



**دورة التوافق الكهرومغناطيسي واختبارات التأهيل
البيئي للمعدات الإلكترونية: MIL-STD-461
و MIL-STD-810 و DO-160 و IEC 61000**



دورة التوافق الكهرومغناطيسي واختبارات التأهيل البيئي للمعدات الإلكترونية: MIL-STD-461 و IEC 61000 و DO-160 و MIL-STD-810

مقدمة:

دورة التوافق الكهرومغناطيسي واختبارات التأهيل البيئي للمعدات الإلكترونية وفق MIL-STD-461 و MIL-STD-810 و DO-160 و IEC 61000 دورة تمتد أسبوع لفرق تصميم العتاد الإلكتروني ومهندسي التوافق الكهرومغناطيسي ومختبرات الاختبار والتأهيل، وتنتهي بإعداد خطة اختبار التأهيل الكهرومغناطيسي والبيئي لوحدة إلكترونية في جهة الحالة. فالمصنعون الذين يوطنون المعدات الدفاعية والجوية والصناعية يخسرون أشهراً حين تخفق الحاويات والكابلات والمرشحات في اختبارات الانبعاث والمناخ والاهتزاز والرطوبة في مرحلة متأخرة، وحين ترفض ملفات الأدلة. ويعمل المشاركون أصلاً في تصميم المعدات الإلكترونية أو اختبارها أو إجارتها، ويتدربون عبر دراسات حالة مبنية على بيانات الاختبار وسجلات الإخفاق. وتقدم كور كونسبت هذه الدورة.

أهداف الدورة:

- تحديد مصادر التداخل والأجهزة المتأثرة ومسارات الاقتران الجلفاني والسعوي والحثي والإشعاعي في الوحدة الإلكترونية وحزمة كابلاتها
- تحديد إجراءات التدريع والتأريض والربط الكهربائي وتغليف الكابلات وترشيح خطوط القدرة التي تعيد التصميم إلى حدود الانبعاث والمناخ
- اختيار اختبارات الانبعاث والقابلية للتأثر المنقولة والمشعة من MIL-STD-461 و IEC 61000-4 و DO-160 وتكييفها لبيئة تركيب محددة
- اشتقاق الملف البيئي لدورة حياة المعدة وتكييف اختبارات MIL-STD-810 و DO-160 المناخية والميكانيكية للاهتزاز والصدمة والحرارة والرطوبة والارتفاع والضباب الملحي والرمل والغبار
- تشخيص إخفاقات اختبارات الانبعاث والمناخ والبيئة بالمسح التمهيدي ومجسات المجال القريب وفحص التشيئات، والتحقق من الإجراءات التصحيحية
- إعداد خطة اختبار التأهيل وإجراءات الاختبار وملف الأدلة بصورة تقبلها الجهة المستفيدة أو سلطة التصميم

الفئة المستهدفة:

- العاملون في تصميم العتاد الإلكتروني المسؤولين عن اللوحات الإلكترونية والحاويات وحزم الكابلات وواجهات مصادر القدرة
- العاملون في هندسة التوافق الكهرومغناطيسي المسؤولون عن ميزانيات الانبعاث والمناعة وتصميم المعالجات والقياسات التمهيدية
- العاملون في مختبرات الاختبار المسؤولون عن الغرف وهزازات الاهتزاز والمستقبلات والهوائيات والتثبيطات وسجلات الاختبار
- العاملون في التأهيل والإجازة المسؤولون عن خطط الاختبار ومبررات التكييف وملفات الأدلة
- العاملون في جودة الموردين والتوطين المسؤولون عن تأهيل التجميعات الفرعية المصنعة ضمن نقل التقنية

محاور الدورة:

اليوم 1: أساسيات التداخل الكهرومغناطيسي وخريطة التأهيل

- تعريفات الانبعاث والقابلية للتأثر والمناعة في المعدات الإلكترونية
- تحليل مسارات الاقتران الجلفاني والسعوي والحثي والإشعاعي
- مقارنة نطاق MIL-STD-461 و DO-160 و IEC 61000 حسب المنصة
- رسم مراحل اختبارات التأهيل والقبول والفحص التمهيدي
- مراجعة الوضع الراهن لسجل الاختبارات الفاشلة لوحدة إلكترونية

اليوم 2: التدريب والتأريض والترشيح وطرق اختبار التوافق الكهرومغناطيسي

- فعالية تدريع الحاويات والوصلات والفتحات وحشوات الترددات الراديوية
- خيارات تصميم المستوى الأرضي والتأريض النجمي وأشرطة الربط
- مرشحات الخطوط وملفات الخنق الراديوية وفصل الإشارات عند مداخل الكابلات
- شرح عائلات متطلبات CE و RE و RS في MIL-STD-461
- تجهيزات اختبارات مناعة التفريغ الكهروستاتيكي والنبضات السريعة والاندفاع في IEC 61000-4

اليوم 3: تكييف الاختبارات البيئية وتنفيذها في المختبر

- الملف البيئي لدورة الحياة ومبررات التكيف في MIL-STD-810
- تصميم تشيئات الاهتزاز العشوائي والصدمة الميكانيكية والتسارع
- ملفات غرف الحرارة العالية والمنخفضة والصدمة الحرارية والارتفاع
- تسلسل التعريض للرطوبة والضباب الملحي والفطريات والرمل والغبار
- أقسام دخل القدرة وقمم الجهد والعوابر المستحثة بالصواعق في DO-160

