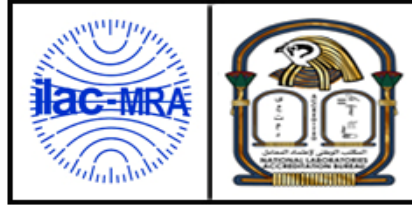


()
-



NLAB

()

المدير التنفيذي	سلطة الإصدار
نشرة إرشادية فنية تخصصية / ن إ ف ت (٠١٦)	النشرة / الكود
المهتمين بالإعتماد	صادر إلى
١	رقم الإصدار
أغسطس ٢٠٠٦	تاريخ الإصدار
٢٩ صفحة	عدد الصفحات

التعاون الاوروبي للاعتماد (EA)

مرجع النشرة : EA – 10/12

تاريخ الإصدار : مايو ٢٠٠٠

الغرض:

أصدرت EA هذه الوثيقة الإرشادية كوسيلة لإسداء النصح للمعامل التي تستخدم محلات شبكة المتجه حول كيفية تقييم بعض خصائصها المهمة، مثل الاتجاهية ، الخطية، التكرارية و لايقين القياس. إنها "serves to" للارتقاء باستخدام الإجراءات المتמاسة و تمثل إجماع لجنة رأي EA . وافق المجلس العام للـ EA عليها في نوفمبر ١٩٩٩ .

التأليف:

أعدت لجنة EA الثانية (EA committee 2) (النشاطات التقنية) هذه الوثيقة بناءً على مسودة أصدرتها " مجموعة خبراء EA (EAL Expert Group) " الكميات الكهربائية عالية التردد" ، و بها إسهامات قيمة من منظمة EUROMENT و أعضاء نادي مستخدم ANAMENT .

اللغة الرسمية:

يمكن أن يترجم النص إلى لغات أخرى حسب الطلب ، وتبقى النسخة الانجليزية هي النسخة الحاسمة.

حقوق الطبع:

تعود حقوق طبع هذا النص إلى EA ، ولا يمكن أن ينسخ النص ليعاد بيعه.

نشرات إرشادية:

تمثل هذه الوثيقة إجماع لجنة رأي EA والممارسة المفضلة لكيفية تطبيق المواد ذات الصلة بمقاييس الاعتماد في سياق مادة موضوع هذه الوثيقة. و ليست المناهج المأخوذ بها إجبارية وهي لإرشاد هياكل الاعتماد وعمالهم من المعامل. ومع ذلك، فلقد أصدرت الوثيقة كوسيلة للارتقاء بمنهج متماسك لاعتماد المعامل بين الهيئات الاعضاء في EA وخاصة تلك المشاركة في " إتفاقية EA المتعددة الأطراف"

معلومات إضافية:

للحصول على معلومات إضافية عن هذه النشرة، اتصل بعضوك الوطني في EA . من فضلك، راجع

موقعنا الإلكتروني للحصول على أحدث المعلومات : <http://www.european-accreditation.org>

المحتويات

الصفحة	الجزء
٥	١- مقدمة
٥	٢- التوثيق
٦	٣- المعايير المرجعية
٨	٤- النماذج الرياضية و المعايير
٩	٥- تقييم اللايقين
١٠	٦- تقييم اللايقين لقياسات المدخل الواحد، U_{VRC}
١٦	٧- تقييم اللايقين لقياسات المدخلين
٢٠	٨- حساب اللايقين
٢١	٩- التحقق التجريبي
٢١	١٠- المراجع
٢٤	ملحق أ : أمثلة لميزانيات لايقين لمحطات شبكة المتجه

١- مقدمة:

١-١ أصدرت EA هذه الوثيقة كوسيلة لإسداء النصح إلى المعامل التي تستخدم محلات شبكة المتجه حول كيفية تقييم بعض خصائصها المهمة. إنها تصف إجراءات القياس التي يمكن أن تقام لتقييم محلات شبكة المتجه لتفي بمتطلبات الاعتماد في مقابلة EN45001. و تنطبق المبادئ المعطاة في هذه الوثيقة على أي مدى تردد يمكن فيه استخدام محلات شبكة المتجه و لأي وسط إرسال؛ و بالرغم من ذلك، فإن بعض التقنيات المعطاة لتقييم اللايقين مطبقة فقط على الخطوط المحورية عند ترددات أعلى من 500 MHz. و تنطبق الإجراءات تحديدا على القياسات في الخط المحوري المثبت به أطراف توصيل لها أسطح معشقة تتوافق مع مواصفة IEC : 60457 ذات الصلة [1] أو لمواصفة IEEE : 287 [2] مثل :

<u>Line Diameter</u>	<u>Connector</u>
14 mm	GR 900 (or equivalent)
7 mm	Type-N (precision N)
7 mm	PC 7 (or equivalent)
3.5 mm	PC 3.5

٢-١ يمكن وجوب تعديل الإجراءات لأنواع أخرى من طرف التوصيل ، متضمنة خط نقل دليل الموجات .

٣-١ في حين أن معايرة محلل شبكة المتجه يجب أم تغطي قدرات الطور بالإضافة إلى قدرات المقدار ، فإن اللايقين الناتج باستخدام هذه الوثيقة ينطبق فقط على كميات المقدار. و سيتم تغطية لايقين الطور هو الآخر في طبعة مقبلة.

٢- التوثيق :

١-٢ يجب أن يتوافق المعمل مع المتطلبات الطبيعية للاعتماد بالنسبة إلى وثائق الإجراءات التي تصف معايرة و استخدام محلل شبكة المتجه ، و يجب أن يتضمن التالي:

- وصف عام للجهاز؛

- قائمة بالمعايير المرجعية و الأجهزة المعاونة؛

- تعليمات التشغيل (مرجعها إلى وثائق المصنع)؛

- طريقة المعايرة (مرجعها إلى هذه الوثيقة) ؛

- تحليل اللايقين و ميزانيات اللايقين؛

- احتياطات لاستخدام طرف التوصيل؛

- متطلبات للشروط البيئية؛

- احتياطات أخرى تؤخذ في الاعتبار.

٣- المعايير المرجعية:

عدد من المعايير ستطلب كالتالي:

٣-١ طاقم المعايرة:

٣-١-١ سيطلب طاقم معايرة واحد على الأقل لكل نوع طرف توصيل. وعادة ما سيكفي طاقم المعايرة الذي ورده المصنع. و يجب تحديد طاقم أو أطقم المعايرة و تعريفها كل على حدة في وثيقة الإجراء. يجب أن يحتوي كل طاقم على معيار عطل تماس جيد قادر على دعم الموصل الداخلي لخط هوائي مرجعي غير خزري، واحد لكل نوع من طرف التوصيل.

٣-٢ مجموعة الخطوط الهوائية الغير خزرية :

٣-٢-١ سيطلب خط هوائي مرجعي غير خزري واحد على الأقل لكل نوع من طرف التوصيل ، باتصالات ذات أبعاد مناسبة عند كل نهاية. يجب أن يكون الطول الاسمي للخط الهوائي بين 75 mm و 300 mm . و يجب تسجيل أبعاده الفيزيائية مع لايقينهم المقدر - باستخدام طريقة - و تكون نتائج القياس مسندة لمعايير وطنية. و الأبعاد ذات الصلة هي :

أ- الطول بين الأوجه المعشقة للموصل الخارجي

ب- طول الموصل الداخلي [يجب أن يقاس هذا من النهاية إلى النهاية بالنسبة لطراف التوصيل "sexless" . يجب أن يكون السطح المرجعي لقياس "female" "contact" نهايتها. أما بالنسبة لـ "male contact" ، فيجب أن يكون الكتف

المتكون عند القطر الاسمي للموصل الداخلي]

ج- متوسط القطر الخارجي للموصل الداخلي

د - متوسط قطر التجويف للموصل الخارجي .

