CONCEPT

دورة الشبكات الكهربائية المصغرة: تحديد سعة مصادر الطاقة الموزعة والتشغيل المعزول والحماية

26 سبتمبر – 7 أكتوبر 2027

الدمام - فندق خمس نجوم في المنطقة الشرقية



دورة الشبكات الكهربائية المصغرة: تحديد سعة مصادر الطاقة الموزعة والتشغيل المعزول والحماية

المرجع: 23933_1449 **التاريخ:** 26 سبتمبر – 7 أكتوبر 2027 **المكان:** الدمام - فندق خمس نجوم في المنطقة الشرقية **الرسوم:** SAR 35100

مقدمة:

دورة الشبكات الكهربائية المصغرة، بمحاورها في تحديد سعة مصادر الطاقة الموزعة والتشغيل المعزول والحماية، دورة مدتها أسبوعين لمهندسي القدرة والمرافق والطاقة المتجددة وطاقة المواقع، تنتهي بمواصفة شبكة مصغرة هجينة من الخلايا الشمسية والبطاريات ومولدات الديزل لموقع ناء دراسي. تخسر المنشآت وفورات الوقود والمرونة حين تحدد قدرات المولدات والألواح الشمسية والبطاريات بالتقدير التقريبي، وحين تعجز وحدات التحكم عن الفصل وإعادة الربط بسلاسة، وحين تتجاهل إعدادات الحماية ضعف تيار العطل في المصادر المعتمدة على العاكسات. يصمم المرشحون الأنظمة الكهربائية أو يشغلونها، ويبنون نماذج حسابية على بيانات الأحمال والموارد والتوزيع الاقتصادي. وتقدم كور كونسبت هذه الدورة في الشبكات الكهربائية المصغرة.

أهداف الدورة:

- اختيار بنية الشبكة المصغرة بالتيار المتردد أو المستمر أو الهجين ومزيج مصادر الطاقة الموزعة الملائم للأحمال الحرجة والموارد وهدف المرونة في الموقع
- بناء منحنيات الأحمال بالساعة وبيانات الموارد وتشغيل برمجيات التحسين الهجين لتحديد سعة الخلايا الشمسية والرياح والبطاريات والمولدات ووحدات التوليد المشترك على أساس صافي التكلفة الحالية
- تحديد أدوار العاكسات المكونة للشبكة والتابعة لها وإعدادات خصائص الانحدار ومواصفات وحدة التحكم في الشبكة المصغرة وفق وظائف معيار IEEE لوحدات التحكم في الشبكات المصغرة
- تصميم الانتقال المخطط وغير المخطط إلى التشغيل المعزول وإعادة المزامنة مع الشبكة العامة وتسلسل البدء الأسود لشبكة مصغرة قابلة للفصل
- تنسيق الحماية مع ضعف تيار العطل في العاكسات والتحقق من سلوك الربط بالشبكة وفق متطلبات IEEE 1547
- تقييم نماذج الملكية والتعرفات وجودة القدرة ومؤشرات التشغيل لإعداد دراسة جدوى الشبكة المصغرة وخطة التشغيل والصيانة

الفئة المستهدفة:

- مهندسو أنظمة القدرة المسؤولون عن تصميم الشبكات المصغرة على مستوى التوزيع والمحطات الهجينة ودراستها
- مهندسو شركات الكهرباء المسؤولون عن تقييم طلبات ربط مصادر الطاقة الموزعة وبروتوكولات تشغيل الشبكات المصغرة
- مهندسو الطاقة المتجددة المسؤولون عن إضافة التخزين وأنظمة التحكم إلى منشآت الطاقة الشمسية والرياح
- مهندسو طاقة المواقع المسؤولون عن إمداد الكهرباء في المناجم والحرم الجامعية والمصانع ومنشآت الجزر
- مهندسو التشغيل التجريبي والتشغيل المسؤولون عن وحدات التحكم في الشبكات المصغرة والعاكسات وأساطيل المولدات

محاور الدورة:

اليوم 1: مفاهيم الشبكات المصغرة وبنيتها وحالات استخدامها

- تعريف اللجنة الكهروتقنية الدولية IEC للشبكة المصغرة وحدودها ونقطة الربط المشترك
- اختيار بنية ناقل التيار المتردد أو المستمر أو الهجين
- أنماط التشغيل المتصلة بالشبكة والقابلة للفصل والمعزولة بصفة دائمة
- حالات الاستخدام في المناجم النائية والجزر والحرم الجامعية والمصانع
- قيمة المرونة في تغذية الأحمال الحرجة أثناء انقطاع الشبكة العامة

