JUPITER PRIME

Consulting • Training • Advisory

جوبيتر برايم للاستشارات والتدريب

كتيّب الدورة

# دورة متقدمة في تصميم الحماية الكاثودية ومسوحاتها

27 ديسمبر 2026 – 7 يناير 2027

عمّان

info@jupiterprime.uk

**jupiterprime.uk**

مسجّلة في المملكة المتحدة والمملكة العربية السعودية

# دورة متقدمة في تصميم الحماية الكاثودية ومسوحاتها

**المرجع:** 18658_505 **التاريخ:** 27 ديسمبر 2026 – 7 يناير 2027 **المكان:** عمان **الرسوم:** GBP 6000

تصميم الحماية الكاثودية ومسوحاتها محور دورة تدريبية متقدمة مدتها أسبوعين لمهندسي التآكل ومهندسي سلامة خطوط الأنابيب وفنيي الصيانة، يعد فيها كل مشارك خطة تصميم ومسح للحماية الكاثودية لخط أنابيب أو خزان أو منشأة معالجة. فتقادم المنشآت المدفونة وتشدد متطلبات السلامة وازدحام ممرات الخطوط تجعل التصميم السليم للحماية حاجزا مباشرا أمام التسربات. وتقدم جوبيتر برايم للتدريب تصميم الحماية الكاثودية ومسوحاتها لفرق سلامة الأصول.

## لماذا يهم تصميم الحماية الكاثودية ومسوحاتها الآن

ثلاثة ضغوط تعيد تشكيل الحماية الكاثودية اليوم: فولاذ مدفون منذ عقود تجاوز عمر أنظمة الأنودات الأصلية، وخطوط كهرباء هوائية وسكك حديد مكهربة تشارك خطوط الأنابيب ممراتها فتولد تيارات شاردة، ومديرو السلامة الذين يطلبون سجلات مسح تثبت الحماية بدل افتراضها. فالمشغل الذي يحسن التصميم والمسح يطيل عمر الطلاء ويتجنب أعطال التآكل الخارجي ويدافع عن فترات الفحص، أما من يهمل ذلك فلا يكتشف عيوب الطلاء إلا بعد التسرب. وتستند الدورة إلى ممارسات الحماية الكاثودية ومواد التعليم الصادرة عن جمعية حماية المواد وأدائها AMPP Protection and Performance Association for Materials، وإلى معايير المعدات الصادرة عن معهد البترول الأمريكي API American Petroleum Institute.

## المستفيدون من تصميم الحماية الكاثودية ومسوحاتها

- مختصو التآكل الذين يحسبون متطلبات التيار ويحددون أحجام مراقد الأنودات والمقومات للمنشآت المدفونة الجديدة والقائمة
- مختصو سلامة خطوط الأنابيب الذين يفسرون مسوحات الجهد المتقاربة ومسوحات عيوب الطلاء ضمن تقييمات السلامة
- فنيو الصيانة الميدانية الذين يفحصون نقاط الاختبار والمقومات والوصلات ويسجلون قراءات الجهد
- مختصو المرافق المسؤولون عن قيعان الخزانات وأنابيب المحطات وأغلفة الآبار والمنشآت البحرية
- المختصون الكهربائيون الذين يديرون المحولات المقومة ومصادر التغذية وتخفيف التداخل المتناوب في الممرات المشتركة

يستفيد قسم التآكل الذي يرسل المصممين وأطقم المسح ومحللي السلامة معا أكثر من غيره، لأن القراءات الميدانية لا تغير القرار إلا حين يقرؤها من يصمم النظام ومن يقيمه بالطريقة نفسها.

## قدرات تصميم الحماية الكاثودية ومسوحاتها

ينتقل المشاركون من الكيمياء الكهربائية إلى الدليل الميداني، فيحددون أحجام الأنظمة من بيانات التربة والطلاء ثم يثبتون أداءها بمسوحات منظمة.

- حساب الطلب على التيار من المساحة المطلية ونسبة تلف الطلاء ومقاومة الوسط — تحديد أحجام مراقد الأنودات والمقومات
- الموازنة بين الأنودات المضحية والتيار المفروض لمنشأة محددة — قرارات الكلفة الرأسمالية والصيانة
- تصميم مخططات مراقد الأنودات والكابلات وتباعد محطات الاختبار للخطوط والخزانات — التنفيذ والتشغيل الأولي
- تحديد أساليب المسح ومنها مسح الجهد المتقارب وتحديد عيوب الطلاء — نطاق تقييم السلامة
- تقييم التيارات الشاردة والتداخل المتناوب واختيار وصلات التخفيف أو أجهزة الفصل — تقاسم الممرات مع المرافق الأخرى
- بناء جدول مراقبة بمعايير قبول وتتبع اتجاهات القراءات — تخطيط الصيانة وأدلة التدقيق