٣-٢-٢ يمكن أن يستخدم الخط الهوائي الغير خزري المزود كجزء من طاقم التحقق المصنع لمحلل شبكة المتجه ، إذا كانت أبعاده معتمدة بشكل مناسب ، مثلا : مسندة إلى معايير وطنية.

٣-٢-٣ يمكن أن يستخدم الطول الهندسي و نسبة التجويف و القطر الخارجية لتحديد كل من زحزحة الطور التي قدمها الخط الهوائي والمعاققة المميزة الاسمية للخط الهوائي . يجب أن يقام تحويل بين الخصائص الهندسية و الكهربائية باستخدام المعادلة التالية:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L'_0}{C'_0}} = \sqrt{\frac{\mu_r \cdot \mu_0}{\epsilon_r \cdot \epsilon_0} \cdot \left[\frac{\ln(b/a)}{2} \right]} = \frac{\mu_0 \cdot c_0 \cdot \ln(b/a)}{2 \cdot \sqrt{\epsilon_r}} = 59.93916 \cdot \ln(b/a) \quad (1)$$

حيث يرجع a و b إلى الأقطار الخارجية و الداخلية على التوالي . إن الثوابت μ_0 و ϵ_0 هي ثوابت طبيعية. بالنسبة للعازل الكهربائي : يمكن أن يؤخذ الهواء ، $\mu_r = 1$ و $\epsilon_r = 1.000645$ كقيم معيارية. لذلك ، يحدد كلياً اللاحقين في القيم الهندسية للاحقين الكهربائي.

مثلاً ، يعلن المصنع عن للاحقين بقيمة 0.05% للقطر الخارجي و للاحقين بقيمة 0.1% للقطر الداخلي للخط الهوائي الغير خزري طوله 7 mm (معاوقة 50 Ω). و باستخدام هذه القيم لتحديد أقصى انحراف في الحسابات ، يحصل الشخص على انحراف قيمته حوالي 0.17% في المعاوقة المميزة لهذا الخط .

٣-٣ الموهن الخطوي المعايير أو مجموعة الموهنات الثابتة المعيارية :

٣-٣-١ تستخدم هذه لإثبات خطية محلل شبكة المتجه بالنسبة للمعايير الوطنية للتوهين الترددات اللاسلكية. يمكن أن تستخدم سلسلة من الموهنات الثابتة المعيارية (مثلاً ، موهنات 3 ، 6 ، 10 ، 20 ، 30 dB) - مسندة إلى معايير وطنية - لتوليد خطوات تصل إلى 90 dB أو أعلى عند ترددات القياس. و مع ذلك ، سيوفر الموهن الخطوي قياس أكثر تكرارية بوجه عام ، خاصة إذا استخدم جهازاً قابلاً للبرمجة . و لا يحتاج الموهن الخطوي في العادة إلى معايرته عند أكثر من تردد واحد ، بالرغم من أن الإسناد إلى المعايير الوطنية سيطلب عند هذا التردد. و الغرض منه هو التأكد من الخطية في كلتا القناتين لمحلل شبكة المتجه بالقيام بقياسات S_{21} و S_{12} معايرة كاملة للمدخلين . و تقام القياسات عادة عند تردد واحد في مدى الموافقة. يجب أن يكون التردد تجاه النهاية السفلى لمدى القياس حيث يكون للموهن تكرارية أفضل ، عادة أقل من 1000 MHz لمحلل شبكة متجه له مدى تردد من 45 MHz إلى 18 GHz . يجب أن يكون الموهن أو الموهنات قادرة على تغطية المدى الديناميكي الكامل الذي به يكون الاعتماد مطلوباً.

٣-٤ طاقم الإسناد :

٣-٤-١ الغرض من هذا الطاقم هو برهنة الإسناد إلى المعايير الوطنية على أساس مستمر. و يجب أن تتوافق محتويات هذا الطاقم مع هيكل الاعتماد. سيحتاج إلى طاقم مشابه لطاقم التحقق المصنع ؛ مزود بمكونات إضافية لأحد أنواع أطراف التوصيل عند مدى تردد معطى حيث يكون الاعتماد مطلوباً. و ستتضمن هذه المكونات الإضافية موهن ثابت واحد على الأقل و عدم توافق واسع النطاق واحد على الأقل و سيقاس كلاهما عند عدد من الترددات التي تغطي مدى التردد المعتمد. و سيكفي طاقم مشابه لطاقم التحقق الخاص بمصنع محلل شبكة المتجه بإسناد مناسب لأنواع طرف التوصيل المتتالية (في نفس مدى التردد).

٤- النماذج الرياضية و المعايرة :

٤-١ تستخدم نماذج رياضية مختلفة و قياسات معايرة مصاحبة لجعل محلل شبكة المتجه يفى بكامل خصائص تشغيله (المسماة معايرة محلل شبكة المتجه). و يرجع إلى المعمل اختيار أي منها هي أكثر الطرق مناسبة لأغراضه. في معظم الحالات ، لن يكون واضحاً لمستخدم محلل شبكة المتجه كيف يطبق النموذج الرياضي بالضبط لكل نوع معايرة في برامج محلل شبكة المتجه. لذلك، لن يكون تأثير عدم الاكتمال في نقاط المعايرة و في القياسات نفسها دال على نفسه .

٤-٢ يجب أن يتبع المعمل دائماً الإجراءات الخاصة به لمعايرة و تشغيل محلل شبكة المتجه الخاص به. و سينحرف هذا الإجراء عادة عن إجراء التقييم المجمل بالأسفل، و خاصة لمجموعة نقاط التردد. و يعني الحصول على الثقة الكاملة بأن إجراء التقييم المعطى في الأسفل صالح للممارسة الطبيعية للمستخدم أنه يجب القيام بإجراء التقييم باستخدام التجهيزتين كليهما. و يجب أن تؤدي إلى مجموعة متماسكة من القياسات.

٤-٣ يجب أن تؤخذ الاحتياطات المعتادة المتعلقة بالعناية بطرف التوصيل : أولاً راجع و نظف كل أطراف التوصيل المراد استخدامها. ثانياً: تأكد من أن كل أطراف التوصيل ذات الصلة تفي بمعايير الفحص المطلوبة. و ينصح باستخدام مفتاح العزم طوال الوقت لتحسين تكرارية طرف التوصيل. يعتمد الضبط الصحيح لمفتاح العزم على طرف التوصيل المحدد.

٥- تقييم اللايقين:

١-٥ بدلا من محاولة تنفيذ كل النماذج الممكنة ، يستخدم منهج الصندوق الأسود لتقييم اللايقين. و يكون التحليل ضروريا للتأكد من أن مثل هذا المنهج صالح لتجهيزة محددة لمحلل شبكة المتجه.

٢-٥ و يبنى التقييم على الفلسفة التالية : إذا عوير محلل شبكة المتجه بشكل صحيح و أدخل خط نقل لا فقدي مثالي بين جهاز استخدم أثناء المعايرة و المدخل ذو الصلة، فإنه يجب أن يقيس محلل شبكة المتجه نفس قيم بارامترات S كما أدخلت أثناء المعايرة ، بالرغم من وجود زحزحة في الطور. و ستتواجد مصطلحات خطأ متبقية ، إذا لم تكن المعايرة تامة. و ستكون هذه مرئية نتيجة علاقات الطور المتغيرة بين المتجه المتبقي (موضوع عند مدخل القياس) و الخصائص المزاحة المتفقة الطور لجهاز المعايرة.

