الاتحـــــــــــاد الدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

K.44
(2017/05)

السلسلة K: الحماية من التداخلات

اختبارات المقاومة لتجهيزات الاتصال المعرّضة لفرط التوتر وفرط التيار – التوصية الأساسية

التوصية ITU-T K.44

التوصية ITU-T K.44

اختبارات المقاومة لتجهيزات الاتصال المعرّضة لفرط التوتر وفرط التيار – التوصية الأساسية

ملخص

تسعى التوصية ITU-T K.44 إلى وضع الطرائق والمعايير الأساسية لاختبار مقاومة أجهزة الاتصالات لفرط التوتر وفرط التيار.

وتشمل حالات فرط التوتر وفرط التيار التي تتناولها هذه التوصية حالات التمور الناجمة عن الصواعق التي تتعرض لها شبكات خطوط الطاقة الكهربائية أو التي تقع بالقرب منها، والتحريض قصير الأجل للتوتر المتناوب من خطوط الطاقة الكهربائية المجاورة أو أنظمة السكك الحديدية العاملة بالطاقة الكهربائية، واحتمال ارتفاع الكمون الأرضي بسبب أعطال الطاقة والتلامس المباشر بين خطوط الاتصالات وخطوط الطاقة الكهربائية.

وتشمل التغييرات الرئيسية بالمقارنة مع طبعة 2008 لهذه التوصية ما يلي:

– تحديث المراجع؛

– المعيار A المعدل؛

– مراجعة مخططات الاختبار لزيادة الوضوح؛

– إضافة مخططات اختبار فيما يتعلق بمنافذ الكبلات متحدة المحور الخارجية؛

– إضافة مخططات اختبار موصلات متعددة للكبلات الداخلية غير المدرعة؛

– إضافة قيم التفاوت المسموح به لتوليد شكل الموجة؛

– إضافة منافذ تعتمد على تنسيق العزل للحماية من التمور.

التسلسل التاريخي

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة	لجنة الدراسات	معرف الهوية الفريد*
1.0	ITU-T K.44	2000-02-25	5	11.1002/1000/4907
2.0	ITU-T K.44	2003-07-29	5	11.1002/1000/6496
3.0	ITU-T K.44	2008-04-13	5	11.1002/1000/9403
4.0	ITU-T K.44	2011-11-13	5	11.1002/1000/11422
5.0	ITU-T K.44	2012-05-29	5	11.1002/1000/11629
5.1	ITU-T K.44 (2012) Cor.1	2013-03-16	5	11.1002/1000/11902
5.2	ITU-T K.44 (2012) Amd.1	2015-04-22	5	11.1002/1000/12406
5.3	ITU-T K.44 (2012) Amd.2	2015-12-14	5	11.1002/1000/12679
6.0	ITU-T K.44	2016-06-29	5	11.1002/1000/12869
7.0	ITU-T K.44	2017-05-24	5	11.1002/1000/13128

مصطلحات أساسية

1.2/50-8/20، 10/700، أساسي، إثرنت، محسّن، منفذ خارجي، منفذ داخلي، فرط التوتر، فرط التيار، طاقة عبر الإثرنت (PoE)، تلامس الطاقة، تحريض الطاقة، تغذية الطاقة عن بُعد، دارة اختبار القدرة على المقاومة، قدرة المقاومة الخاصة، التمورات، تجهيزات الاتصالات، مستعرض.

---

* للنفاذ إلى توصية، ترجى كتابة العنوان http://handle.itu.int/ في حقل العنوان في متصفح الويب لديكم، متبوعاً بمعرف التوصية الفريد. ومثال ذلك، http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en.

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة متخصصة للأمم المتحدة في ميدان الاتصالات وتكنولوجيات المعلومات والاتصالات (ICT). وقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) هو هيئة دائمة في الاتحاد الدولي للاتصالات. وهو مسؤول عن دراسة المسائل التقنية والمسائل المتعلقة بالتشغيل والتعريفة، وإصدار التوصيات بشأنها بغرض تقييس الاتصالات على الصعيد العالمي.

وتحدد الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات (WTSA) التي تجتمع مرة كل أربع سنوات المواضيع التي يجب أن تدرسها لجان الدراسات التابعة لقطاع تقييس الاتصالات وأن تُصدر توصيات بشأنها.

وتتم الموافقة على هذه التوصيات وفقاً للإجراء الموضح في القرار 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

وفي بعض مجالات تكنولوجيا المعلومات التي تقع ضمن اختصاص قطاع تقييس الاتصالات، تُعد المعايير اللازمة على أساس التعاون مع المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) واللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC).

ملاحظة

تستخدم كلمة "الإدارة" في هذه التوصية لتدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها.

والتقيد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيني والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقيّد بهذه التوصية حاصلاً عندما يتم التقيّد بجميع هذه الأحكام الإلزامية. ويستخدم فعل "يجب" وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "ينبغي" وصيغها النافية للتعبير عن متطلبات معينة، ولا يعني استعمال هذه الصيغ أن التقيّد بهذه التوصية إلزامي.

حقوق الملكية الفكرية

يسترعي الاتحاد الانتباه إلى أن تطبيق هذه التوصية أو تنفيذها قد يستلزم استعمال حق من حقوق الملكية الفكرية. ولا يتخذ الاتحاد أي موقف من القرائن المتعلقة بحقوق الملكية الفكرية أو صلاحيتها أو نطاق تطبيقها سواء طالب بها عضو من أعضاء الاتحاد أو طرف آخر لا تشمله عملية إعداد التوصيات.

وعند الموافقة على هذه التوصية، لم يكن الاتحاد قد تلقى إخطاراً بملكية فكرية تحميها براءات الاختراع يمكن المطالبة بها لتنفيذ هذه التوصية. ومع ذلك، ونظراً إلى أن هذه المعلومات قد لا تكون هي الأحدث، يوصى المسؤولون عن تنفيذ هذه التوصية بالاطلاع على قاعدة البيانات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2019

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي وسيلة كانت إلا بإذن خطي مسبق من الاتحاد الدولي للاتصالات.

جدول المحتويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 1
2 المراجع 1
3 التعاريف والمختصرات والرموز 2
1.3 التعاريف 2
2.3 المختصرات والأسماء المختصرة 7
3.3 الرموز 9
4 شروط فرط التوتر وفرط التيار 9
5 متطلبات القدرة على المقاومة 9
1.5 اشتراط قدرة المقاومة الأساسية 10
2.5 اشتراط قدرة المقاومة المعززة 10
3.5 اشتراط قدرة المقاومة الخاصة 10
6 حدود المعدات 11
7 شروط الاختبار 11
1.7 منافذ الواجهات 11
2.7 أنماط الاختبار 12
3.7 شروط الاختبار 13
4.7 المخططات البيانية للاختبار 15
8 تنسيق الحماية 15
1.8 اعتبارات عامة 15
2.8 الصواعق 16
3.8 تحريض الطاقة وارتفاع كمون الأرض وتلامس الطاقة 16
4.8 جهاز حماية الاختبار الخاص 17
5.8 اختيار جهاز الحماية الأولية المتفق عليه 17
9 معايير القبول 17
10 الاختبارات 18
1.10 منفذ زوج متناظر خارجي 22
2.10 المنفذ الخارجي متحد المحور 23
3.10 المنافذ الخارجية لتغذية الطاقة المخصصة للتيار المستمر والتيار المتناوب 24
4.10 منفذ الطاقة الخارجي للتيار المتناوب الرئيسي 25

5.10 المنافذ الداخلية 26
الملحق A – مخططات الاختبار 27
1.A مقدمة 27
2.A المعدات 27
3.A مولدات الاختبار 35
4.A توليد الشكل الموجي 37
5.A الوصل بالطاقة والاقتران وفك الاقتران والانهاءات 38
6.A مخططات الاختبار لأنواع مختلفة من المنافذ 54
التذييل I – تفسيرات توضح شروط الاختبار 82
1.I الاختبار 82
2.I مدى سويات اختبار الصواعق وتحريض الطاقة 106
3.I العلاقة بين هذه التوصية وتوصيات المنتج أو أسرة المنتجات الأخرى 107
التذييل II – معلومات تكميلية للمصنعين والمشغلين 109
1.II مقدمة 109
2.II تنسيق الحماية الأولية 109
3.II توتر إطار التوزيع الرئيسي (MDF) عند دخل المعدات 113
4.II اختبار التيار في منافذ شبكة الطاقة الرئيسية 120
5.II ارتفاع كمون الأرض والكمون المحايد 121
6.II المتطلبات الخاصة للقدرة على المقاومة 124
7.II الحريق في المعدات التي تمتثل للتوصية ITU-T K.21 128
8.II الإثرنت 128
بيبليوغرافيا 133

التوصية ITU-T K.44

اختبارات المقاومة لتجهيزات الاتصال المعرّضة لفرط التوتر وفرط التيار – التوصية الأساسية

1 مجال التطبيق

تصف هذه التوصية الأساسية اختبارات المقاومة لجميع تجهيزات الاتصالات لفرط التوتر وفرط التيار ليستخدمها مشغلو الشبكات وصانعوها.

وتنطبق هذه التوصية على جميع تجهيزات الاتصالات الموصولة بالموصلات المعدنية الخارجية أو داخل المباني. وينبغي مطالعتها بالاقتران مع التوصيتين [ITU-T K.11] و[ITU-T K.39] اللتين تتناولا الجوانب الاقتصادية والتقنية العامة للحماية.

ولا تحدد هذه التوصية مستويات الاختبار أو معايير القبول من أجل معدات معينة.

وترد مستويات الاختبار ونقاط الاختبار المناسبة في التوصية التي تتناول المنتج المحدد أو أسرة المنتجات المحددة.

لذلك، يتعين استخدام هذه التوصية مع التوصية التي تتناول المنتج المحدد أو أسرة المنتجات المحددة والتي تتناول متطلبات المقاومة ذات الصلة بالتجهيزات المراد اختبارها.

وإذا اختلفت التوصية التي تتناول المنتج أو أسرة المنتجات أو حكم من أحكامها عن هذه التوصية الأساسية، عندئذ تنطبق توصية المنتج أو أسرة المنتجات. وعند تحديث توصيات المنتجات، ينبغي تنسيقها مع هذه التوصية والإشارة إليها.

وتفترض هذه التوصية أن تشكيلات التأريض والربط تمتثل للتوصية المعنية المتعلقة بنمط التجهيز.

والاختبارات هي اختبارات نمطية، ومع أنها قابلة للتطبيق على نظام كامل فمن المسلم به أنه يمكن تطبيقها على فرادى عناصر من التجهيزات أثناء أعمال التطوير والتصميم. وعند إجراء الاختبارات، من الضروري مراعاة أي شروط، سواء في الجهاز قيد الاختبار أو في مكان آخر، قد تؤثر على النتائج.

ولا تغطي هذه التوصية اختبار التفريغ الكهربائي الساكن (ESD) ومن ثم ينبغي اتباع التوصية [IEC 61000-4-2].

2 المراجع

يتضمن ما يلي من توصيات قطاع تقييس الاتصالات وغيرها من المراجع أحكاماً تندرج، بحكم الإحالة إليها في النص الحالي، في عداد أحكام التوصية الحالية. وعند نشر التوصية الحالية كانت الطبعات المذكورة من المراجع المعنية سارية المفعول. وتخضع جميع التوصيات وغيرها من المراجع لعمليات مراجعة ومن ثم يوصى من يستخدم التوصية الحالية بالنظر في إمكانية تطبيق أحدث طبعة من التوصيات وسائر المراجع المذكورة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة بتوصيات قطاع تقييس الاتصالات السارية. والإشارة إلى وثيقة ما في هذه التوصية، لا تضفي على الوثيقة، في حد ذاتها، صفة التوصية.

[ITU-T K.11] التوصية ITU-T K.11 (2009)، *مبادئ الحماية من فرط التوتر وفرط التيار*.

[ITU-T K.12] التوصية ITU-T K.12 (2010)، *خصائص صمامات التفريغ الغازية المستخدمة في حماية منشآت الاتصالات*.

[ITU-T K.20] التوصية ITU-T K.20 (2016)، *مقاومة تجهيزات الاتصالات المركّبة في مركز اتصالات ما لأحوال فرط التوتر وفرط التيار*.

[ITU-T K.21] التوصية ITU-T K.21 (2016)، *مقاومة تجهيزات الاتصالات المركبة في أماكن العميل لأحوال فرط التوتر وفرط التيار*.

[ITU-T K.27] التوصية ITU-T K.27 (2015)، *تشكيلات الربط والتأريض داخل مباني الاتصالات.*

[ITU-T K.28] التوصية ITU-T K.28 (2012)، *معلمات أجهزة الوقاية من التموّر القائمة على التايرستور لحماية منشآت الاتصالات.*

[ITU-T K.39] التوصية ITU-T K.39 (1996)، *تقييم مخاطر التلف الذي يصيب مواقع الاتصالات بسبب تفريغات الصواعق.*

[ITU-T K.45] التوصية ITU-T K.45 (2016)، *مقاومة تجهيزات الاتصالات المركبة في شبكات النفاذ والشبكات الرئيسية لأحوال فرط التوتر وفرط التيار.*

[IEC 60050-701] IEC 60050-701 (1988), *International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 701: Telecommunications, channels and networks*.
<http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/ArtNum_PK/433?OpenDocument>

[IEC 60060-1] IEC 60060-1 (2010), *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*.
<http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/artnum/000475>

[IEC 60065] IEC 60065 (2001), *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*.
<http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/ArtNum_PK/28321?OpenDocument>

[IEC 60664-2-1] IEC 60664-2-1 (2011), *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 2-1: Application guide – Explanation of the application of the IEC 60664 series, dimensioning examples and dielectric testing*.
<http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/ArtNum_PK/44787?OpenDocument>

[IEC 61000-4-2] IEC 61000-4-2 (2008), *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*.
<http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/artnum/026891>

[IEC 61000-4-5] IEC 61000-4-5 (2005), *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*.
<http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/artnum/035289>

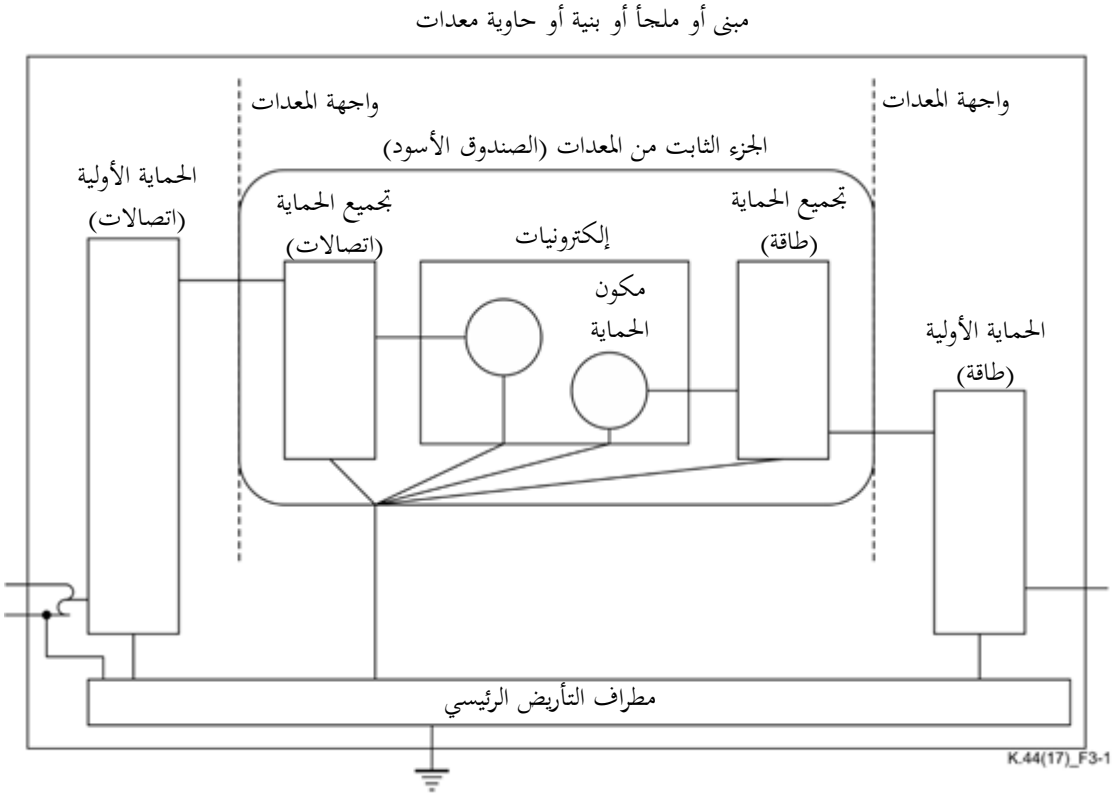
[IEC 61643-12] IEC 61643-12 (2008), *Low-voltage surge protective devices – Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Selection and application principles*.
<http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/artnum/028546>

[IEC 62475] IEC 62475 (2010), *High-current test techniques – Definitions and requirements for test currents and measuring systems*.
<http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/ArtNum_PK/44542>

3 التعاريف والمختصرات والرموز

1.3 التعاريف

رغبةً في فهم مختلف التعاريف المستخدمة في هذه التوصية، يرجى الرجوع إلى الشكل 3-1 الذي يوضح العناصر المرتبطة بحماية المعدات في تركيبة ما. وليس من المتوقع استخدام كل هذه العناصر في أي تركيبة.



ملاحظة – الغرض من ترتيب العناصر وموصلات الربط داخل المبنى أو أي شكل من حاويات المعدات هو المساعدة في تحديد هويتها وهو يشير ضمناً إلى ترتيب مادي أمثل من منظور الحماية.

الشكل 3-1 – إيضاح عناصر الحماية

تستخدم هذه التوصية المصطلحات التالية المعرّفة هنا وفي وثائق أخرى:

1.1.3 شبكة النفاذ ((access network (AN)): ذلك الجزء من مجمل شبكة الاتصالات الذي يقع بين مركز الاتصالات ومبنى أماكن العميل.

2.1.3 الحماية الأولية المتفق عليها (agreed primary protection): جهاز الحماية الأولية المتفق عليها هو ذلك النوع من جهاز الحماية من التمور (SPD) الذي يستخدم لحماية المعدات. وقد يكون جهاز الحماية الأولية المتفق عليها عبارة عن جهاز SPD محدد أو مجموعة من أجهزة SPD التي تمتثل لتوصية معينة أو معيار معين أو مواصفة معينة. وغالباً ما يتم تحديد الحماية الأولية المتفق عليها من قبل مشغل الشبكة، ولكن قد يكون نتيجة للمناقشات بين مشغل الشبكة ومصنّع المعدات. وقد تكون الحماية الأولية المتفق عليها لا شيء إذا تم الاتفاق على عدم الحاجة إلى استخدام عناصر حماية خارجية للمعدات.

3.1.3 الصنف الثاني (المعدات) ((CLASS II (equipment)) [IEC 60065]: تصميم لا تعتمد فيه الحماية من الصدمة الكهربائية على العزل الأساسي فقط، بل يتضمن احتياطات إضافية بشأن السلامة، مثل العزل المضاعف أو العزل المعزز، نظراً لعدم وجود شرط للحماية بالتأريض أو الاعتماد على شروط التركيب.

4.1.3 عنصر الاقتران (coupling element): هو مكونة معاوقة منخفضة، في ظروف التمور، يستخدم لربط مولد التمور بالمنفذ قيد الاختبار أو لربط منفذ غير مختبر بالأرض.

