيات الفردية.

جدول ٥-٤
أقصى مستوى لتشوه توافقيات التيار في مدى تردد أكبر من ٢ كيلو هرتز

نسبة تيار القصر	أقصى تشوه لتوافقيات التيار في مدى تردد أكبر من ٢ كيلو هرتز كنسبة من I_L					
I_{SC} / I_L	2 khz ≤ f < 3 khz	3 khz ≤ f < 4 khz	4 khz ≤ f < 5 khz	5 khz ≤ f < 6 khz	6 khz ≤ f < 7 khz	7 khz ≤ f < 9 khz
< ٥٠	٠.٣	٠.٢٥	٠.٢	٠.١٥	٠.١٢	٠.١
≤ ٥٠	٠.٦	٠.٥	٠.٤	٠.٣	٠.٢٥	٠.٢

انظر [2] IEEE 519

جدول ٥-٥
أقصى مستوى للتشوه بين التوافقيات المتتالية للتيار حتى ٢ كيلو هرتز

نسبة تيار القصر	أقصى تشوه بين التوافقيات المتتالية للتيار كنسبة من I_L			
I_{SC} / I_L	< 0.5 kHz	0.5 khz ≤ f < 1 khz	1 khz ≤ f < 1.5 khz	1.5 khz ≤ f < 2 khz
< ٥٠	٠.٣	٠.٢٥	٠.١٥	٠.١
≤ ٥٠	٠.٤٥	٠.٤	٠.٢٥	٠.٢

٥-٣-٢ ارتعاش الجهد

يجب أن يكون الارتعاش الناتج عن مزرعة الرياح عند نقطة التوصيل في الحدود التالية

(انظر [3] 7 – 3 – 6/000 IEC):

مدى قصير (١٠ دقائق): $P_{st} \leq 0.35$

مدى طويل (ساعتان): $P_{lt} \leq 0.25$

P_{st} معامل الإرتعاش على المدى القصير على فترات زمنية مدتها ١٠ دقائق.

P_{lt} معامل الإرتعاش على المدى الطويل على فترات زمنية مدتها ساعتين.

٥-٣-٣ عدم اتزان الجهد

يعرف عدم إتزان الجهد بالإنحراف بين أكبر وأقل جهد للخط مقسوماً على متوسط جهد الخط للأطوار الثلاث. يجب على مزارع الرياح أن تكون قادرة على تحمل عدم إتزان للجهد لا يتعدى ٢ %.

٥-٣-٤ تذبذبات الجهد

يمكن أن تحدث تذبذبات للجهد في مزرعة الرياح نتيجة عمليات الفصل والتوصيل (المكثفات، تشغيل وإيقاف مولد تربينة الرياح) تدفق التيارات الدفعية أثناء بدء تشغيل مولد تربينة الرياح.....إلخ. يكون أقصى تذبذب للجهد ٥ % من القيمة الإسمية للجهد.

