دورة الاحتياج الأمثل للوحدات وجدولة التوليد: قرارات الكلفة والاحتياطي والأمان

9 – 20 نوفمبر 2026

كيب تاون

دورة الاحتياج الأمثل للوحدات وجدولة التوليد: قرارات الكلفة والاحتياطي والأمان

المرجع: 863_39833 **التاريخ:** 9 – 20 نوفمبر 2026 **المكان:** كيب تاون **الرسوم:** GBP 8640

ملخص البرنامج

الاحتياج الأمثل للوحدات وجدولة التوليد محور دورة تدريبية تمتد أسبوعين لمديري تشغيل منظومات القدرة وتخطيط التوليد والأسواق، ويخرج منها كل مشارك بحزمة قرار جدولة لمنظومة واحدة. تحدد قرارات اختيار الوحدات التي تبدأ التشغيل وطريقة تحميلها وحجم الاحتياطي المحتفظ به كلفة الوقود وأمن الإمداد كل يوم، لكنها كثيرا ما تترك لمخرجات برامج الحل دون قدرة القادة على مساءلتها. وينتقل البرنامج من منحنيات الكلفة وحدود الوحدات إلى التوزيع والاحتياطي وطرق التحسين وأمن الشبكة والتخزين والطاقة المتجددة وأسعار السوق. تقدم مارس للتدريب المملكة المتحدة هذا البرنامج في الاحتياج الأمثل للوحدات وجدولة التوليد لمجموعات من منظمات مختلفة.

المبررات المؤسسية

تتحمل شركات الكهرباء والمنتجون المستقلون والمولدون الصناعيون الكبار كلفة وقود وتشغيل تتوقف على قرارات جدولة تتخذ قبل ساعات في ظل طلب غير مؤكد. أما القادة القادرون على قراءة كيفية بناء خطة التشغيل والقيد الذي حركها فيكتشفون الجداول الضعيفة مبكرا، ويضعون قواعد أوضح لغرفة التحكم والمخططين والمتداولين.

- كلفة الوقود والتشغيل: تنخفض حين تختبر قرارات تشغيل الوحدات في ضوء حدودها وخط أساس معلن للكلفة.
- أمن الإمداد: يتحسن حين تحدد افتراضات الاحتياطي والحوادث المحتملة عن قصد لا بالموروث.
- شفافية القرار: ترتفع حين تراجع نتائج برامج الحل وفق قائمة ثابتة وتوثق.

المبادئ والأساس المعرفي

- الترتيب الاقتصادي للوحدات Merit-Order Dispatch، تحميل الوحدات بترتيب تصاعدي للكلفة الحدية: يطبق في الجلسة 3 لتحديد تحميل بأقل كلفة.
- البرمجة الصحيحة المختلطة Mixed-Integer Programming، الصيغة الرياضية وراء معظم برامج الحل: تطبق في الجلسة 5 لمراجعة معنى نتيجة الحل.
- الاحتياج الأمثل للوحدات المقيد بالأمان Security-Constrained Unit Commitment، اختيار الوحدات مع مراعاة حدود الشبكة والحوادث: يطبق في الجلسة 6 لاختبار تحمل الخطة.
- التسعير الموضعي الحدي Locational Marginal Pricing، سعر يعكس الاختناق والفاقد: يطبق في الجلسة 9 لقراءة أثر التسوية.

المشاركون المستهدفون

- مديرو التشغيل الذين يملكون عملية الجدولة لليوم التالي وفي الزمن الحقيقي.
- قادة تخطيط التوليد الذين يحددون جاهزية الوحدات ونوافذ الوقود والصيانة.
- مديرو الأسواق والتداول الذين يقدمون العروض ويديرون التعرض في التسوية.
- مديرو الهندسة الذين يراجعون نماذج الحل والقيود وافتراضات الدراسة.
- قادة الأصول والمحافظ الذين يوازنون قرارات بدء التشغيل والاحتياطي والتخزين.

