JUPITER PRIME

Consulting • Training • Advisory

جوبيتر برايم للاستشارات والتدريب

كتيّب الدورة

دورة متقدمة في منع انهيار الشبكة الكهربائية واستعادتها

info@jupiterprime.uk

jupiterprime.uk

مسجّلة في المملكة المتحدة والمملكة العربية السعودية

دورة متقدمة في منع انهيار الشبكة الكهربائية واستعادتها

منع انهيار الشبكة الكهربائية واستعادتها دورة تدريبية مدتها أسبوعين لمشغلي الشبكات ومخططي المنظومة ومهندسي غرف التحكم، تتمحور حول خطة الدفاع عن المنظومة والاستعادة بالبدء الذاتي لشبكتهم. تعمل الشبكات المترابطة اليوم قرب حدودها مع خروج التوليد التقليدي، فقد يتحول اضطراب واحد إلى انقطاع واسع النطاق. تقدم جوبيتر برايم للتدريب هذه الدورة لمن يحافظون على استمرار التغذية ويعيدونها بعد الانقطاع.

لماذا يهم منع انهيار الشبكة الكهربائية واستعادتها الآن

تشكل ثلاثة ضغوط خطر الانهيار اليوم: تراجع القصور الذاتي للمنظومة مع حلول المصادر القائمة على العاكسات محل الآلات المتزامنة، وتزايد نقل القدرة عبر ممرات طويلة، والطقس المتطرف الذي يصيب عدة أصول في وقت واحد. المرفق الذي يقرأ علامات الإنذار المبكر ويفصل الأحمال بالتسلسل الصحيح ويعيد التغذية بترتيب مجرب يحصر الحدث في دقائق، أما غيره فيواجه ساعات من الظلام وتلفا في المعدات وفقدا لثقة الجمهور. تستند الدورة إلى ممارسات تحليل الاستقرار وطرق التحقيق بعد الأحداث ومعيار IEC 61850 لاتصالات المحطات الفرعية في مخططات الدفاع السريعة.

المستفيدون من منع انهيار الشبكة الكهربائية واستعادتها

- العاملون في غرف التحكم الذين يوزعون التوليد ويتصرفون مع الإنذارات أثناء الاضطرابات
- المخططون الذين يجرون دراسات الطوارئ والاستقرار لشبكة النقل
- المهندسون الذين يصممون مخططات فصل الأحمال عند انخفاض التردد والجهد
- مهندسو التوليد المسؤولون عن وحدات البدء الذاتي وتشغيل الحمل الداخلي
- المختصون الذين يحققون في الاضطرابات الكبرى ويكتبون الدروس المستفادة

يستفيد مشغل النقل أكثر حين يحضر مخططوه وقادة نوبات غرفة التحكم معا ويتدربون على تسلسل استعادة واحد.

قدرات منع انهيار الشبكة الكهربائية واستعادتها

تتبع المخرجات الانهيار من مؤشراته الأولى حتى إعادة توصيل آخر مغذ.

- تقييم هوامش استقرار الجهد والتردد في حالات الطوارئ المحتملة — قرارات حدود التشغيل
- تصميم مراحل فصل الأحمال عند هبوط التردد والجهد — مشغلو التوزيع وكبار المستهلكين
- تحديد حدود العزل الجزيري المتحكم به بحيث يتوازن التوليد والحمل — اعتماد خطة الدفاع
- بناء تسلسل البدء الذاتي بمسارات التنشيط ونقاط المزامنة — قادة الاستعادة
- تطبيق سجلات تسلسل الأحداث لإعادة بناء انقطاع متتال — تحقيقات ما بعد الحدث
- إبلاغ أولويات الاستعادة للمولدين والمستخدمين الحرجين — تنسيق الطوارئ

مصطلحات منع انهيار الشبكة الكهربائية واستعادتها الأساسية

- الانقطاع المتتالي — سلسلة من حالات الفصل المتعاقبة يحمل فيها كل فقد العناصر الباقية حتى تفقد مناطق واسعة التغذية
- انهيار الجهد — هبوط متدرج في الجهد حين تعجز القدرة غير الفعالة عن تلبية الطلب، غالبا بعد فقد خط أو مولد
- معدل تغير التردد — سرعة تحرك التردد بعد اختلال التوازن، ويحدده القصور الذاتي للمنظومة إلى حد كبير
- فصل الأحمال عند انخفاض التردد — فصل آلي لكتل من الطلب على مراحل لإيقاف هبوط التردد
- البدء الذاتي — إعادة تشغيل التوليد دون تغذية خارجية باستخدام وحدات قادرة على تنشيط شبكة مطفأة
- العزل الجزيري المتحكم به — تقسيم مقصود لشبكة مجهدة إلى جزر متوازنة لمنع انتشار الاضطراب