5.1.3 معدات أماكن العميل ((customer premises equipment (CPE)): المعدات المزمع توصيلها مباشرة بنقطة انتهاء في شبكة اتصالات عامة في أماكن العميل.

6.1.3 عنصر فصل الاقتران (decoupling element): عنصر فصل الاقتران هو مكونة لها معاوقة مناسبة لتقليل اتساع التمور في المعدات المساعدة أو نقاط الانتهاء.

7.1.3 تغذية طاقة مخصصة ((dedicated power feed (dpf): هي تغذية طاقة يوفرها كبل اتصالات مخصص يترك المبنى ويستخدم حصرياً لتوفير تغذية الطاقة. انظر البند 23.1.3.

8.1.3 نقطة انتهاء كبل خارجي (external cable termination point): النقطة التي ينتهي فيها الكبل الخارجي ويتصل بشبكة كبلات المبنى.

ملاحظة – هذه هي أيضاً النقطة التي يتم فيها تركيب أجهزة SPD، إذا لزم الأمر.

9.1.3 جهاز الحماية من الارتجاع (foldback protection device): يستخدم محدد التوتر من النوع اللاقط هذا عمل الترانزستور لاستحداث خاصية الارتجاع أو "foldback".

10.1.3 مكونة الحماية من ارتفاع التيار (high current-carrying protection component): هي جهاز SPD يقوم، عند تفعيله جراء التمور، بتوجيه/تحويل معظم التمور عن الدارة التي يحميها. وتستخدم مكونات الحماية من ارتفاع التيار بمثابة مكونات حماية أولية، ولكن يمكن في بعض الحالات تضمينها في المعدات كحماية متأصلة.

11.1.3 الحماية المتأصلة (inherent protection): هي الحماية التي يتم توفيرها ضمن المعدات إما بحكم خصائصها الجوهرية أو تصميم محدد أو مكونات حماية مناسبة.

12.1.3 منافذ الواجهات (interface ports):

1.12.1.3 منفذ خارجي (external port): هو أي واجهة في المعدات قد تتعرض لتمورات تيار متناوب وتمورات الصواعق التي تصل من كبل في الخارج.

ملاحظة – يوفر البند 1.2.A توجيهات بشأن تصنيف المنافذ.

1.1.12.1.3 منفذ كبل متحد المحور (coaxial cable port): المنفذ الموصول مع كبل متحد المحور.

2.1.12.1.3 منفذ تغذية طاقة مخصص (dedicated power feed port): المنفذ الموصول مع كبل تغذية طاقة مخصص.

3.1.12.1.3 منفذ الطاقة الرئيسية (mains power port): المنفذ الموصول مع كبل يوفر الطاقة الرئيسية.

4.1.12.1.3 منفذ زوج متناظر (symmetric pair port): المنفذ الموصول مع كبل له زوج من الموصلات المتناظرة المعدنية (انظر [b-ITU-T K.46]). قد يكون الكبل مدرعاً أو غير مدرع. وقد يكون المنفذ موصولاً مع زوج وحيد أو أزواج متعددة.

2.12.1.3 منفذ داخلي (internal port): هو أي واجهة في التجهيزات لا تخضع مطلقاً سوى لفترة قصيرة من التمورات المحرَّضة، الناجمة عن التحريض في شبكة أسلاك المبنى.

ملاحظة – يوفر البند 1.2.A إرشادات بشأن تصنيف المنافذ.

1.2.12.1.3 منافذ واجهة طاقة تيار مستمر (d.c. power interface ports): المنفذ موصول بكبل، أي كبل مدرع يزود الطاقة بالتيار المستمر، 48 فلط مثلاً.

2.2.12.1.3 منفذ كبل مدرع (shielded cable port): المنفذ موصول مع كبل مدرع بما في ذلك كبل متحد المحور.

3.2.12.1.3 منفذ كبل غير مدرع (unshielded cable port): المنفذ موصول مع كبل غير مدرع. قد يكون المنفذ موصولاً بزوج وحيد أو بأزواج متعددة.

4.2.12.1.3 منفذ متعدد (multiple port): يستعمل التعبير لوصف المعدات التي لها أكثر من نمط من المنافذ، أي منفذ أساسي ومنفذ زوج متناظر خارجي.

3.12.1.3 منفذ داخل النظام (intra-system port): منفذ يستخدم لتوصيل مكونات المعدات في نفس النظام داخل مبنى مركز الاتصالات. وتكون شبكة الكبلات المترابطة تحت سيطرة الشركة المصنعة للمعدات.

13.1.3 محوال عزل (isolating transformer) [IEC 60065]: محوال له عزل حماية بين لفائف الدخل والخرج.

14.1.3 العزل (insulation) [IEC 60664-2-1]: الجزء من المنتج الكهرتقني الذي يفصل الأجزاء الناقلة التي لها مستويات كمون مختلفة.

15.1.3 تنسيق العزل (insulation coordination) [IEC 60664-2-1]: الترابط المتبادل بين خصائص العزل للمعدات الكهربائية مع مراعاة البيئة الصغرية المتوقعة وإجهادات مؤثرة أخرى.

16.1.3 نظام توزيع الطاقة في تكنولوجيا المعلومات (IT power distribution system): نظام توزيع طاقة معزول عن الأرض، سوى أن نقطة واحدة قد تكون موصولة بالأرض من خلال محدِّد للمعاوقة أو للتوتر. وتكون أجزاء المعدات التي يتعين تأريضها موصولة بأقطاب التأريض في أماكن العميل.

17.1.3 جهاز حماية من التمور متعدد الخدمات (multiservice surge protective device) [IEC 61643-12]: جهاز يوفر الحماية من التمور لخدمتين أو أكثر، مثل الطاقة والاتصالات والتشوير في حاوية واحدة يتوفر فيها ربط مرجعي بين الخدمات في ظروف التمور.

18.1.3 حماية أولية (primary protection): الوسائل التي يتم من خلالها منع غالبية إجهاد التمور من الانتشار بعد موقع محدد (يفضل أن يكون نقطة دخول المبنى).

19.1.3 جهاز حماية أولية (primary protector): جهاز SPD يستخدم للحماية الأولية للمعدات في الموقع (يفضل أن يكون نقطة دخول المبنى) حيث يقوم بتحويل معظم تيار التمور ويمنع غالبية إجهاد التمور من الانتشار في المعدات. ويجب أن يكون الجهاز SPD هذا قابلاً للنفاذ ويمكن إزالته ويتسم بربط متساوي الكمون.

20.1.3 تيرميستور معامل حرارة موجب (positive temperature coefficient thermistor (PTC)): تيرميستور تزداد فيه المقاومة بتزايد الحرارة طوال الجزء المفيد من خاصيته. وتبدي أنواع التيرميستور PTC التي تشملها هذه التوصية عموماً زيادة حادة جداً في المقاومة عبر مدى ضيق من الحرارة.

21.1.3 تنسيق الحماية (protection coordination): عملية التأكد من أن جميع عناصر الحماية، داخل المعدات وخارجها، تتفاعل بحيث تحد من كمية الطاقة أو التوتر أو التيار ضمن مستويات محددة بحيث لا يحدث أي تلف في عناصر أو معدات الحماية.

22.1.3 توتر العزل المحدد (rated insulation voltage) [IEC 60664-2-1]: قيمة جذر متوسط التربيع (RMS) لتحمل التوتر التي تحددها الشركة المصنعة للمعدات أو لجزء منها، والتي تميز قدرة التحمل المحددة (طويلة الأجل) في العازل.

23.1.3 توتر النبضة المحدد (العازل) **(rated impulse voltage** (insulation)) [IEC 60664-2-1]: قيمة التوتر التي تحددها الشركة المصنعة للمعدات أو لجزء منها، والتي تميز قدرة التحمل المحددة للعازل إزاء فرط التوتر العابر.

24.1.3 تغذية الطاقة عن بُعد (remote power feed): هي تغذية الطاقة من أزواج إشارة متناظرة أو موصلات داخلية للدارات متحدة المحور مستخدمة في آن واحد لبث الإشارات. ولا تصنف تغذية الطاقة عن بُعد التي تتوافق مع متطلبات دارة توتر شبكة اتصالات (TNV) بمثابة تغذية طاقة عن بُعد. ومتطلبات دارة TNV واردة في المرجع [b-IEC 60950-1]، وتعريف تغذية الطاقة المخصصة (dpf) وارد في البند 7.1.3.

25.1.3 القدرة على المقاومة (resistibility): هي قدرة معدات أو تجهيزات الاتصالات على التحمل، عموماً ودون تلف، آثار فرط التوتر أو فرط التيار، إلى قدر معين محدد، ووفقاً لمعيار محدد.

ملاحظة – تعتبر *القدرة على المقاومة* أنها تلبي احتياجات شبكة الاتصالات بأكملها، أي جميع أنواع الشبكات، العامة والخاصة، فضلاً عن أي معدات مثبتة في هذه الشبكة أو متصلة بها. وتستند متطلبات القدرة على المقاومة إلى الظواهر الكهرمغنطيسية التالية: الصواعق، تحريض الطاقة، ارتفاع كمون الأرض والتلامس بالطاقة منخفضة التوتر.

26.1.3 جهاز حماية الاختبار الخاص (special test protector): هو مكونة أو دارة تستخدم لتحل محل جهاز الحماية الأولية المتفق عليها لأغراض تأكيد التنسيق. وتضمن خصائص الحد في جهاز حماية الاختبار الخاص أن تكون مستويات فرط التوتر وفرط

التيار عند دخل المعدات أعلى أثناء الاختبار مقارنة بالخدمة وأن توفر مستوى من الضمان بأن هذه المعدات ستكون محمية بحكم إضافة الحماية الأولية.

27.1.3 مكوِّنة الحماية من التمَوّر (surge protective component) (SPC) [ITU-T K.11]: هي جزء من جهاز الحماية من التمَوُّر لا يمكن تقسيمها مادياً إلى أجزاء أصغر دون أن تفقد وظيفة الحماية.

الملاحظة 1 – هذا تعديل لتعريف البند 151-11-21 (المكونة) في المفردات الكهرتقنية الدولية [b-IEC 60050-151].

الملاحظة 2 – وظيفة الحماية غير خطية، وتقييد الاتساع يبدأ فعلياً حين يوشك الاتساع أن يتجاوز قيمة العتبة المحددة مسبقاً للمكوِّنة.

28.1.3 جهاز الحماية من التمَوُّر (surge protective device) (SPD): هو جهاز يقيِّد التوتر الذي يسببه التمَوُّر في المنفذ المعين أو المنافذ المعيَّنة، متى تجاوز سوية محددة مسبقاً:

1) يمكن تزويد الجهاز بوظائف ثانوية، مثل ضبط التيار ضمن حدود من أجل تقييد التيار الانتهائي.

2) يكون في دارة الحماية عادة مكوِّنةٌ واحدة على الأقل غير خطية للحماية من التمَوُّر والحد من التوتر.

3) جهاز الحماية من التمَوُّر (SPD) هو توليفة من دارة حماية وحامل.

29.1.3 الاتصالات (telecommunication): كل إرسال أو بث أو استقبال للعلامات أو الإشارات أو المكتوبات أو الصور أو الأصوات أو المعلومات، أياً كانت طبيعتها، بواسطة الأنظمة السلكية أو الراديوية أو البصرية أو سواها من الأنظمة الكهرمغنطيسية [IEC 60050-701].

30.1.3 مركز الاتصالات (telecommunication centre): هو مرفق اتصالات يكون فيه التأريض والربط متوافقاً مع التوصية [ITU-T K.27].

31.1.3 شبكة الاتصالات (telecommunication network): وسيطة إرسال مخصصة للاتصال بين المعدات التي قد تكون موجودة في مبان منفصلة.

الملاحظة 1 – يعرّف مصطلح شبكة الاتصالات من حيث وظيفتها وليس من حيث خصائصها الكهربائية.

الملاحظة 2 – شبكة الاتصالات:

- قد تكون ملكيتها عامة أو خاصة؛
- قد تخضع لأحوال فرط التوتر العابرة بسبب التفريغات الجوية والأعطال في أنظمة توزيع الطاقة؛
- قد تخضع لتوترات دائمة من المنفذ إلى الأرض (الأسلوب الشائع) المحرضة من خطوط الكهرباء القريبة أو خطوط الجر الكهربائية.

الملاحظة 3 – من أمثلة شبكات الاتصالات:

- شبكة الهاتف العمومية التبديلية (PSTN)؛
- شبكة الجيل التالي (NGN)؛
- شبكة البيانات العمومية؛
- شبكة خاصة تتسم بخصائص واجهة كهربائية مماثلة لما سبق.

32.1.3 مكونة الانتهاء (termination component): هي مكونة تستخدم لمحاكاة توصيل المعدات المساعدة بمنفذ مختبر أو غير مختبر.

33.1.3 تيرميستور (thermistor): مقاوم شبه موصل حساس للحرارة وظيفته الأساسية هي إظهار تغيير هام في المقاومة الكهربائية مع تغيير في درجة حرارة الجسم.

34.1.3 توتر الأسلوب المستعرض (التفاضلي) (transverse (differential) mode voltage): التوتر في موقع معين بين موصلين أو زوجين من الموصلات أو مجموعة.

35.1.3 شبكة رئيسية ((trunk network (TNW): ذلك الجزء من شبكة الاتصالات الذي يقع بين مركزين للاتصالات ويوفر الاتصال بينهما.

36.1.3 نظام توزيع الطاقة من النمط TT (TT power distribution system): هنالك في هذا النظام نقطة واحدة مؤرَّضة مباشرة، وتكون أجزاء المعدات الواجب تأريضها موصولة في أماكن المستعمل بأقطاب تأريض مستقلة كهربائياً عن أقطاب التأريض في نظام توزيع الطاقة.

37.1.3 مولد موجة متوالفة ((1.2/50-8/20 combination wave generator (CWG)): مولد ينتج توتر دارة مفتوحة موجي الشكل بمقدار 1.2/50 وتيار دارة قصيرة موجي الشكل بمقدار 8/20.

2.3 المختصرات والأسماء المختصرة

تستعمل في هذه التوصية المختصرات والأسماء المختصرة التالية:

a.c. تيار متناوب *(alternating current)*

AE معدات مساعدة *(Auxiliary Equipment)*

AN شبكة نفاذ *(Access Network)*

ANE معدات شبكة النفاذ *(Access Network Equipment)*

AUX مساعد *(Auxiliary)*

BN شبكة ربط *(Bonding Network)*

CBN شبكة ربط مشتركة *(Common Bonding Network)*

CPE معدات أماكن العميل *(Customer Premises Equipment)*

d.c. تيار مستمر *(direct current)*

DMT نغمة متعددة منفصلة *(Discrete Multitone)*

dpf تغذية طاقة مخصصة *(dedicated power feed)*

ECL محدد تيار إلكتروني *(Electronic Current Limiter)*

ECTP نقطة انتهاء كبل خارجي *(External Cable Termination Point)*

EPR ارتفاع كمون الأرض *(Earth Potential Rise)*

ESD تفريغ كهرباء ساكنة *(Electrostatic Discharge)*

EUT معدات قيد الاختبار *(Equipment Under Test)*

GDT أنبوب تفريغ غاز *(Gas Discharge Tube)*

HV توتر مرتفع (خط طاقة لتيار متناوب بتوتر > 36 kV و< 200 kV) *High Voltage (power line of a.c.) (voltage > 36 kV and < 200 kV)*

IBN شبكة ربط معزولة *(Isolated Bonding Network)*

ISDN شبكة رقمية متكاملة الخدمات *(Integrated Services Digital Network)*

LE بدالة محلية *(Local Exchange)*

LI واجهة خط *(Line Interface)*

LT انتهاء خط *(Line Termination)*

LV توتر منخفض (خط طاقة لتيار متناوب بتوتر < 1 kV) *(Low Voltage (power line of a.c. voltage < 1 kV)*

MDF إطار توزيع رئيسي *(Main Distribution Frame)*

MET مطراف تأريض رئيسي *(Main Earthing Terminal)*

MOV مقاوم أكسيد معدني متغير *(Metal Oxide Varistor)*

MSPD جهاز حماية من التمور متعدد الخدمات *(Multiservice Surge Protective Device)*

MV توتر متوسط (خط طاقة لتيار متناوب بتوتر > 1 kV و< 35 kV) *(Medium Voltage (power line of a.c. voltage > 1 kV and < 35 kV)*

n/a لا ينطبق *(not applicable)*

NGN شبكة الجيل التالي *(Next Generation Network)*

NT انتهاء الشبكة *(Network Termination)*

PD جهاز مزود بالطاقة *(Powered Device)*

PoE الطاقة عبر الإثرنت *(Power over Ethernet)*

POTS نظام هاتف عادي قديم *(Plain Old Telephone System)*

PS الإمداد بالطاقة *(Power Supply)*

PSE معدات التوصيل بمصدر الطاقة *(Power Sourcing Equipment)*

PSTN شبكة هاتفية عمومية تبديلية *(Public Switched Telephone Network)*

PTC تيرميستور معامل حرارة موجب *(Positive Temperature Coefficient thermistor)*

RMS جذر متوسط التربيع *(Root Mean Square)*

ROEP ارتفاع كمون الأرض *(Rise of Earth Potential)*

RSE معدات تبديل عن بُعد *(Remote Switching Equipment)*

SHDSL الخط الرقمي عالي السرعة وحيد الزوج للمشترك *(Single-pair High-speed Digital Subscriber Line)*

SOHO مكتب صغير، مكتب منزلي *(Small Office, Home Office)*

SPC مكونة الحماية من التمور *(Surge Protective Component)*

SPD جهاز الحماية من التمور *(Surge Protective Device)*

SLIC دارة متكاملة لخط المشترك *(Subscriber Line Integrated Circuit)*

SSA مانع متين *(Solid State Arrester)*

SSOP جهاز حماية متين من فرط التيار *(Solid State Overcurrent Protector)*

STP جهاز حماية اختبار خاص *(Special Test Protector)*

STP_E إثرنت زوج مفتول مدرع *(Shielded Twisted Pair Ethernet)*

SW بدالة *(Switch)*

TCE معدات مركز اتصالات *(Telecommunication Centre Equipment)*

TDD إرسال مزدوج بتقسيم الزمن *(Time Division Duplex)*

TN-C نمط نظام توزيع الطاقة *(Type of power distribution system)*

TNV توتر شبكة الاتصالات *(Telecommunication Network Voltage)*

TNW شبكة رئيسية *(Trunk Network)*

USB ناقل عمومي بالتسلسل *(Universal Serial Bus)*

UTP_E إثرنت زوج مفتول غير مدرع *(Unshielded Twisted Pair Ethernet)*

VDSL خط مشترك رقمي عالي السرعة جداً *(Very high speed Digital Subscriber Line)*

WLAN شبكة منطقة محلية لاسلكية *(Wireless Local Area Network)*

XDSL أي نمط من خط المشترك الرقمي *(any type of Digital Subscriber Line)*

3.3 الرموز

تستخدم هذه التوصية الرموز التالية:

U_c توتر شحنة تيار مستمر في مولد التمور *(d.c. charge voltage of the surge generator)*

$U_{c(max)}$ الحد الأقصى من توتر شحنة تيار مستمر في مولد التمور *(Maximum d.c. charge voltage of the surge generator)*

$U_{a.c.(max)}$ الحد الأقصى من التوتر (المفتوح) من أجل اختبارات توتر التيار المتناوب *(Maximum a.c. (open) voltage for the a.c. voltage tests)*

4 شروط فرط التوتر وفرط التيار

جوانب فرط التوتر أو فرط التيار التي تغطيها هذه التوصية هي:

- تمورات بسبب شحنات الصواعق عند موقع الخط أو بالقرب منه؛
- التيارات الكبيرة في الأسلاك أو المكونات المشتركة عند حدوث فرط التوتر أو فرط التيار في آن واحد في عدد من الخطوط؛
- التيارات الكبيرة التي تتدفق في المعدات عندما تكون مكونات الحماية التي تحمل التيار العالي، مما يلغي الحاجة إلى الحماية الأولية، جزءاً أصيلاً من المعدات؛
- تحريض قصير المدى في التوترات المتناوبة من خطوط الطاقة الكهربائية المجاورة أو أنظمة السكك الحديدية المكهربة، عندما تحدث عادة أعطال في هذه الخطوط أو الأنظمة؛
- ارتفاع كمون الأرض بسبب أعطال الطاقة؛
- التلامس المباشر بين خطوط الاتصالات وخطوط الطاقة الرئيسية؛
- تمورات عابرة في خطوط التوتر الرئيسية؛
- فرق الكمون الذي قد يحدث بين نظام توزيع الطاقة TT أو بين نظام توزيع الطاقة IT ونظام الاتصالات.