اليوم 2: تقنيات مصادر الطاقة الموزعة وخريطة معايير الشبكات المصغرة

- سلوك إنتاج الألواح الشمسية وتوربينات الرياح في الأنظمة الصغيرة
- الحد الأدنى لتحميل مولدات الديزل والغاز ومنحنيات استهلاك الوقود
- وحدات التوليد المشترك للحرارة والكهرباء مع استرجاع الحرارة في المواقع الصناعية والجامعية
- قدرات عاكسات البطاريات والطاقة القابلة للاستخدام ودورات الشحن في الشبكات المصغرة
- خريطة معايير IEEE 1547 لربط المصادر الموزعة ومعيار IEEE لوحدات التحكم ومعايير IEC

اليوم 3: تحليل منحنيات الأحمال وتقييم الموارد

- بناء منحنى الحمل بالساعة من بيانات العدادات وتدقيق الطاقة
- مصفوفة تصنيف الأحمال إلى حرجة وذات أولوية وقابلة للفصل
- تقييم ذروة الطلب ومعامل الحمل وتيار بدء تشغيل المحركات
- بيانات الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح مدخلات لتحديد السعة
- مراجعة لوجستيات الوقود وسعر الديزل المسلم ومدة الاكتفاء من المخزون

اليوم 4: أدوات تحديد السعة والتحسين الفني والاقتصادي

- إعداد برمجيات التحسين الهجين ونطاق البحث في خيارات المكونات
- مقارنة استراتيجيتي التشغيل بتتبع الحمل والشحن الدوري
- مخرجات صافي التكلفة الحالية وتكلفة الطاقة المستوية ونسبة الطاقة المتجددة
- تحليل الحساسية لسعر الوقود ونمو الأحمال والتكاليف الرأسمالية
- قيود الاحتياطي التشغيلي والاحتياطي الدوار والحمل غير المغذى

اليوم 5: دراسة حالة موجهة لتحديد سعة شبكة مصغرة متصلة في حرم جامعي

- مراجعة حزمة بيانات الأحمال والتعرفة للحرم الجامعي الدراسي
- جولات تحسين مزيج الخلايا الشمسية والتوليد المشترك والبطاريات
- ترتيب التشكيلات المثلى حسب صافي التكلفة الحالية
- فحص قدرة الأحمال الحرجة في الحرم على الصمود عند التشغيل المعزول
- مذكرة تحديد السعة للأسبوع الأول مع الافتراضات وتحليل الحساسية

اليوم 6: التحكم في العاكسات والتسلسل الهرمي للتحكم في الشبكة المصغرة

- سلوك التحكم في العاكسات المكونة للشبكة مقارنة بالعاكسات التابعة لها
- خصائص انحدار التردد مع القدرة الفعالة والجهد مع القدرة غير الفعالة لتقاسم الأحمال
- التحكم بمحاكاة المولد الدوار الافتراضي وإعدادات القصور الذاتي الاصطناعي
- طبقة استعادة التردد الثانوية وطبقة التوزيع الاقتصادي الثالثية
- وظائف وحدة التحكم في الشبكة المصغرة وأنماط التوزيع وفق معيار IEEE لوحدات التحكم

اليوم 7: الانتقال إلى التشغيل المعزول والحماية ومتطلبات الربط بالشبكة

- تسلسلات الانتقال المخطط وغير المخطط إلى التشغيل المعزول وتوقيتاتها
- فحص المزامنة وإعادة ربط الشبكة المصغرة بمغذي الشبكة العامة
- تسلسل البدء الأسود للشبكة المصغرة من بطاريات مكونة للشبكة
- إعدادات الحماية التكيفية مع ضعف تيار العطل في العاكسات
- اختبارات التحقق من الصمود أمام الأعطال ومنع التشغيل المعزول غير المقصود وفق IEEE 1547

اليوم 8: الاتصالات ونماذج الأعمال واتفاقيات أصحاب المصلحة

- بنية نظام SCADA للشبكة المصغرة مع روابط Modbusg IEC 61850
- تقسيم شبكات وحدات التحكم إلى مناطق للأمن السيبراني
- نماذج الطاقة كخدمة واتفاقيات شراء الطاقة والتملك والتشغيل الذاتي
- هياكل رسوم الاحتياط ورسوم الطلب وتعرفات التصدير إلى الشبكة
- التفاوض على اتفاقية الربط مع شركة الكهرباء وبروتوكول التشغيل

اليوم 9: جودة القدرة واستقرار الجزيرة ومؤشرات أداء التشغيل

- التشوه التوافقي وعدم اتزان الجهد في الجزر التي تهيمن عليها العاكسات
- فحص أدنى قيمة للتردد واستقرار الإشارة الصغيرة في التشغيل المعزول
- مؤشرات ساعات تشغيل المولدات واستهلاك الوقود وإحلال الطاقة المتجددة محل الديزل
- خطة الصيانة الوقائية للعاكسات والبطاريات والمولدات
- لوحة أداء الشبكة المصغرة بمؤشرات الإتاحة ونسبة الطاقة المتجددة