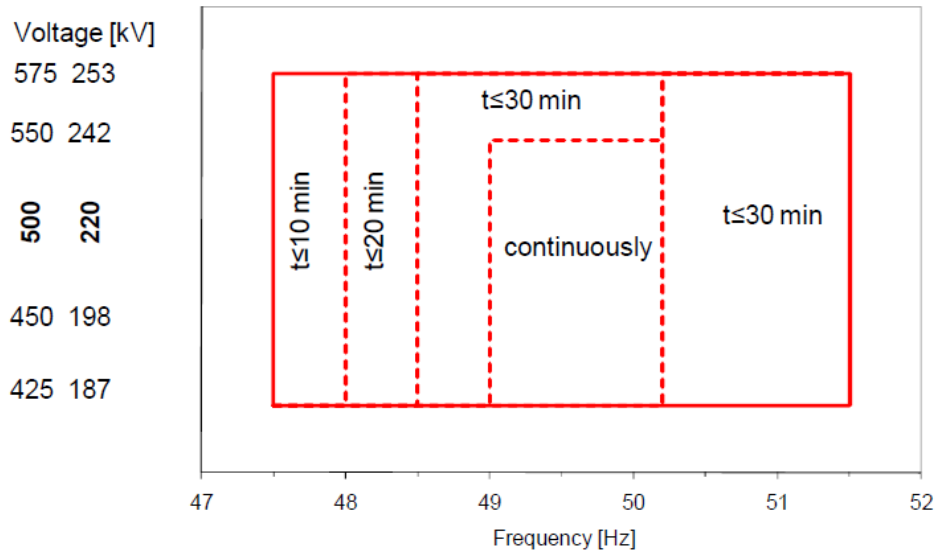
٥-٣-٥ تغير الجهد

يجب ألا يتغير الجهد عند نقطة التوصيل بالشبكة أكثر من ± ٥ % من الجهد الإسمي نتيجة تشغيل مزعة الرياح.

٥-٤ التحكم في القدرة الفعالة

٥-٤-١ خرج القدرة الفعالة

يجب ألا ينخفض خرج القدرة من مزرعة الرياح خلال مدى التردد من ٤٧.٥ هرتز حتى ٥٠.٢ هرتز نتيجة تغيرات في تردد أو جهد الشبكة عند نقطة التوصيل بالشبكة وذلك للفترات الزمنية الموضحة في الشكل ٥-١.



شكل ٥-١

متطلبات خرج القدرة من مزرعة الرياح في حالة تغيرات في تردد وجهد الشبكة (مراقبة حالة شبه الاستقرار)

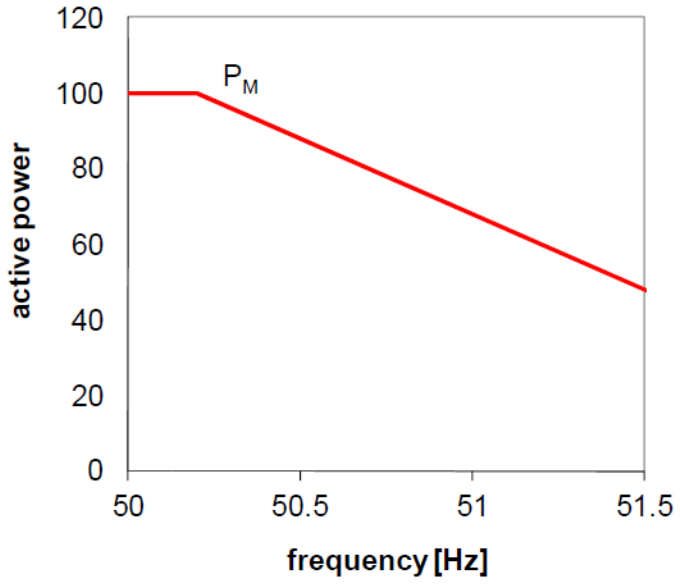
٥-٤-٢ تخفيض القدرة الفعالة نتيجة زيادة التردد

يجب على مولدات تربينات الرياح تخفيض خرج القدرة الفعالة بمعدل ٤٠ % من خرج القدرة الفعالة الفعلي لكل هرتز، وذلك لترددات الشبكة في المدى من ٥٠.٢ هرتز حتى ٥١.٥ هرتز كما هو موضح في شكل ٥-٢.

يجب تخفيض خرج القدرة بمقدار:

$$\Delta P = 0.4 * PM * \frac{\Delta f}{Hz} \qquad (٥-١)$$

حيث أن PM = خرج القدرة الفعلية قبل أن يتعدى تردد الشبكة ٥٠.٢ هرتز.
Δf = تردد الشبكة الفعلي – ٥٠.٢ هرتز.



شكل ٥-٢

تخفيض القدرة الفعالة نتيجة زيادة التردد

٥-٤-٣ التحكم في نقطة ضبط القدرة الفعالة

بناء على طلب مشغل الشبكة، يجب على مزرعة الرياح تخفيض خرج القدرة الفعالة من بين أمور أخرى في الحالات التالية:

١- مخاطر محتملة على سلامة تشغيل الشبكة.
٢- إختناقات ومخاطر لزيادة التحميل في الشبكة.
٣- مخاطر حدوث تجزّر للشبكة.
٤- فقد الاستقرار الديناميكي أو الاستاتيكي للشبكة.
٥- الصيانة.