منع انهيار الشبكة الكهربائية واستعادتها يوما بيوم

اليوم 1: تشريح الانقطاعات الكبرى

- الخطوط الزمنية لأحداث الانقطاع والحوادث المسببة — أنماط الإخفاق المتكررة
- الظروف السابقة مثل نقل القدرة الثقيل — مؤشرات الإنذار المبكر
- العوامل البشرية وفقد الوعي بالموقف — تصميم غرفة التحكم
- أحداث الطقس وملامسة الأشجار للخطوط — ترتيب تعرض الأصول
- الأثر الاقتصادي والاجتماعي للانقطاعات — مبررات الاستثمار في الوقاية

اليوم 2: آليات الانقطاع المتتالي

- معايير الطوارئ N-1 وN-2 — حدود التشغيل الآمنة
- تسلسل الحمل الحراري الزائد وترهل الخطوط — تقديرات ما بعد الطوارئ
- إخفاقات الحماية الخفية وفصل المنطقة الثالثة — أولويات مراجعة المرحلات
- إعادة توزع سريان القدرة بعد الفصل — خيارات الإجراءات العلاجية
- نماذج محاكاة التتالي — فرز الأحداث المحتملة

اليوم 3: استقرار الجهد وانهياره

- منحنيات PV وQV — تحديد هامش استقرار الجهد
- احتياطي القدرة غير الفعالة وحدود قدرة المولدات — قرارات التوزيع الاقتصادي
- سلوك مغير الجهد تحت الحمل أثناء الهبوط — قواعد حجب المغير
- توقف المحركات الحثية وتأخر استعادة الجهد — اختيار نموذج الحمل
- تصميم فصل الأحمال عند انخفاض الجهد — قيم منع الانهيار

اليوم 4: استقرار التردد والقصور الذاتي

- معادلة التأرجح وتقدير القصور الذاتي للمنظومة — حدود القصور الدنيا
- الاستجابة الأولية والثانوية للتردد — مستويات شراء الاحتياطي
- حدود معدل تغير التردد — تعارض قيم ضبط الحماية
- الاستجابة السريعة للتردد من البطاريات — التشغيل بقصور ذاتي منخفض
- تصميم مراحل فصل الأحمال عند انخفاض التردد — حجم الكتلة وزمن التأخير

اليوم 5: استقرار زاوية الدوار والتذبذبات

- الاستقرار العابر وزمن العزل الحرج — متطلبات سرعة الحماية
- أنماط التذبذب بين المناطق — ضبط مثبتات منظومة القدرة
- كشف فقد التوافق والفصل عنده — نقاط الفصل المتحكم بها
- سلوك المصادر القائمة على العاكسات في اجتياز الأعطال — متطلبات الربط بالشبكة
- إعداد دراسات المحاكاة الديناميكية — اختيار الاضطرابات المحتملة

اليوم 6: المراقبة والإنذار المبكر

- وحدات قياس الطور والمراقبة واسعة النطاق — رؤية الاستقرار في الزمن الحقيقي
- أدوات تقدير الحالة وتحليل الطوارئ — تنبيهات المشغل
- ترشيد الإنذارات في غرف التحكم — تخفيف العبء عن المشغل
- تقييم الأمان الاستباقي — قرارات التشغيل لليوم التالي
- التهديدات السيبرانية لأنظمة التحكم في الطاقة — خيارات الدفاع متعدد الطبقات

اليوم 7: خطط الدفاع عن المنظومة والعزل الجزيري

- مخططات حماية سلامة المنظومة — الإجراءات العلاجية الآلية
- اختيار حدود العزل الجزيري المتحكم به — توازن الجزيرة واستقرارها
- مخططات فصل المولدات وخفض قدرتها — خيارات تخفيف الحمل الزائد
- رسائل GOOSE وفق IEC 61850 لإشارات الدفاع السريعة — زمن استجابة المخطط
- اختبار خطة الدفاع وتنسيقها — التفاعل بين المخططات