## مصطلحات تصميم الحماية الكاثودية ومسوحاتها الأساسية

- الحماية الكاثودية — خفض تآكل سطح معدني بجعله مهبطا في خلية كهركيميائية عبر أنودات مضحية أو تيار مفروض.
- الأنود المضحي — معدن أنشط مثل الزنك أو المغنيسيوم أو الألومنيوم يتآكل بدلا من المنشأة ليمدها بتيار الحماية.
- نظام التيار المفروض — نظام يستخدم مصدر طاقة خارجيا، غالبا محولا مقوما، لدفع التيار من أنودات خاملة إلى المنشأة.
- جهد الفصل اللحظي — جهد المنشأة بالنسبة للوسط مقاسا فور قطع التيار، فيزيل خطأ هبوط الجهد من القراءة.
- مسح الجهد المتقارب — قياس سيرا على الأقدام لجهد الأنبوب بالنسبة للتربة على مسافات قصيرة لتحديد المقاطع ضعيفة الحماية.
- تداخل التيار الشارد — تيار من مصدر غريب يغادر المنشأة عبر الوسط فيسبب تآكلا متسارعا عند نقاط خروجه.

## تصميم الحماية الكاثودية ومسوحاتها يوما بيوم

### اليوم 1: آليات تآكل الفولاذ المدفون والمغمور

- خلايا التآكل الكهركيميائية — سبب فقد الفولاذ المدفون للمعدن عند المواقع الأنودية
- التربة والمياه كوسط موصل — المقاومة والكيمياء وترتيب درجة العدوانية
- التآكل بتأثير الكائنات الدقيقة — تمييز هجوم البكتيريا على أسطح الأنابيب
- السلسلة الجلفانية وأزواج المعادن المختلفة — مخاطر الوصلات داخل المحطات
- الطلاء خط الدفاع الأول — كيف يتقاسم الطلاء والحماية الكاثودية العبء

### اليوم 2: نظرية الحماية ومعايير القبول

- الاستقطاب ومخططات Pourbaix — كيف توقف الإزاحة المهبطية التآكل
- أقطاب المرجع وقياس الجهد — خلايا كبريتات النحاس وكلوريد الفضة
- معايير الحماية وفق ممارسات AMPP — حدود جهد الفصل اللحظي وإزاحة الاستقطاب
- هبوط الجهد والقراءات المقطوعة — فصل الاستقطاب الحقيقي عن خطأ القياس
- مخاطر الحماية الزائدة — انفصال الطلاء وحدود التقصف الهيدروجيني

### اليوم 3: بيانات التصميم ومتطلبات التيار

- مسوحات مقاومة التربة بطريقة Wenner — اختيار مواقع مراقد الأنودات
- اختيار كثافة التيار حسب الطلاء والبيئة — مدخلات أساس التصميم
- عوامل تلف الطلاء على مدى عمر التصميم — الطلب الأولي والنهائي
- اختبار متطلبات التيار على الخطوط القائمة — أدلة تحجيم التعديل اللاحق
- مذكرة أساس التصميم — توثيق الافتراضات لعمليات التدقيق اللاحقة

### اليوم 4: تصميم أنظمة الأنودات المضحية

- سبائك الأنودات وسعتها — اختيار المغنيسيوم أو الزنك أو الألومنيوم
- حسابات مقاومة الأنود وتياره الخارج — عدد الأنودات وتباعدها
- حساب عمر الأنود — مطابقة الكتلة مع عمر التصميم
- الأنودات السوارية للخطوط البحرية وأغلفة الآبار — تطبيقات المنشآت البحرية
- الحماية المؤقتة أثناء الإنشاء — سد الفجوة بين التركيب والتشغيل الأولي

## اليوم 5: تصميم أنظمة التيار المفروض

- قدرة المحول المقوم وأنماط التحكم — اختيار مصدر التغذية
- أنواع مراقد الأنودات — الأفقية الضحلة والبئرية العميقة والموزعة
- أنودات الأكاسيد المعدنية المختلطة والحديد عالي السيليكون — الموازنة بين المواد
- مقاومة الدائرة وتحجيم الكابلات — هبوط الجهد وخرج المقوم
- خيارات الطاقة الشمسية والمصادر النائية — الحماية حيث تغيب الشبكة الكهربائية

## اليوم 6: خطوط الأنابيب والخزانات ومنشآت المعالجة

- توهين التيار على الخط وتباعد نقاط التصريف — تغطية الخطوط الطويلة
- حماية قيعان الخزانات وفق معايير الخزانات من API — الأنودات الشبكية والبطانات
- أنابيب المحطات والمنشآت المزدحمة — مخططات الأنودات الموزعة
- وصلات العزل والشفاه والأغلفة — الاستمرارية الكهربائية وحالات القصر
- تصميم محطات الاختبار وصناديق الربط — إتاحة القياس على طول المسار

## اليوم 7: أساليب المسح والأجهزة الميدانية

- مسح الجهد المتقارب مع قطع التيار — تحديد مواقع الحماية الضعيفة
- مسوحات عيوب الطلاء بطريقتي DCVG وACVG — ترتيب العيوب لأعمال الحفر
- رسم خرائط تيار الأنبوب — تتبع حالات القصر وتلف الطلاء
- مسجلات البيانات والقواطع المتزامنة بالأقمار الصناعية — جودة البيانات الميدانية
- تقارير تفسير المسوحات — ربط القراءات بقرارات السلامة

## اليوم 8: التداخل وضبط التيارات الشاردة

- التيار الشارد المستمر من الأنظمة الغريبة والسكك الحديدية — الكشف والربط
- التداخل المتناوب من خطوط الكهرباء الهوائية — الجهد المستحث والتآكل
- أجهزة الفصل وحصائر التحكم في التدرج — اختيار معدات التخفيف
- اختبارات التداخل المشتركة مع المشغلين المجاورين — اتفاقيات الممرات
- تأثيرات التيارات الأرضية الطبيعية — تصحيح القراءات في المناطق المتأثرة

## اليوم 9: المراقبة والأنظمة عن بعد والسجلات

- فحص المقومات وجداول المسح السنوية — ضبط تقويم الصيانة
- وحدات المراقبة عن بعد وعينات القياس — دليل مستمر على الحماية
- تتبع اتجاهات الجهود وخرج المقومات — رصد التدهور مبكرا
- الربط مع الفحص الداخلي للأنابيب وتقييمات السلامة — أولويات الإصلاح
- السلامة الكهربائية واحتياطات المناطق الخطرة — العمل الآمن على المقومات والمسح

## اليوم 10: إعداد خطة تصميم ومسح للحماية الكاثودية لخط أنابيب أو منشأة

- وصف المنشأة وأساس التصميم — تطبيق الأيام 1 إلى 3 على حالة
- اختيار النظام وتحجيمه — تطبيق الأيام 4 إلى 6 على الأصل
- نطاق المسح وفحوص التداخل — تطبيق اليومين 7 و8
- جدول المراقبة ومعايير القبول — تطبيق اليوم 9 على التشغيل
- خطة تصميم ومسح الحماية الكاثودية — العرض أمام لجنة سلامة الأصول

## تطبيق تصميم الحماية الكاثودية ومسوحاتها بعد الدورة

- قيادة مراجعة لآخر مسح جهد متقارب لأحد الخطوط مقابل معايير جهد الفصل اللحظي، وتحديد المقاطع التي تحتاج أنودات إضافية أو ضبطا للمقوم.
- إجراء فرز للتداخل في ممر مشترك مع خطوط كهرباء أو أنابيب غريبة، واقتراح وصلات ربط أو أجهزة فصل أو اختبارات مشتركة.

## أسئلة حول تصميم الحماية الكاثودية ومسوحاتها

### ما تصميم الحماية الكاثودية ومسوحاتها ولماذا يهم الآن؟

هو تحجيم أنظمة الأنودات المضحية أو التيار المفروض وإجراء المسوحات الميدانية التي تثبت أنها تحمي الفولاذ المدفون والمغمور. ويجعله تقادم الأصول وتشارك الممرات وتشدد أدلة السلامة محوريا لمنع أعطال التآكل الخارجي.

### ما الأدوار الأكثر استفادة من تدريب تصميم الحماية الكاثودية ومسوحاتها؟

يستفيد أكثر مهندسو التآكل ومهندسو سلامة خطوط الأنابيب وفنيو الصيانة الميدانية ومهندسو المرافق والمختصون الكهربائيون. فهم معا يصممون الأنظمة ويجرون المسوحات ويصونون المقومات ويحولون القراءات إلى قرارات إصلاح.

## كيف يختلف تصميم الحماية الكاثودية ومسوحاتها عن دورة عامة في مكافحة التآكل؟

يتعمق في الحماية الكهربائية وحدها. فالدورة العامة تتوزع على الطلاءات والمثبطات واختيار المواد، أما هذه الدورة فتركز على حساب متطلبات التيار وتصميم مراقد الأنودات وأساليب المسح والتداخل والمراقبة للخطوط والخزانات والمحطات.

## ماذا تعود به من تدريب تصميم الحماية الكاثودية ومسوحاتها؟

تعود بخطة تصميم ومسح لخط أنابيب واحد أو منشأة واحدة. تضم أساس التصميم وتحجيم النظام ونطاق المسح وفحوص التداخل وجدول مراقبة، جاهزة لمراجعة وحدة سلامة الأصول في مؤسستك.

## تصميم الحماية الكاثودية ومسوحاتها: الطريق إلى الأمام

تمنح خطة تصميم ومسح الحماية الكاثودية كل مشارك حالة موثقة لأصل مدفون أو مغمور واحد. ويأتي أول استخدام لها في قرار إضافة أنودات أو مقومات لاحقا، ويتخذه قادة السلامة والصيانة. وبعد أول مسح سنوي تستحق افتراضات الطلب على التيار وتلف الطلاء إعادة النظر، لأن بيانات الاستقطاب الميدانية كثيرا ما تعدل أساس التصميم الأصلي.