٣-٥ مثلا : نتيجة استخدام حمل 50Ω غير مثالي لتحديد الاتجاهية (كجزء من نمط معايرة يستخدم طريقة (الحمل المفتوح و حمل القصر) "Open-Short-Load") ، سيخصص متجه غير صحيح كمصطلح الاتجاهية للتعويض عن الانعكاس اللاصفري. سينتج عن إعادة القياس بدون خط هوائي انعكاس صفري، و ستظهر إعادة القياس بخط هوائي مثالي التفاعل بين كلا المتجهين ("الاتجاهية" و " الحمل المثالي ") مفصولا بطول ثابت للخط الهوائي . و في مسح للتردد ، يؤدي هذا إلى طور متغير باستمرار في المقيس ، المسمى التموج . و تكون الدورية Δf لهذا التموج معتمدة على طول الخط الهوائي المستخدم : $\Delta f = c/2L$ حيث L هو طول الخط الهوائي (مثلا، 1500 MHz لـ 10 cm)

٤-٥ يمكن الحصول على المعلومات من مقدار التموج ، إذا كانت مقادير المتجهات (يعني الاتجاهية و انعكاس الحمل) المشاركة فقط تتغير ببطء بالنسبة لدورية التموج. سينتج خط هوائي طويل تموجات سريعة ، تحتم مسح له قدرة تحليل عالية.

٥-٥ تصبح الخطوط الهوائية المتاحة أقل مثالية (تنحرف عن خصائص الـ 50Ω كما حسبت من أبعادها) عند ترددات منخفضة. و تكون أيضا الخطوط الهوائية الطويلة جدا (أكثر من 30 cm) ضرورية ، بحيث يكون من المستحيل تقريبا الحصول على فترة تموج كاملة.

٦-٥ يجب أن يقام التقييم كما هو معطى بالأسفل لكل بارامترات S ذات الصلة و لأنواع أطراف التوصيل الأخرى (يعني، لكل نظام محوري و طرف توصيل مستخدم) حينما

يكون ملائماً. تعطى قيم مثالية لمصادر اللايقين في الوصف المعطى في الأسفل؛ ستستخدم في الأمثلة المعطاة في الملحق.

٧-٥ عاير محلل شبكة المتجه بالتوافق مع وثيقة الإجراء ذات الصلة عبر مدى التردد الكامل للاعتماد. استخدام نقاط تردد كافية للحصول على بيانات قياس يعتمد عليها ، مثلا حوالي عشر نقاط لكل فترة تموج . راجع لتري أن المعاييرة صالحة بقياس معيار معروف مسبقا. توضع مداخل محلل شبكة المتجه عند واجهة طرف التوصيل حيث تتصل نقاط المعاييرة أثناء المعاييرة.

٦- تقييم اللايقين لقياسات المدخل الواحد ، U_{VRC} :

٦-١-١ بالنسبة لقياسات S_{11} و S_{22} ، يمكن تمثيل النموذج الخطأ لمحلل شبكة المتجه باستخدام مصطلحات الخطأ الكبرى كالتالي (المعادلة 2) :

$$U_{VRC} = D + T\Gamma + M\Gamma^2 + R_{VRC} \quad (2)$$

حيث :

Γ : معامل انعكاس الجهد المقاس

D : الاتجاهية المؤثرة المقاسة

T : التأثير الإجمالي المقدر للمسار و اللاخطية

M : التوافق المؤثر المقاس لمدخل الاختبار

R_{VRC} : تمثل كل الإسهامات العشوائية

ملحوظة : إذا لم يذكر تحديدا ، فإن الرموز ترجع إلى المقدار أو الكمية.

٦-١-٢ لا يقصد بالصيغة في الأعلى نموذج حاسم لكل مصطلحات الخطأ. لا تستخدم قيم المصطلحات كتصحيات ، بمعنى أن كلها لها قيمة صفرية مفترضة و لكن سيظهر لايقين مصاحب لكل واحدة. يجب أن تبنى هذه القيم على بيانات مقاسة حيث يكون ذلك ممكنا و مصادر أخرى - مثل مواصفات المصنع - حيث لا تستطيع القياسات توفير تقدير جيد للايقين. و ستتضمن الإسهامات العشوائية التالي على الأقل :

تكرارية النظام (قدرة التحليل و الضوضاء)

تكرارية طرف التوصيل

تأثيرات انثناء الكابل

تأثيرات الشروط المحيطة

المصطلح المؤثر- كما في الاتجاهية المؤثرة - يستخدم للإشارة إلى الاتجاهية المتبقية بعد القيام بمعايرة كاملة للمداخل ذات الصلة باستخدام طاقم المعايرة المحدد.

٣-١-٦ يمكن أن تستخدم الإجراءات التالية للحصول على بيانات عن إسهامات اللايقين المذكورة أعلاه (للتبسيط ، يفترض ان القياسات حدثت عند مدخل x ، حيث x إما 1 أو 2). يجب أن تقام الإجراءات في الأسفل لكلا المدخلين حيثما يكون مناسباً.

٢-٦ اللايقين في المقدار :

١-٢-٦ قياس الاتجاهية المؤثرة :

١-١-٢-٦ وصل الخط الهوائي الغير خزري المسند إلى مدخل القياس و انه به بحمل متوافق مناسب (الحمل الأكثر مناسبة الذي له معامل انعكاس الجهد (VRC) في المدى من 0.1 إلى 0.2). قم بقياس S_{11} و اعرض المقياس " الخطي " مقابل التردد على شاشة محلل شبكة المتجه. استخدم التدرج الأوتوماتيكي أو أي وسيلة أخرى لتوفير محور قياس مناسب.

٢-١-٢-٦ يجب أن يظهر العرض تموج جيبي قابل للإدراك موضوع على رسم VRC للحمل نفسه، انظر الشكل رقم 1 ، صفحة ٢٢ . احسب الاتجاهية المؤثرة $-D$ كدالة في التردد من مقدار التموج (المعادلة 3):

$$D = \frac{\text{Maximum Ripple Amplitude}}{2} \quad (3)$$

٣-١-٢-٦ يجب أن يحصل على أقصى سعة للتموج من القيم الدنيا و القيم المتجاورة بضبط يقام لأي ميل سببه الاختلاف مع تردد VRC لحمل النهاية و يعطي الرسم بعض الإشارات لاختلاف الاتجاهية المؤثرة مع التردد و ستظهر عادة اتجاهية أسوأ عند الترددات الأعلى. كما هو مبين في الفقرة ٥ ، سيحصل على تمييز أكثر ، يعني تموجات أكثر، بالتناسب مع طول الخط الهوائي ، سيعطي خط هوائي طوله 300 mm تموجات لها فترة 500 MHz و خط طوله 100 mm سيعطي 1500 MHz . سيحدد طول الخط بوضوح التردد الأقل الذي عنده يمكن الحصول على نتيجة ذات معنى ، و يجب أن يكون ممكناً إنتاج تقدير معقول للاتجاهية المؤثرة عند ترددات تصل إلى 1 GHz باستخدام خط هوائي طوله 300 mm . و لأغراض تخصيص قيمة لـ D ، يوصى ألا يقسم مدى التردد إلى

أكثر من ثلاثة أممية ، مثلا من 1 GHz إلى 8 GHz ؛ من 8 GHz إلى 12 GHz
GHz؛ من 12 GHz إلى 18 GHz .

٤-١-٢-٦ في حالة المعايرة باستخدام 50Ω واسعة النطاق ، يمكن أن يستخدم هذا الحمل كبديل: تنطبق نفس المعادلة. يمكن ان يؤدي استخدام آخر - 50Ω معاير- إلى ماكل لأن معامل انعكاسه يمكن أن يكون من نفس المدى كالاتجاهية المؤثرة. إذا كان مقدار VRC الخاص به أصغر من D ، إذن يمكن أن تكون سعة التموج $2|\Gamma|$ وليست $2D$.

٥-١-٢-٦ يمكن أن يتكرر الإجراء بخطوط هوائية أخرى لمراجعة التماسك و يجب أن يعاد مرات عديدة في أي حالة باستخدام نفس الخط الهوائي (مع القيام بمعايرة جديدة و من دونها) بحيث أن يقام التقدير الجيد للاختلافات العشوائية في قيمة الاتجاهية المؤثرة.

يمكن أن تستخدم القيمة الثابتة عند ترددات منخفضة أو قيمة تردد منخفضة جدا (مثلا عند 1 kHz) لمعاوقة حمل المعايرة (الذي له علاقة بـ 50Ω) لتقدير الاتجاهية المؤثرة. يقترح استخدام أقصى هذه القيم و التي حصل عليها من تقنية التموج عند حوالي 1 GHz في التقييم.

