

# دورة ديناميكا الآلات وتطبيقاتها الصناعية

9 – 13 مايو 2027

جوهانسبرغ

AGILE LEADERS
Training Center

AGILE LEADERS
Training Center

# دورة ديناميكا الآلات وتطبيقاتها الصناعية

**المرجع:** 263724_2239 **التاريخ:** 9 – 13 مايو 2027 **المكان:** جوهانسبرغ **الرسوم:** Euro 6000

## نظرة عامة

تطرح دورة ديناميكا الآلات وتطبيقاتها الصناعية دورة تدريبية تمتد أسبوع للمهندسين والمختصين الساعين إلى إتقان نمذجة ديناميكا العضو الدوار والسرعات الحرجة وحل مشكلات الاهتزازات الميكانيكية المعقدة، ومغادرة القاعة بملف تقييم ديناميكي متكامل لحماية واستقرار قطارات الآلات التوربينية. تعالج الدورة مخاطر عدم الاستقرار الهيدروديناميكي وظواهر الرنين والاهتزازات الالتوائية وتآكل المحامل التي تسبب التوقفات التشغيلية غير المخططة، عبر تحليل استجابة عدم الاتزان ونمذجة المحامل والمانعات التسريبية وتدقيق تقارير الاستقرار وفق المعايير الصناعية. تقدم أجايل للتدريب دورة ديناميكا الآلات وتطبيقاتها الصناعية لبناء كفاءات متقدمة في هندسة ومراقبة الآلات الدوارة.

## الفئة المستهدفة

- مهندسو المعدات الدوارة المسؤولون عن تدقيق التصاميم الفنية ومراجعة دراسات استقرار التوربينات والضواغط.
- مهندسو الصيانة الميكانيكية المكلفون بمعالجة أعطال المحامل والاهتزازات التشغيلية وتنفيذ عمرات الآلات التوربينية.
- مهندسو الموثوقية وسلامة الأصول المعنيون بتحليل الأسباب الجذرية للأعطال الميكانيكية ورفع جاهزية خطوط الإنتاج.
- أخصائيو مراقبة الحالة وتحليل الاهتزازات القائمون على تشخيص مسارات المدارات والأطياف الترددية للمعدات الحرجة.

تفترض الدورة أن المشاركين يمتلكون معرفة أساسية بمبادئ ميكانيكا الآلات وتشغيل التوربينات والمضخات وتترك المفاهيم الرياضية المجردة للدورات الأكاديمية التمهيدية.

## الإدارات والقطاعات المستهدفة

تستند الدورة إلى تطبيقات عملية مستمدة من مجمعات تكرير النفط ومعالجة الغاز وصناعات البتروكيماويات ومحطات توليد الطاقة الكهربائية وتحلية المياه.

- إدارات هندسة المعدات الدوارة والميكانيكا التطبيقية
- أقسام الصيانة الميكانيكية والعمرات الصناعية
- إدارات الموثوقية الهندسية وسلامة الأصول التشغيلية
- أقسام مراقبة الحالة وتحليل الاهتزازات والفحص الديناميكي

AGILE LEADERS
Training Center

## أهداف التعلم

بنهاية هذه الدورة، سيكون المشاركون قادرين على:

- تصنيف سلوك الأعضاء الدوارة المرنة والصلبة وحساب السرعات الحرجة وهوامش الفصل وفق المعايير الصناعية.
- تقييم معاملات الصلابة والتخميد في محامل الألواح المائلة واستقرار المانعات التسريبية لمنع دوامة الزيت.
- تحليل الترددات الالتوائية الطبيعية والإجهادات العابرة الناتجة عن مشغلات التردد المتغير وبدء التشغيل.
- تشخيص أنماط مسارات الحركة المدارية والاهتزازات اللاتزامنية باستخدام أجهزة الحماية ومراقبة الإزاحة النسبية.
- بناء ملف تدقيق فني متكامل للتحقق من استقرار ديناميكا الدوار وحساب أوزان الموازنة الديناميكية متعددة المستويات.