اليوم 4: تشخيص إخفاق الاختبارات واختيار الغرف والإجراءات التصحيحية

- المسح التمهيدي بشبكة مثبتة معاوقة الخط ومشبك التيار والهوائي ثنائي المخروط
- تحديد بؤر الانبعاث المشع بمجسات المجال القريب
- اختيار الغرف عديمة الصدى وغرف الارتداد وخلايا GTEM وحدود كل منها
- مراجعة الأسباب الجذرية لرنين التشيئات والاختبار المفرط والاختبار القاصر
- قواعد التحقق من الإجراء التصحيحي واختيار اختبارات إعادة التحقق

اليوم 5: دراسة حالة: خطة اختبار التأهيل الكهرومغناطيسي والبيئي

- موجز حالة لوحدة إلكترونيات تحكم معززة التحمل
- مراجعة مسارات الاقتران في الحالة واختيار المعالجات
- مصفوفة اختبار مكيفة للحالة عبر أقسام التوافق الكهرومغناطيسي والبيئة
- تسلسل الاختبارات وتوزيع العينات ومنطق حجز المختبر في الحالة
- استكمال خطة اختبار التأهيل الكهرومغناطيسي والبيئي ومناقشتها بين المشاركين

المهارات التي ستكتسبها:

- تحليل مسارات الاقتران
- تصميم التدريع والربط الكهربائي
- اختيار مرشحات خطوط القدرة
- تجهيز اختبارات الانبعاث والمناعة
- تكييف الاختبارات البيئية
- تقييم تشيئات الاهتزاز
- تحديد مصادر إخفاق التداخل
- إدارة أدلة التأهيل

لماذا تحضر هذه الدورة:

- تقديم خطة اختبار التأهيل الكهرومغناطيسي والبيئي لوحدة إلكترونية في جهة الحالة إلى مدير الهندسة وسلطة التصميم لدى الجهة المستفيدة
- تحديد اختبارات الانبعاث والمناعة والبيئة التي تنفذ أو تكيف أو تستبعد استنادا إلى بيانات التركيب ومبرر موثق
- تجنب تكرار حجز الغرف وإعادة تصميم الحاويات في وقت متأخر ورفض ملفات الأدلة بما يؤخر تسليم المعدات الموطنة
- نقل قوائم فحص الاقتران وأوراق عمل التكيف وسجلات تشخيص الإخفاق إلى فرق التصميم والمختبر والموردين

الخاتمة:

بعد العودة إلى العمل يسلم المشاركون خطة اختبار التأهيل الكهرومغناطيسي والبيئي إلى مدير الهندسة وقائد مختبر الاختبار وسلطة التصميم لدى الجهة المستفيدة. ويعتمدون عليها في الاتفاق على الاختبارات المنطبقة وطريقة تكيف كل منها والعينات والتشبيكات المطلوبة والأدلة التي تغلق كل مطلب قبل حجز وقت المختبر. وبعد أول حملة تأهيل تقارن الوحدة الإخفاقات وإعادة الاختبار والهوامش بما ورد في الخطة، وتحدث قائمة فحص المعالجات ومبررات التكيف.

الأسئلة الشائعة:

ما الذي يحتاجه المشارك قبل دورة التوافق الكهرومغناطيسي واختبارات التأهيل البيئي؟

يحتاج المشارك إلى خبرة في تصميم المعدات الإلكترونية أو اختبارها أو إجازتها، وقدرة على قراءة المخططات وتقارير الاختبار والمواصفات، وتفديده معرفة أساسية بالتردد والديسبيل وقياس الإشارات، ويساعده إحضار تقرير اختبار أو سجل إخفاق بعد إخفاء الهوية على ربط دراسات الحالة بوحدة حقيقية.

بم تختلف دورة التوافق الكهرومغناطيسي واختبارات التأهيل البيئي عن دورة الموثوقية واختبارات العمر المعجلة؟

تثبت هذه الدورة أن المعدة تستوفي متطلبات محددة للانبعاث والمناعة والبيئة في موقع تركيبها. أما دورات الموثوقية واختبارات العمر المعجلة فتقدر عمر المنتج ومعدلات إخفاقه من اختبارات الإجهاد والتحليل الإحصائي لبيانات العمر.

لماذا تبدأ اختبارات التوافق الكهرومغناطيسي والتأهيل البيئي بالتكيف؟

لأن التكيف يربط كل اختبار بالبيئات التي ستواجهها المعدة فعلا خلال دورة حياتها. فمعييار MIL-STD-810 لا يفرض اختبارات ثابتة، لذلك يمنع الملف البيئي الموثق لدورة الحياة الاختبار المفرط والاختبار القاصر وهدر وقت الغرف.

ماذا يعود به المشارك من دورة التوافق الكهرومغناطيسي واختبارات التأهيل البيئي؟

يعود المشارك بخطة اختبار التأهيل الكهرومغناطيسي والبيئي لوحدة إلكترونية في جهة الحاق، تضم مراجعة مسارات الاقتران ومصفوفة اختبار كيفية وتسلسل الاختبارات وتوزيع العينات وقائمة فحص لتشخيص الإخفاق في مختبره.