٦-١-٢-٦ يتأثر مقدار التموج مباشرة بالقيمة الدقيقة للمعاوقة المميزة للخط الهوائي . يجب أن يتضمن انحرافها عن القيمة الاسمية و لايقينها في القيمة النهائية للتموج و إذن الاتجاهية المؤثرة (مثلا بجذر مجموع المربعات) . يجب أن تكون الاتجاهية المؤثرة عادة في المدى من 0.002 إلى 0.02 (من -54 dB إلى -34 dB) . تستخدم القيم 0.01 و 0.015 في نطاق التردد الأدنى و الأعلى في الأمثلة.

٢-٢-٦ قياس التوافق المؤثر لمدخل الاختبار:

١-٢-٢-٦ هذا الإجراء مطابق لـ ١-٢-٦ ما عدا أن عطل التماس (الجزء ٣-١) يستخدم في مكان الحمل " المتوافق " حتى ينتهي به الخط الهوائي .

٢-٢-٢-٦ في هذه الحالة ، يجب أن يظهر عرض محلل شبكة المتجه (مرة أخرى في وظيفة المقدار الخطي ، بعد مقياس مناسب) أن فقد الخط يزيد مع التردد بانتظام، و لكن سيكون التموج مركبا على هذا والذي يتزايد مثاليا في السعة مع التردد (على الرغم من أنها ليست بالضرورة اطرادية)، انظر شكل 2 ، صفحة ٢٣ .

احسب "التوافق المؤثر لمدخل الاختبار" - M - كدالة في التردد من مقدار التموج (المعادلة 4) :

$$M = \frac{\text{Maximum Ripple Amplitude}}{2} \quad (4)$$

٣-٢-٢-٦ أثرت الاتجاهية المؤثرة D في هذه النتيجة ، بما أن التموج الذي حصل عليه سيتضمن كلا التأثيرين. يكون ممكنا فقط الحصول على قيمة مقربة للـ M المطبقة على مدى التردد الكامل. و على الرغم من ذلك، سيكون تأثير اللايقين نتيجة التوافق المؤثر لمدخل الاختبار M .

٤-٢-٢-٦ يجب أن يكون التوافق المؤثر للمدخل عادة في المدى من 0.005 إلى 0.02 (من -46 dB إلى -34 dB) . في الأمثلة ، تستخدم القيم 0.01 و 0.02 لمدى القياس الأدنى و الأعلى على التوالي .

٣-٢-٦ قياس الخطية :

١-٣-٢-٦ يحصل على اللايقين نتيجة الخطية من الإجراءات المعطاة في ١-٢-٧ . بناء على هذه القيم المثالية (لـ 0.002 dB/dB) ، سيكون إسهامها في اللايقين في VRC قيمته 0.2 سيكون من المدى 0.0006 . يبنى هذا التقدير على حقيقة أن VRC قيمته 0.2 يعادل مستوى قدرة قيمته 14 dB تحت المستوى المرجعي. و يفترض توزيع مستطيل.

٤-٢-٦ المسار:

١-٤-٢-٦ يعتبر أن التأثير على اللايقين الإجمالي لقياسات الانعكاس الذي سببه المسار الناقص بين الإشارة الساقطة و المنعكسة سيكون صغير نسبيا. يمكن الحصول على تقدير تجريبي من تكرارية قياس الأجهزة عالية الانعكاس . و عادة ما يكون مرضيا استخدام قيمة المصنع لهذا الإسهام ، مثلا لايقين نسبي قيمته 0.001 كنصف فترة لتوزيع مستطيل.

٥-٢-٦ تكرارية النظام :

١-٥-٢-٦ يمكن أن تنقسم تكرارية النظام بين التكرارية باستخدام نفس المعايير و التكرارية بعد إعادة المعايرة. يجب توصيل الاختبارات لتحديد الانحراف المعياري لمتسلسلة قراءات باستخدام نفس المعايير بدون إعادة توصيل الجهاز المعايير. و يعطي هذا الاختبار قياس للتكرارية الأساسية نتيجة قدرة تحليل و وضوء الجهاز و يجب أن

تقام لقيم متعددة لمعامل الانعكاس عند عدد من الترددات ، و يجب تسجيل قيمة المتوسط الداخلي المستخدم. يجب أن تقام الاختبارات للتكرارية المثالية بعد إعادة المعايرة، و يجب أن يقام ذلك أيضا عند قيم متعددة لمعامل الانعكاس و عدة ترددات.

٦-٢-٥-٢-٦ القيم المثالية المتوقعة هي بين 0.001 و 0.01 . تستخدم القيمة 0.010 (جاوسي له $k = 2$) في الأمثلة.

٦-٢-٦ تكرارية طرف التوصيل :

٦-٢-٦-١ سيتضمن الاختبار الموصوف في ٦-٢-٥ - عندما تقام إعادة المعايرة - إسهامات من أطراف التوصيل على مداخل الاختبار و معايير المعايرة و من الصعب استخلاص هذه التأثيرات. و سيكون البند الذي يعاير هو الإسهام المسيطر على تكرارية طرف التوصيل عادة، و بالرغم من ذلك ، لن يكون عمليا دائما عمل قياسات مكررة على هذا الجهاز بالرغم من أنه موصى به. و هناك منهج هو عمل متسلسلة قياسات لأجهزة "مثالية" ببساطة عن طريق إعادة توصيل الجهاز بدون إعادة المعايرة و لكن بدوران في الخطوات قيمته 120° و أن يستخدم الانحراف المعياري لهذه النتائج كأساس لتقدير رقم عالمي لتكرارية طرف التوصيل. و سيطلب تقدير منفصل لأنواع أطراف التوصيل المختلفة و على مدى من الترددات. و كلما زادت الأجهزة المستخدمة لهذا التقييم ، كلما كان تقدير اللايقين أكثر جدارة بالثقة. و يوصي أن تضاف هذه البيانات على أساس مستمر.

٦-٢-٦-٢ يتوقع لأطراف التوصيل الجودة المستخدمة في المعامل المعايرية ، قيم لا تتعدى 0.010 (جاوسي له $k = 2$) .

٦-٢-٧ انشاء الكابل :

٦-٢-٧-١ إذا حرك الكابل بعد القيام بالمعايرة ، هناك احتمال للأخطاء حيث تستخدم الكابلات لتوصيل الجهاز المراد معايرته. يجب القيام بمتسلسلة من القياسات المكررة لتحديد التغير في القراءات حينما يتغير وضع الكابل فقط بطريقة معرفة، مثلا ثني من خلال زاوية 90° (لأنواع الكابلات المرنة فقط !!) . إن من المهم وصف و تسجيل الطريقة التي غير بها وضع الكابل بحيث يمكن إعادة القياسات في تاريخ تالي. يجب تقييم عدة أوضاع للكابلات المثالية بحيث يمكن تخصيص رقم عاملى للايقين. يجب أن تقام القياسات على مدى التردد المعتمد.

٦-٢-٧-٢ تم الحصول على قيم مثالية قيمتها 0.04 (جاوسي له $k = 2$) .

٦-٢-٨ الظروف المحيطة :

٦-٢-٨-١ يجب تشغيل محلل شبكة المتجه في ظروف معملية مثالية، مثلا من 18°C إلى 25°C و RH من 20% إلى 60% و إذا كانت هذه هي الحالة ، فإنه يمكن استخدام مواصفات المصنع كأساس لتقدير هذا اللايقين. بخلاف إسهام الجهاز المعايير - و الذي سيجب تقيمه عند وقت القياس - فإن أكثر الأجهزة حساسية هي ربما الخطوط الهوائية المستخدمة في عملية المعايرة و لكن شريطة أن تستخدم في حدود الظروف في الأعلى ، سيكون إسهامها مهملا. إنها عادة تغيرات سريعة في درجة الحرارة المحيطة التي تستطيع أن تؤثر على النتائج ، و خاصة إذا كان هناك تغير هام بين وقت القيام بالمعايرة و وقت معايرة الجهاز و يجب أن يؤخذ هذا في الاعتبار عندما يقيم اللايقين نتيجة الظروف المحيطة.

