

# دورة تحديد والتحقق من مستوى تكامل السلامة (SIL)

22 – 26 أغسطس 2027

طشقند

AGILE LEADERS
Training Center

AGILE LEADERS
Training Center

# دورة تحديد والتحقق من مستوى تكامل السلامة (SIL)

**المرجع:** 264269_2247 **التاريخ:** 22 – 26 أغسطس 2027 **المكان:** طشقند **الرسوم:** Euro 4500

## نظرة عامة

تطرح دورة تحديد والتحقق من مستوى تكامل السلامة SIL مسارا تخصصيا يمتد أسبوع لمهندسي الأجهزة والتحكم وسلامة العمليات لمغادرة القاعة بملف متكامل لتقييم SIL والتحقق الحسابي من حلقات السلامة. تعالج الدورة فجوات التقدير الذاتي للمخاطر وتعقيدات حساب احتمالية الفشل عند الطلب PFDavg وقيود المعمارية الهندسية عبر دراسات تطبيقية تربط متطلبات معيار IEC 61511 بالواقع التشغيلي للمنشآت. تقدم أجايل للتدريب دورة تحديد والتحقق من مستوى تكامل السلامة SIL لبناء القدرات الحسابية والهندسية للكوادر الفنية.

## الفئة المستهدفة

- المهندسون المسؤولون عن تصميم وصيانة أنظمة التحكم والآلات الدقيقة في المنشآت الصناعية.
- أخصائيو سلامة العمليات المكلفون بإجراء دراسات HAZOP وتيسير جلسات LOPA وتحديد متطلبات السلامة.
- مهندسو الاعتمادية المعنيون بحساب معدلات أعطال المعدات وتحديد فترات الاختبار الدوري لحلقات الحماية.
- المشرفون الفنيون على تشغيل وتجاوز أنظمة الإغلاق الآمن في خطوط الإنتاج والوحدات الكيميائية.
- مسؤولو الامتثال الهندسي والفحص الفني لأنظمة السلامة المجهزة وفق المعايير الدولية.

تفترض الدورة أن المشاركين يمارسون قراءة مخططات الأنابيب والأجهزة P&ID ويشاركون في مراجعات السلامة، وتترك أساسيات القياسات والأجهزة الحقلية الأولية للمستويات التأسيسية.

## الإدارات والقطاعات المستهدفة

تستند الدورة إلى نماذج تطبيقية تخدم إدارات هندسية وتشغيلية عبر قطاعات متعددة.

- إدارات هندسة التحكم والآلات الدقيقة
- أقسام هندسة سلامة العمليات وإدارة المخاطر الفنية
- إدارات الاعتمادية والصيانة الصناعية
- قطاع النفط والغاز والتكرير
- قطاع البتروكيماويات والصناعات التحويلية
- قطاع معالجة المياه وتوليد الطاقة

AGILE LEADERS
Training Center

## أهداف التعلم

بنهاية هذه الدورة، سيكون المشاركون قادرين على:

- تطبيق متطلبات دورة حياة السلامة وفق معياري IEC 61511 و IEC 61508 لاختيار وظائف السلامة المجهزة.
- تحديد مستوى SIL المستهدف باستخدام مصفوفات المخاطر والتحليل شبه الكمي عبر أداة LOPA.
- صياغة مواصفات متطلبات السلامة SRS ومطابقة القيود المعمارية وفق متطلبات تحمل الخطأ في العتاد HFT.
- تقييم نتائج تحليل أنماط الأعطال وآثارها والتشخيص الفني FMEDA لحساب نسبة الأعطال الآمنة SFF.
- احتساب متوسط احتمالية الفشل عند الطلب PFDavg وتحليل معدل التعثر الزائف للتصاميم المختلفة.
- مقارنة بدائل المعمارية الهندسية وفترات الاختبار الدوري لتحقيق الامتثال التشغيلي والاقتصادي.

## جدول الدورة

### اليوم 1: تحديد المخاطر واختيار مستوى تكامل السلامة المستهدف

- مبادئ إدارة دورة حياة السلامة ومتطلبات الأطر التنظيمية وفق معايير IEC 61511 و IEC 61508
- ربط تحديد المخاطر بتحويل سيناريوهات دراسات HAZOP إلى تعريفات دقيقة لوظائف السلامة المجهزة SIF
- نماذج معايرة مخطط المخاطر ومعايير حدود المخاطر المقبولة للمنشآت
- بروتوكولات تطبيق مصفوفة المخاطر لتصنيف سلامة الأفراد ومخاطر البيئة
- طرق تخصيص مستوى تكامل السلامة لأنماط التشغيل المستمر وأنماط الطلب المتقطع

### اليوم 2: التحديد شبه الكمي لمستوى SIL باستخدام تحليل طبقات الحماية LOPA

- منهجية تحليل طبقات الحماية LOPA وقواعد بيانات تكرار الأحداث الابتدائية
- معايير تأهيل طبقات الحماية المستقلة IPL من حيث التخصيص والاستقلالية والموثوقية
- الشروط التمكينية والمعدلات الشرطية واحتساب احتمالية الاشتعال
- استخراج عامل تقليل المخاطر RRF وجداول تخصيص مستوى SIL المستهدف
- تقييم طبقات التخفيف المعتمدة على أنظمة التحكم الأساسية BPCS وصمامات التنفيس الميكانيكية