يجب أن يكون لمزرعة الرياح إشارة مدخله لقيمة نقطة الضبط عند نقطة التوصيل بالشبكة لتخفيض خرج القدرة الفعالة. يجب على مشغل الشبكة توفير إشارة نقطة الضبط هذه. وفي حالة تخفيض خرج القدرة الفعالة، يجب على مزرعة الرياح إتّباع إشارة نقطة الضبط الصادرة من مشغل الشبكة خلال دقيقة واحدة . يجب على مزرعة الرياح أن تكون قادرة على تخفيض خرج القدرة الفعالة من خلال خطوات بحد أقصى ١٠ % من القدرة المقننة لمزرعة الرياح. يمكن فصل مزرعة الرياح عن الشبكة عندما يكون خرج القدرة أقل من ١٠ % من القدرة المقننة فقط. يجب أن يكون معدل تخفيض خرج القدرة الفعالة ٢٠ % من القدرة المقننة لمزرعة الرياح في الدقيقة.

يجب الإتفاق على تفاصيل الحل الفني لإشارة قيمة الضبط (الوسيط، البروتوكول) مع مشغل الشبكة في إتفاقية التوصيل.

٥-٥ بدء تشغيل مزرعة الرياح

أثناء بدء تشغيل مزرعة الرياح أو مولدات تربينات الرياح الخاصة بمزرعة الرياح يجب ألا تتعدى زيادة القدرة الفعالة ١٠ % من القدرة المقننة لمزرعة الرياح في الدقيقة.

٥-٦ شروط التوصيل

يجب فقط توصيل مولدات تربينات الرياح الخاصة بمزرعة الرياح بالشبكة (بدء تشغيل) إذا كان التردد والجهد عند نقطة التوصيل بالشبكة في الحدود اللتالية:

التردد ٥٠.٢ هرتز ≤ التردد ≤ ٤٨ هرتز
الجهد ١.٠٥ (لكل وحدة) ≤ الجهد ≤ ٠.٩٥ (لكل وحدة)

٥-٧ التحكم في القدرة غير الفعالة

يجب على مزرعة الرياح أن تكون قادرة على التحكم في القدرة غير الفعالة عند نقطة التوصيل بالشبكة في مدى لمعامل القدرة بين ٠.٩٥ متأخر حتى ٠.٩٥ متقدم عند أقصى قدرة فعالة وطبقاً لشكل ٥-٣. تطبق متطلبات مقدرة الإمداد بالقدرة غير الفعالة عند أطراف الجهد العالي عند نقطة توصيل مزرعة الرياح بالشبكة.

يجب على مزرعة الرياح أن تكون قادرة على التحكم في القدرة غير الفعالة على النحو التالي:

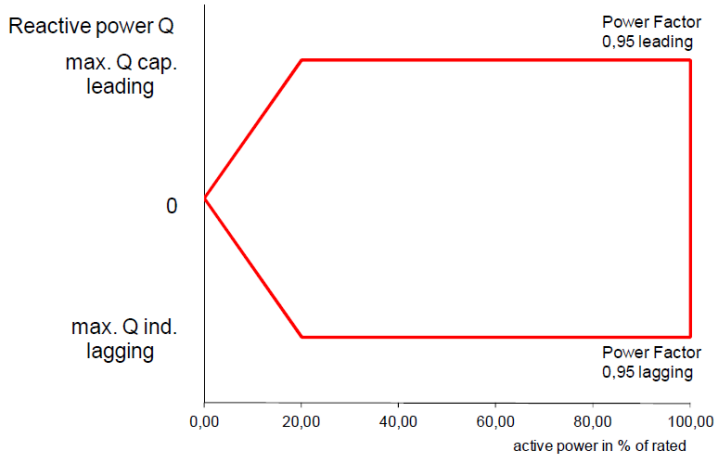
١- التحكم في نقطة ضبط القدرة غير الفعالة Q.
٢- التحكم في نقطة ضبط معامل القدرة (cos ϕ).
٣- معامل قدرة ثابت (cos ϕ).
٤- خاصية: معامل قدرة كدالة في خرج القدرة الفعالة لمزرعة الرياح cos ϕ (P).
٥- خاصية: قدرة غير فعالة كدالة في الجهد Q (U).