5 متطلبات القدرة على المقاومة

تتأثر خطوط الاتصالات وخطوط تغذية الطاقة (المخصصة) عن بُعد وخطوط الطاقة الرئيسية في البيئة العملية جراء الصواعق أو خطوط الطاقة. ويرد وصف مختلف درجات التأثير وتدابير الحماية في التوصية [ITU-T K.11]. وبالإشارة إلى قدرة معدات

الاتصالات الموصولة بالموصلات المعدنية على المقاومة، قد تكون هناك متطلبات قدرة مقاومة مختلفة في بيئات مختلفة. مثال ذلك أنظمة الطاقة المختلفة الموصوفة في التوصية [b-ITU-T K.66]. وعلى وجه الخصوص، تفضي أنظمة الطاقة TT وIT غير الموصولة بمطراف التأريض الرئيسي للمبنى (MET) إلى تمورات أعلى بالنسبة إلى المطراف MET. ويتعين على الإدارات أو مشغلي الشبكات تحديد متطلبات قدرة المقاومة الملائمة من أسرة المنتج أو توصيات المنتج. ولاختصار عدد تصاميم المعدات، يتم تحديد المتطلبات الأساسية والمحسّنة فقط في توصيات المنتج في هذه النقطة من الزمن.

وبينما لا توفر توصيات المنتج متطلبات خاصة بشأن قدرة المقاومة، فمن المسلم به أن الشروط الخاصة قد تتوفر حتى عندما لا تكون متطلبات قدرة المقاومة المعززة كافية.

وقد يكون لدى بعض البلدان أنظمة طاقة مختلفة في بعض المناطق أو قد لا يكون من الممكن تركيب معدات الحماية الأولية. وتبين التوصية [b-ITU-T K.98] أن أجهزة الحماية من التمور متعددة الخدمات (MSPD) أسلوب فعال لحماية المعدات ولا سيما المعدات الكائنة في موقع واحد. ولحماية المعدات الموصولة بالكبلات الداخلية الطويلة قد يكون من المرغوب استخدام الأجهزة MSPD لحماية المنافذ الداخلية. وهذه الأجهزة متاحة بسهولة لهذا الغرض. وينبغي مراعاة هذه المعلومات عند اختيار المتطلبات. ومن الأفضل استخدام المتطلبات الأعلى لجميع الأجهزة.

1.5 اشتراط قدرة المقاومة الأساسية

يتعين أن تكون المعدات مناسبة للاستخدام في بيئات التعرض المنخفض، ويتحقق ذلك بفضل الحماية المتأصلة في المعدات. كما يتعين أن تكون المعدات مناسبة للاستخدام في بيئات التعرض العالي، ويتحقق ذلك بفضل الحماية المتأصلة في المعدات والحماية الأولية المضافة المتفق عليها. ويمكن للمنافذ التي تعتمد على تنسيق العزل أن تضيف جهاز تحويل عزل متفق عليه من التوتر الأعلى المحدد بدلاً من الحماية الأولية المتفق عليها.

2.5 اشتراط قدرة المقاومة المعززة

عندما لا تكفي متطلبات القدرة على المقاومة الأساسية بسبب الظروف البيئية أو اللوائح الوطنية أو الاعتبارات الاقتصادية والتقنية أو معايير التركيب أو متطلبات جودة الخدمة، يجوز لمشغلي الشبكات أن يلتمسوا اشتراط قدرة المقاومة المعززة.

ومن أمثلة الحاجة إلى مستويات قدرة على المقاومة "محسّنة" ما يلي:

- يتجاوز مقدار I^2t من تحريض الطاقة وتمورات ارتفاع كمون الأرض (EPR) مقدار $1\ A^2s$.
- لا تكون أجهزة الحماية الأولية الخاصة SPD مركّبة عادة.
- من الصعب تحقيق الربط المتساوي الكمون في أماكن العميل، عندما يكون سلك الربط أطول من 1,5 m مثلاً.
- تشتمل معدات العميل على أكثر من نوع واحد من المنافذ، من قبيل منفذ رئيسي إضافة إلى منفذ اتصالات خارجي أو منفذ طاقة رئيسية إضافة إلى منافذ داخلية.

3.5 اشتراط قدرة المقاومة الخاصة

هنالك ظروف لا تكفي فيها حتى متطلبات القدرة على المقاومة الأساسية بالنسبة لأماكن العميل بسبب الظروف البيئية أو اللوائح الوطنية أو الاعتبارات الاقتصادية والتقنية أو معايير التركيب أو متطلبات جودة الخدمة. عندئذ يجوز لمشغلي الشبكات أن يلتمسوا اشتراط قدرة المقاومة الخاصة.

وينطبق اشتراط قدرة المقاومة الخاصة عندما تتوفر معاً جميع الشروط التالية:

- نظام الطاقة لتكنولوجيا المعلومات IT أو TT،
- لا يتم التأريض والتربيط طبقاً للتوصية [b-ITU-T K.66]،
- الحماية الأولية غير مركّبة طبقاً للتوصية [b-ITU-T K.66] عندما يستدعي الأمر ذلك لدى تقييم المخاطر،
- ثمة صعوبة في تركيب الأجهزة MSPD.

في هذه الحالة، قد يتعين على مشغل الشبكة أن يلتمس متطلبات قدرة مقاومة خاصة. ويتوفر بعض التوجيهات ومستويات الاختبار الممكنة في البند 6.II.

ويحتوي هذا البند الإعلامي 6.II على أوصاف الاختبار ومتطلبات قدرة المقاومة الخاصة. ومن المقترح تعديل متطلبات الاختبار الموصوفة في البند 7 كما هو محدد.

6 حدود المعدات

تستوجب الاختلافات في شتى أنواع المعدات أن يُنظر إلى المعدات على أنها "صندوق أسود" له عدة منافذ، أ، ب، ج، د، ه، و، إلى آخره، والمنفذ E (أرض). ومن الممكن أن تكون بعض أجهزة الحماية متأصلة في المعدات، إما في لوحة الدارات المطبوعة، وما شابه ذلك، أو موصولة بمنافذها. ومن المتوقع، لغرض هذه الاختبارات، أن تحدد الشركات المصنعة حدود "الصندوق الأسود" وأي جهاز حماية يتضمنه ويجب اعتباره جزءاً لا يتجزأ من المعدات (من قبيل بدالة صغيرة في خزانة في الشارع، ومعدد إرسال، ومعدات أماكن العميل CPE، وما إلى ذلك). وبالنسبة لاستخدام مكونات الحماية من ارتفاع التيار داخل الجهاز، انظر الفقرة 1.1.10. وعندما يتوفر أي سلك اتصالات مساعد، بمثابة امتداد أو سلك إشارة أرض مثلاً، ينبغي اعتبار هذه الأسلاك بأنها تزيد من عدد المطاريف أ، ب، ج، د، ه، و، إلى آخره، والمطراف E للأرض، المطلوب اختبارها.

7 شروط الاختبار

1.7 منافذ الواجهات

1.1.7 تصنيف البوابات

هناك ثلاثة منافذ مختلفة: خارجية وداخلية وداخل النظام.

المنافذ الخارجية هي:

1) زوج متناظر؛
2) كبل متحد المحور؛
3) تغذية الطاقة المخصصة؛
4) الطاقة الرئيسية بالتيار المتناوب.

المنافذ الداخلية هي:

1) كبلات زوجية متناظرة غير مدرعة؛
2) كبل مدرع يتضمن أزواجاً متناظرة وغير متناظرة من الكبلات المدرعة والكبلات متحدة المحور؛
3) طاقة تيار مستمر عائم؛
4) طاقة تيار مستمر مؤرض.

ومن المتوقع أن يكون توصيل المنافذ داخل النظام ضمن نظام تبديل مركز اتصالات بكبلات قصيرة أو كبلات مدرعة (شبكة كبلات أو رفوف كبلات، وما إلى ذلك) تحت سيطرة الشركة المصنعة. وبما أن هذه الأنواع من المنافذ لا تتعرض عادةً لفرط التوتر المسبب للتلف، لم يتم تحديد المتطلبات.

2.1.7 بوابات الواجهات

قد تتصل المنافذ بأنواع مختلفة من الكبلات وأنواع مختلفة من الخدمات. وهذا موضح في البند 2.A.

2.7 أنماط الاختبار

يتعين إجراء ما يصل إلى ستة أنواع من الاختبارات على الأجهزة، تبعاً لنوع المنفذ ومعدات التأريض. وهذه الاختبارات هي:

- مستعرضة/تفاضلية (موصل إلى موصل وزوج إلى زوج من أجل الطاقة عبر الإثرنت PoE)؛
- منفذ خارجي إلى الأرض؛
- منفذ خارجي إلى منفذ خارجي؛
- منفذ خارجي إلى منفذ داخلي. يلاحظ أن هذا الاختبار يتم كجزء من اختبار المنفذ الخارجي إلى الأرض؛
- منفذ داخلي إلى الأرض؛
- منفذ داخلي إلى منفذ داخلي. يلاحظ أن هذا الاختبار يتم كجزء من اختبار المنفذ الداخلي إلى الأرض.

1.2.7 مستعرض/تفاضلي

ينبغي إجراء اختبار مستعرض أو تفاضلي على جميع أنواع المنافذ الخارجية في المعدات. ويجري الاختبار مع بعض المنافذ غير المختبرة لكل نوع منفذ له انتهاء.

2.2.7 منفذ خارجي إلى الأرض

ينبغي إجراء اختبارات منفذ خارجي إلى الأرض على جميع المعدات التي لها منافذ خارجية. ويجري هذا الاختبار مع جميع المنافذ غير المختبرة (الداخلية والخارجية) التي لها انتهاء ثم يتكرر لكل نوع من المنافذ الداخلية، المؤرضة عبر عنصر اقتران، كل بدوره.

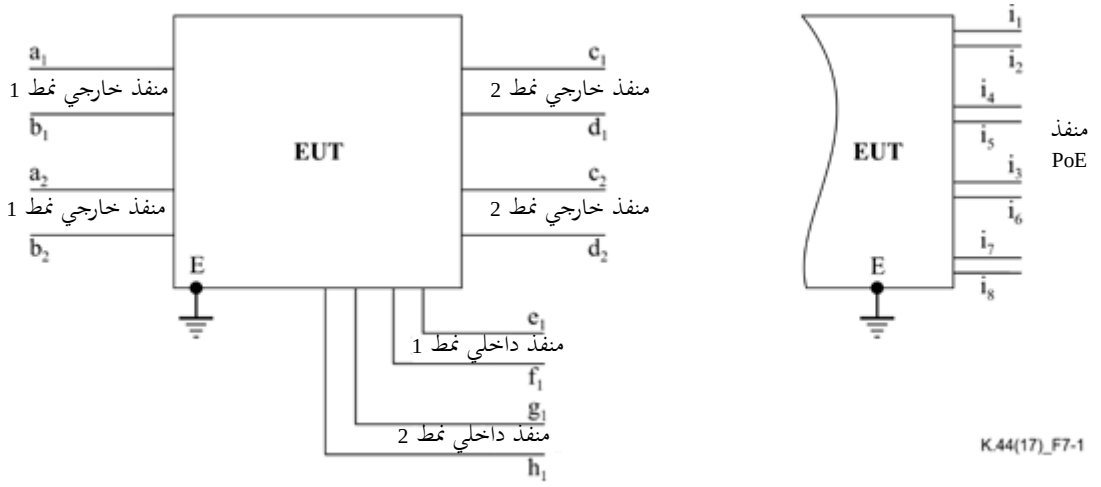
3.2.7 منفذ خارجي إلى منفذ خارجي

ينبغي إجراء اختبارات منفذ خارجي إلى منفذ خارجي على الأجهزة المزودة بأكثر من منفذ خارجي. وعندما تكون المعدات مصممة لكي تستخدم مع توصيل إلى الأرض، تحدد توصية المنتج متى يتعين إجراء الاختبار. ويجري هذا الاختبار في جميع المنافذ غير المختبرة (الداخلية منها والخارجية) التي لها انتهاء، مع كل نوع من المنافذ الخارجية، بما في ذلك منفذ من نفس النوع، مؤرض من خلال عنصر اقتران، كل بدوره.

ومن الضروري، في الاختبار من منفذ خارجي إلى منفذ خارجي، اعتبار ما يلي بمثابة المنفذ الثاني:

1) الخطوط/الأزواج الأخرى لنوع المنفذ قيد الاختبار (من قبيل الزوج 1 إلى الزوج 2 من نوع المنفذ 1)؛
2) الخطوط/الأزواج لأنواع منافذ أخرى (من قبيل الزوج 1 من نوع المنفذ 1 إلى الزوج 1 من نوع المنفذ 2).

ويرد في الشكل 7-1 مثال على تسلسل الاختبار. ويحتوي البند 2.A على بعض الأمثلة عن مختلف المنافذ وتسلسل الاختبار.



مثال لتسلسل اختبار

$a_1 – b_1$ (اختبار مستعرض/تفاضلي)

$a_1/b_1 – E$ (اختبار منفذ خارجي إلى الأرض)

$a_1/b_1 – E$ مع e_1/f_1 مقترنة بالأرض E (اختبار منفذ خارجي إلى الأرض مع منفذ داخلي مقترن بالأرض)

$a_1/b_1 – c_1/d_1$ مع وصلة أرض E منفصلة (اختبار منفذ خارجي إلى منفذ خارجي مع منفذ خارجي مقترن بالأرض)

$e_1/f_1 – E$ (اختبار منفذ داخلي إلى الأرض)

$e_1/f_1 – E$ (اختبار منفذ داخلي إلى الأرض مع منفذ داخلي مقترن بالأرض)

$i_1/i_2/i_3/i_6/i_4/i_5/i_7/i_8 – E$ (اختبار منفذ طاقة عبر الإثرنت PoE إلى الأرض)

$i_1/i_2/–i_3/i_6/$ أو $i_4/i_5/ – i_7/i_8$ (اختبار زوج طاقة إلى زوج طاقة مستعرض/تفاضلي عبر الإثرنت PoE)

الشكل 7-1 – مثال لتسلسل اختبار

4.2.7 منفذ داخلي إلى الأرض

تجرى اختبارات المنفذ الداخلي إلى الأرض على جميع أنواع المنافذ الداخلية المصنفة كمنفذ داخلي (انظر البند 1.2.A)، ما لم تستبعد بموجب توصية المنتج. ويجرى هذا الاختبار مع بعض المنافذ غير المختبرة لكل نوع منفذ له انتهاء ثم مع كل نوع من المنافذ الداخلية المقترنة بالأرض، كل بدوره.

3.7 شروط الاختبار

تنطبق الشروط التالية على جميع الاختبارات المحددة في البند 10.

1) جميع الاختبارات هي اختبارات نوعية وتجري في ظروف تشغيل قياسية ما لم يحدد خلاف ذلك في أسرة المنتج أو توصية المنتج.

2) ينبغي على الشركة المصنعة تحديد هوية المنافذ التي يتعين عندها تطبيق الاختبارات على الأجهزة:

- a وb، وc وd، وe وf، وهكذا، لمنافذ أزواج متناظرة وحيدة مختلفة؛
- a_1 إلى a_n وb_1 إلى b_n، وc_1 إلى c_m، وd_1 إلى d_m، وe_1 إلى e_p، وf_1 إلى f_p، وهكذا، لمنافذ أزواج متناظرة متعددة مختلفة؛
- المركزية والمحيطية لمنافذ الكبلات المتحدة المحور؛
- dpf_1 وdpf_2، وهكذا، لمنافذ تغذية الطاقة المخصصة؛
- L_1 وL_2 وL_3 وN لمنافذ الطاقة الرئيسية؛
- يستخدم الحرف E لتحديد النقطة على المعدات الموصولة تحديداً بأمان الأرض. ويلاحظ في بعض تشكيلات الاختبار أن هذه النقطة لا تكون موصولة بأمان الأرض.

الأجزاء المبينة في مخططات الاختبار هي:

- عودة المولد/الأرض التي تستخدم لتعيين نقطة مرجعية مشتركة موصولة بأمان الأرض. وقد يكون هذا التوصيل بأمان الأرض في بعض الحالات عن طريق مولد الاختبار.
- يُستخدم شريط المرجع للمعدات قيد الاختبار (EUT) لتعيين شريط الربط من أجل هذه المعدات.

3) يجب إجراء الاختبارات أثناء تشغيل المعدات، والاستثناء الوحيد لذلك هو أثناء اختبار التلامس بالطاقة. ويلاحظ أنه إذا أجري اختبار التلامس بالطاقة دون توصيل الجهاز بالطاقة، فيجب ألا يؤثر ذلك على نتيجة الاختبار. ويجب اختبار المعدات في أي حالة تشغيل لفترة معقولة، انظر البند 4.2.A. ولإثبات الامتثال، قد يتعين اختبار المعدات مع كل من المنافذ المختبرة وغير المختبرة ذات الانتهاء ومع المنافذ غير المختبرة المقترنة بالأرض، انظر البندين 5.A و5.1.I. ويلاحظ، من أجل اختبار منفذ الإثرنت، أنه قد تم اختبار الجهاز من حيث التمور في حالة التلامس بالطاقة، ولكن دون التوصيل بشبكة LAN. وبعد اختبار التمور وأي مقاومة للعزل يتم التحقق من أداء المعدات المختبرة مع شبكة LAN موصولة.

4) تشمل نقاط الانتهاء للمنافذ المختبرة وغير المختبرة معدات مساعدة، مثل LI أو LT أو NT أو CPE أو مصدر طاقة أو جهاز محاكاة أو انتهاء سلبي. وإذا لم يكن من الضروري توصيل المعدات المساعدة للتحقق من أن المعدات قيد الاختبار (EUT) ستقاوم توتر الاختبار، يمكن إجراء الاختبار دون توصيل المعدات المساعدة. وفي الحالات التي قد تحدث فيها نقاط انتهاء مختلفة، مع حماية أساسية أو بدونها مثلاً، يتعين النظر في هذه النقاط، انظر البند 5.1.I. وتستخدم عناصر فك الاقتران لمنع التمور من إتلاف المعدات المساعدة أو نقاط الانتهاء.

5) قد يحتاج الأمر إلى اختبار المنافذ بعدد محدود من المنافذ غير المختبرة من نفس النوع ومن أنواع مختلفة مؤرضة من أجل التأكد من أن المعدات تفي بمعايير القبول المحددة. وتُستخدم عناصر الاقتران لتأريض المنفذ المناسب كما هو مطلوب في النقطتين 7 و8 أدناه.