## اليوم 3: مواصفات متطلبات السلامة والمعمارية الهندسية للنظام

- وثائق مواصفات متطلبات السلامة SRS وهياكل مصفوفة السبب والأثر المنطقية
- معايير تحمل الخطأ في العتاد HFT والامتثال لقيود المعمارية عبر مسار Route 1H ومسار Route 2H
- تفسير بيانات تحليل FMEDA وحساب نسبة الأعطال الآمنة SFF
- طوبولوجيا تصويت الأنظمة الفرعية وتحليل تكوينات التكرار 1oo1 و 1oo2 و 2oo2 و 2oo3
- نمذجة الأعطال ذات السبب المشترك باستخدام طريقة معامل بيتا Beta factor لقنوات القياس

## اليوم 4: رياضيات التحقق من SIL وإدارة العمليات التشغيلية

- معادلات حساب متوسط احتمالية الفشل عند الطلب PFDavg للمعماريات البسيطة والتصويتية
- تقييم معدل التعثر الزائف وتحليل الموازنة الاقتصادية للموثوقية التشغيلية
- تحديد فترات الاختبار الدوري ونسب تغطية الفحص واحتساب اختبار الشوط الجزئي للصمامات
- إدارة التجاوزات المؤقتة وسجلات عزل أجهزة السلامة وحوكمة المخاطر التشغيلية
- مراقبة دورة الحياة التشغيلية وتتبع أعطال الحقل ومواءمة الأمن السيبراني لأنظمة التشغيل وفق IEC 62443

## اليوم 5: محاكاة التحقق من SIL والتنفيذ الختامي

- نشاط مقترح: نمذجة ورقة عمل متكاملة لتحليل LOPA لخطر التفاعل الكيميائي الجامح
- نشاط مقترح: حساب PFDavg والتحقق من القيود المعمارية لحلقة إغلاق عازل الضغط العالي
- نشاط مقترح: تدقيق وثيقة مواصفات متطلبات السلامة SRS ومطابقتها مع بيانات أعطال الموردين
- نشاط مقترح: صياغة جدول زمني لاختبارات الفحص الدوري يوازن بين الجاهزية والتعثر الزائف
- تمرين ختامي رئيسي: تجميع ملف تقييم SIL والتحقق من حلقات السلامة لمنشأة تشغيلية

## التمارين التطبيقية

تعتمد الدورة على دراسات حالة تطبيقية تستخدم سيناريوهات حقيقية من قطاعات المعالجة والتحويل.

- نشاط مقترح: نمذجة ورقة عمل تحليل طبقات الحماية LOPA وتحديد عامل خفض المخاطر المستهدف لوحدة تفاعل كيميائي.
- نشاط مقترح: حساب متوسط احتمالية الفشل عند الطلب PFDavg ومطابقة تحمل أخطاء العتاد HFT لحلقة ضغط حرج.
- نشاط مقترح: إعداد مسودة مواصفات متطلبات السلامة SRS لحلقة إغلاق طارئ بالاعتماد على مصفوفة السبب والأثر.

## الأسئلة الشائعة

### من تناسب دورة تحديد والتحقق من مستوى تكامل السلامة SIL وما متطلباتها؟

تناسب مهندسي التحكم والآلات الدقيقة ومهندسي سلامة العمليات ومسؤولي الاعتمادية في القطاعات الصناعية. تفترض الدورة دراية المشاركين بمخططات الأنابيب والأجهزة ومبادئ التشغيل، وتترك أساسيات الأجهزة الحقلية الأولية للمستويات التأسيسية.

### كيف تختلف دورة تحديد والتحقق من مستوى تكامل السلامة SIL عن دورات تحليل مخاطر العمليات العامة؟

تركز دورات مخاطر العمليات العامة على دراسات HAZOP النوعية، بينما تركز هذه الدورة التخصصية على التحديد الكمي وشبه الكمي لمستويات الأمان والحسابات الرياضية للتحقق من احتمالية فشل حلقات السلامة ومعمارية الأجهزة وفق المعايير الدولية.

### كيف يجرى تحديد مستوى تكامل السلامة في دورة تحديد والتحقق من مستوى تكامل السلامة SIL؟

يجرى تحديد مستوى تكامل السلامة عبر تطبيق مصفوفات المخاطر المعايرة ورسوم بيانية مقننة، مع التركيز على منهجية تحليل طبقات الحماية LOPA لتقييم سيناريوهات الخطر وحساب عامل تقليل المخاطر المطلوب لكل وظيفة سلامة.

### كيف تتحقق دورة تحديد والتحقق من مستوى تكامل السلامة SIL من حلقات السلامة؟

تتحقق الدورة من حلقات السلامة عبر الحسابات الرياضية لمتوسط احتمالية الفشل عند الطلب PFDavg، والتحقق من قيود معمارية الأجهزة وتحمل الخطأ HFT، وتحديد فترات الاختبار الدوري المناسبة لمعدات الاستشعار والمعالجة والإغلاق.

### الخاتمة

يغادر المشاركون الدورة بملف متكامل لتقييم SIL والتحقق من حلقات السلامة يوثق متطلبات وظائف الأمان والحسابات الرياضية المعمارية للمنشأة. يسهم هذا الملف في سد فجوات الامتثال الهندسي لمعايير IEC 61511 وتحسين كفاءة تصاميم حلقات الإغلاق الآمن. يعزز التطبيق المباشر للأدوات جاهزية خطوط الإنتاج ويحد من حوادث العمليات والتوقف غير المخطط.