٦-٢-٨-٢ ستستخدم القيمة 0.002 (نصف فترة التوزيع المستطيل) في الأمثلة.

٦-٣ اللايقين في الطور :

ما زال تحت نظر مجموعة خبراء EA في الترددات العالية ليتم ضمه في تنقيح مستقبلي .

٦-٤ التوافق المؤثر للحمل ، Γ_L :

٦-٤-١ أثناء معايرة محلل شبكة المتجه لعملية المدخلين (في حالة معايرة (الحمل المفتوح و حمل القصر -"خلال") "Open-Short-Load-Through" : المسماة معايرة الاثنى عشر مصطلح) ، يحدد معامل الانعكاس لمدخل الاختبار الآخر في هذه الحالة ، يكون هذا هو أول قياس انعكاس لمحلل شبكة المتجه المعايير. يمكن أن يكون معامل الانعكاس (المسمي " توافق الحمل") نفسه من الدرجة 0.2 و بعد المعايرة، يمكن أن يمثل تقدير اللايقين المعطي في مثال ١ للملحق التوافق المؤثر للحمل Γ_L .

٦-٤-٢ ستستخدم القيمة 0.02 (مع $k = 2$) في الأمثلة من ٣ إلى ٥ .

٧- تقدير اللايقين لقياسات المدخلين :

٧-١ الانعكاس U_{VRC} :

١-١-٧ يمكن أن يستخدم نموذج لايقين مشابه لقياسات المدخل الواحد لقياسات $\Gamma = S_{11}$ و $\Gamma = S_{22}$ لأجهزة المدخلين ، و لكن أيضا مع الأخذ في الاعتبار التوافق المؤثر للحمل Γ_L (المدخل الآخر للاختبار) و التوهين الاسمي S_{21} للجهاز تحت الاختبار ، طبقا للمعادلة 5 :

$$U_{VRC} = D + T\Gamma + M\Gamma^2 + R_{VRC} + S_{21}^2\Gamma_L \quad (5)$$

حيث Γ هي معامل انعكاس الجهد المقاس (كما هو معرف في المعادلة 2).

ملحوظة : يمكن أن يضاف مصطلح $2 \cdot \Gamma \cdot M \cdot \Gamma_L \cdot S_{12}^2$ للتوهينات الصغيرة (مثلا 3 dB).

٢-١-٧ يقلل إذن الإسهام نتيجة Γ_L معامل قيمته 0.5 للموهن 3 dB ($S_{21} = \sqrt{2}$).

٢-٧ الإرسال U_{TM} :

١-٢-٧ بالنسبة لقياسات S_{21} و S_{12} ، يمكن أن يمثل النموذج الخطأ لمحلل شبكة المتجه باستخدام مصطلحات الخطأ الكبرى كالتالي (المعادلة 6) ، بافتراض تمثيل لوغاريتمي (بالـ dB) :

$$U_{TM} = L + M_{TM} + I + R_{DB} \quad (5)$$

حيث : L هو انحراف النظام المقاس عن الخطية؛

M_{TM} هو مصطلح الخطأ المحسوب نتيجة عدم التوافق ، انظر معادلة 7؛

I هو تداخل القنوات المقدر أو المقاس ؛ dA ، انظر معادلة 8؛

R_{dB} تمثل كل الإسهامات العشوائية.

٢-٢-٧ إن الصيغة في الأعلى ليست هي نموذج الخطأ الحاسم و لكنها تشير إلى كيفية إسهام المصطلحات الكبرى في اللايقين كما في قياسات الانعكاس. يجب أن تبنى الإسهامات على النتائج المقاسة حيثما كان ممكنا . و ستكون الإسهامات العشوائية من مصادر متشابهة كقياسات الانعكاس:

تكرارية النظام (قدرة التحليل و الضوضاء)؛

تكرارية طرف التوصيل؛

تأثيرات انثناء الكابلات ؛

تأثيرات الظروف المحيطة

و يمكن أن تقيم بطريقة مشابهة لما وصف في الفقرات من ٦-٢-٦ إلى ٨-٢-٦ .

١-٣-٧ قياس الخطية :

١-١-٣-٧ يجب أن يعاير محلل شبكة المتجه طبقا للإجراء المعايير لقياسات S_{21} . و يتكون الإجراء بعد ذلك من قياس الموهن الخطوي أو مجموعة من الموهنات المعايير (الجزء ٣-٣) ، عند التردد الذي من أجله أسس الإسناد إلى المعايير الوطنية بالرجوع إلى الضبط الصفري للموهن. و لا يجب تضمين أي موهنات أخرى في الدائرة و يجب أن يضبط مستوى المصدر على المستوي المحدد في إجراء القياس، و هذا للتأكد من أن المستوى عند الكاشفات هو تقريبا نفس ما يكون عليه للقياسات الطبيعية. و يوصى بالألا يحصل على النتائج عند خطوات أكبر من 5 dB على المدى الذي سيطلب عنده الاعتماد و - إذا كان ذلك ممكنا- يحصل عليها عند 10 dB أكبر من هذا المدى ، مثلا ، إذا كان المدى المعايير هو من 0 إلى 70 dB فإنه يجب الحصول على نتائج المدى من 0 إلى 80 dB . و من المهم تقليل التأثيرات العشوائية إلى أقل ما يمكن ، إذن يجب أن يحصل على النتائج من عدد كاف لقياسات التكرار و خاصة عند المستويات العالية للتوهين . و يجب أن تظل القيمة المتوسطة الداخلية مناسبة لخطوة التوهين .

٢-١-٣-٧ ليست من الممارسة الطبيعية تصحيح أخطاء الخطية في محلات شبكة المتجه و النتائج التي حصل عليها من القياسات المذكورة أعلاه تعطي تقديرا للايقين الذي يجب أن يخصص لهذا الإسهام ، في صورة $\Delta dB/dB$. إن رسم الفرق بين نتيجة محلل شبكة المتجه و قيم المعايير في مقابل قيمة الموهن المرجعي هي الطريقة الموصى بها لتقدير رقم يعتمد عليه للايقين الخطي. و يجب أن تقيم النتائج بين 0 dB و 50 dB بما أن تأثيرات العزل الناقص ستساهم في الأخطاء وراء هذا الضبط (انظر أيضا الجزء ٣-٣-٧).

٣-١-٣-٧ إن القيم المثالية للخطية هي من الدرجة $0.002dB/dB$ ($k = 2$) مع توزيع جاوسي).

٢-٣-٧ عدم التوافق :

١-٢-٣-٧ سيكون هناك لايقين نتيجة عدم التوافق يظهر من المصدر المتبقي و معاملات انعكاس الحمل و معاملات انعكاس المدخل و الخرج للبند المقاس-طبقا للمعادلة 24 في [3] - هذا (بالـ dB) :

$$M_{TM} = 20 \log_{10} \frac{1 + (|MS_{11}| + |\Gamma_L S_{22}| + |M \Gamma_L S_{11} S_{22}| + |M \Gamma_L S_{21} S_{12}|)}{1 - |M \Gamma_L|} \quad (7)$$

حيث M هو التوافق المؤثر لمدخل الاختبار

Γ_L هو التوافق المؤثر للحمل

$S_{11}, S_{22}, S_{12}, S_{21}$ هي معاملات الاستطارة للجهاز المقاس.

ملحوظة : للتوضيح ، أظهرت علامات القيمة المطلقة مع الكميات ليكون واضحا أنه يجب الحساب على أساس المقادير.

٢-٢-٣-٧ عادة ما يكون هذا هو المصطلح السائد في ميزانية اللايقين.