6) يجب إجراء اختبارات مستعرضة/تفاضلية بمنفذ واحد على الأقل لكل نوع من أنواع المنافذ ذات الانتهاء، باستثناء المنافذ الداخلية.

7) يجب إجراء اختبارات المنفذ الخارجي إلى الأرض بدون اقتران بالأرض على المنافذ غير المختبرة وكذلك مع كل نوع من المنافذ الداخلية المقترنة بالأرض، كل بدوره.

8) يجب إجراء اختبارات المنفذ الخارجي مع كل نوع من المنافذ الخارجية، بما في ذلك في منفذ من نفس النوع، بالاقتران بالأرض، كل بدوره.

9) يجب تطبيق كل اختبار بعدد المرات المشار إليها في توصية المنتج أو أسرة المنتج. وينبغي عكس قطبية اختبارات التمور الناجم عن الصواعق بين التمورات المتتالية. وينبغي أن يكون الفاصل الزمني بين الاختبارات المتتالية على نفس المنفذ حوالي دقيقة واحدة. كما يجب تطبيق الاختبارات على فترات زمنية أطول، إذا لزم الأمر، للتأكد من أن المعدات تفي بمعايير القبول المحددة للتمورات التي تحدث على فترات تتجاوز دقيقة واحدة. مثال ذلك هو التأكد من أن نجاح المعدات عندما يتم تطبيق جميع معاملات الحرارة الموجبة (PTCs) في درجة حرارة التشغيل العادية.

10) عند تطبيق الاختبار المستعرض/التفاضلي بين مطرافين، يجب توصيل أحد المطرافين بمولد التمور ويجب توصيل المطراف الآخر بالأرض. ثم يتكرر الاختبار في المطاريف المتبادلة.

11) ينبغي إجراء اختبارات التحريض الكهربائي على ترددات نظام الطاقة الكهربائية أو أنظمة السكك الحديدية المكهربة المستخدمة في بلد التطبيق.

12) في جميع الحالات التي يتحدد فيها الحد الأقصى للتوتر أو التيار أو I^2t، يجب إجراء الاختبارات أيضاً في قيم أقل للتأكد من أن المعدات تفي بمعايير القبول المحددة لأي توتر أو تيار أو I^2t حتى القيمة القصوى المحددة. ويمكن التأكد من أن الجهاز يتوافق مع المتطلبات في توترات أقل من $U_{c(max)}$ باستخدام أي من الطريقتين الموضحتين أدناه:

- الاستعانة بمعرفة عناصر الحماية. إذ يقدم البند I.1 مثالاً لكيفية إجراء اختبارات التحريض بالصواعق والطاقة في نقاط اختبار محددة لضمان توافق المعدات مع متطلبات توصية المنتج. وعند إجراء الاختبارات فقط بقيم قصوى، يجب بيان السبب في تقرير الاختبار، بالإشارة مثلاً إلى أن المعدات لا تحتوي على أجهزة حماية ثانوية من نوع التحويل.
- استخدام مستويات الاختبار المحددة كما هو موضح في التوصية [b-IEC 61643-21]. وفي حالة استخدام هذه الطريقة، يجب إجراء الاختبارات بنسبة 20% و30% و45% و60% و75% و90% و100% من $U_{c(max)}$.

وعندما تسمح توصيات المنتج باختبار مخفض، اختبارات التوصيل بالطاقة مثلاً، يجب إجراء العدد الكافي من الاختبارات للتأكد من أن المعدات تفي بمعايير القبول المحددة.

ملاحظة – تشتمل المكونات الخاصة التي يجب أخذها في الاعتبار أثناء الاختبار على جهاز الحماية الأولية، وأجهزة الحماية المتأصلة التبديلية أو الارتجاعية، ومعاملات الحرارة الموجبة (PTC) والفواصم المنصهرة.

وعند استخدام مقاومات الفواصم المنصهرة، يجب تطبيق الاختبارات على طائفة من سويات الاختبار لضمان اختبار الحالة الأسوأ.

13) يمكن استخدام مكونة حماية أولية جديدة (جهاز حماية اختبار خاص أو حماية أولية متفق عليه) إذا كان يعتقد أو يعرف حدوث انحطاط في جهاز الحماية.

14) عندما يكون للمكونات اختلافات كبيرة في الخصائص التي يمكن أن تؤثر في مستوى القدرة على المقاومة في المعدات، من قبيل معاملات الحرارة الموجبة (PTCs) التي قد تختلف مقاومتها الباردة من 2 إلى 7 Ω مثلاً، عندئذ ينبغي إجراء اختبارات على المعدات التي تستخدم مكونة الحالة الأسوأ أو استخدام أي طريقة أخرى تحقق الهدف. ومكونة الحالة الأسوأ هي التي تتسبب في تخفيض مستوى القدرة على المقاومة إلى الحد الأدنى.

15) يجب اختبار البطاقات في فتحة واحدة أو أكثر حسب الضرورة للتأكد من أن المعدات تفي بمعايير القبول المحددة.

16) إذا كانت البطاقة تحتوي على منفذين أو أكثر، عندئذ يتعين اختبار منفذ واحد فقط لإجراء اختبارات المنافذ الوحيدة.

4.7 المخططات البيانية للاختبار

يرجى الرجوع إلى الملحق A.

8 تنسيق الحماية

1.8 اعتبارات عامة

درجت الممارسة الحالية، بالنسبة للمعدات المركبة في بيئة أكثر تعرضاً، على حماية المنافذ الموصولة بالموصلات المعدنية الخارجية باستعمال حاميات أولية مثل أنابيب تفريغ الغاز (GDT)، أو الموانع المتينة (SSA) أو فاريستور الأكسيد المعدني (MOV). وأفضل مكان لإدخال الحماية الأولية هو حدود المبنى أو المأوى أو غرفة المعدات. وهذا ليس ممكناً دائماً ولكن يجب بذل كل جهد ممكن لوضع الحماية الأولية في أقرب مكان ممكن من نقطة دخول الكبلات إلى المبنى أو المأوى أو غرفة المعدات. ويجب أن تتوافق خصائص أجهزة الحماية الأولية (SPD) هذه مع متطلبات التوصيات [ITU T K.12] أو [ITU T K.28] أو [IEC 61643-12].

وتنسيق الحماية الأولية مطلوب لضمان توافق المعدات مع الحماية الأولية. والحماية الأولية إثرنت التي تعتمد على محول عازل لمنع تمورات التوتر بأسلوب طولاني/مشترك لا تحوّل التيار نحو الأرض مثل أجهزة الحماية الأولية (SPD). ومن الأفضل وضع هذا النوع من أجهزة حماية الإثرنت بالقرب من المنفذ الذي تحميه.

2.8 الصواعق

لتحقيق التنسيق للحماية من التمورات الناجمة عن الصواعق، يجب حدوث ما يلي:

- يجب أن توفر الحماية المتأصلة ضمن المعدات الحماية حتى مستوى التوتر الذي تعمل عنده الحماية الأولية المتفق عليها لتوترات مولدات أقل من $U_{c(max)}$ المحددة في توصية المنتج أو أسرة المنتج.
- يجب أن تعمل الحماية الأولية وأن تحمي المعدات بين هذا التوتر وتوتر المولد $U_{c(max)}$.
- يجب أن تمتثل المعدات للمعيار المحدد لتوصية المنتج أو أسرة المنتج.
- تستخدم اختبارات تنسيق التمورات الناجمة عن الصواعق جهاز حماية الاختبار الخاص (انظر البند 4.8)، بدلاً من جهاز الحماية الأولية، للسماح باستخدام عامل أمان أثناء الاختبارات. ويشمل عامل الأمان هذا: أقصى توتر لجهاز الحماية الأولية، ومجالات التسامح في مكونات المعدات، وعدد عينات الاختبار وأثر النبضات المتعددة. وعند وضع تيار المولد بحيث يساوي $U_{c(max)}$ من توصية المنتج أو أسرة المنتج، يجب أن يعمل جهاز حماية الاختبار الخاص. وبالطبع، قد يعمل جهاز حماية الاختبار الخاص أيضاً بقيم أدنى من $U_{c(max)}$.
- يجب أن يكون للحماية الأولية للإثرنت التي تعتمد على محوال عازل لمنع تمورات التوتر بالأسلوب الطولاني/المشترك توتر نبضي أكبر من أعلى توتر للتمور المتوقع. ولا يحتوي ترتيب الحماية هذا بالضرورة على تحمل توتر نبضي يساوي مجموع ما يتحمله المنفذ وجهاز الحماية كما هو موضح في البند 5.8.II.

1.2.8 أجهزة الحماية الأولية الخاصة (SPD) التي تتمتع بخاصية تبديل

يتم التنسيق مع نمط جهاز SPD تبديلي عند تفعيل جهاز حماية الاختبار الخاص (انظر البند 1.4.8) بمقدار U_c دون المستوى الأقصى المحدد في أسرة المنتج أو توصية المنتج ذات الصلة، من أجل الاختبار بمقدار الحماية الأولية المتفق عليها، ويمتثل الجهاز للمعيار المحدد في تلك التوصية.

2.2.8 أجهزة الحماية الأولية الخاصة (SPD) التي تتمتع بخاصية اللقط

يتم التنسيق مع جهاز حماية SPD من نمط اللاقط عندما تمتثل المعدات لمعيار معين في توصية المنتج عند اختباره بواسطة جهاز حماية الاختبار الخاص (انظر البند 2.4.8) عند اختباره عند الحد الأقصى من التوتر والتيار في اختبار التنسيق، أي عندما يقوم جهاز الحماية الأولية (SPD) بتوصيل القدر الأقصى من التيار.

3.8 تحريض الطاقة وارتفاع كمون الأرض وتلامس الطاقة

تتحقق الحماية من التحريض الكهربائي وارتفاع كمون الأرض (EPR)، نتيجة لخلل في تأريض الطاقة، بواسطة الحماية المتأصلة أو توليفة من الحماية المتأصلة والحماية الأولية المتفق عليها.

ويجب أن تتحقق الحماية من تلامس الطاقة بفضل الحماية المتأصلة ما لم تكن المعدات مصممة لكي تستخدم دوماً مع الحماية الأولية. وفي هذه الحالة، تتوفر الحماية من خلال توليفة من الحماية المتأصلة والحماية الأولية المتفق عليها.

وقد تكون معاوقة الدخل إلى الأرض لكل من المدخلين a وb في بعض المعدات منخفضة عند تفعيل الحماية المتأصلة من فرط التوتر. وفي هذه الحالة، قد يكون التوتر عبر المعاوقة إلى الأرض، الذي يسببه تدفق التيار أثناء تحريض الطاقة أو ارتفاع كمون الأرض (EPR)، منخفضاً للغاية بحيث لا يمكن تفعيل الحماية الأولية. وإذا لم يتم تفعيل الحماية الأولية، فقد يتسبب التسخين الداخلي في تلف المعدات.

وينبغي أن يتم الاختبار في مستويات من التيار المتناوب تؤدي إلى حالات من فرط التوتر بالكاد دون عتبة التوتر المحدد لها. وينبغي لهذه الشروط بشأن أجهزة الحماية الأولية وأي من أجهزة الحماية الثانوية أن ترفع إلى الحد الأقصى من سوية تبدد الطاقة وارتفاع درجة الحرارة في المعدات.

4.8 جهاز حماية الاختبار الخاص

يجب أن يكون لجهاز حماية الاختبار الخاص سلوك مماثل لسلوك جهاز الحماية الأولية المتفق عليه.

1.4.8 جهاز الحماية من النمط التبديلي

يجب أن يكون توتر تشغيل التيار المستمر لجهاز حماية الاختبار الخاص مساوياً لمقدار 1,15 مرة الحد الأقصى المحدد لتوتر تشغيل التيار المستمر، بعد قيمة اختبار العمر، لجهاز حماية الاختبار المتفق عليه. ومدى التسامح في توتر الإطلاق هذا هو ±5%. وينبغي أن يكون له أيضاً نبض مماثل لنسبة تشغيل التيار المستمر لجهاز حماية الاختبار المتفق عليه. وقد يستخدم المصنّع جهاز حماية اختبار خاص له توتر تشغيل أعلى.

2.4.8 جهاز الحماية من النمط اللاقط

يجب أن يكون توتر تشغيل التيار المستمر لجهاز حماية الاختبار الخاص مساوياً لمقدار 1,15 مرة الحد الأقصى المحدد لتوتر اللقط في جهاز الحماية الأولية المتفق عليه. ومدى التسامح في توتر اللاقط هذا هو ±5%. وقد يستخدم المصنّع جهاز حماية اختبار خاص له توتر تشغيل أعلى.

3.4.8 النمائط المتعددة المراحل

عندما تكون الحماية الأولية عبارة عن نميطة متعددة المراحل، تستبدل الحماية الأولية بنميطة اختبار خاصة تستخدم المكونات طبقاً للبندين 1.4.8 و2.4.8.

5.8 اختيار جهاز الحماية الأولية المتفق عليه

يتعين تزويد مكان الاختبار أو المختبر بخصائص جهاز الحماية الأولية "المتفق عليه" للمعدات قيد الاختبار لكي يمكن اختيار جهاز حماية الاختبار الخاص. وترد المعلومات بشأن كيفية اختيار جهاز الحماية الأولية "المتفق عليه" من أجل صمامات التفريغ الغازية (GDT) في التوصية [ITU-T K.12].

9 معايير القبول

ثمة معياران للقبول معترف بهما:

- المعيار A – يجب أن تتحمل المعدات الاختبار دون حدوث تلف وأن تعمل ضمن حدود الأداء المحددة للشركة الصانعة بعد الاختبار دون الحاجة إلى قيام المشغل أو المستعمل بإعادة وصل المعدات بالطاقة أو تهيئة معلمات البرمجية أو معدات الحاسوب أو إزالة بطاقات الدارات المطبوعة. ويجب ألا يؤثر الاختبار على استمرار تشغيل الأجزاء الأخرى من الأجهزة والبرمجيات، ولكن يمكن التسامح بانحطاط مؤقت في الأداء. ومع ذلك، قد يحتاج المستخدمون إلى إعادة تهيئة خدمة ما، من قبيل إعادة إجراء نداء أو معاودة بدء تنزيل. وينبغي التأكد من أن جميع مكونات المعدات (المنافذ ووحدة المعالجة والشاشة وشبكة WLAN وما إلى ذلك) تستمر في العمل دون أي قيود بعد التمور.

  وقد يؤدي تشغيل الحماية من فرط التيار مؤقتاً إلى تعطيل تشغيل بعض المنافذ مؤقتاً. وقد لا تصبح الخدمة متاحة على الفور مباشرة بعد إعادة تهيئة الحماية، فقد يحتاج الأمر إلى إعادة تدريب مثلاً. ومن المتوقع أن تكون جميع المنافذ قادرة على العمل اعتيادياً في غضون بضع دقائق.

  وإذا أجري اختبار التلامس بالطاقة دون وصل المعدات بالطاقة، فإن ذلك يجب ألا يؤثر على نتيجة الاختبار. وبعد الاختبار، يجب أن يعمل النظام ضمن حدود الأداء المحددة.
- المعيار B – يجب ألا تؤدي الاختبارات إلى خطر الحريق، وعلى وجه الخصوص:
  - في حالة اندلاع لهب، يجب ألا ينتشر خارج نطاق المعدات؛

- يجب ألا ينبعث عن المعدات مواد ساخنة، مثل المعادن المنصهرة.

ويجب أن يقتصر أي تلف، إذا حدث، على جزء صغير من المعدات.

ويمكن استخدام مؤشر مرشاح. وفي هذه الحالة يجب ألا ينال الاختبار من السلامة الهيكلية للمرشاح جراء الاشتعال أو الحرق أو الطرد القوي للشظايا أو المواد المنصهرة فيه.

10 الاختبارات

يتناول الملحق A البحث في مولدات الاختبار ودارات الاختبار وعناصر الاقتران وفك الاقتران ونقاط انتهاء المنافذ.

وترد في التذييل I بعض الاعتبارات التي تبرر مقترحات الاختبار. ويمكن تعديل استجابة المعدات للتمورات بواسطة معاوقة دخل المعدات. ولتفسير هذا التأثير، يشتمل التذييل I على نموذج دارة وسويات آنية للتوتر عند نقاط مختلفة في الدارة لإظهار تأثير معاوقة الدخل. وهذه القيم مدرجة للإيضاح فقط ولا تشكل أي جزء من هذه التوصية.

ويشتمل الجدول 1 على أنماط المنافذ. وتتقاسم دارات اتصالات التغذية عن بُعد نفس المنفذ الذي تستخدمه الإشارة.

وتبعاً للمعدات المستخدمة، فإن منفذ الطاقة على الإثرنت (PoE) إما يبعث الطاقة أو يتلقاها. ويجوز أن تستخدم قاعدة الإرسال 10/100 الأزواج الاحتياطية أو أزواج الإشارة.

الجدول 1 – أنماط المنافذ

نمط المنفذ		نمط الاختبار	مثال
خارجي	زوج متناظر	صاعقة	واجهة عميل تماثلية
		تحريض طاقة وارتفاع كمون الأرض	واجهة ISDN بمعدل أساسي دارات تغذية طاقة نائية
		توصيل بالطاقة الرئيسية	واجهة xDSL
	كبل متحد المحور	صاعقة	واجهة ISDN بمعدل أولي
		تحريض طاقة وارتفاع كمون الأرض	دارات تغذية طاقة نائية
	تغذية طاقة مكرسة (تيار متناوب، تيار مستمر)	صاعقة	واجهة تغذية طاقة في وحدة/ انتهاء شبكة بصرية
		تحريض طاقة وارتفاع كمون الأرض	
	طاقة رئيسية، تيار متناوب	صاعقة	طاقة رئيسية، تيار متناوب
		ارتفاع كمون الأرض وارتفاع كمون محايد	
داخلي	كبل غير مدرع	صاعقة	
	كبل مدرع (بما فيه كبل متحد المحور)	صاعقة	
	واجهة طاقة، تيار مستمر	صاعقة	

وتحتوي أزواج منافذ الإثرنت على مكونات مشتركة في شبكة الإنهاء "Smith" والوظائف التكيفية تبعاً لمعدل بيانات LAN. ويتم اختبار منافذ الإثرنت مع تطبيق التمور في آن واحد على جميع الأزواج. ومنافذ الطاقة عبر الإثرنت (PoE) هي حالة خاصة ولديها اختبار مستعرض/تفاضلي فريد حيث يتم تطبيق التمور على أزواج التغذية وعودة الطاقة.

ويرد في الجدول 2 ملخص للاختبارات القابلة للتطبيق. وتشير الأرقام الواردة في أعمدة "نمط المنفذ"، مثل 2.1.10، إلى رقم البند المناسب في هذه التوصية الذي يناقش هذا الاختبار. وتشير عبارة "لا ينطبق" إلى أن الاختبار غير قابل للتطبيق. وتعني عبارة "قيد الدراسة" أن قطاع تقييس الاتصالات لا يزال يدرس هذا الاختبار.

وتشير عبارات "مستعرض/تفاضلي" أو "منفذ إلى الأرض" أو "منفذ إلى منفذ خارجي" إلى ما إذا كان التمور يتم تطبيقه بشكل مستعرض/تفاضلي (أي خط إلى خط، أو خط إلى درع، أو في أسلوب تفاضلي)، أو منفذ إلى الأرض (خط إلى الأرض أو في أسلوب شائع)، أو منفذ إلى منفذ خارجي (منفذ إلى منفذ مع تعويم مرجع الأرض).