يجب على مشغل الشبكة تحديد نمط التشغيل للتحكم في القدرة غير الفعالة في إتفاقية التوصيل.

يجب أن يكون لمزرعة الرياح إشارة مدخلة لقيمة نقطة الضبط عند نقطة التوصيل بالشبكة وذلك للتحكم في القدرة غير الفعالة أو معامل القدرة لمزرعة الرياح. حيث يجب على مشغل الشبكة تقديم هذه الإشارة المدخلة لنقطة الضبط. ويجب على مزرعة الرياح إتباع إشارة نقطة الضبط الصادرة من مشغل الشبكة خلال دقيقة واحدة.

فيما يخص مقدرة القدرة غير الفعالة التي تقل عن السعة المقننة لمزرعة الرياح،يجب على مزرعة الرياح أن تكون قادرة على التشغيل عند جميع نقاط التشغيل الممكنة على منحنى القدرة الفعالة - القدرة غير الفعالة وذلك في حالة تشغيلها عند خرج قدرة فعالة أقل من السعة المقننة لمزرعة الرياح ($P < P_{max}$) كما هو موضح بالشكل ٥-٣. يجب على القدرة غير الفعالة المغذاه على أطراف الجهد العالي عند نقطة التوصيل بالشبكة ان تتوافق تماماً مع منحنى القدرة الفعالة – القدرة غير الفعالة حتى عند خرج قدرة فعالة مخفض مع الأخذ في الإعتبار قدرة الخدمة المساعدة، الفقد في المحولات وكابلات مزرعة الرياح.

يتم حساب القدرة غير الفعالة السعوية القصوى والقدرة الفعالة الحثية القصوى الموضحة في شكل ٥-٣ من القدرة المقننة لمزرعة الرياح ومعامل قدرة ٠.٩٥.



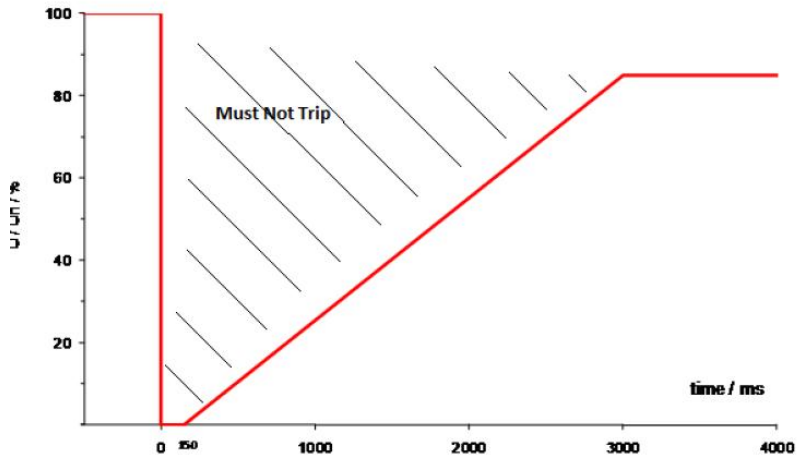
شكل ٥- ٣

منحنى القدرة الفعالة – القدرة غير الفعالة

٥-٨ الإنخفاضات المؤقتة للجهد

غير مسموح لمولدات تربينات الرياح بالإنفصال عن الشبكة في حالة إنخفاضات قصيرة للجهد نتيجة أعطال الشبكة.