٣-٣-٧ العزل (تداخل القنوات):

١-٣-٣-٧ يمكن أن تبنى تأثيرات العزل الناقص بعد المعايرة (تداخل القنوات) بين المدخلين على قيمة التحديد الخاصة بالمصنع و لكن يجب أن يراجع هذا باستخدام نتائج اختبار الخطية عند قراءات تتعدي 50 dB . و لن يكون لايقين العزل دالة خطية في التوهين المقاس و يمكن أن يحسب لكل قيمة مقاسة للتوهين . إذا كانت A هي قيمة التوهين و I هي تداخل القنوات إذن طبقا لـ [4] ، اللايقين dA هو (معادلة 8):

$$dA = \pm 20 \cdot \log \left[1 + 10^{\frac{(I-A)}{20}} \right] dB \quad (8)$$

٢-٣-٣-٧ و بالرغم من ذلك ، فإنه يكون عادة أكثر ملاءمة التعبير عن اللايقين كدالة خطية في التوهين المقاس، مجزأة إلى أممية من - قل - 5dB عندما تكون $I = 90dB$ ، إذن dA (اللايقين في A):

A_a	dA_a
65 dB	0.48 dB
70 dB	0.83 dB
75 dB	1.42 dB
80 dB	2.39 dB

٣-٣-٣-٧ ستختلف تأثيرات العزل مع التردد ، لذلك يجب أن تقام القياسات عند ترددات مختلفة على المدى المعتمد باستخدام موهنات لها عزل مناسب من أجل التأكد من صلاحية أرقام مواصفة المصنع. و في الأمثلة ، يفترض تداخل قنوات قيمته 90 dB كنصف فترة لتوزيع مستطيل.

٤-٣-٧ تكرارية النظام و قدرة التحليل :

١-٤-٣-٧ تهتم قدرة التحليل بإنتاجية الإشارات الكبيرة نسبيا : إنها تعني المراجعة عند توهين منخفض. "in essence" ، يوصف هذا في الجزء ٥-٢-٦ .

٥-٣-٧ تكرارية النظام ، أرضية الضوضاء :

١-٥-٣-٧ سيكون لإسهام الضوضاء تأثير كبير نسبيا على قياسات الإرسال و يجب أن تقيم إذن لهذا البارامتر. يمكن أن يقيم الإسهام من ضوضاء النظام باستخدام الموهن الخطوي بعمل متسلسلة من القياسات عند مستويات متعددة من التوهين ، بدون إعادة معايرة محلل شبكة المتجه. و يحصل على اللايقين من الانحراف المعياري لهذه القياسات التكرارية و يجب أن تقيم عند عناصر ضبط داخلية متوسطة مختلفة. سيكون إسهام الضوضاء معتمدا على مستوى الإشارة التي تصل إلى الكاشف و ستكون معتمدة إذن على مستوى المصدر و عناصر ضبط الموهن، إنه إذن من المهم تسجيل هذه القيم . سيتغير إسهام الضوضاء "significantly" مع التردد أساسا نتيجة التقليل في مستوى الإشارة المتاح عند الكاشفات كلما زاد التردد. و يجب إذن أن يقيم تأثير الضوضاء عند ترددات مختلفة على مدى التشغيل.

٤-٧ لايقين الطور في قياسات الإرسال :

ما زال تحت فحص مجموعة خبراء EA في الترددات العالية لضمه في تنقيح مستقبلي.

٨- حساب اللايقين :

١-٨ يجب أن تجمع إسهامات اللايقين بالاتفاق مع توصيات EA لتوفير لايقين موسع مبني على معامل تغطية $k = 2$ (مستوى ثقة حوالي 95%). و يجب أخذ النقاط التالية في الاعتبار :

- بينما يمكن أن تعتبر معظم الإسهامات غير مترابطة، هناك احتمال لأن تكون الاتجاهية المؤثرة و التوافق المؤثر لمدخل الاختبار مترابطين نتيجة العوامل

المشتركة في عملية معايرة محلل شبكة المتجه. إنها توفر الإرشاد لتقييم معاملات الترابط لهذه الإسهامات لخارج نطاق هذه الوثيقة و لم يكن ممكنا إيجاد أي مرجعيات لمثل هذا التقييم. و يوصى إذن - في غياب معلومات يعتمد عليها - بأنه يفترض معامل ترابط قيمته +1 ، و الذي يعني انه يجب جمع إسهامات اللايقين للاتجاهية و توافق مدخل الاختبار معا قبل جمعها مع الإسهام الآخر بالطريقة المعتادة ، يعني جذر مجموع المربعات.

- سيكون للإسهامات المعتمدة على الطور النسبي لمتجهين مثل الاتجاهية و توافق الاختبار توزيع احتمالية يكون شكله على حرف U . و يحصل على اللايقين المعياري لهذه الإسهامات بقسمة القيمة الحدية على $\sqrt{2}$. و على الرغم من ذلك ، سيكون اللايقين المحسوب باستخدام الصيغة المعطاة في الجزء ٧-٢-٢ إسهام ثلاثة إسهامات على شكل U عند القيام بقياسات إرسال و يمكن مناقشة فرض توزيع احتمالية مستطيل لهذا الإسهام. يمكن فرض توزيع طبيعي للايقين المستنتج من البيانات المقاسة (تقييمات من طراز A) . و يوصى بافتراض توزيع مستطيل لتأثيرات الظروف المحيطة و بيانات المصنع، ما لم يكن هناك دليل على أن التوزيع طبيعي. سيكون لاختيار شكل توزيع الاحتمالية للإسهامات الأصغر- بوجه عام- تأثير صغير على اللايقين الموسع و هو إذن غير ضروري لعمل دراسة مفصلة لتوزيع الاحتمالية المرجح لهذه الإسهامات.

٩- التحقق التجريبي :

إن طاقم الإسناد - كما ذكر في الفقرة ٣-٤ - هو الرابط لتأسيس إسناد لمعايير وطنية. و يجب أن يستخدم لإثبات معمليا أن محلل الشبكة المعايير يثمر عن نتائج مشابهة لما حصل علي من معمل معتمد. و يعطي اللايقين المحسوب في الأجزاء السابقة- على الأقل المسماة معايرة الإثنى عشر مصطلح - تقدير مقبول لإسهامات اللايقين : يمكن ان تظل مصادر لايقين محددة مراقبة. أما اللايقين المحسوب الآن فهو الإسهام الإضافي للايقين عند القيام بقياس على محلل شبكة المتجه.

في الحالة الغير مرجحة للتماسك الغير كافي بين القيم المقاسة و بيانات المعايرة (يعني، يكون الفرق بين مجموعتين من البيانات أكثر من اللايقين المجمع) جذع مجموع المربعات) ، يكون ضروريا القيام بتحقيقات إضافية للحصول على مصدر/مصادر عدم التماسك هذا. يجب أن يزداد اللايقين بالفرق الملاحظ إلى أن يوجد تفسير.

