



دورة التصميم من أجل الموثوقية واختبارات العمر المعجلة: HALT وتحليل ويبل ونمو الموثوقية



دورة التصميم من أجل الموثوقية واختبارات العمر المعجلة: HALT وتحليل ويبل ونمو الموثوقية

مقدمة:

دورة التصميم من أجل الموثوقية واختبارات العمر المعجلة، مع اختبار HALT وتحليل ويبل ونمو الموثوقية، دورة تمتد أسبوع موجهة لمهندسي تصميم المنتجات واختبارها وجودتها، وتنتهي بإعداد خطة موثوقية المنتج وخطة اختبار العمر المعجل لمنتج افتراضي. فكثير من المصانع التي توطن تصنيع المنتجات الإلكترونية ومكونات السيارات والأجهزة المنزلية والمعدات الدفاعية لا تكتشف ضعف نقاط اللحام والموانع والموصلات إلا من مرتجعات الضمان، لأن أهداف العمر لم توزع على أجزاء التصميم أصلاً. ويشارك المرشحون في مراجعات التصميم أو اختبارات التأهيل، ويتعلمون عبر بناء نماذج حسابية على بيانات اختبار فعلية. وتقدم كور كونسبت هذه الدورة.

أهداف الدورة:

- تحويل ملف المهمة ومدة الضمان إلى أهداف موثوقية للمنتج وتوزيعها على الأنظمة الفرعية باستخدام مخططات كتل الموثوقية
- استخدام تحليل أنماط الفشل وآثاره في التصميم وتخفيض الإجهاد ونماذج فيزياء الأعطال لترتيب نقاط الضعف قبل بناء النماذج الأولية
- تخطيط اختبارات العمر المعجلة بعوامل تسريع نماذج Eyring و Arrhenius وقانون القوة العكسي Coffin-Manson دون تغيير آلية الفشل
- تنفيذ تسلسلات الإجهاد المتدرج في اختبار HALT لتحديد حدود التشغيل وحدود الإلتلاف، واشتقاق فحص الإنتاج HASS مع إثبات صلاحية الفحص
- موازنة توزيعي ويبل واللوغاريتمي الطبيعي مع بيانات الاختبار المتضمنة للوحدات المعلقة، وتحديد حجم عينات اختبارات إثبات الموثوقية الخالية من الأعطال عند مستوى ثقة محدد
- متابعة نمو الموثوقية بنموذجي Crow-AMSAA و Duane والتنبؤ بمرتجعات الضمان من بيانات الميدان المبكرة

الفئة المستهدفة:

- مهندسو تصميم المنتجات والعتاد المسؤولون عن اختيار المكونات وتخفيض الإجهاد وهوامش التصميم
- مهندسو الاختبار والتأهيل المسؤولون عن خطط الاختبارات البيئية واختبارات العمر والإجهاد
- مهندسو الجودة والموثوقية المسؤولون عن أهداف عمر المنتج وتحليل بيانات الاختبار ومتابعة المرتجعات الميدانية
- مهندسو الموردين والمكونات المسؤولون عن تأهيل القطع والتجميعات الفرعية المشتراة
- مهندسو إدخال المنتجات الجديدة المسؤولون عن بناء النماذج الأولية وأدلة التحقق من التصميم

محاور الدورة:

اليوم 1: أهداف الموثوقية وملفات المهمة وتوزيع الأهداف

- مسار التصميم من أجل الموثوقية عبر مراحل المفهوم والنموذج الأولي والإنتاج التجريبي
- تعريف ملف المهمة لدرجات الحرارة والرطوبة والاهتزاز ودورات التشغيل
- تحديد هدف الموثوقية انطلاقاً من مدة الضمان ونسبة المرتجعات المقبولة
- مخططات كتل الموثوقية للبنى المتسلسلة والمتوازية والاحتياطية
- توزيع الأهداف على الأنظمة الفرعية بأوزان التعقيد والحرية

اليوم 2: تحليل أنماط الفشل في التصميم وأدلة التنبؤ وفيزياء الأعطال

- تحليل أنماط الفشل وآثاره في التصميم وفق IEC 60812 مدخلا لخطة الاختبار
- مقارنة البدائل بطريقة عد القطع في MIL-HDBK-217 و Telcordia SR-332
- الظروف المرجعية في IEC 61709 وقواعد تخفيض إجهاد المكونات
- آليات فيزياء الأعطال في نقاط اللحام والبوليمرات والموصلات
- تداخل الإجهاد والمقاومة ونمذجة التباين بمحاكاة Monte Carlo

اليوم 3: تصميم اختبارات العمر المعجلة وتنفيذ اختبار HALT

- نموذج Eyring و Arrhenius للتسريع الحراري وتسريع الرطوبة
- قانون القوة العكسي ونموذج Coffin-Manson للجهد الكهربائي والدورات الحرارية
- خطة الإجهاد الثابت مقابل الإجهاد المتدرج واختيار مستويات الإجهاد
- خطوات البرودة والحرارة والانتقال الحراري السريع والاهتزاز العشوائي في HALT
- ملف فحص HASS وإثبات صلاحية الفحص من حدود HALT