وتشير كلمة "وحيد" و "متعدد" إلى عدد الأزواج التي يجري اختبارها. ولإجراء اختبار على منفذ خارجي أو داخلي مع زوج وحيد (منفذ زوج وحيد)، يتم تطبيق اختبار التمور على هذا الزوج (انظر الشكل 2.A-6).

وإذا كانت هناك منافذ خارجية مختلفة من نفس النمط، عندئذ يتم تكرار اختبار التمور (الصاعقة فقط) على العدد المحدد من أزواج ذلك النمط من المنافذ في آن واحد، انظر الشكل 2.A-6.

ولإجراء اختبار على منفذ خارجي مع أزواج متعددة (منفذ متعدد الأزواج)، يتم تطبيق اختبار التمور على كل زوج كما في اختبار على منفذ زوج وحيد، انظر الشكل 2.A-7.

ثم يتم تكرار اختبار التمور (الصاعقة فقط) على العدد المحدد من أزواج ذلك المنفذ في آن واحد، انظر الشكل 2.A-7.

ولإجراء اختبار على منتج له منافذ خارجية يتألف من أنماط مختلفة من الواجهات، كل منها موصول بزوج وحيد أو أزواج متعددة، يتم تطبيق اختبار التمور على كل زوج بالنسبة للاختبار على منفذ زوج وحيد، انظر الشكل 2.A-8.

ثم يتم تكرار اختبار التمور (الصاعقة فقط) على العدد المحدد من الأزواج في آن واحد، انظر الشكل 2.A-8.

وبالنسبة لاختبارات التمور في منفذ داخلي مع زوج وحيد أو أزواج متعددة، يتم تطبيق اختبار التمور (الصاعقة فقط) على جميع أزواج هذا المنفذ في آن واحد، انظر الشكل 2.A-9.

وثمة المزيد من المعلومات والأمثلة في البند 2.A.

الجدول 2a – الاختبارات المنطبقة من أجل المنافذ الخارجية

نمط الاختبار	عدد الأزواج المختبرة في آن واحد	أسلوب الاختبار	الحماية الأولية	نمط المنفذ			
				منفذ متناظر	منفذ متحد المحور	منفذ تغذية الطاقة المخصصة	منفذ الطاقة الرئيسية
توتر الصاعقة	وحيد	مستعرض/تفاضلي	لا	1.1.1.10	1.2.10	1.3.10	1.4.10
		منفذ إلى الأرض	لا	1.1.1.10	لا ينطبق	1.3.10	1.4.10
		منفذ إلى منفذ خارجي	لا	1.1.1.10	لا ينطبق	1.3.10	1.4.10
		مستعرض/تفاضلي	نعم	1.1.1.10	1.2.10	1.3.10	1.4.10
		منفذ إلى الأرض	نعم	1.1.1.10	لا ينطبق	1.3.10	1.4.10
		منفذ إلى منفذ خارجي	نعم	1.1.1.10	لا ينطبق	1.3.10	1.4.10
	متعدد	منفذ إلى الأرض	لا	2.1.1.10	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق
		منفذ إلى منفذ خارجي	لا	2.1.1.10	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق
		منفذ إلى الأرض	نعم	2.1.1.10	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق
		منفذ إلى منفذ خارجي	نعم	2.1.1.10	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق
تيار صاعقة	وحيد	مستعرض/تفاضلي	لا	لا ينطبق	2.2.10	لا ينطبق	لا ينطبق
		منفذ إلى الأرض	لا	2.1.10	لا ينطبق	2.3.10	لا ينطبق
		منفذ إلى منفذ خارجي	لا	2.1.10	لا ينطبق	2.3.10	لا ينطبق
		مستعرض/تفاضلي	نعم	لا ينطبق	2.2.10	لا ينطبق	لا ينطبق
		منفذ إلى الأرض/درع	نعم	لا ينطبق	3.2.10	لا ينطبق	لا ينطبق
		منفذ إلى منفذ خارجي/درع	نعم	لا ينطبق	3.2.10	لا ينطبق	لا ينطبق
	متعدد	منفذ إلى الأرض	لا	2.1.10	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق
		منفذ إلى منفذ خارجي	لا	2.1.10	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق

الجدول 2a – الاختبارات المنطبقة من أجل المنافذ الخارجية (*تتمة*)

نمط الاختبار	عدد الأزواج المختبرة في آن واحد	أسلوب الاختبار	الحماية الأولية	نمط المنفذ			
				منفذ متناظر	منفذ متحد المحور	منفذ تغذية الطاقة المخصصة	منفذ الطاقة الرئيسية
تحريض الطاقة و/أو ارتفاع كمون الأرض	وحيد	مستعرض/تفاضلي	لا	3.1.10	4.2.10	3.3.10	لا ينطبق
		منفذ إلى الأرض	لا	3.1.10	لا ينطبق	3.3.10	2.4.10 قيد الدراسة
		منفذ إلى منفذ خارجي	لا	3.1.10	لا ينطبق	3.3.10	2.4.10 قيد الدراسة
تحريض الطاقة و/أو ارتفاع كمون الأرض	وحيد	مستعرض/تفاضلي	نعم	3.1.10	10.2.4	3.3.10	لا ينطبق
		منفذ إلى الأرض	نعم	3.1.10	لا ينطبق	3.3.10	قيد الدراسة
		منفذ إلى منفذ خارجي	نعم	3.1.10	لا ينطبق	3.3.10	قيد الدراسة
ارتفاع كمون محايد	وحيد	منفذ إلى الأرض	لا	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	3.4.10
		منفذ إلى منفذ خارجي	لا	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	3.4.10
توصيل مع الطاقة الرئيسية	وحيد	مستعرض/تفاضلي	لا	4.1.10	لا ينطبق	4.3.10	لا ينطبق
		منفذ إلى الأرض	لا	4.1.10	لا ينطبق	4.3.10	لا ينطبق
		منفذ إلى منفذ خارجي	لا	4.1.10	لا ينطبق	4.3.10	لا ينطبق

الجدول 2b- الاختبارات المنطبقة من أجل المنافذ الداخلية

نمط الاختبار	الحماية الأولية	نمط المنفذ			
		كبل غير مدرع	كبل مدرع	واجهة طاقة تيار مستمر عائمة	واجهة طاقة تيار مستمر مؤرضة
توتر صاعقة	لا	1.5.10	2.5.10	3.5.10	4.5.10

1.10 منفذ زوج متناظر خارجي

1.1.10 توتر الصواعق

بالنسبة للمعدات ذات مكونات الحماية العالية التي تحمل التيار، والتي تلغي الحاجة إلى الحماية الأولية، ينطبق ما يلي:

- إذا كانت هذه المكوّنة قابلة للإزالة، يطبق استثناء للبند 6 ويجب إزالتها واستبدالها بجهاز حماية الاختبار الخاص من أجل اختبارات التنسيق، انظر البند 4.8.
- إذا كانت هذه المكوّنة غير قابلة للإزالة، تجرى جميع الاختبارات مع الحماية المزودة، ويجب على الشركة المصنعة تقديم تقرير اختبار لإثبات أن اختبارات التنسيق قد أجريت باستخدام جهاز حماية الاختبار الخاص أثناء اختبارات التصميم.

1.1.1.10 زوج وحيد

يتحقق اختبار الصواعق للمنفذ الوحيد من أن كل منفذ من المعدات لديه المستوى المطلوب من القدرة على مقاومة فرط التوتر. ويجب إجراء اختبارات المستعرض/التفاضلي والمنفذ إلى الأرض والمنفذ إلى منفذ خارجي. وبالنسبة لمنافذ الطاقة عبر الإثرنت (PoE)، التي تجمع بين الإشارة والطاقة، يجري تطبيق الاختبار المستعرض/التفاضلي على أزواج التغذية ومعاودة وصل الطاقة.

2.1.1.10 أزواج/منافذ متعددة

يتحقق اختبار التمور الناجم عن الصواعق في الأزواج/المنافذ المتعددة من أن الجهاز لديه المستوى المطلوب من القدرة على المقاومة عند حدوث تمور من فرط التوتر على عدد من الأزواج أو منافذ في آن واحد، مما قد يؤدي إلى تدفق تيار مرتفع إلى مكونة مشتركة أو جزء من المعدات.

ويتم تحديد عدد الأزواج أو المنافذ أو النسبة المئوية منها التي يتعين اختبارها في آن واحد في توصية المنتج أو أسرة المنتج.

ويجب تنفيذ اختبار كل من المنفذ إلى الأرض والمنفذ إلى منفذ خارجي.

ويجب توخي الحذر في حالة عدم توصيل أجهزة الحماية الخاصة (SPD) بالأرض. وينبغي ألا يُسمح للتوتر عند دخل الجهاز بتجاوز قيمة $U_{c(max)}$ في اختبار المنفذ الوحيد.

2.1.10 تيار الصواعق

يتحقق اختبار فرط التيار من أن الجهاز لديه المستوى المطلوب من القدرة على المقاومة المتأصلة عند تثبيت مكونات حماية عالية تحمل التيار داخل الجهاز لنفي الحاجة إلى الحماية الأولية. ويتحقق هذا الاختبار من تنسيق أجهزة الحماية من التيار العالي، المتأصلة في الجهاز، مع الموصلات ومسارات الدارات المطبوعة، وما إلى ذلك. ويتحدد اختبار فرط التيار في توصية المنتج أو أسرة المنتج.

وعند تطبيق الاختبار على أسلاك متعددة، يجب توخي الحذر للتأكد من تقسيم التيار بالتساوي بين الأسلاك. وينبغي توخي الحذر بشكل خاص للتأكد من أن تشغيل جهاز حماية واحد أو أكثر لا يمنع تشغيل أجهزة الحماية الأخرى.

ويجب تنفيذ اختبار كل من المنفذ إلى الأرض والمنفذ إلى منفذ خارجي.

3.1.10 تحريض الطاقة وارتفاع كمون الأرض

يجب إجراء اختبارات المستعرض/التفاضلي والمنفذ إلى الأرض والمنفذ إلى منفذ خارجي.

وإذا كان الجهاز يحتوي على مكونات حماية تحمل التيار المرتفع، مما يلغي الحاجة إلى الحماية الأولية، ينطبق ما يلي:

- إذا كانت المكوّنة قابلة للإزالة، يطبق استثناء للبند 6 ويجب إزالتها واستبدالها بجهاز حماية الاختبار الخاص من أجل الاختبارات المتأصلة واختبارات التنسيق، انظر البند 4.8.

- إذا كانت المكوّنة غير قابلة للإزالة، يتم تنفيذ جميع الاختبارات مع الحماية المزودة، ويجب على الشركة المصنعة تقديم تقرير اختبار لإثبات أن الاختبارات المتأصلة واختبارات التنسيق قد أجريت باستخدام جهاز حماية الاختبار الخاص أثناء اختبارات التصميم.

4.1.10 اختبارات التلامس مع الطاقة الرئيسية

يجب إجراء اختبارات المستعرض/التفاضلي والمنفذ إلى الأرض والمنفذ إلى منفذ خارجي. وإذا كان الجهاز يحتوي على مكونات حماية تحمل التيار المرتفع، مما يلغي الحاجة إلى الحماية الأولية، ينطبق ما يلي:

- إجراء الاختبار مع الحماية كما هو موضح من قبل الشركة المصنعة. والتأكد من أن الحماية تعمل أثناء الاختبار. وقد يتطلب ذلك اختيار خط له جهاز حماية يحتوي على توتر إطلاق منخفض. وليس من الضروري تأكيد تشغيل جهاز الحماية عندما تنطبق إحدى الحالتين أو كلتاهما:
  - إذا اختارت الشركة المصنعة للمعدات، أثناء تصميم المعدات، توتر إطلاق جهاز الحماية بحيث لا يعمل لملامسة الطاقة.
  - إذا منعت معاوقة دخل المعدات توتر ملامسة الطاقة، عند دخل المعدات، من تجاوز الحد الأدنى المحدد من توتر الإطلاق لنمط جهاز الحماية.
- إذا كانت المكونة قابل للإزالة، ينطبق استثناء للبند 6 (حدود المعدات) ويجب إزالتها واستبدالها بجهاز حماية اختبار خاص (انظر البند 4.8) وتتكرر الاختبارات.

إذا كانت المكونة غير قابلة للإزالة، يجب على الشركة المصنعة تقديم تقرير اختبار يبين أن الاختبارات قد تكررت باستخدام جهاز حماية له توتر إطلاق يساوي الحد الأدنى المحدد لتوتر إطلاق التيار المستمر أثناء اختبارات التصميم.

2.10 المنفذ الخارجي متحد المحور

1.2.10 توتر الصواعق

يتم تطبيق اختبار توتر الصواعق في الأسلوب التفاضلي.

وبالنسبة للمعدات ذات مكونات الحماية التي تحمل التيار المرتفع، والتي تلغي الحاجة إلى الحماية الأولية، ينطبق ما يلي:

- إذا كانت المكوّنة قابلة للإزالة، يطبق استثناء للبند 6 ويجب إزالتها واستبدالها بجهاز حماية الاختبار الخاص من أجل الاختبارات المتأصلة واختبارات التنسيق، انظر البند 4.8.
- إذا كانت المكوّنة غير قابلة للإزالة، يتم تنفيذ جميع الاختبارات مع الحماية المزودة، ويجب على الشركة المصنعة تقديم تقرير اختبار يبين أن الاختبارات المتأصلة واختبارات التنسيق قد أجريت باستخدام جهاز حماية الاختبار الخاص أثناء اختبارات التصميم.

ويتحقق اختبار الصواعق من أن منفذ المعدات لديه المستوى المطلوب من القدرة على مقاومة فرط التوتر. ويتم تطبيق الاختبارات على الموصل المركزي. ويتم اختبار المعدات كما هي مركبة في الميدان، أي ينبغي في حالة مكونات موصولة عادة بين المنفذ وجهاز الحماية من التمور أن تكون هذه المكونات مركبة أثناء اختبار التمور.

2.2.10 تفاضل تيار الصواعق

يتم تطبيق اختبار تيار الصواعق في الأسلوب التفاضلي.

يتحقق اختبار فرط التيار من أن الجهاز لديه السوية المطلوبة من القدرة على المقاومة المتأصلة عند تثبيت مكونات حماية عالية تحمل التيار داخل الجهاز لنفي الحاجة إلى الحماية الأولية. ويتحقق هذا الاختبار من تنسيق أجهزة الحماية من التيار العالي، المتأصلة في الجهاز، مع الموصلات ومسارات الدارات المطبوعة، وما إلى ذلك. ويتحدد اختبار فرط التيار في توصية المنتج أو أسرة المنتج.

3.2.10 اختبار درع تيار الصواعق

يتم تطبيق اختبار تيار الصواعق على الدرع.

يتحقق اختبار فرط التيار من أن وصلة الدرع بالهيكل/الأرض في المعدات كافية لتوصيل السويات العالية لتمور التيار التي قد تحدث في الميدان. ويتم تحديد اختبار فرط التيار في توصية المنتج أو أسرة المنتج.

ويجب تنفيذ كل من اختبارات المنفذ إلى الأرض والمنفذ إلى المنفذ الخارجي.

4.2.10 ارتفاع كمون الأرض

يتم تطبيق اختبار ارتفاع كمون الأرض في الأسلوب التفاضلي.

بالنسبة للمعدات ذات مكونات الحماية التي تحمل التيار المرتفع، مما يلغي الحاجة إلى الحماية الأولية، ينطبق ما يلي:

- إذا كانت المكوّنة قابلة للإزالة، يطبق استثناء للبند 6 ويجب إزالتها واستبدالها بجهاز حماية الاختبار الخاص من أجل الاختبارات المتأصلة واختبارات التنسيق، انظر البند 4.8.
- إذا كانت المكوّنة غير قابلة للإزالة، يتم تنفيذ جميع الاختبارات مع الحماية المزودة، ويجب على الشركة المصنعة تقديم تقرير اختبار يبين أن الاختبارات المتأصلة واختبارات التنسيق قد أجريت باستخدام جهاز حماية الاختبار الخاص أثناء اختبارات التصميم.

3.10 المنافذ الخارجية لتغذية الطاقة المخصصة للتيار المستمر والتيار المتناوب

1.3.10 توتر الصواعق

يستخدم اختبار الصواعق للتحقق من أن كل منفذ من المعدات لديه السوية المطلوبة من القدرة على مقاومة فرط التوتر. ويجب إجراء اختبارات المستعرض/التفاضلي والمنفذ إلى الأرض والمنفذ إلى المنفذ الخارجي.

وبالنسبة للمعدات ذات مكونات الحماية التي تحمل التيار المرتفع، والتي تلغي الحاجة إلى الحماية الأولية، ينطبق ما يلي:

- إذا كانت المكوّنة قابلة للإزالة، يطبق استثناء للبند 6 ويجب إزالتها واستبدالها بجهاز حماية الاختبار الخاص من أجل الاختبارات المتأصلة واختبارات التنسيق، انظر البند 4.8.
- إذا كانت المكوّنة غير قابلة للإزالة، يتم تنفيذ جميع الاختبارات مع الحماية المزودة، ويجب على الشركة المصنعة تقديم تقرير اختبار يبين أن الاختبارات المتأصلة واختبارات التنسيق قد أجريت باستخدام جهاز حماية الاختبار الخاص أثناء اختبارات التصميم.

2.3.10 تيار الصواعق

يتحقق اختبار فرط التيار من أن الجهاز لديه السوية المطلوبة من القدرة على المقاومة المتأصلة عندما يتم تثبيت مكونات الحماية العالية التي تحمل التيار ضمن الجهاز لإلغاء الحاجة إلى الحماية الأولية. ويقوم هذا الاختبار بالتحقق من تنسيق أجهزة الحماية من التيار العالي المتأصلة في المعدات، مع الموصلات والمسارات المطبوعة، وما إلى ذلك. ويتم تحديد اختبار فرط التيار في توصية المنتج أو أسرة المنتج. ويجب إجراء اختبارات كل من المنفذ إلى الأرض والمنفذ إلى المنفذ الخارجي.

3.3.10 تحريض الطاقة وارتفاع كمون الأرض

يجب إجراء اختبارات المستعرض/التفاضلي والمنفذ إلى الأرض والمنفذ إلى المنفذ الخارجي.

إذا كان الجهاز يحتوي على مكونات حماية تحمل التيار المرتفع، مما يلغي الحاجة إلى الحماية الأولية، ينطبق ما يلي:

- إذا كانت المكوّنة قابلة للإزالة، يطبق استثناء للبند 6 ويجب إزالتها واستبدالها بجهاز حماية الاختبار الخاص من أجل الاختبارات المتأصلة واختبارات التنسيق، انظر البند 4.8.

- إذا كانت المكوّنة غير قابلة للإزالة، يتم تنفيذ جميع الاختبارات مع الحماية المزودة، ويجب على الشركة المصنعة تقديم تقرير اختبار لإثبات أن الاختبارات المتأصلة واختبارات التنسيق قد أجريت باستخدام جهاز حماية الاختبار الخاص أثناء اختبارات التصميم.