في حالة الإنخفاضات المؤقتة للجهد، حيث يكون أحد الجهود بين الأوجه الثلاثة على الأقل فوق المنحنى المبين في شكل ٥-٤، يجب على مولدات تربينات الرياح إجتياز القصر الموجود بالشبكة دون الإنفصال عن الشبكة.



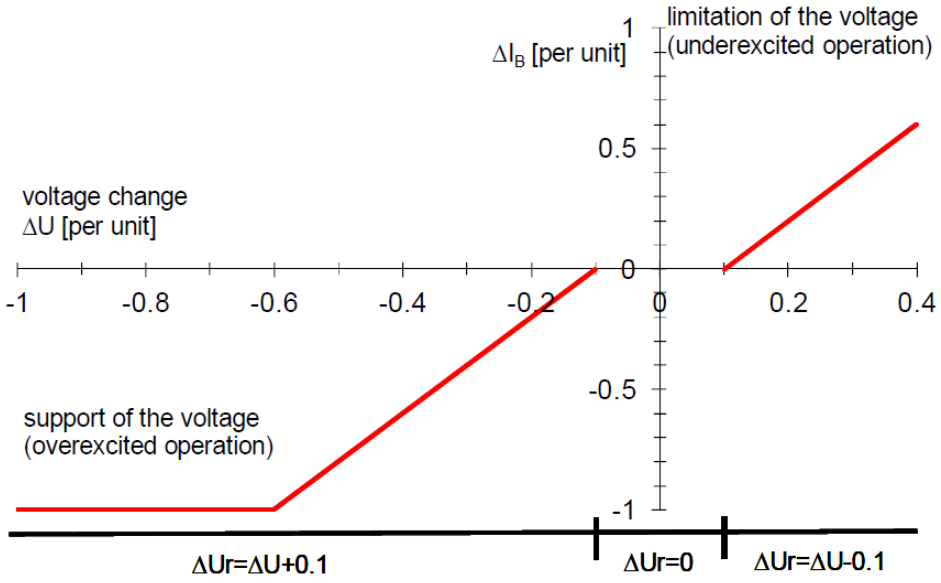
شكل٥ـ ٤

منحنى عبور فترة القصر لمزرعة الرياح

غير مسموح لمزرعة الرياح بالإنفصال عن الشبكة لإنخفاضات الجهد فوق المنحنى.

أثناء الإنخفاض المؤقت للجهد يجب على مولدات تربينات الرياح الوفاء بالمتطلبات التالية الخاصة بالقدرة غير الفعالة أو التيار غير الفعال:

١ـ في حالات القصر ثلاثي الأوجه يجب على تربينات الرياح ضخ تيار غير فعال طبقاً لشكل ٥ـ٥ والمعادلات٥ـ ٢ و٥ـ٣ وذلك لفترة زمنية ١٥٠ مللي ثانية بعد بداية القصر وحتى إزالة القصر.



شكل ٥ـ٥

ضخ التيار غير الفعّال أثناء القصر

الخط المبيّن يمثل أقل تيار غير فعال مطلوب ويتم التعبير عنه بالنسبة بين التيار غير الفعال والتيار غير الفعال الإسمى (لكل وحدة) مقابل إنخفاض الجهد ويتم التعبير عنه بالنسبة بين قيمة الجهد الفعلي وقيمته الإسمية عند نقطة التوصيل بالشبكة.

$$\frac{\Delta I_B}{I_N} = k * \frac{\Delta u_r}{u_N} \qquad (٢-٥)$$

$$\Delta u = u - u_o \qquad (٣-٥)$$

المتغيرات:

u_N	الجهد المقنن
I_N	التيار المقنن
u	الجهد أثناء القصر
ΔI_B	التغير المطلوب في التيار غير الفعال أثناء القصر
u_o	الجهد قبل القصر
Δu_r	التغير المعني في الجهد أثناء القصر