١٠- المراجع :

- [1] IEC 60457 Series of standards, "Rigid coaxial lines and their associated connectors", International Electrotechnical Commission, Geneva, (1974 and later)
- [2] IEEE Standard 287, "Precision coaxial connectors", Institute of Electrical and Electronic Engineers, New York, USA, (1968, revised in 1988)
- [3] e.g. H. Bayer, "An error analysis for the RF-Attenuation measuring equipment of the PTB applying the power method", Metrologia 11 (1975), pp.43-51
- [4] F. Warner, "Microwave Attenuation Measurements", IEE Monograph 19, Peter Peregrins (UK), (1977)

الأشكال :

شكل 1 :

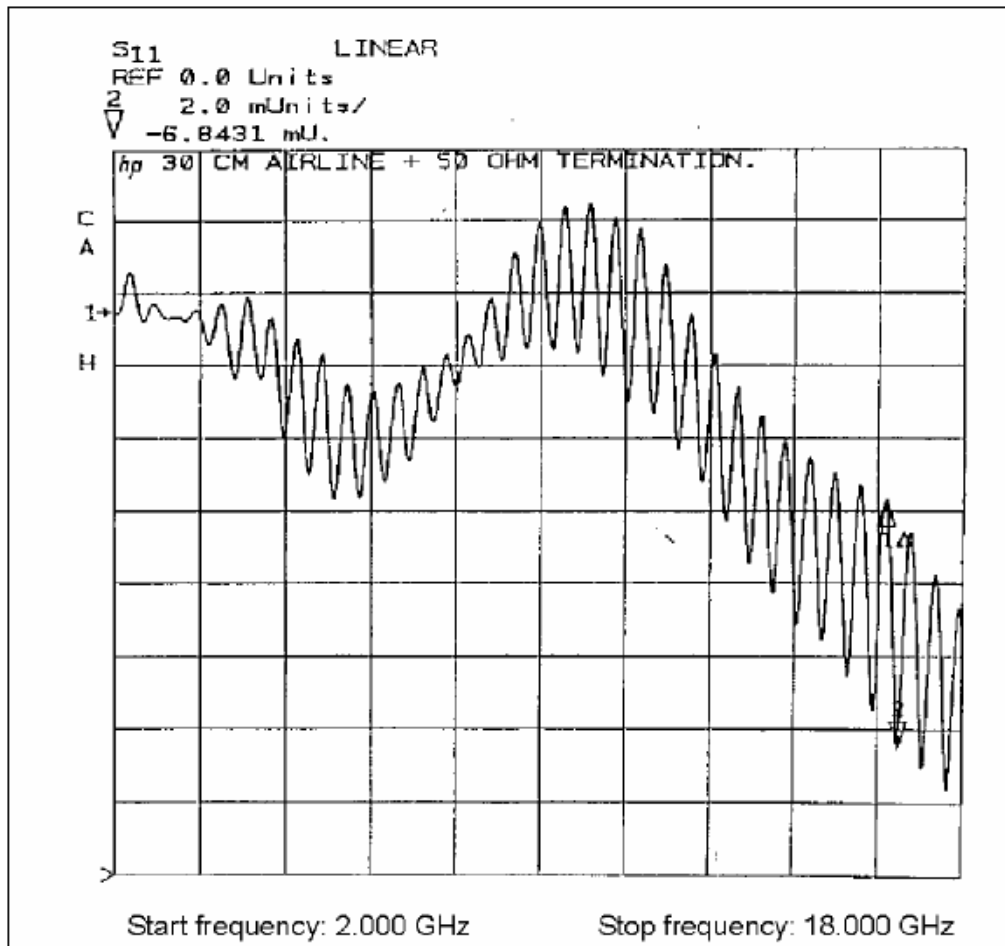


Figure 1: A non-perfect 50 Ω load is connected to a 30 cm airline. The other side of the airline is attached to port 1. This figure shows which kind of typical response will be obtained measuring S_{11} as function of frequency. From the ripple an effective directivity can be determined.

شكل 2 :

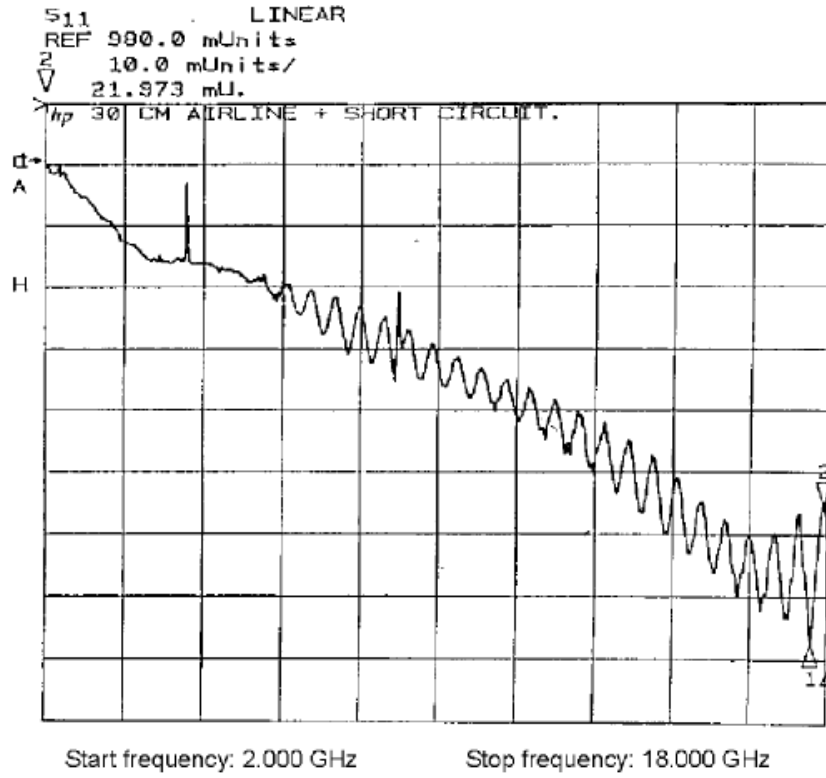


Figure 2: A short is connected to a 30 cm airline. The other side of the airline is attached to port 1. This figure shows which kind of typical response will be obtained measuring S_{11} as function of frequency. From the ripple an effective source match can be determined.

ملحق أ : أمثلة لميزانيات لايقين محللات شبكة المتجه :

أ١- عام :

أ-١-١ لا يقصد بميزانيات اللايقين المعطاة في هذه الوثيقة بأن تلمح بأي متطلبات إجبارية . إنها توفر الإرشاد لما يتوقع للمنهج العام لتوثيق اللايقين المستنتج من استخدام الطرق المعطاة في هذه الوثيقة . و لا تغطي هذه الأمثلة القدرات الكاملة لمحطات شبكة المتجه المثالية.

أ-١-٢ و تعطي الأمثلة المثالية :

- تردد منخفض ، انعكاس منخفض في قياس المدخل الواحد ؛
- تردد عالي ، انعكاس عالي في قياس المدخل الواحد ؛
- تردد منخفض ، انعكاس متوسط في قياس المدخلين ؛
- تردد منخفض ، قياس إرسال منخفض الفقد؛
- تردد عالي ، قياس إرسال عالي الفقد.

أ-١-٣ يفترض بأن يحصل على كل القيم المتعلقة بمحلل شبكة المتجه نفسه باستخدام الإجراء المجمل أعلاه. يفترض أن يحصل على اللايقين العشوائي – مثل التكرارية و انثناء الكابل- من القياسات الحقيقية كما وصف أعلاه مؤديا إلى قيم أكبر عند ترددات أعلى.

و تصلح القيم المذكورة للخطية و الاتجاهية المؤثرة و التوافق المؤثر لمدخل الاختبار و تداخل القنوات لكل الأمثلة:

انحراف الخطية = 0.002 dB/dB

الاتجاهية المؤثرة = 0.010 ، و تزيد إلى 0.015 عند الترددات الأعلى

التوافق المؤثر لمدخل الاختبار = 0.010 ، و تزيد إلى 0.020 عند الترددات الأعلى

تداخل القنوات = 90 dB

أ-١-٤ في الأمثلة ، ترجع الإسهامات إلى الجزء ذي الصلة بالوثيقة الرئيسية. و تضمن اللايقين بأبعاد اللايقين فقط في مثال 1 .

ملحوظة : معامل الانعكاس هو كمية ليست لها أبعاد مشابهة لمعامل الإرسال (بالرغم من أن الأخير يقدم عادة كتوهين باستخدام مقياس لوغاريتمي: dB). و ليست هناك علاقة بين قيم الإسهامات العشوائية للانعكاس و الإرسال.