4.3.10 تلامس الطاقة الرئيسية

يجب إجراء اختبارات المستعرض/التفاضلي والمنفذ إلى الأرض والمنفذ إلى المنفذ الخارجي. وإذا كان الجهاز يحتوي على مكونات حماية تحمل التيار المرتفع، مما يلغي الحاجة إلى الحماية الأولية، ينطبق ما يلي:

- إجراء الاختبار مع الحماية كما هو موضح من قبل الشركة المصنعة. والتأكد من أن الحماية تعمل أثناء الاختبار. وقد يتطلب ذلك اختيار خط له جهاز حماية يحتوي على توتر إطلاق منخفض. وليس من الضروري تأكيد تشغيل جهاز الحماية إذا انطبقت إحدى الحالتين أو كلتاهما:
  - اختارت الشركة المصنعة للمعدات، أثناء تصميم المعدات، توتر إطلاق جهاز الحماية بحيث لا يعمل لملامسة الطاقة.
  - تمنع معاوقة دخل المعدات وصل الطاقة، عند دخل المعدات، من تجاوز الحد الأدنى المحدد من توتر الإطلاق لنمط جهاز الحماية.
- إذا كانت المكونة قابل للإزالة، ينطبق استثناء للبند 6 (حدود المعدات) ويجب إزالتها واستبدالها بجهاز حماية الاختبار الخاص (انظر البند 4.8) وتتكرر الاختبارات.

وإذا كانت المكونة غير قابلة للإزالة، يجب على الشركة المصنعة تقديم تقرير اختبار يبين أن الاختبارات قد تكررت باستخدام حامية لها توتر إطلاق يساوي الحد الأدنى المحدد لتوتر إطلاق التيار المستمر أثناء اختبارات التصميم.

4.10 منفذ الطاقة الخارجي للتيار المتناوب الرئيسي

1.4.10 توتر الصواعق

يجب إجراء اختبارات المستعرض/التفاضلي والمنفذ إلى الأرض والمنفذ إلى المنفذ الخارجي.

من المعروف أن هناك ثلاثة أنماط من أجهزة الحماية الأولية الخاصة (SPD) للاستخدام في خطوط إمدادات الكهرباء، وهي:

1) النمط اللاقط (قاريستور أكسيد معدني، MOV)؛
2) التبديل (فجوة الاشتعال)؛
3) مزيج من الاثنين.

ونظراً لاختلاف خصائص أجهزة الحماية SPD هذه، قد يتعين على جهة التصنيع التحقق من أن هذا الجهاز ينسق مع الأنماط الثلاثة كلها.

2.4.10 ارتفاع كمون الأرض

يدرس قطاع تقييس الاتصالات الحاجة إلى اختبار للتحقق من قدرة المعدات على مقاومة ارتفاع كمون الأرض، والذي يمكن أن يحدث جراء خلل في تأريض عالي التوتر (HV) في المحطة الفرعية التي توفر الطاقة الرئيسية للمعدات.

3.4.10 ارتفاع كمون خط الحياد

ينطبق هذا الاختبار فقط بناء على طلب مشغل الشبكة، وعندما لا يكون خط الحياد موصولاً بحماية التأريض (أي التأريض TT أو العزل IT في نظام التيار الرئيسي). وثمة مثال على تشكيل من هذا القبيل في البند 5.II.

5.10 المنافذ الداخلية

1.5.10 الكبل غير المدرع

اختبار توتر الصواعق هو التحقق من أن منفذ المعدات لديه السوية المطلوبة من القدرة على مقاومة فرط التوتر. ويتم فقط إجراء اختبار المنفذ إلى الأرض.

2.5.10 الكبل المدرع

اختبار توتر الصواعق هو التحقق من أن منفذ المعدات لديه السوية المطلوبة من القدرة على مقاومة فرط التوتر. ويتم فقط إجراء اختبار المنفذ إلى الأرض.

3.5.10 واجهة التيار المستمر العائمة

اختبار توتر الصواعق هو التحقق من أن منفذ المعدات لديه السوية المطلوبة من القدرة على مقاومة فرط التوتر. ويتم فقط إجراء اختبار المنفذ إلى الأرض.

4.5.10 واجهة التيار المستمر المؤرضة

اختبار توتر الصواعق هو التحقق من أن منفذ المعدات لديه السوية المطلوبة من القدرة على مقاومة فرط التوتر. ويتم فقط إجراء اختبار المنفذ إلى الأرض.

الملحق A

مخططات الاختبار

(هذا الملحق جزء لا يتجزأ من هذه التوصية)

1.A مقدمة

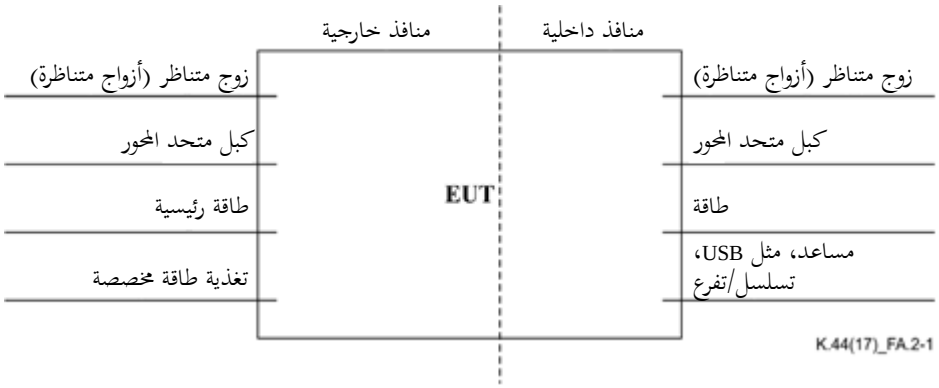
يتعين اختبار المعدات في جميع الأحوال والظروف المحتملة. وهذا يعني أن الاختبار المحدد في كل سطر من جدول الاختبارات قد يتعين إجراؤه عدة مرات.

ولضمان إمكانية تكرار الاختبار من جانب هيئات الاختبار والشركات المصنعة، من الضروري التأكد من إجراء الاختبارات بنفس الأسلوب. وتستعرض فيما يلي دارات المولدات، ودارات الاقتران وفك الاقتران والتوصيل بالطاقة، وانتهاء المنافذ غير المختبرة، والتوصيل بالمعدات قيد الاختبار (EUT).

2.A المعدات

1.2.A منافذ المعدات

المنفذ المتعدد هو المصطلح المستخدم لوصف المعدات التي لها أكثر من نوع واحد من المنافذ، من قبيل منفذ طاقة رئيسية ومنفذ زوج متناظر خارجي. ويوضح الشكل 1-2.A المنافذ المحتملة لجهاز من المعدات له منافذ متعددة.

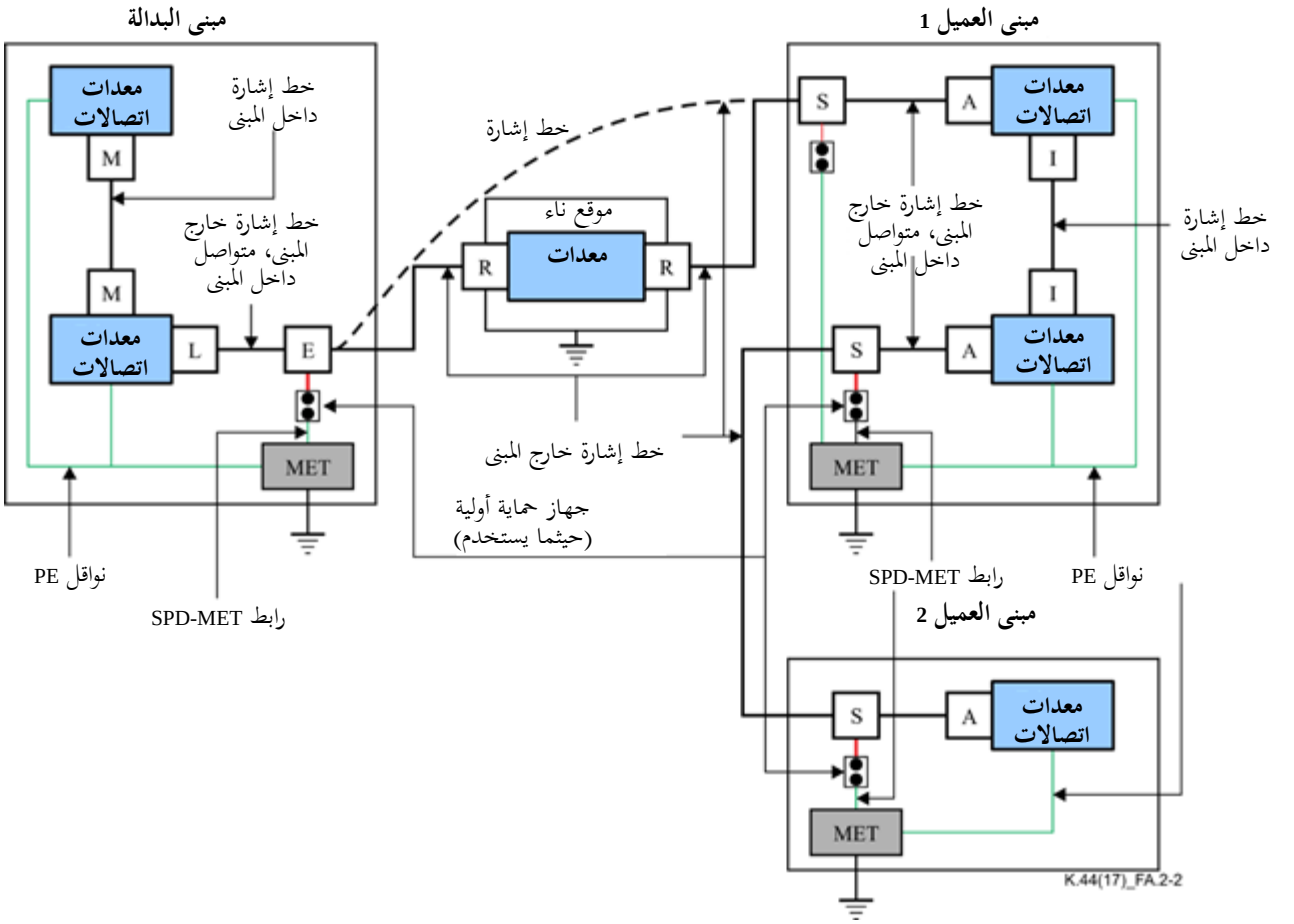


الملاحظة 1 – لا يتعين اختبار كل المنافذ ولكن قد يتعين إنهاؤها.

الملاحظة 2 – في هذا الشكل، تعني "المنافذ الخارجية" المنافذ الموصولة بالكبلات التي تخرج من المبنى وتعني "المنافذ الداخلية" المنافذ الموصولة بالكبلات التي تبقى داخل المبنى.

الشكل 1-2.A – المعدات متعددة المنافذ

يبين الشكل A.2-2 تصنيف منافذ المعدات.



الشكل A.2-2 – تصنيف المنافذ الخارجية والداخلية

يقدم الجدول A.2-1 وصفاً للعُقَد.

الجدول A.2-1 – وصف العُقَد

العقدة	الوصف
L	انتقال بين واجهة التجهيزات داخل مبنى البدالة والكبلات الخارجية
E	مدخل مبنى البدالة، مثل إطار التوزيع الرئيسي (MDF)
R	انتقال بين الخط والمعدات داخل موقع ناءٍ.
S	نقطة انتهاء كبل خارجي.
A	انتقال بين واجهة التجهيزات داخل مبنى العميل والكبلات الخارجية
M	انتقال بين واجهة التجهيزات داخل مبنى البدالة والكبلات الداخلية
I	انتقال بين واجهة التجهيزات داخل مبنى العميل والكبلات الداخلية

من الضروري النظر في أوجه الاختلاف بين المنافذ الخارجية والمنافذ الداخلية والمنافذ داخل النظام.

لا يمكن تصنيف منفذ المعدات كمنفذ داخل النظام ما لم يتحقق الشرطان التاليان:

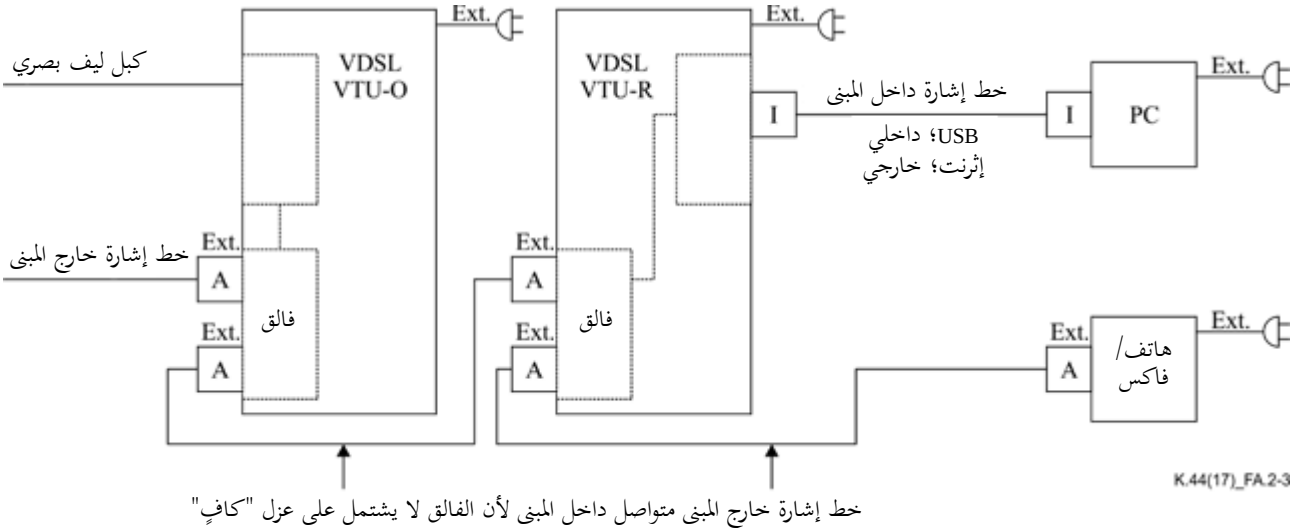
- المنفذ موصول بكبل بمنفذ معدات داخل نفس النظام؛
- التوصيل الكبلي مركب وفقاً لتوجيهات الشركة المصنعة للمعدات.

لا يمكن تصنيف منفذ المعدات كمنفذ داخلي ما لم تتحقق جميع الشروط التالية:

- المنفذ موصول فقط بالكبلات داخل المبنى؛
- الكبل موصول بمنفذ داخلي للمعدات المصاحبة له؛
- المعدات والمعدات المصاحبة لها نفس المرجع الأرضي أو تكون المعدات عائمة؛
- لا يكون المنفذ موصولاً بمنفذ خارجي في المعدات المصاحبة؛
- لا يوفر المنفذ خدمة يمكن للعميل تمديدها إلى مبنى خارجي (مثل الخدمة الهاتفية التقليدية (POTS) أو الإثرنت أو منفذ فيديوي)؛
- لا يكون للمنفذ توصيل ناقل بكبل يخرج من المبنى عبر معدات أخرى (عبر جهاز تفليق، مثلاً).

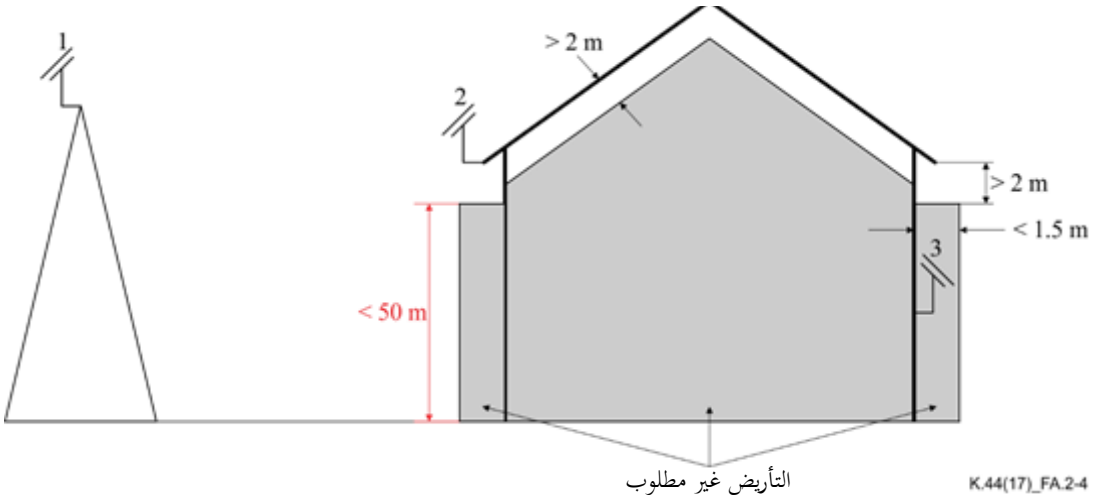
وأي منفذ لا يمتثل لمتطلبات منفذ داخل النظام أو منفذ داخلي يكون منفذاً خارجياً.

الشكل A.2-3 هو مثال لتصنيفات المنافذ.



الشكل A.2-3 – مثال لتصنيفات المنافذ

ويتعين تصنيف منافذ الهوائيات في المعدات وفقاً لموقع الهوائي والاستخدام المتوخى من المعدات. وعندما تكون المعدات موصولة فقط بالهوائيات المثبتة في موقع متأصل الحماية، أي المنطقة المظللة في الشكل A.2-4، يمكن تصنيف منفذ الهوائي كمنفذ داخلي. ويتعين أن يكون الهوائي بأكمله وجميع كبلات الهوائي قابلة للتركيب في المنطقة المحمية. وإذا كان من الممكن توصيل المنفذ بهوائيات مثبتة في مواقع مكشوفة، موقع الهوائي 1 و2 مثلاً، فيجب تصنيف منفذ الهوائي كمنفذ خارجي. وإذا لم يكن من الواضح أين يمكن تثبيت الهوائي، فمن الأفضل التحفظ وتصنيف منفذ الهوائي كمنفذ خارجي.



الشكل A.2-4 – تصنيف منافذ الهوائيات

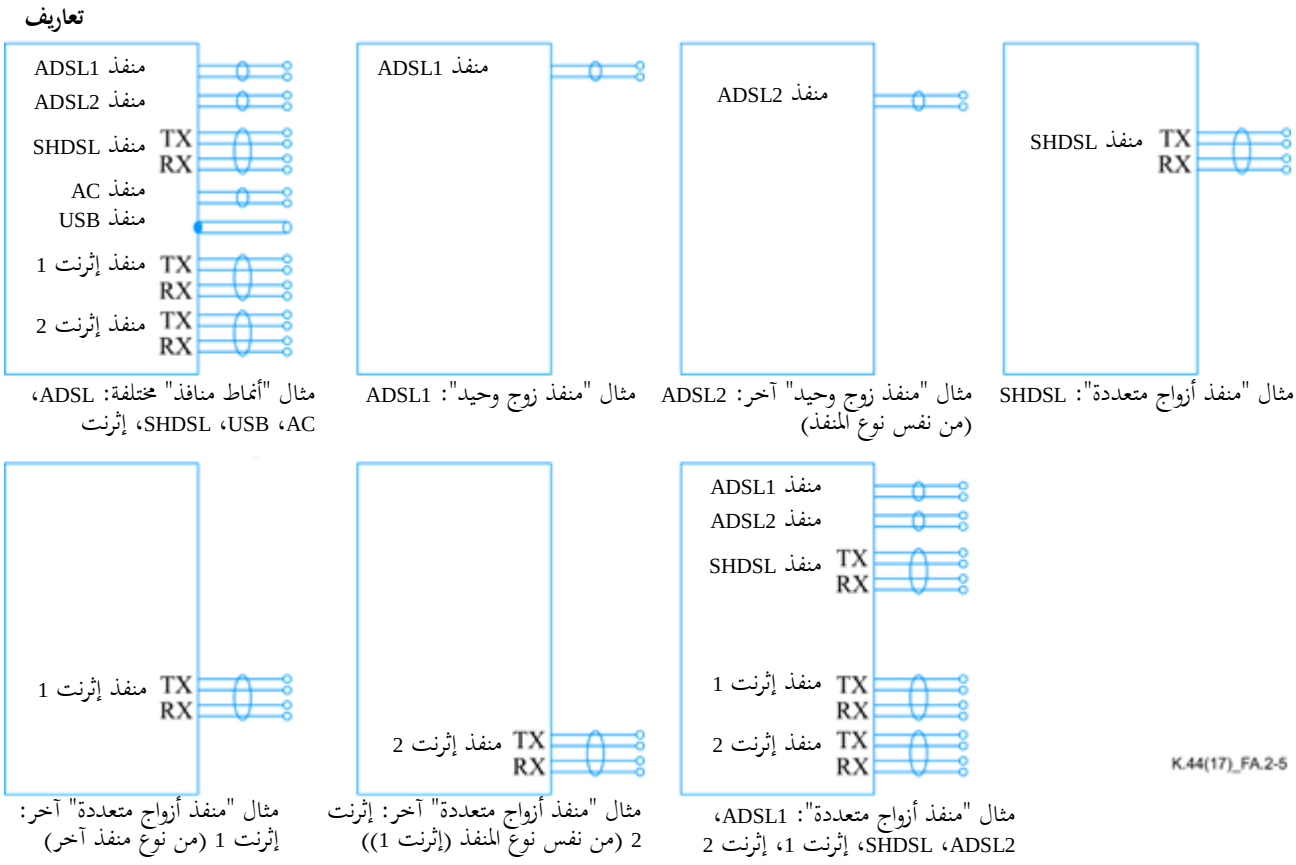
قد يكون لمنافذ الأزواج المتناظرة زوج واحد أو أزواج متعددة. وقد يكون للمعدات منافذ متعددة من نفس النوع أو من نوع مختلف.