يجب ضبط المعامل k في المدى من صفر إلى ٤،وتكون أفضل قيمة للضبط هي k =٢

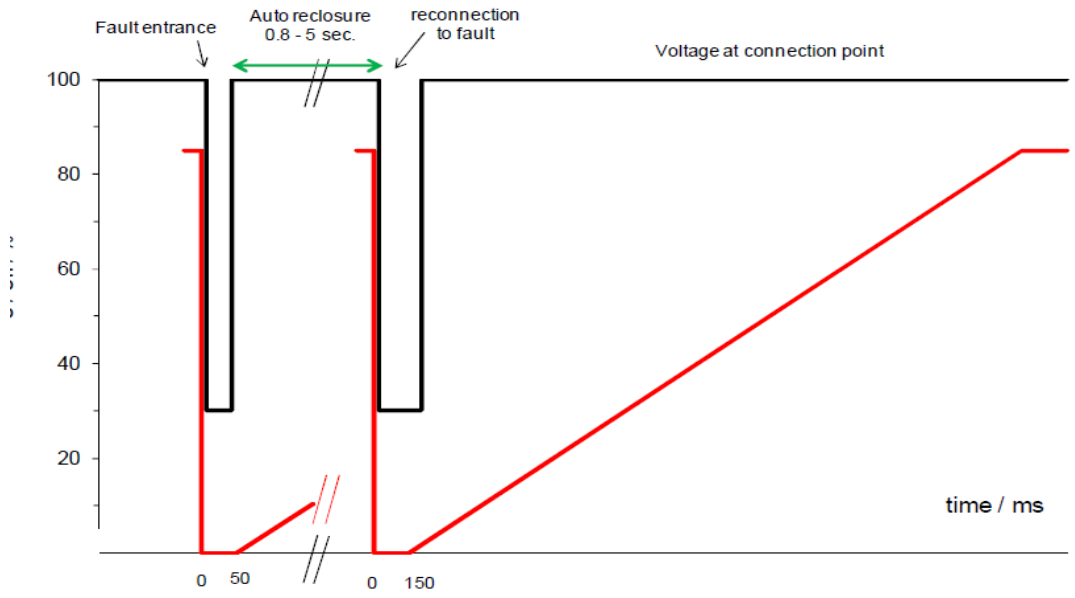
٢- لحالات القصر الثنائي الوجه وأحادي الوجه يكون ما يلي مطلوباً لجميع مولدات تربينات الرياح:

أثناء فترة زمنية قدرها ١٥٠ مللي ثانية بعد بداية القصر وحتى إزالة القصر يجب أن يكون استهلاك القدرة غير الفعالة أقل من ٤٠ % من القدرة المقننة لمولد تربينة الرياح وأن يكون استهلاك القدرة الفعالة أقل من ٣٠ % من القدرة المقننة لمولد تربينة الرياح في كل ذبذبة بالشبكة (٢٠ مللي ثانية).

بعد إزالة القصر يجب أن يصل خرج القدرة الفعالة من مزرعة الرياح إلى نفس المستوى قبل القصر خلال فترة زمنية قدرها ١٠ ثوان بعد إزالة القصر.

بعد إزالة القصر يجب أن يكون استهلاك القدرة غير الفعالة لمزرعة الرياح مساوياً أو أقل من استهلاك القدرة غير الفعالة قبل القصر.

يمكن أن يحدث انخفاضان مؤقتان للجهد متتاليان في حالة إعادة توصيل تلقائي غير ناجح كما هو موضح بالشكل ٥-٦. يجب على مولدات تربينات الرياح اجتياز الانخفاضين المؤقتين للجهد طبقا للمتطلبات الموضحة بالشكل ٥-٤.