اليوم 4: تحليل بيانات العمر واختبارات الإثبات ونمو الموثوقية

- موازنة توزيعي ويبل واللوغاريتمي الطبيعي مع الوحدات المعلقة بالإمكان الأعظم والانحدار
- تفسير معامل الشكل في ويبل لأعطال بداية العمر والأعطال العشوائية وأعطال التآكل
- حجم عينة اختبار إثبات النجاح الخالي من الأعطال ومستوى الثقة
- متابعة النمو بنموذجي Crow-AMSAA و Duane وفق IEC 61164
- التنبؤ بمرتجات الضمان بمصفوفات الشحن والمرتجات وبيانات الميدان

اليوم 5: بناء النموذج: خطة موثوقية المنتج وخطة اختبار العمر المعجل

- موجز المنتج محل الحالة لوحدة تحكم في محرك كهربائي
- نموذج توزيع الأهداف ومراجعة تخفيض الإجهاد للوحة التحكم في الحالة
- حساب عامل التسريع وتقدير مدة الاختبار في الحالة
- تحليل ويبل لنتائج اختبار مزروعة تتضمن وحدات معلقة
- استكمال خطة موثوقية المنتج وخطة اختبار العمر المعجل

المهارات التي ستكتسبها:

- تعريف ملف المهمة
- توزيع أهداف الموثوقية
- تخفيض إجهاد المكونات
- نمذجة عوامل التسريع
- تصميم اختبارات الإجهاد المتدرج
- موازنة توزيعات العمر
- تحديد حجم اختبارات الإثبات
- التنبؤ بمرتجات الضمان

لماذا تحضر هذه الدورة:

- إعداد خطة موثوقية المنتج وخطة اختبار العمر المعجل لمنتج افتراضي ورفعهما إلى مدير الهندسة ومجلس مراجعة التصميم
- الحكم على مدى تحقيق النموذج الأولي لهدف العمر أو حاجته إلى إعادة تصميم استنادا إلى عوامل التسريع ونتائج وييل بدلا من عد حالات النجاح والرسوب
- تجنب إعادة التصميم المتأخرة وعمليات الاستدعاء من السوق وتكاليف الضمان الناتجة عن مكونات ضعيفة لا تظهر إلا بعد طرح المنتج
- نقل قوالب توزيع الأهداف وحاسبات عوامل التسريع وسجلات اختبار HALT إلى فرق التصميم والاختبار والموردين

الخاتمة:

بعد العودة إلى العمل يسلم المشاركون خطة موثوقية المنتج إلى مدير الهندسة ومجلس مراجعة التصميم، فيستندان إلى الأهداف الموزعة ونتائج مراجعة تخفيض الإجهاد وأدلة الاختبار في تقرير انتقال المنتج الجديد من النموذج الأولي إلى الإنتاج التجريبي. وتتسلم فرق مختبر الاختبار ومهندسو الموردين خطة اختبار العمر المعجل وجدولة مستويات الإجهاد وأحجام العينات وخطوات HALT. وبعد أول دورة اختبار، تقارن الوحدة آليات الفشل المرصودة ومعاملات وييل بما ورد في الخطة، ثم تحدث الأهداف وافتراضات التسريع.

الأسئلة الشائعة:

ما الذي يحتاجه المشاركون قبل دورة التصميم من أجل الموثوقية واختبارات العمر المعجلة؟

يحتاج المشاركون إلى خبرة في مراجعات تصميم المنتجات أو اختبارات التأهيل أو تحليل الجودة، وإلمام بالإحصاء الأساسي والجداول الإلكترونية. ولا يشترط سبق التعامل مع تحليل وييل، ويفيده إحضار مواصفة منتج أو تقرير اختبار مجهول الهوية لتطبيق بناء النموذج على تصاميمه.

بم يختلف التصميم من أجل الموثوقية واختبارات العمر المعجلة عن دورات موثوقية الصيانة؟

يعمل التصميم من أجل الموثوقية واختبارات العمر المعجلة على المنتج قبل طرحه: الأهداف وتخفيض الإجهاد واختبارات الإجهاد والإثبات. أما دورات موثوقية الصيانة فتتناول معدات المصانع المركبة، وتختار مهام الفحص والاستبدال من سجلات الأعطال التشغيلية لا من تصميم منتجات جديدة واختبارها.

لماذا يستخدم اختبار HALT إلى جانب اختبارات العمر المعجلة في التصميم من أجل الموثوقية؟

يكشف HALT نقاط ضعف التصميم بسرعة برفع الإجهاد تدريجياً حتى حدود التشغيل والإتلاف، بينما تقدر اختبارات العمر المعجلة العمر عند ظروف الاستخدام عبر نماذج التسريع. ولأن HALT لا يثبت الموثوقية الميدانية، يخطط الاثنان معاً: الأول لتوسيع الهوامش والثاني لتقدير العمر.

ماذا يعود به المشارك من دورة التصميم من أجل الموثوقية واختبارات العمر المعجلة؟

يعود المشارك بخطة موثوقية المنتج وخطة اختبار العمر المعجل لمنتج افتراضي، مع نموذج توزيع الأهداف وقائمة فحص تخفيض الإجهاد وحاسبة عوامل التسريع وورقة تحليل وبيل وجدول تحديد حجم اختبارات الإثبات، وكلها قابلة للتطبيق على المنتجات الجديدة في وحدته.