اليوم 10: مشروع ختامي لبناء نموذج شبكة مصغرة هجينة لموقع ناء

- موجز بيانات الأحمال والإشعاع الشمسي والوقود للموقع الناء
- جولة تحديد سعة نظام الخلايا الشمسية والبطاريات والديزل مع اختيار استراتيجية التشغيل
- صياغة فلسفة التحكم ومخطط حماية التشغيل المعزول
- دراسة جدوى تكلفة دورة الحياة ووفورات الوقود
- استكمال مواصفة الشبكة المصغرة الهجينة والدفاع عنها أمام الأقران

المهارات التي ستكتسبها:

- اختيار بنية الشبكة المصغرة
- تحسين مزيج مصادر الطاقة الموزعة
- تحليل منحنيات الأحمال
- ضبط خصائص انحدار العاكسات
- تصميم الانتقال إلى التشغيل المعزول
- تنسيق الحماية مع المصادر المعتمدة على العاكسات
- نمذجة دراسة جدوى الشبكة المصغرة
- مراقبة أداء الشبكة المصغرة

لماذا تحضر هذه الدورة:

- تسليم راعي المشروع ومدير الهندسة مواصفة شبكة مصغرة هجينة من الخلايا الشمسية والبطاريات والديزل لاعتمادها
- تحديد قدرات المولدات والألواح الشمسية والبطاريات واستراتيجية التشغيل ووظائف وحدة التحكم التي يحتاجها الموقع فعلا
- تجنب المولدات الزائدة عن الحاجة وفشل الانتقال إلى التشغيل المعزول والحماية التي لا ترى أعطال العاكسات قبل أن يثبتها التنفيذ
- نقل نماذج تحديد السعة وإعدادات الانحدار وتسلسلات اختبار التشغيل المعزول إلى فرق التصميم والتشغيل التجريبي والتشغيل

الخاتمة:

بعد العودة إلى العمل يعرض المشارك مواصفة الشبكة المصغرة الهجينة على راعي المشروع ومدير الهندسة وقائد التشغيل. ويعتمدون عليها في إقرار قدرات مصادر الطاقة الموزعة واستراتيجية التشغيل، وإصدار متطلبات وحدة التحكم والحماية إلى الموردين، والاتفاق مع شركة الكهرباء على بروتوكول الربط. وبعد أول موسم تشغيل تقارن الوحدة استهلاك الوقود وساعات تشغيل المولدات ونسبة الطاقة المتجددة وأحداث التشغيل المعزول بالقيم المنمذجة، وتعيد ضبط إعدادات التشغيل والحماية حيث تبتعد النتائج عن المتوقع.

الأسئلة الشائعة:

ما الذي يحتاج المشارك إلى معرفته قبل دورة الشبكات الكهربائية المصغرة؟

يكفي أن يعمل المشارك مع معدات التوزيع أو الحماية أو محطات التوليد وأن يقرأ المخططات أحادية الخط. وتساعد معرفة الجداول الحسابية في أعمال تحديد السعة، ويتيح إحضار بيانات أحمال مجهولة المصدر أو مخطط أحادي الخط من موقعه تطبيق الأساليب على نظامه.

بم تختلف دورة الشبكات الكهربائية المصغرة عن دورة محطات الطاقة المتجددة؟

تتعامل هذه الدورة مع الموقع نظاما واحدا قابلا للتحكم والفصل: تحديد سعة المصادر الموزعة مقابل الأحمال المحلية، والتحكم في العاكسات ووحدات التحكم، والتشغيل المعزول، وإعادة المزامنة، والحماية. أما دورات محطات الطاقة المتجددة فتركز على إنتاج المحطة الكبيرة وتخطيطها وربطها بالشبكة.

لماذا تهم العاكسات المكونة للشبكة في الشبكات الكهربائية المصغرة؟

لأنها تفرض الجهد والتردد عند فصل الشبكة المصغرة عن الشبكة العامة، فيستمر الموقع في العمل والمولدات متوقفة ويمكن البدء الأسود منها. أما العاكسات التابعة فتحقن القدرة في موجة قائمة فقط ولا تستطيع وحدها الحفاظ على الجزيرة.

ماذا يأخذ المشارك إلى عمله من دورة الشبكات الكهربائية المصغرة؟

يعود المشارك بمواصفة شبكة مصغرة هجينة تغطي بيانات الأحمال والموارد وقدرات المصادر الموزعة واستراتيجية التشغيل وفلسفة التحكم ونهج الحماية ودراسة تكلفة دورة الحياة، إضافة إلى قوائم تحقق لتحديد السعة والتشغيل المعزول قابلة للاستخدام في مواقع أخرى.