شكل ٥-٦

الإنخفاضات المؤقتة في الجهد نتيجة إعادة توصيل تلقائي غير ناجح

في حالة تطبيق إعادة التوصيل التلقائي تكون الأزمنة القصوى المسموح بها على النحو التالي:

جدول ٥-٦
المدى الزمنى لإعادة التوصيل التلقائي

الحالة	فصل وإعادة توصيل وجه واحد جهد ٥٠٠ ك.ف	فصل وإعادة توصيل ثلاث أوجه جهد ٥٠٠ ك.ف	فصل وإعادة توصيل ثلاث أوجه جهد ٢٢٠ ك.ف
حدوث خلل	٦٠ مللي ثانية	٦٠ مللي ثانية	٨٠ مللي ثانية
فصل وجه واحد	٨٠ مللي ثانية		
إعادة توصيل وجه واحد بعد	٨٠٠ مللي ثانية		
تطور إزالة الخلل	٢٠٠ مللي ثانية		
خلل دائم	٦٠ : ٨٠ مللي ثانية		
فصل ثلاث أوجه		٨٠ مللي ثانية	١٠٠ مللي ثانية
إعادة توصيل ثلاث أوجه		٥٠٠٠ : ٦٠٠٠ مللي ثانية	٥٠٠ : ١٠٠٠ مللي ثانية
زمن الإستعادة	لا يقل عن ٢٠٠ ثانية		

٦- وقاية الشبكة

يتم تنفيذ وقاية الشبكة لمزرعة الرياح طبقاً للفصل الرابع من كود الشبكة "كود الوقاية".

يجب ان تتوافق قيم ضبط أجهزة وقاية الشبكة عند مولدات تربينات الرياح الخاصة بمزرعة الرياح مع الجدول ٦-١ ما لم يتم الإتفاق على خلاف ذلك مع مشغل الشبكة في إتفاقية التوصيل.

جدول ٦-١
قيم ضبط وقاية الشبكة عند مولدات تربينات الرياح

الوظيفة	مدى الضبط	قيم الضبط الموصى بها	
		المستوى	زمن الإستقرار
جهد زائد << u	u_n ١.٣ – ١	u_n * ١.٢	≤ ٣ ثانية
جهد منخفض < u	u_n ١ – ٠.١	u_n * ٠.٨	٣ ثانية
جهد شديد الإنخفاض << u	u_n ١ – ٠.١	u_n * ٠.٣	٣٠٠ مللي ثانية – ١ ثانية
تردد زائد	٥٠ – ٥٢ هرتز	٥١.٥ هرتز	≤ ١٠٠ مللي ثانية
تردد منخفض	٤٧.٥ – ٥٠ هرتز	٤٧.٥ هرتز	≤ ٥٠٠ مللي ثانية

u_n: الجهد المقنن

٧- معالجة البيانات فى الزمن الحقيقى

٧-١ قياس ومراقبة البيانات فى الزمن الحقيقى

يجب أن تكون مزرعة الرياح مزودة بمعدات فنية عند نقطة التوصيل بالشبكة لنقل المعلومات التالية لأنظمة إدارة نظام القوى مزوّدة بالزمن الحقيقي:

القيم المقاسة من مزرعة الرياح:

١- القدرة الفعالة
٢- القدرة غير الفعالة
٣- جهود الأوجه الثلاث (مقدار وزاوية)
٤- تيارات الأوجه الثلاث (مقدار وزاوية)
٥- التردد
٦- سرعة الرياح
٧- الحرارة
٨- وضع مغير الجهد لمحول المولد

إشارات الوضع من مزرعة الرياح:

١- وضع معدات الفصل والتوصيل: قواطع التيار، السكاكين، مفاتيح التأريض، ومغيرات الجهد إذا كان ذلك مطلوباً لتشغيل أو تقييم النظام.
٢- إشارات الوقاية من جانب الشبكة.

قيم الضبط المعطاه من مشغل الشبكة إلى مزرعة الرياح:

١- نقطة ضبط القدرة الفعالة.
٢- نقطة ضبط القدرة غير الفعالة أو نقطة ضبط معامل القدرة.
٣- الوضع: غير مسموح لمزرعة الرياح بالبدء في التشغيل.
٤- الوضع: يجب فصل مزرعة الرياح.

يجب تحديد الوسيط والبروتوكول وكذلك النطاق الدقيق لعملية البيانات المتبادلة (بند ٥-٤-٣).