أ-٢-١ مثال ١ :

قياس انعكاس المدخل الواحد (مقدار معامل انعكاس الجهد : VRC) بناء على المعادلة 2 عند الترددات المنخفضة

الإسهام	تقدير الإسهام	اللايقين لـ $VRC = 0.2$	التوزيع	المقسوم عليه	اللايقين المعياري
انعكاس الخط الهوائي (٣-٢-٣)	0.0017	0.0017	مستطيل	$\sqrt{3}$	0.0010
التموج (لاتجاهية مؤثرة) (١-١-٦)	0.010	0.010	على شكل U	$\sqrt{2}$	0.0071
الاتجاهية المؤثرة (حسبت)		0.0101	على شكل U	$\sqrt{2}$	0.0071
التوافق المؤثر لمدخل الاختبار (٢-٢-٦)	0.01	0.0004	على شكل U	$\sqrt{2}$	
مجموع الكميات المترابطة		0.0105	على شكل U	$\sqrt{2}$	0.0074
المسار (٤-٢-٦)	0.001	0.0002	مستطيل	$\sqrt{3}$	0.00011
الخطية (١-٣-٢-٦)	0.002 dB/dB	0.00064	مستطيل	$\sqrt{3}$	0.0004
تكرارية النظام (٥-٢-٦)	0.010	0.002	جاوسي	2	0.001
انثناء الكابل (٧-٢-٦)	0.004	0.0008	جاوسي	2	0.0004
الظروف المحيطة (٨-٢-٦)	0.002	0.0004	مستطيل	$\sqrt{3}$	0.0002
تكرارية طرف التوصيل (٦-٢)	0.010	0.010	جاوسي	2	0.005
اللايقين المعياري المجمع					0.0090
اللايقين الموسع (k=2)					0.018

أ-٣-٢ مثال ٢ :

قياس انعكاس المدخل الواحد (مقدار معامل انعكاس الجهد) بناء على المعادلة 2 عند

الترددات المرتفعة

الإسهام	التقدير	اللايقين لـ	التوزيع	المقسوم	اللايقين
---------	---------	-------------	---------	---------	----------

المعياري	عليه		$VRC = 0.8$		
	$\sqrt{2}$	على شكل U	0.015	0.015	الاتجاهية المؤثرة (١-٢-٦)
	$\sqrt{2}$	على شكل U	0.0128	0.02	التوافق المؤثر لمدخل الاختبار (٢-٢-٦)
0.0197	$\sqrt{2}$	على شكل U	0.0278		مجموع الكميات المترابطة
0.0005	$\sqrt{3}$	مستطيل	0.0008	0.001	المسار (٤-٢-٦)
0.0002	$\sqrt{3}$	مستطيل	0.00036	0.002 dB/dB	الخطية (١-٣-٢-٦)
0.004	2	جاوسي	0.008	0.010	تكرارية النظام (٥-٢-٦)
0.0032	2	جاوسي	0.0064	0.008	انثناء الكابل (٧-٢-٦)
0.0009	$\sqrt{3}$	مستطيل	0.0016	0.002	الظروف المحيطة (٨-٢-٦)
0.01	2	جاوسي	0.02	0.02	تكرارية طرف التوصيل (٦-٢-٦)
0.0227					اللايقين المعياري المجمع
0.045					اللايقين الموسع (k=2)

أ٤-٣ - مثال ٣ :

قياس الانعكاس (مقدار معامل انعكاس الجهد) على جهاز ذي مدخلين ؛ بنيت الحسابات

على المعادلة 5

أ٤-١ يستخدم موهن 3 dB له S_{11} و S_{22} لا يزيدا على 0.05

الإسهام	التقدير	اللايقين لـ 3 dB و $S_{11} = 0.05$	التوزيع	المقسوم عليه	اللايقين المعياري
الاتجاهية المؤثرة (١-٢-٦)	0.01	0.01	على شكل U	$\sqrt{2}$	
التوافق المؤثر لمدخل الاختبار (٢-٢-٦)	0.01	0.000025	على شكل U	$\sqrt{2}$	
مجموع الكميات المترابطة		0.010025	على شكل U	$\sqrt{2}$	0.0071
المسار (٤-٢-٦)	0.001	0.000025	مستطيل	$\sqrt{3}$	0.0000
الخطية (١-٣-٢-٦)	0.002 dB/dB	0.0003	مستطيل	$\sqrt{3}$	0.0002
تكرارية النظام (٥-٢-٦)	0.010	0.000025	جاوسي	2	0.0000
انثناء الكابل (٧-٢-٦)	0.004	0.001	جاوسي	2	0.0000
الظروف المحيطة (٨-٢-٦)	0.002	0.000005	مستطيل	$\sqrt{3}$	0.0000
تكرارية طرف التوصيل (٦-٢-٦)	0.010	0.010	جاوسي	2	0.0050
التوافق المؤثر للحمل (٤-٦)	0.018	0.009	على شكل U	$\sqrt{2}$	0.0064
اللايقين المعياري المجمع					0.0108
اللايقين الموسع (k=2)					0.022

أ-٥- مثال ٤ :

قياسات الإرسال (مقدار التوهين) ؛ بنيت الحسابات على المعادلة 6

أ-٥- ١ يستخدم موهن 20 dB له S_{11} و S_{22} لا يزيدا على 0.05

الإسهام	التقدير dB	اللايقين لـ 20 dB	التوزيع	المقسوم عليه	اللايقين المعياري dB
---------	------------	-------------------	---------	--------------	----------------------

0.020	2	جاوسي	0.040	0.002 dB/dB	الخطية (١-٣-٧)
			0.0005	0.01 U	التوافق المؤثر لمدخل الاختبار (M*S ₁₁)
			0.001	0.02 U	توافق الحمل (Γ _L *S ₂₂)
			0.0002	0.0002 U	توافق الحمل * مدخل الاختبار (M*Γ _L)
0.0104	√2	جاوسي	0.0148		عدم التوافق المحسوب (٢-٣-٧)
0.0016	√3	مستطيل	0.0027	90	تداخل القنوات (٣-٣-٧)
0.0010	2	جاوسي	0.002	0.002	تكرارية النظام (٤-٣-٧)
0.0020	2	جاوسي	0.004	0.004	الضوضاء (٥-٣-٧)
0.0050	2	جاوسي	0.010	0.010	انثناء الكابل (٧-٢-٦)
0.0012	√3	مستطيل	0.002	0.002	الظروف المحيطة (٨-٢-٦)
0.0050	2	جاوسي	0.02	0.02	تكرارية طرف التوصيل (٦-٢-٦)
0.0254					اللايقين المعياري المجمع
0.051					اللايقين الموسع (k=2)

٦-٥ مثال ٥ :

قياسات الإرسال (مقدار التوهين) ؛ بنيت الحسابات على المعادلة 6

٦-١ يستخدم موهن 70 dB له S_{11} و S_{22} لا يزيدا على 0.05

الإسهام	التقدير dB	اللايقين لـ 70 dB	التوزيع	المقسوم عليه	اللايقين المعياري dB
الخطية (١-٣-٧)	0.002 dB/dB	0.140	جاوسي	2	0.070

			0.0005	0.01 U	التوافق المؤثر لمدخل الاختبار (M*S ₁₁)
			0.001	0.02 U	توافق الحمل (Γ _L *S ₂₂)
			0.0002	0.0002 U	توافق الحمل * مدخل الاختبار (M*Γ _L)
0.0104	√2	جاوسي	0.0148		عدم التوافق المحسوب (٢-٣-٧)
0.5015	√3	مستطيل	0.8686	90	تداخل القنوات (٣-٣-٧)
0.001	2	جاوسي	0.002	0.002	تكرارية النظام (٤-٣-٧)
0.02	2	جاوسي	0.04	0.04	الضوضاء (٥-٣-٧)
0.005	2	جاوسي	0.010	0.010	انشاء الكابل (٧-٢-٦)
0.0012	√3	مستطيل	0.002	0.002	الظروف المحيطة (٨-٢-٦)
0.01	2	جاوسي	0.02	0.02	تكرارية طرف التوصيل (٦-٢-٦)
0.5070					الملايين المعياري المجمع
1.01					الملايين الموسع (k=2)