## جدول الدورة

### اليوم 1: ديناميكا الدوار الجانبية وخرائط السرعات الحرجة

- تصنيف سلوك الدوار الصلب والمرن بالاعتماد على معايير ISO 21940-11 ومعايير ISO 21940-12
- إنشاء خرائط السرعات الحرجة غير المخمدة وتحليل أشكال الأنماط باستخدام نماذج XLRotor ونماذج Dyrobes
- تأثيرات التصلب الجيروسكوبي وتأثير مرونة كراسي المحامل على مواقع السرعات الحرجة
- حساب هوامش الفصل التشغيلي وعامل التضخيم الديناميكي وفق إرشادات معيار API RP 684
- بناء مخطط Campbell لتحديد أنماط إثارة الدوامة الأمامية والخلفية في المنظومات الدوارة

### اليوم 2: محامل التزليق السائلي ومانعات التسرب والاستقرار الديناميكي

- حساب مصفوفة الصلابة والتخميد لمحامل الألواح المائلة الهيدروديناميكية ذات الغشاء السائلي
- منهجيات تشخيص دوامة الزيت وخفقان الزيت باستخدام مخططات مركز العمود وتحليل مسار المدار
- المعاملات الديناميكية لمانعات التسرب الغازية الحلقية ونمذجة موانع التسرب المشطية والمسامية وقرص العسل
- قوى الازدواج الهوائي المتقاطع وتحليل الاستقرار الديناميكي وفق معيار API Standard 617 للمستويين الأول والثاني
- تقييم التسخين غير المتماثل لجلب المحامل والحد من عدم الاستقرار الحراري بطرق فحص ظاهرة Morton Effect

### اليوم 3: الديناميكا الالتوائية والتفاعل الكهروميكانيكي

- النمذجة الكتلية المرنة المركزة لقطارات الأعمدة الدوارة في الآلات التوربينية متعددة الأجسام
- حساب الترددات الطبيعية الالتوائية وتقييم مخطط Campbell لقطارات علب التروس والمحركات الكهربائية
- تحليل التوافقيات الصادرة عن مشغلات التردد المتغير وظاهرة الرنين الكهروميكانيكي الالتوائي الجانبي
- محاكاة عزم الدوران العابر أثناء بدء التشغيل وتقييم إجهادات رحلة انقطاع الضاغط باستخدام برنامج RBTS
- تقنيات قياس الاهتزازات الالتوائية باستخدام مجسات الإشارة المرجعية وشرائط التشفير البصرية المخططة

## اليوم 4: تشخيص أعطال الآلات ومنظومات الحماية القياسية

- توجيه مجسات قياس الاهتزاز النسبي للأعمدة وتفادي العقد السكونية وفق اشتراطات معيار API Standard 670
- تقييم الإزاحة النسبية للعمود والاهتزاز المطلق لغلاف الماكينة وفق مواصفات ISO 20816-1:2016 ومواصفات ISO 20816-2:2017
- تحليل فترات صعود السرعة والتباطؤ العابر باستخدام منحنيات Bode ومخططات Nyquist القطبية والمخطط الشلالي
- فحص الأطياف الكاملة وتحليل أشكال المدارات لتشخيص انحراف المحاذاة والاحتكاك الداخلي عبر نظام System 1 Bently Nevada
- منهجيات ضبط حدود الإنذار والإيقاف الطارئ لحماية قطارات الآلات التوربينية الحساسة

## اليوم 5: النمذجة الديناميكية التطبيقية وتشخيص الاهتزازات الميدانية

- تمرين تطبيقي: نمذجة استجابة عدم الاتزان وتقييم هوامش الفصل في برنامج Dyrobes لضاغط متعدد المراحل
- تمرين تطبيقي: تدقيق تقرير استقرار ديناميكا الدوار المقدم من مصنع المعدات لضاغط حقن الغاز عالي الضغط وفق 617 API Standard
- تمرين تطبيقي: تشخيص عيوب عدم الاستقرار الهيدروديناميكي والخلوص الزائد في المحامل بتحليل مدارات System 1 Bently Nevada
- تمرين تطبيقي: حساب أوزان تصحيح الموازنة متعددة المستويات لدوار مرن وفق إجراءات ISO 21940-12
- تمرين ختامي رئيسي: إعداد ملف متكامل لتقييم ديناميكا الآلات ومعالجة الاهتزازات اللاتزامنية في قطار تشغيلي

## التمارين التطبيقية

تعتمد الدورة على دراسات تطبيقية ونماذج بيانات اهتزازية فعلية مستخرجة من بيئات تشغيل المعدات الدوارة الثقيلة.

- نشاط مقترح: حساب هوامش الفصل للسرعة الحرجة الأولى ورسم مخطط Campbell وتحديد معاملات التخميد لمنفاخ غاز صناعي.
- نشاط مقترح: تدقيق مصفوفة استقرار المحامل والمانعات الغازية لضاغط طارد مركزي والتحقق من حدود معيار API Standard 617.
- نشاط مقترح: تحليل استجابة العزم العابر لمنظومة دفع بمحرك كهربائي وعلبة تروس لحساب عوامل الأمان الالتوائية.

## الأسئلة الشائعة

### لمن تناسب دورة ديناميكا الآلات وتطبيقاتها الصناعية وما متطلباتها؟

تناسب مهندسي المعدات الدوارة والموثوقية والصيانة الميكانيكية وأخصائيي الاهتزازات، وتتطلب معرفة بأساسيات تشغيل المضخات والضواغط ومبادئ قياس الاهتزازات دون اشتراط خبرة مسبقة في النمذجة الرياضية المتقدمة.

### كيف تختلف دورة ديناميكا الآلات وتطبيقاتها الصناعية عن دورات تحليل الاهتزازات العامة؟

تركز دورات الاهتزازات العامة على القياس السطحي وتحليل أطياف التردد الخارجية، بينما تغوص دورة ديناميكا الآلات وتطبيقاتها الصناعية في الاستقرار الداخلي للعضو الدوار، ونمذجة مصفوفات المحامل، وتفاعل المانعات الهيدروديناميكية، وظواهر الرنين الالتوائي والسرعات الحرجة.

### ما المعايير الهندسية المطبقة خلال دورة ديناميكا الآلات وتطبيقاتها الصناعية؟

تطبق الدورة معايير معهد البترول الأمريكي مثل API RP 684 وAPI Standard 617 وAPI Standard 670، إلى جانب المعايير الدولية لتقييم الاهتزاز والموازنة ISO 20816-1:2016 وISO 20816-2:2017 وISO 21940-11 وISO 21940-12.

### ما أدوات النمذجة والتشخيص المفحوصة في دورة ديناميكا الآلات وتطبيقاتها الصناعية؟

تفحص الدورة البرمجيات التخصصية المعتمدة لمحاكاة ديناميكا الدوار مثل Dyrobes وXLRotor، وبرامج تحليل الاهتزاز الالتوائي RBTS، إلى جانب منصة تحليل بيانات المدارات والأطياف الميدانية Bently Nevada System 1.

## الخاتمة

يقدم المشاركون في ختام الدورة ملفا تقنيا متكاملا لتقييم ديناميكا الآلات ومعالجة الاهتزازات وتدقيق استقرار العضو الدوار. يسهم هذا المخرج الهندسي في تفادي الأعطال المفاجئة للآلات التوربينية ورفع الموثوقية التشغيلية وخفض تكاليف الصيانة غير المبرمجة. ويدعم هذا الأثر كفاءة اتخاذ قرارات التشغيل الآمن والامتثال الصارم للمعايير الهندسية المعتمدة في المنشآت الصناعية.