يجب تركيب نظام لتسجيل الإضطرابات مدعّم بتسجيل قياسات الأطوار والمزود بمنظومة تحديد المواقع والزمن GPS بدرجة دقة لا تقل عن ١ ميكروثانية عند نقطة التوصيل بالشبكة وذلك لمراقبة وقياس الجهد والتيار كمقدار وزاوية، التردد والقدرة الفعالة وغير الفعالة.....إلخ في الزمن الحقيقي. يتم تحديد المواصفات التفصيلية لنظام مراقبة الإضطرابات ووحدة قياس الإتجاهات وجودة القياسات عند نقطة التوصيل في إتفاقية التوصيل.

٧-٢ التحكم في الزمن الحقيقي

يجب على مشغل الشبكة أن يكون قادراً على إرسال إشارات تحكم إلى نظام التحكم الخاص بمزرعة الرياح طبقاً لإتفاقية التوصيل. يجب على مشغل مزرعة الرياح إتباع تعليمات مشغل الشبكة وأن يقرر أي مولد (مولدات) تربينة رياح يتم التعامل معه (تغيير حمله، إيقاف تشغيله) لتحقيق مقدارالقدرة المطلوبة عند نقطة الاتصال مع شبكة النقل.

٨- التحقق من الخصائص الكهربائية

المعلومات التالية عن مزرعة الرياح ومولدات مزرعة الرياح ضرورية قبل الترخيص بالتوصيل بالشبكة:

١. الرسم التخطيطي لمزرعة الرياح (الرسم التخطيطي الكهربائي، توصيل الكابلات، موقع مولدات تربينات الرياح).
٢. البيانات الفنية لمزرعة الرياح.
٣. البيانات الفنية لمولدات تربينات الرياح.
٤. البيانات الفنية للمحولات.
٥. النموذج المغلق (الصندوق الأسود) لموّلد الرياح في حزمة المحاكي الهندسي لنظام القوى (PSSE) أو أي حزمة برامج أخرى متاحة للشركة المصرية لنقل الكهرباء مستقبلاً للقيام بنفس الوظيفة.
٦. النموذج المفتوح (الصندوق الأبيض) في حزمة المحاكي الهندسي لنظام القوي (PSSE) أو أي حزمة برامج أخرى متاحة للشركة المصرية لنقل الكهرباء مستقبلاً للقيام بنفس الوظيفة.
٧. الرسم التخطيطي للتوصيل بالشبكة (الخلايا).
٨. حسابات تفصيلية لتغذية القصر لتحديد تيارات القصر ثلاثي الأوجه الواردة من النظام وكيفية تحديد قيمتها.
٩. مفهوم الوقاية.
١٠. البرنامج الزمني.

١١. تقرير قياسات من مؤسسة معتمدة (معتمدة طبقاً لمعايير المنظمة الدولية الكهروتقنية IEC 17025 المعنية بالخصائص الكهربائية لمولدات تربينات الرياح) يوضّح الخصائص الكهربائية لنوع تربينة الرياح طبقاً لـ IEC 61400 – 21. يتم طلب القياسات الكاملة على نماذج مناظرة لتربينات الرياح من مؤسسات معتمدة.
١٢. شهادة بالخصائص المتفق عليها / المتطلبات.
١٣. شهادة بأن مزرعة الرياح تتصرف معالشبكة طبقاً لكود الشبكة.

يجب التحقق من الآتي على الأقل أثناء إختبارات بدء التشغيل:

١- البرنامج والجدول الزمني لبدء التشغيل.
٢- وثائق المحطة (خطط الإنشاء، مخططات الدوائر الكهربائية.....).
٣- التحكم في نقطة ضبط القدرة الفعالة.
٤- التحكم في نقطة ضبط القدرة غير الفعالة.
٥- الفصل.
٦- بدء التشغيل بعد الانفصال عن الشبكة.
٧- وقاية الشبكة.

٩- المراجع

[1] IEC 61400-21: Wind turbine generator systems – Part 21: Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines standard. Edition 2.0 2008-08).

[2] IEEE Std 519-1992. IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems.

[3] IEC/TR 61000-3-7 ed2.0 . Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-7: Limits - Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems