CONCEPT

الخطوط الهوائية لنقل وتوزيع الكهرباء: التصميم وحسابات الترخيم والشد والإنشاء والصيانة

23 نوفمبر – 4 ديسمبر 2026

باريس - فندق أعمال على الضفة اليمنى



الخطوط الهوائية لنقل وتوزيع الكهرباء: التصميم وحسابات الترخيم والشد والإنشاء والصيانة

المرجع: 18353_646 **التاريخ:** 23 نوفمبر – 4 ديسمبر 2026 **المكان:** باريس - فندق أعمال على الضفة اليمنى **الرسوم:** SAR 42300

مقدمة:

تتعطل الخطوط الهوائية لنقل وتوزيع الكهرباء أو تفقد جزءا من سعتها عندما يحسم اختيار الموصل وقيم الترخيم والشد والخلوص والتجهيزات والتأريض بمعزل عن طريقة إنشاء الخط وصيانته، فتظهر الوصلات الساخنة وتعديات الخلوص والانقطاعات المتكررة. تدرب هذه الدورة من كور كونسبت مهندسي الخطوط على تقنين الموصلات، وحساب الترخيم والشد بطريقة البحر الحاكم، وفحص الخلوص والعزل، والإشراف على الأساسات وتركيب الأبراج وشد الموصلات، وتخطيط أعمال الفحص وإدارة الأشجار وإعادة التأهيل. ويعد المشاركون حزمة حسابات تصميم خط هوائي وخطة صيانته لخط حالة دراسية.

أهداف الدورة:

- اختيار نوع الموصل ومقاسه لخط هوائي بناء على التقنين الحراري والفواقد والأحمال الميكانيكية
- حساب الترخيم والشد لأقسام الشد بطريقة البحر الحاكم ومعادلة تغير الحالة وإصدار جداول الشد للفرق الميدانية
- التحقق من خلوص الأرض والتقاطعات وعرض حرم الخط واختيار العوازل والتجهيزات ونوع الهيكل لكل بحر
- تحديد ترتيبات السلك الأرضي الواقي وتأريض قواعد الأبراج بما يحد من الوميض العكسي وفشل الحجب
- الإشراف على الأساسات والتركيب والشد والوصل واختبارات ما قبل التكهرب وفق سجلات قبول موثقة
- بناء خطة فحص وإدارة أشجار وإعادة تأهيل مرتبة حسب المخاطر من بيانات الدوريات والتصوير الحراري والحالة

الفئة المستهدفة:

- مهندسو تصميم الخطوط المسؤولون عن المسارات واختيار الموصلات وحسابات الترخيم والشد وجداول الهياكل
- مهندسو الإنشاء والمواقع المسؤولون عن الأساسات وتركيب الأبراج وشد الموصلات
- مهندسو الصيانة المسؤولون عن الدوريات وإصلاح العيوب وأعمال فصل الخطوط
- مهندسو الأصول المسؤولون عن تقييم الحالة وإعادة التأهيل وقرارات استبدال الموصلات
- المشرفون الفنيون المسؤولون عن فحص جودة أعمال المقاولين وسجلات قبول الخطوط

محاور الدورة:

اليوم 1: مكونات الخط الهوائي وفئات الجهد واختيار المسار

- بنية الخط الهوائي: موصلات الأطوار والأسلاك الأرضية الواقية وسلاسل العوازل والهياكل الحاملة
- فئات جهد النقل والنقل الفرعي والتوزيع وعائلات الهياكل المعتادة لكل فئة
- اختيار ممر المسار: خرائط القيود والتقاطعات وطرق الوصول
- المسوحات الطبوغرافية ومسح LiDAR بالليزر الجوي والمسوحات الجيوتقنية لرسومات المسقط والمقطع الطولي
- توقيع الأبراج على المقطع الطولي: أطوال البحور ونقاط الزوايا ومواقع النهايات

اليوم 2: اختيار الموصلات والسعة الحرارية والبارامترات الكهربائية للخط

- مقارنة أنواع الموصلات: ACSR الألومنيوم المقوى بالصلب وAAAC سبائك الألومنيوم والموصلات عالية الحرارة منخفضة الترخيم
- موازنة الحرارة للتقنين الحراري المستقر: حرارة جول والإشعاع الشمسي والحمل الحراري والإشعاع
- اقتصاديات مقاس الموصل: الفواقد المقاومية مقابل التكلفة الرأسمالية
- المقاومة التسلسلية والمفاعلة الحثية والسعة التفرعية لكل كيلومتر
- تنظيم الجهد وحمل الممانعة الموجية وأثر تبديل مواضع الأطوار

اليوم 3: حسابات الترخيم والشد وطريقة البحر الحاكم

- معادلة السلسلة المعلقة والتقريب القطعي المكافئ للبحور المستوية والمائلة
- حالات التحميل: إجهاد التشغيل اليومي وأقصى رياح والجليد وأقصى درجة حرارة تشغيل
- معادلة تغير الحالة مع زحف الموصل واستطالته الحرارية
- طريقة البحر الحاكم لأقسام الشد ذات البحور غير المتساوية
- جداول الشد وقوالب الترخيم لفرق الإنشاء

اليوم 4: الخلوص والعوازل والتجهيزات والهياكل الحاملة

- فحص الخلوص فوق الأرض والطرق والمباني والتقاطعات عند أقصى ترخيم
- عرض حرم الخط من انحراف الموصل بالرياح وزاوية تأرجح العوازل
- اختيار العوازل: الخزف والزجاج المقسى والبوليمر مع مسافة الزحف حسب مستوى التلوث
- تجهيزات الخط: مشابك التعليق ومجموعات الشد والمباعدات ومخمدات الاهتزاز وحلقات تسوية الجهد
- الأبراج الشبكية والأعمدة الفولاذية والخرسانية والخشبية وأسلاك الشد ولمحة عن أنواع الأساسات

اليوم 5: التأريض وأداء الخط أمام الصواعق وحالة تصميم موجهة

- زاوية الحجب للسلك الأرضي الواقي وأهداف مقاومة تأريض قواعد الأبراج
- آليات الوميض العكسي وفشل الحجب على هياكل الخط
- حالة موجهة: اختيار الموصل وتقنينه الحراري لخط الحالة
- حالة موجهة: جدول الترخيم والشد وفحص الخلوص عبر قسم شد واحد
- حالة موجهة: جدول الهياكل والعوازل مع سجل افتراضات التصميم

اليوم 6: أعمال الأساسات وتركيب الأبراج ونصب الأعمدة

- تنفيذ الأساسات: القاعدة والعمود الخرساني والخوازيق ومراسي الصخر والأعمدة المدفونة مباشرة
- ضبط أرجل الأبراج في الأساس ومعالجة الخرسانة وسجلات قبول الأساسات
- طرق تركيب الأبراج: التجميع قطعة قطعة والرفع بالأقسام وعمود الرفع والتجميع بالرافعة
- عزم ربط المسامير والتحقق من الأعضاء وفحص استقامة الهيكل
- نصب أعمدة التوزيع وتجهيز الأذرع العرضية وتركيب الشدادات

اليوم 7: شد الموصلات ووصلها واختبارها وجودة التكهرب

- تجهيز الشد تحت التوتر: آلة السحب وآلة الشد والحبل الدليلي والبكرات
- ضبط الترخيم بالنظر وبجهاز المساحة وبمقياس الشد مع تصحيح درجة الحرارة
- الوصلات الانضغاطية ومشابك النهايات والوصلات القافزة: اختيار القوالب وفحص مقاومة الوصلة
- اختبارات ما قبل التكهرب: مقاومة العزل والاستمرارية وتتابع الأطوار وقياس مقاومة التأريض
- قائمة تحقق التكهرب وقائمة الملاحظات الإنشائية وسجلات الخط كما نفذ

اليوم 8: فحص الخطوط ومبادئ العمل على الخطوط المكهربة والتنسيق مع ملاك الأراضي

- الدوريات الأرضية ودوريات التسلق: فئات العيوب ونماذج الفحص
- التصوير الحراري بالأشعة تحت الحمراء للوصلات والمشابك وتصنيف ارتفاع الحرارة
- المسح البصري بالطائرات المسيرة وفحص الهالة بكاميرات الأشعة فوق البنفسجية
- مبادئ العمل على الخطوط المكهربة: العصا العازلة والقفازات العازلة وطريقة اليد العارية ضمن قواعد العزل
- التنسيق مع أصحاب حقوق المرور وملاك الأراضي والمجتمع المحلي للوصول إلى الخط

اليوم 9: إدارة الأشجار وتخطيط الفصل وأعطال الخطوط ومؤشرات الحالة

- إدارة الأشجار: نطاقات الخلوص ودورات التقليم ومراقبة إعادة النمو
- تخطيط فصل الخط: تجميع الأعمال وطلبات المناورة وجداول إعادة الخدمة
- أنماط الأعطال الشائعة: كلال الموصل عند المشابك ووميض العوازل والتآكل وهبوط الأساسات
- خيارات إعادة التأهيل: استبدال الموصلات وتغيير العوازل وتدعيم الهياكل
- تقييم حالة الأصول ومعدل أعطال الخط ومؤشرات الإتاحة

اليوم 10: المشروع الختامي: حزمة حسابات تصميم الخط وخطة الصيانة

- موجز خط الحالة: المقطع الطولي للمسار ونمو الأحمال وبيانات مسح الحالة
- بناء حزمة الحسابات: تقنين الموصل وجداول الترخيم والشد والتحقق من الخلوص
- جدول الهياكل والعوازل والتأريض لخط الحالة
- برنامج فحص وصيانة مرتب حسب المخاطر مع نوافذ الفصل
- مراجعة حزمة الحسابات وخطة الصيانة مع ملاحظات المدرب

المهارات التي ستكتسبها:

- التقنين الحراري للموصلات
- حساب الترخيم والشد
- التحقق من الخلوص وحرم الخط
- تحديد مواصفات العوازل والتجهيزات
- تقييم أداء الخط أمام الصواعق
- الإشراف على الشد والوصل
- تصنيف العيوب بالتصوير الحراري
- ترتيب أولويات إعادة تأهيل الخطوط

لماذا تحضر هذه الدورة:

- العودة بحزمة حسابات تصميم خط هوائي وخطة صيانته مبنيتين على خط حالة دراسية
- اكتشاف تعديات الخلوص والموصلات الصغيرة المقاس وضعف التأريض في مرحلة المقطع الطولي لا بعد التكهرب
- الانتقال في الأسبوع الثاني من حسابات التصميم إلى جودة الإنشاء وتقنيات الفحص وقرارات إعادة التأهيل
- مقارنة ممارسات الخطوط مع مهندسين من شركات النقل وشبكات التوزيع والمنشآت الصناعية ومقاولي الإنشاء

الخاتمة:

يحمل الخط الهوائي حمله المقنن بأمان لعقود عندما يصمم الموصل وقيم الترخيم والشد والخلوص والعزل والتأريض مع مراعاة الإنشاء والصيانة. يبني الأسبوع الأول قدرات التصميم من مسوحات المسار وتقنين الموصلات إلى الترخيم والشد والخلوص والتجهيزات والأداء أمام الصواعق، ويختتم بحالة تصميم موجهة. ويضيف الأسبوع الثاني الأساسات والتركيب والشد والوصل والاختبار وأساليب الفحص ومبادئ العمل على الخطوط المكهربة وإدارة الأشجار وتخطيط الفصل وإعادة التأهيل. ويخرج المشروع الختامي بحزمة حسابات تصميم الخط وخطة صيانته.