اليوم 8: البدء الذاتي واستراتيجية الاستعادة

- قدرة وحدات البدء الذاتي واختبارها — اختيار مصدر الاستعادة
- الاستعادة من الأعلى إلى الأسفل ومن الأسفل إلى الأعلى — اختيار الاستراتيجية للشبكة
- مسارات التنشيط وتسلسلات المناورة — حدود الجهد الزائد عند التنشيط
- مزامنة الجزر وكتل التقاط الأحمال — ضبط انحرافات التردد
- التقاط الأحمال الباردة وأولوية المستخدمين الحرجين — ترتيب الاستعادة

اليوم 9: عمليات الطوارئ والتحقيق

- إجراءات التشغيل في الطوارئ وبروتوكولات الاتصال — صلاحيات قائد النوبة
- تمارين الاستعادة والتدريب على المحاكي — جاهزية المشغلين
- سجلات تسلسل الأحداث والاضطرابات — إعادة بناء الحدث
- طرق تحليل السبب الجذري لاضطرابات الشبكة — قوائم الإجراءات التصحيحية
- تقارير الدروس المستفادة — تحديث معايير التخطيط

اليوم 10: ممارسة خطة الدفاع عن المنظومة والاستعادة بالبدء الذاتي

- دراسة هامش الاستقرار لممر مجهد — أساس حدود التشغيل
- جدول قيم فصل الأحمال والعزل الجزيري — تصميم طبقات الدفاع
- مسار البدء الذاتي وتسلسل المناورة — الجدول الزمني للاستعادة
- سيناريو تمرين لانقطاع واسع النطاق — أدلة الجاهزية
- إكمال خطة الدفاع عن المنظومة والاستعادة بالبدء الذاتي — حزمة الاعتماد

تطبيق منع انهيار الشبكة الكهربائية واستعادتها بعد الدورة

- فحص مراحل فصل الأحمال عند انخفاض التردد مقابل الطلب والقصور الذاتي الحاليين واقتراح تعديل الكتل حيث تراجعت التغطية
- إدارة تمرين مكتبي للاستعادة مع قادة نوبات غرفة التحكم باستخدام مسار البدء الذاتي وتسجيل تأخر القرارات

أسئلة حول منع انهيار الشبكة الكهربائية واستعادتها

ما منع انهيار الشبكة الكهربائية واستعادتها ولماذا يهم الآن؟

هو ممارسة إيقاف الاضطرابات قبل أن تتحول إلى انقطاعات واسعة وإعادة تشغيل الشبكة بأمان حين تقع. ويهم الآن لأن تراجع القصور الذاتي وتزايد نقل القدرة والطقس المتطرف تقلص هوامش الاستقرار في شبكات كثيرة.

ما الأدوار الأكثر استفادة من منع انهيار الشبكة الكهربائية واستعادتها؟

يستفيد أكثر مشغلو غرف التحكم ومخططو النقل ومصممو مخططات فصل الأحمال ومهندسو وحدات البدء الذاتي. وتستفيد أنت أكثر إن كنت تضع حدود التشغيل أو تتصرف أثناء الاضطرابات أو تخطط لإعادة تنشيط الشبكة.

كيف يختلف منع انهيار الشبكة الكهربائية واستعادتها عن دورة في حماية أنظمة القوى؟

ينظر إلى المنظومة كلها لا إلى المرحلات منفردة. دورة الحماية تضبط الأجهزة لعزل الأعطال، أما هذه فتدرس هوامش الاستقرار ومخططات الدفاع والعزل الجزيري وتسلسلات الاستعادة عبر الشبكة.

ماذا تعود به من منع انهيار الشبكة الكهربائية واستعادتها؟

تعود بهوامش استقرار لممر مجهد وقيم لفصل الأحمال والعزل الجزيري ومسار للبدء الذاتي مع سيناريو تمرين. ويمكن لغرفة التحكم لديك استخدامها مباشرة لاختبار الجاهزية.

منع انهيار الشبكة الكهربائية واستعادتها: الطريق إلى الأمام

تربط خطة الدفاع عن المنظومة والاستعادة بالبدء الذاتي حدود التشغيل ومراحل فصل الأحمال وحدود العزل الجزيري ومسار البدء الذاتي في وثيقة واحدة. أول استخدام لها تحديد حدود التشغيل لموسم الطلب المرتفع القادم، ويطبقها قادة غرف التحكم والمخططون. وبعد أول تمرين تستحق افتراضات القصور الذاتي المراجعة مع ربط مزيد من التوليد القائم على العاكسات.