تشمل البيئات المعتادة شركات الكهرباء الوطنية والمنتجين المستقلين ومحطات القدرة الصناعية والمنظومات ذات الحصة المتجددة المرتفعة.

مخرجات التعلم

1. سيكون المشاركون قادرين على بناء خط أساس للكلفة من منحنيات كلفة الوحدات وحدود تشغيلها.
2. سيكون المشاركون قادرين على تقييم التوزيع بحسب الترتيب الاقتصادي في ضوء الكلفة الحدية وبدل الفاقد.
3. سيكون المشاركون قادرين على تبرير متطلبات الاحتياطي الدوار لمنظومة معينة.
4. سيكون المشاركون قادرين على تشخيص القيد الذي يحرك نتيجة برنامج الحل في الاحتياج الأمثل للوحدات.
5. سيكون المشاركون قادرين على ترتيب إجراءات الجدولة بحسب الأولوية في ظل عدم اليقين في توقعات الطاقة المتجددة وخيارات التخزين.
6. سيكون المشاركون قادرين على تقدير الأثر السوقي وأثر التسوية لخطة التشغيل.

هيكل البرنامج

اليوم 1: أسس جدولة التوليد

ما القرارات التي يجب أن تحسمها جدولة التوليد كل يوم؟

- مراجعة توقعات الطلب
- منحنيات كلفة المولدات
- طريقة الكلفة الحدية
- تقويم قرارات الجدولة
- ورقة خط أساس كلفة الإمداد

اليوم 2: حدود الوحدات وكلفة البدء

ما الذي يمنع تشغيل الوحدة أو إيقافها أو تحريكها بحرية؟

- حدود معدل الصعود والهبوط
- أدنى زمني التشغيل والإيقاف
- منحنيات كلفة البدء
- سجل جاهزية الوحدات
- جدول نطاق التشغيل

اليوم 3: التوزيع الاقتصادي للأحمال بالترتيب الاقتصادي

كيف يوزع الطلب على الوحدات العاملة بأقل كلفة؟

- ترتيب الوحدات بحسب الكلفة الحدية
- تكرار لامبدا
- بدل فاقد النقل
- معالجة حدود الوقود
- ورقة كلفة التوزيع

اليوم 4: الاحتياطي الدوار ودعم التردد

كم يكفي من الاحتياطي، ومن يتحمل كلفته؟

- متطلبات الاحتياطي الدوار
- تحديد الحجم بفقدان أكبر وحدة
- توزيع كلفة الاحتياطي
- فحص استجابة التردد
- سجل عجز الاحتياطي

اليوم 5: طرق حل مسألة الاحتياج الأمثل للوحدات

كيف تصل برامج الحل إلى خطة، وما الذي تفترضه؟

- طريقة قائمة الأولويات
- البرمجة الديناميكية
- الاسترخاء اللاغرانجي
- البرمجة الصحيحة المختلطة
- قائمة مراجعة نتائج الحل

اليوم 6: أمن الشبكة في الاحتياج الأمثل للوحدات

كيف تغير حدود الشبكة والحوادث المحتملة خطة التشغيل؟

- الاحتياج الأمثل للوحدات المقيد بالأمان
- فرز الحوادث المحتملة
- معالجة قيود الشبكة
- قراءة كلفة الاختناق
- اختبار تحمل خطة التشغيل

اليوم 7: التنسيق بين الطاقة المائية والحرارية والتخزين

كيف تجدول الموارد المحدودة الطاقة إلى جانب الوحدات الحرارية؟

- التنسيق المائي الحراري
- تقدير قيمة المياه
- جدولة تخزين البطاريات
- حدود إمداد الوقود
- جدول الوحدات المحدودة الطاقة