وقد تكون المنافذ موصولة بكبلات متزاوجة أو كبلات غير محجوبة أو كبلات محجوبة بما في ذلك كبلات متحدة المحور وقد تكون موصولة بأنواع خدمة مختلفة بما في ذلك منفذ تيار متناوب، ومنفذ خط مشترك رقمي لا تناظري (ADSL)، ومنفذ خط مشترك رقمي عالي السرعة وحيد الزوج (SHDSL)، ومنفذ إثرنت، وما إلى ذلك.

ثمة أمثلة على مختلف المنافذ في الأشكال A.2-5 إلى A.2-9.

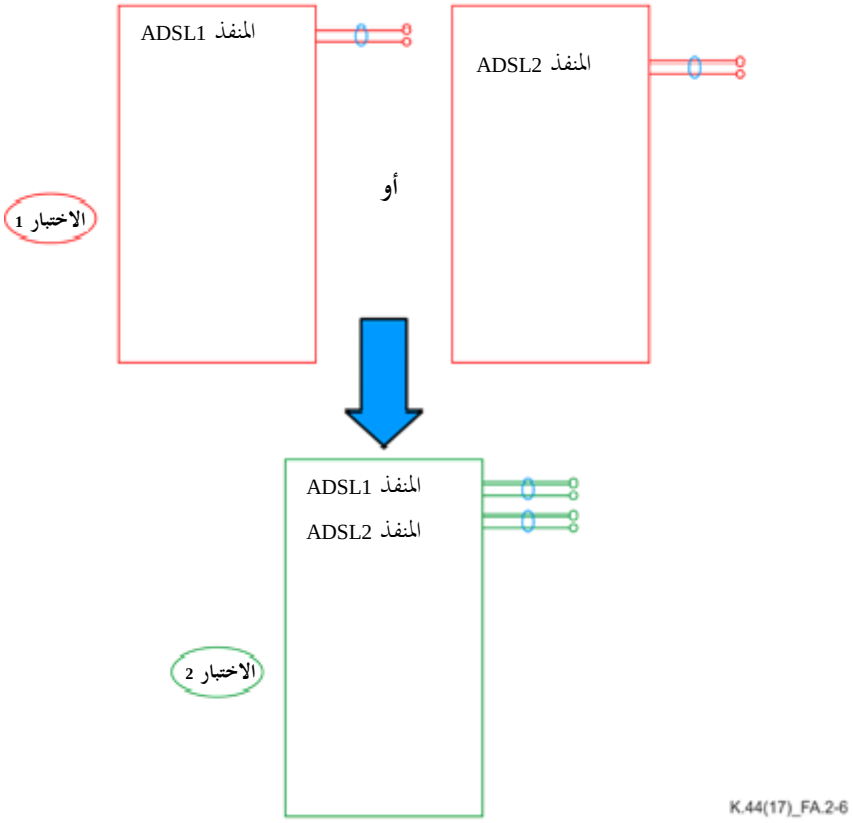
ولأنواع المنافذ المذكورة أعلاه هياكل أيضاً وهي:

- نوع المنفذ: منفذ موصول بواجهة ذات وظيفة محددة. يمكن أن يتألف التوصيل من زوج واحد، أو أزواج متعددة، وكبل أو أكثر من الكبلات المتحدة المحور أو المدرعة، وما إلى ذلك، من قبيل منفذ تيار متناوب، ومنفذ ADSL، ومنفذ SHDSL، ومنفذ إثرنت.
- منفذ زوج مفرد: منفذ من نوع معين موصول بزوج تناظري مفرد، من قبيل منفذ ADSL.
- منفذ أزواج متعددة: منفذ من نوع معين حيث يكون المنفذ موصولاً بأزواج متعددة، من قبيل SHDSL وزوج إرسال TX واحد وزوج استقبال RX واحد، ومنفذ إثرنت بسعة Gbit و4 أزواج TX/RX.
- منافذ أزواج متعددة: منافذ من أنواع مختلفة حيث يكون كل منفذ موصولاً بزوج واحد أو عدة أزواج، من قبيل عدد من منافذ ADSL وعدد من منافذ SHDSL.



الشكل 5-2.A – أمثلة لمنافذ معدات

بالنسبة لاختبار في منفذ خارجي أو داخلي لزوج وحيد (منفذ زوج وحيد)،
يطبق اختبار التمور على ذلك الزوج (الاختبار 1).
إذا كان هنالك منافذ مختلفة من نفس النمط، يتكرر عندئذ اختبار التمور (الصواعق فقط)
في العدد المحدد من أزواج ذلك النمط من المنافذ في آن واحد (الاختبار 2).

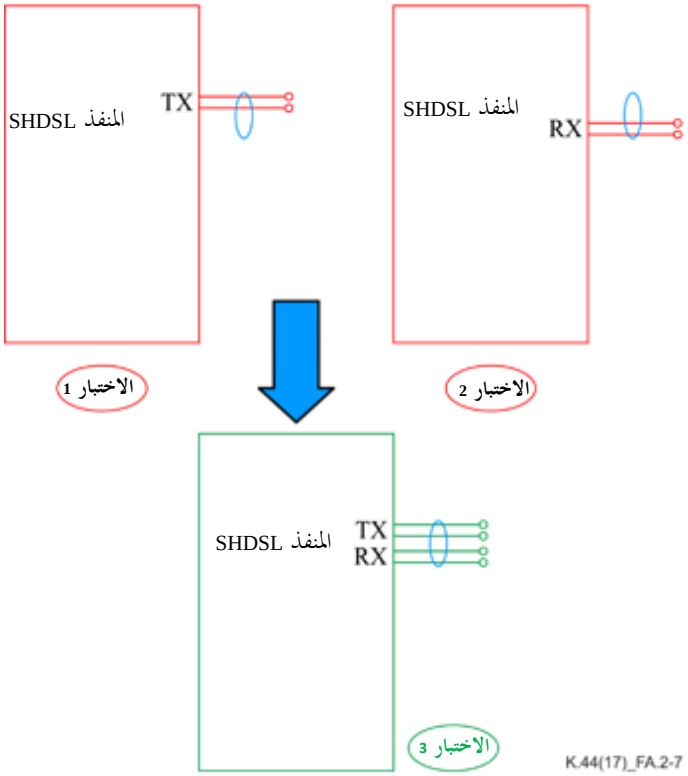


الملاحظة 1– الاختبارات محددة في البند 10.

الملاحظة 2– تنطبق الاختبارات في هذا الشكل بالدرجة الأولى على بطاقات الدارة التي لها عدد كبير من منافذ ADSL.

الشكل 6-2.A – أمثلة لمنافذ المعدات

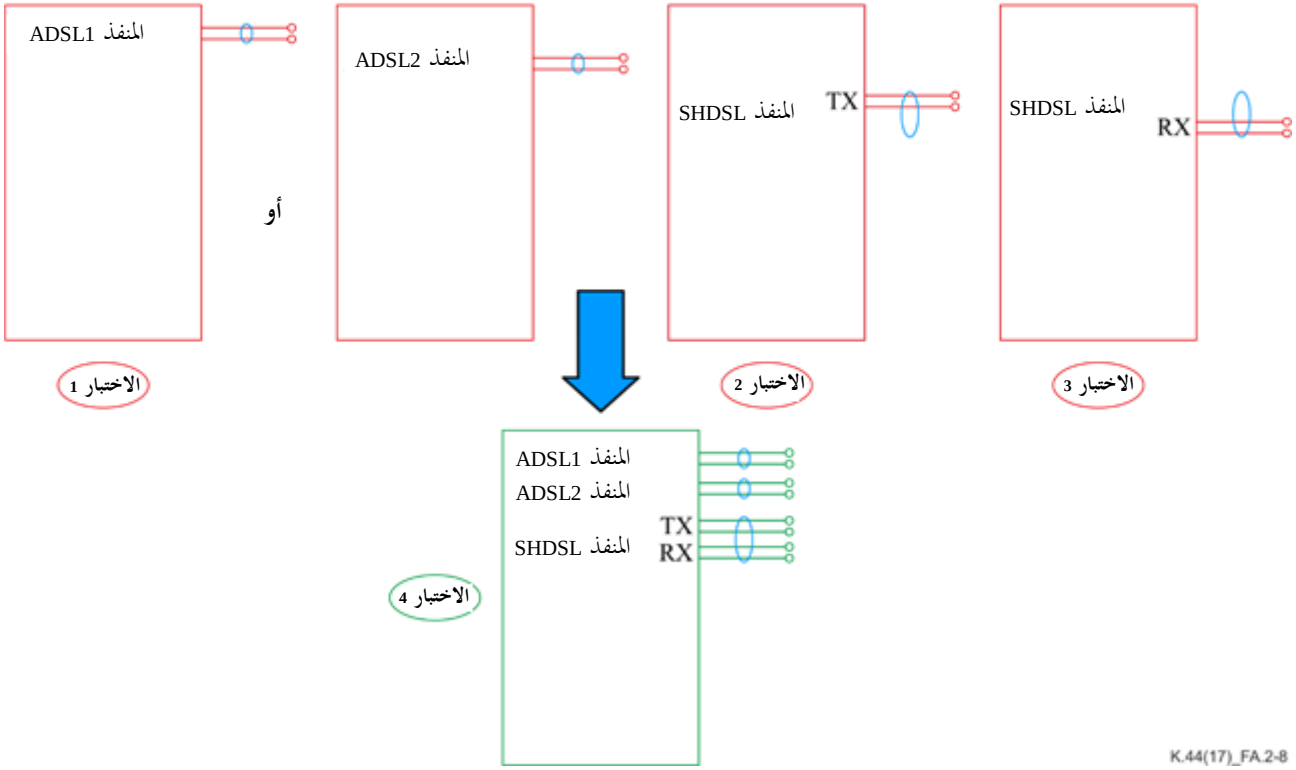
بالنسبة لاختبار في منفذ **خارجي** لأزواج متعددة (منفذ أزواج متعددة)،
يطبق اختبار التمور على كل زوج كما في اختبار منفذ وحيد (الاختباران 1 و2).
يتكرر عندئذ اختبار التمور (الصواعق فقط) في العدد المحدد من أزواج
ذلك النمط من المنافذ في آن واحد (الاختبار 3).



ملاحظة – الاختبارات محددة في البند 10.

الشكل 7-2.A – أمثلة لمنافذ المعدات

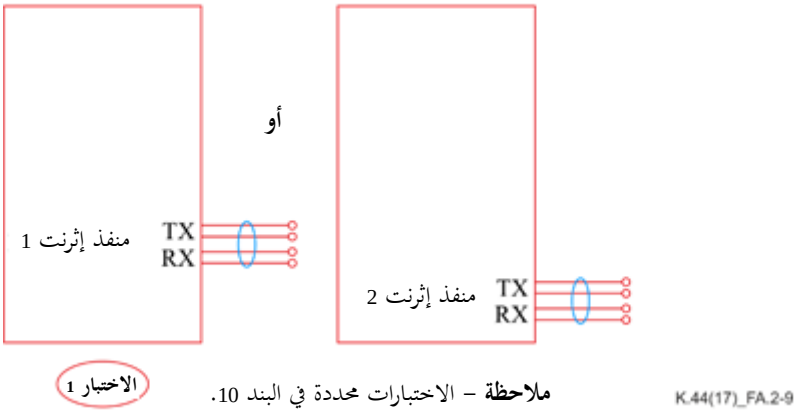
بالنسبة لاختبار في منتج له منفذ خارجي يتألف من أنماط منافذ متعددة، كل منها موصول بزوج وحيد أو أزواج متعددة، يطبق اختبار التمور على كل زوج كما في اختبار منفذ وحيد (الاختبارات 1 و2 و3).
يتكرر عندئذ اختبار التمور (الصواعق فقط) في العدد المحدد من الأزواج في آن واحد (الاختبار 4).



ملاحظة – الاختبارات محددة في البند 10.

الشكل A.2-8 - أمثلة لمنافذ المعدات

بالنسبة لاختبار التمور في منفذ داخلي لزوج وحيد أو أزواج متعددة،
يطبق اختبار التمور (الصواعق فقط) على جميع أزواج ذلك المنفذ في آن واحد (الاختبار 1).



ملاحظة – الاختبارات محددة في البند 10.

الشكل A.2-9 - أمثلة لمنافذ المعدات

A.2.2 نوع المعدات

قد تكون المعدات من نوعين عامين: مؤرضة وعائمة. وتكون معدات مراكز الاتصالات عموماً من النوع المؤرض. وقد تكون معدات شبكات النفاذ ومعدات العملاء أياً من النوعين.

3.2.A نوع الحماية

تتحقق حماية المعدات من تمورات التيار العالية إما بتركيب الحماية الأولية أو باستخدام المعدات التي تتضمن حماية متأصلة من التيار العالي. وبصفة عامة، تتم حماية معدات مراكز الاتصالات بواسطة الحماية الأولية المثبتة على إطار التوزيع الرئيسي (MDF). ويمكن حماية معدات شبكات النفاذ باستخدام أي من الطريقتين. وتتم حماية معدات العملاء عادة من خلال تركيب جهاز الحماية الأولية.

4.2.A أحوال المعدات

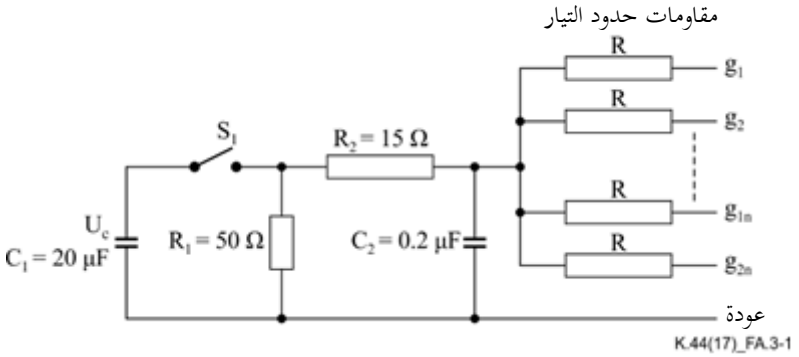
نظراً لأن المكونات الموجودة في المعدات، والموصولة بمنفذ المعدات قيد الاختبار، قد تختلف تبعاً للحالة التي تكون فيها المعدات، فيجب اختبار المعدات في جميع أحوال التشغيل لفترة لا بأس بها. ومن أمثلة أحوال المعدات التي قد يتعين النظر فيها:

- جهاز محمول باليد "موصول" و"مفصول"؛
- تغذية الطاقة "موصولة" و"مفصولة"؛
- أثناء الرنين؛
- أثناء دورة اختبار الخط، وما إلى ذلك.

3.A مولدات الاختبار

ترد في البند 4.A أمثلة على دارات مولدات الاختبار، التي يمكن استخدامها لتوليد الأشكال الموجية المحددة، في الأشكال 1-3.A إلى 6-3.A. ومع أن المكونات المعروضة ينبغي أن تعطي شكل الموجة الصحيح، فقد تتطلب بعض الضبط.

ويمكن استخدام مولدات الاختبار البديلة شريطة أن تعطي نفس النتيجة.

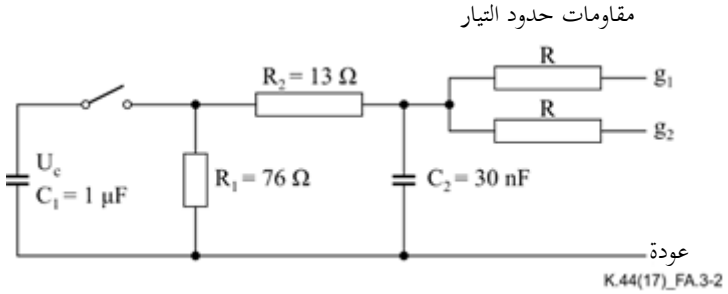


الملاحظة 1 – يجب أن يكون لشكل موجة توتر الدارة المفتوحة 700/10 زمن أمامي قدره 10 µs ±3 µs وقيمة زمن إلى النصف من الصفر الافتراضي قدره 700 µs ±144 µs.

الملاحظة 2 – يجب أن يكون لشكل موجة الدارة القصيرة 320/5 في خرج وحيد قدره R = 25 Ω موصول بعودة المولد وزمن أمامي قدره ±1,0 µs 5 µs وقيمة زمن إلى النصف من الصفر الافتراضي قدره 320 µs ±64 µs.

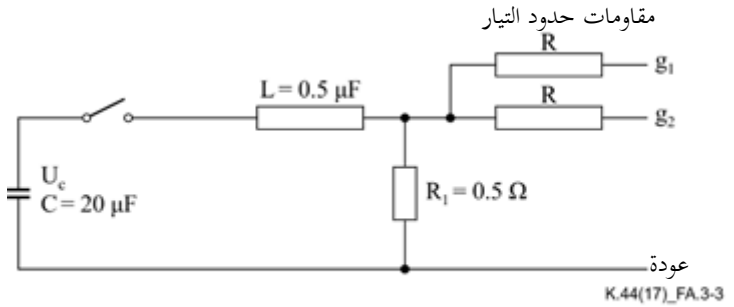
الملاحظة 3 – يجب أن يكون لجميع المقاومات في الشكل 1-3.A مدى تسامح ±5 % وجميع المكثفات مدى تسامح ± 10%.