اليوم 8: تقلب الطاقة المتجددة في الجدولة

كيف تستجيب الجدولة حين يكون إنتاج الرياح والشمس غير مؤكد؟

- عدم اليقين في توقعات الطاقة المتجددة
- منحنى الصعود للحمل الصافي
- الاحتياج الأمثل للوحدات بحسب السيناريوهات
- قاعدة تعديل الاحتياطي
- جدول محفزات إعادة اختيار الوحدات

اليوم 9: أسعار السوق وحوكمة الجدولة

كيف تشكل الأسعار والعروض والرقابة قرارات الجدولة؟

- التسعير الموضعي الحدي
- مراجعة العروض والمزايدات
- جدول أثر التسوية
- نموذج حوكمة الجدولة
- سجل تدقيق برنامج الحل

اليوم 10: حزمة قرار الجدولة لمنظومة واحدة

هل تتكامل النتائج في جدول قابل للدفاع عنه وروتين مراجعة؟

- تطبيق خط أساس كلفة الإمداد من الجلسة 1
- اختبار تحمل خطة التشغيل من الجلسة 6
- تطبيق جدول محفزات إعادة الاختيار من الجلسة 8
- مقارنة جدول أثر التسوية من الجلسة 9
- إنجاز حزمة قرار الجدولة

المنهجية

يقوم البرنامج على ورشة بيانات مبنية على حالة جاهزة لمنظومة تجمع وحدات حرارية ومائية ومتجددة. يبني المشاركون منحنيات الكلفة، ويختبرون نتائج التوزيع والاحتياج الأمثل للوحدات، ويعدلون الاحتياطي، ويدافعون عن خياراتهم أمام زملاء يؤدون دور مجلس تشغيل المنظومة.

- نشاط مقترح: ترتيب عشر وحدات بحسب الكلفة الحدية وتحميلها لتلبية منحنى حمل.
- نشاط مقترح: قراءة نتيجة برنامج الحل لتحديد القيد الحاكم.
- نشاط مقترح: إعادة تخطيط تشغيل الصباح بعد خطأ في توقع الرياح.

المخرج الختامي

يعد كل مشارك حزمة قرار جدولة لمنظومة قدرة واحدة. وتضم الحزمة خط أساس للكلفة وورقة توزيع ومبررا للاحتياطي وخطة تشغيل مختبرة التحمل وجدولا لمحفزات إعادة الاختيار وتوصية موجزة. وتعرض في العمل على مجلس التشغيل، وتحدد روتين المراجعة لدورات الجدولة اللاحقة.

الأسئلة الشائعة

هل يناسب تدريب الاحتياج الأمثل للوحدات وجدولة التوليد المديرين من غير مهندسي القوى؟

نعم، إذ يدرس الاحتياج الأمثل للوحدات وجدولة التوليد عبر حالات وقوالب جاهزة. ويفترض البرنامج مسؤولية عن التشغيل أو التخطيط أو نتائج السوق، دون خبرة سابقة في النمذجة.

على أي طرق يقوم الاحتياج الأمثل للوحدات وجدولة التوليد في هذا التدريب؟

يقوم الاحتياج الأمثل للوحدات وجدولة التوليد على الترتيب الاقتصادي للوحدات والبرمجة الصحيحة المختلطة والاحتياج الأمثل للوحدات المقيد بالأمان والتسعير الموضعي الحدي، وتقارن في حزمة قرار واحدة.

كيف تستخدم حزمة القرار من تدريب الاحتياج الأمثل للوحدات وجدولة التوليد في العمل؟

تعرض حزمة القرار على مجلس التشغيل، ويستخدم اختبار التحمل فيها لتبرير الخطة المختارة، وتبقى أوراقها روتين مراجعة لدورات الجدولة اللاحقة.

بماذا يختلف الاحتياج الأمثل للوحدات عن برنامج في تداول أسواق الكهرباء؟

يركز الاحتياج الأمثل للوحدات على الوحدات التي تعمل وطريقة تحميلها، بينما يركز برنامج تداول أسواق الكهرباء على تقديم العروض والتحوط ومراكز المحفظة.