الشكل 1-3.A – مولد تمور توتر بمقدار 700/10 µs



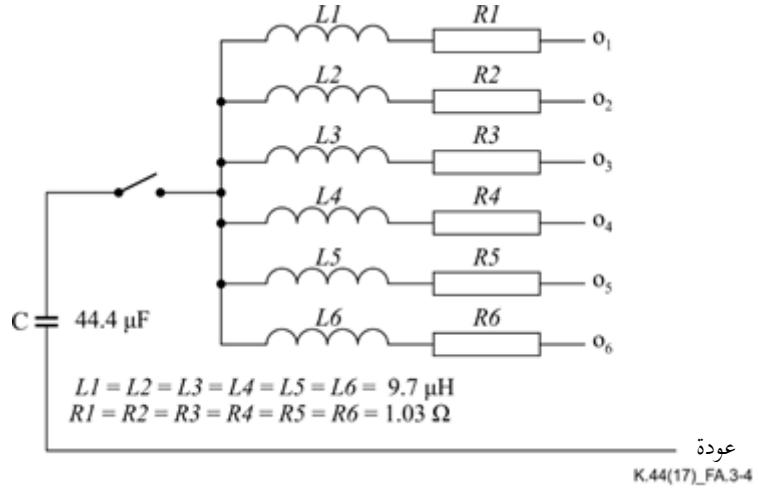
الشكل 2-3.A - مولد تمور توتر بمقدار 50/1,2 µs

قد يكون مولد الاختبار عبارة عن مولد موجة متوالفة بقيمة 20/8–50/1,2 كما هو مفصل في الشكل 5-3.A أو ما يعادل مولد تمور توتر بقيمة 50/1,2.



تكون L ضئيلة ومعظمها تحريض تشويش الأسلاك، وقد تستدعي الضبط لتعطي الزمن الأمامي المطلوب بمقدار 2 µs. ويجري ضبط U_c لتعطي خرج التوتر المطلوب o/c.

الشكل 3-3.A - مولد تمور توتر بمقدار 10/2 µs

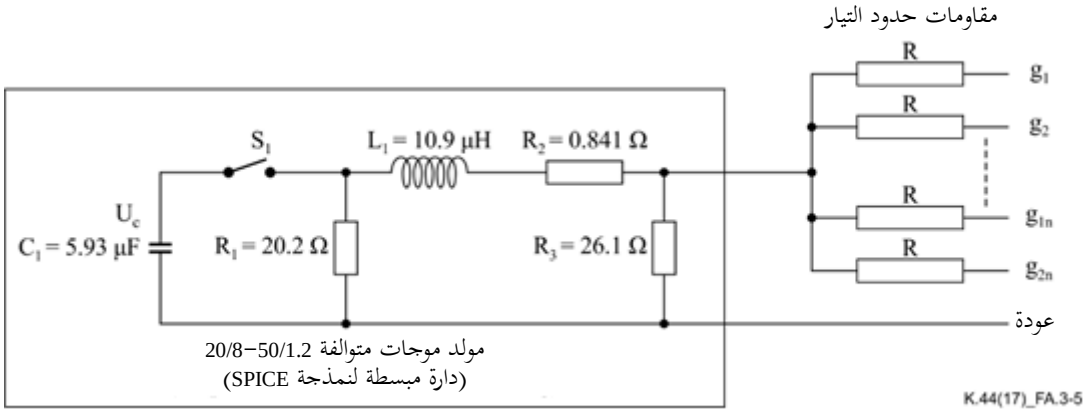


الملاحظة 1 – يجب توصيل أي خرج غير مستخدم إلى مطراف عودة المولد للحفاظ على الشكل الموجي لتيار الخرج الصحيح.
الملاحظة 2 – يكون توتر الشحنة 2 kV من أجل 1 kA في كل خرج. ويكون توتر الشحنة 10 kV من أجل 5 kA في كل خرج.
الملاحظة 3 – يجب أن يكون الشكل الموجي لتيار الدارات القصيرة 20/8 وفقاً للمواصفة [IEC 62475] التي لها زمن أمامي قدره 8 µs ± 20% وقيمة نصف الزمن من الصفر الافتراضي 20 µs ± 20%. ويجب ألا يتجاوز نقص التيار للقطبية المقابلة 30% من تيار الذروة.
الملاحظة 4 – تسامح المكثف C هو ±10% و±5% للمقاومات والمحرضات. ولضمان السلامة، ينبغي توصيل مقاوم تفريغ عبر مكثف الشحن للتأكد من أنه يتفرغ بالكامل في المدى الطويل.

الشكل 4-3.A – مولد تيار ذو ستة خروج 20/8

يمكن إجراء ترتيبات مولد اختبار مكافئة عن طريق إضافة مقاومات تقاسم التيار إلى خرج المولدات القياسية. وبعد إضافة مقاومات تقاسم التيار، يجب أن يكون تيار خرج الدارة القصيرة هو شكل موجي 20/8 من الاتساع المطلوب يمتثل للمعيار [IEC 62475]. ويجب توفر التوتر الكافي للتسبب في توصيل جميع مكونات الحماية الأولية للمعدات قيد الاختبار. وقد تكون مولدات الاختبار هذه:

- أي مولد تيار تمور 20/8 قادر على إنتاج الشكل الموجي للتيار المطلوب والتوتر الكافي؛
- إذا كان مناسباً، مولد موجة متوالف، كما هو مفصل في الشكل 5-3.A، قادر على إنتاج الشكل الموجي للتيار المطلوب والتوتر الكافي.

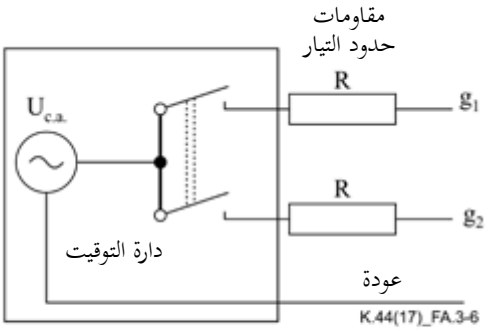


الملاحظة 1 - يجب أن يكون الشكل الموجي لتوتر الدارة المفتوحة 50/1.2 وفقاً للمعيار [IEC 60060-1] مع زمن أمامي قدره 1,2 µs ± 30% وقيمة نصف الزمن من الصفر الافتراضي بمقدار 50 µs ± 20%.

الملاحظة 2 – يجب أن يكون الشكل الموجي لتيار الدارات القصيرة 20/8 وفقاً للمواصفة [IEC 62475] مع زمن أمامي قدره 8 µs ± 20% وقيمة نصف الزمن من الصفر الافتراضي بمقدار 20 µs ± 20%. ويجب ألا يتجاوز نقص التيار للقطبية المقابلة 30% من تيار الذروة.

الملاحظة 3 – يجب أن تكون نسبة توتر ذروة الدارة المفتوحة إلى تيار الدارة القصيرة بمقدار 2 Ω ± 10%.

الشكل A.3-5 – مولد موجات متوالفة



من أجل القيمة R، راجع جدول الاختبارات الملائم في توصية المنتج الملائمة.
ملاحظة – إذا تطلبت اللوائح الوطنية ذلك، يمكن تقييد الحد الأقصى من التيار.

الشكل A.3-6 – حث الطاقة وتلامس الطاقة وصعود مولد محايد محتمل

A.4 توليد الشكل الموجي

تستخدم الدارة عندما تتوفر القيم الخاصة بها. وعندما لا تعطى دارات المولد، يتعين الرجوع إلى المواصفة القياسية IEC المشار إليها أو [IEC 60060-1]/[IEC 62475] للحصول على إرشادات بشأن التحقق من شكل الموجة.

وينبغي مراعاة مجالات التسامح التالية لكل من اختبارات تحريض الطاقة وتوصيل الطاقة:

التوتر –0% إلى +5%

التيار –0% إلى +5%

الزمن –0% إلى +10%

ويرد فيما يلي أدناه الإجراء من أجل التحقق من مجالات التسامح بشأن المعلمات الواردة أعلاه للشكل A.3-6.

الخطوة 1 عندما يكون مطرافا الخرج g_1 وg_2 في حالة دارة مفتوحة، تحقق من أن التوتر ضمن حدود التسامح.

الخطوة 2 عندما يكون مطرافا الخرج g_1 وg_2 في حالة دارة قصيرة، تحقق من أن التيار ضمن حدود التسامح.

الخطوة 3 عندما يكون مطراف الخرج g_1 في حالة دارة مفتوحة وg_2 في حالة دارة قصيرة، تحقق من أن التوتر في المطراف g_1 والتيار في الدارة g_2 ضمن حدود التسامح.

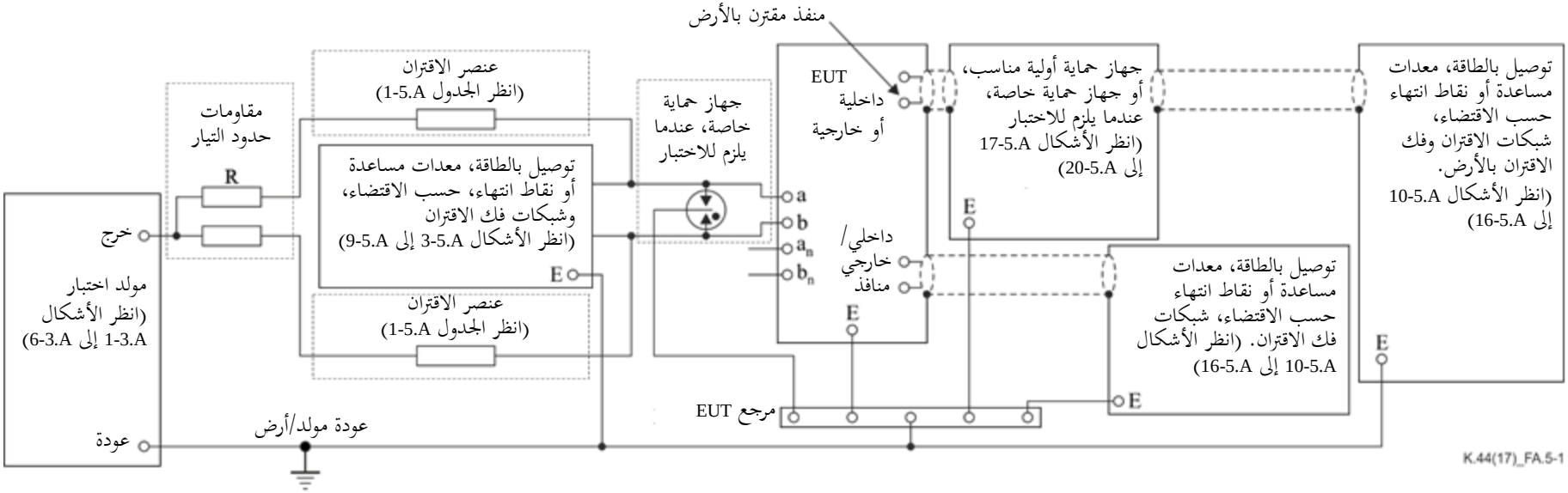
الخطوة 4 عندما يكون مطراف الخرج g_2 في حالة دارة مفتوحة وg_1 في حالة دارة قصيرة، تحقق من أن التوتر في المطراف g_2 والتيار في الدارة g_1 ضمن حدود التسامح.

الخطوة 5 عندما يكون مطرافا الخرج g_1 وg_2 في حالة دارة مفتوحة، تحقق من أن طول التمور ضمن حدود التسامح.

5.A الوصل بالطاقة والاقتران وفك الاقتران والانهاءات

1.5.A اعتبارات عامة

يتم توصيل عناصر توليد التمور والوصل بالطاقة والاقتران وفك الاقتران والمعدات قيد الاختبار (EUT) ونقاط الانتهاء، كما هو موضح في الشكل 1-5.A.



يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

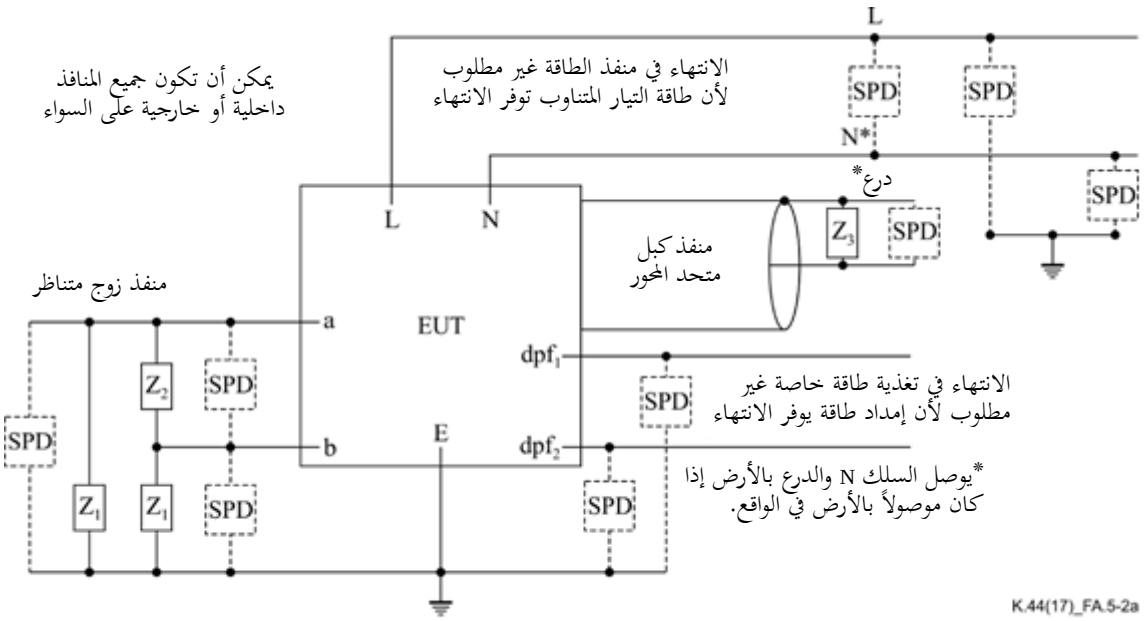
الشكل 1-5.A - رسم بياني لمخطط اختبار نموذجي

وتستخدم عناصر الاقتران لتوصيل مولد التمور إلى المعدات قيد الاختبار (EUT) ولتوصيل منافذ/خطوط أخرى بالأرض أثناء اختبار المنفذ إلى المنفذ. وقد يكون عنصر الاقتران، إذا لزم الأمر، مقاوم أكسيد معدني متغير (MOV) أو أنبوب تفريغ الغاز (GDT) أو مكثف أو أي عنصر آخر بتوتر تشغيل يتجاوز الحد الأقصى من التوتر العامل في المعدات قيد الاختبار. وينبغي اعتبار عنصر الاقتران جزءاً لا يتجزأ من مولد الاختبار وينبغي ألا يؤثر كثيراً على توتر الدارة المفتوحة أو تيار الدارة القصيرة. وقد يكون من الضروري زيادة توتر الاختبار لتعويض انخفاض التوتر في عناصر الاقتران. وهناك عدد من الأساليب لتوصيل عناصر الاقتران بالأرض وثمة بعض الأمثلة في الشكل 2b-5.A.

وتستخدم عناصر فك الاقتران لخفض سوية التمور الذي من شأنه، خلاف ذلك، أن يدخل معدات وصل الطاقة أو المعدات المساعدة أو نقاط الانتهاء. ويكون لعناصر فك الاقتران، إذا لزم الأمر، معاوقة تخفض من سوية التمور الذي يدخل إلى محاكي الخط (من قبيل مقاومة بمقدار 200 Ω أو أكثر، من أجل دارات الأزواج المتناظرة أو المحرض أو الخانق) ولكن مع السماح بمرور الطاقة والتشوير إلى المعدات قيد الاختبار. وما زال يتعين البرهان (عن طريق المعايرة مثلاً) على أن شبكة فك الاقتران لا تؤثر على شكل النبضة وسوية الاختبار، وإلا يتعين تعديل سويات الاختبار لبلوغ السوية الصحيحة. ويتم تشغيل الجهاز عبر مصدر التيار الرئيسي أو منفذ تغذية الطاقة المخصص (dpf)، وما إلى ذلك، من خلال شبكة فك اقتران مناسبة، من قبيل محولات العزل أو الاختناقات، وغيرها.

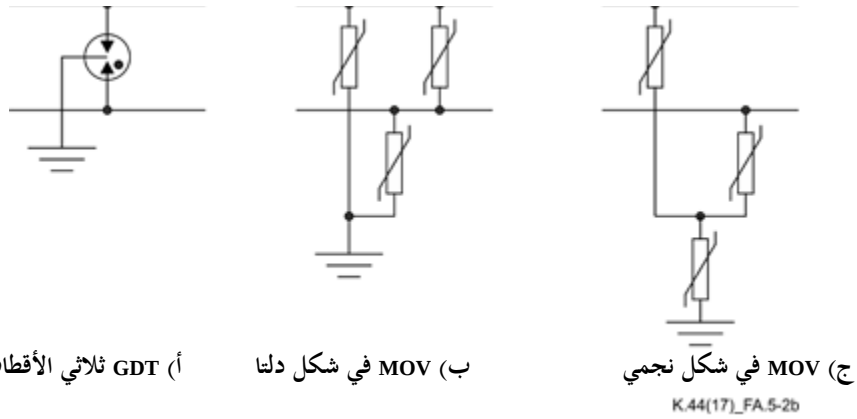
ويرد في الشكل 2a-5.A مثال على نقاط انتهاء المنافذ غير المختبرة. وتنتهي عادةً كل المنافذ، بما فيها منفذ الاختبار، بطريقة ما. وتستخدم عناصر فك الاقتران لمنع تلف المعدات المساعدة أو نقطة الانتهاء. وعندما يستدعي الأمر من أجل الاختبار، يقترن المنفذ غير المختبر المناسب بالأرض باستخدام عنصر اقتران.

ملاحظة – بالنسبة لدارات البيانات عالية السرعة، تبين أنه يمكن تحقيق نتيجة أدق من خلال توصيل ما يصل إلى 100 m من الكبل بين المعدات قيد الاختبار (EUT) ومعدات دارة البيانات المصاحبة. وقد لا يؤدي استخدام إنهاء بسيط إلى تحري مشكلات البيانات التي يمكن أن تحدث لاحقاً في الميدان.



Z_1 وZ_2 وZ_3 هي نهايات اسمية لنظام عامل أو معدات مصاحبة.
تستخدم SPD لإقران المنفذ غير المختبر المطلوب بالأرض كل بدوره.

الشكل 2a-5.A – مثال على الإنهاء والاقتران بالأرض لمنفذ غير مختبر



ج) MOV في شكل نجمي **ب) MOV في شكل دلتا** **أ) GDT ثلاثي الأقطاب**

الشكل 2b-5.A - أمثلة على توصيل عناصر الاقتران بالأرض

ترد قيم المكونات الموصى بها لعناصر الاقتران وفك الاقتران في الجدول 1-5.A. يرجى تسجيل الطريقة المستخدمة في تقرير الاختبار.

الجدول 1-5.A عناصر الاقتران وفك الاقتران الموصى بها

نوع المنفذ	منافذ الاختبار		منافذ غير مختبرة		
	عناصر اقتران المولد	عنصر فك الاقتران (انظر الملاحظة 2)	عنصر فك الاقتران (انظر الملاحظة 2)	عنصر الاقتران بالأرض	حماية لمنفذ غير مختبر في المعدات قيد الاختبار
منافذ زوج متناظر خارجي	GDT أو MOV (انظر الملاحظة 1)	انظر الشكل 3-5.A	انظر الشكل 10-5.A	GDT؛ انظر الشكل 10-5.A	GDT؛ انظر الشكل 17-5.A
كبل متحد المحور خارجي	GDT	انظر الشكل 4-5.A	انظر الشكل 11-5.A	وصلة، انظر الشكل 11-5.A	GDT؛ انظر الشكل 18-5.A
منافذ كبل dpf خارجي	MOV	انظر الشكل 5-5.A	انظر الشكل 12-5.A	MOV؛ انظر الشكل 12-5.A	MOV؛ انظر الشكل 19-5.A
منافذ طاقة رئيسية	MOV	انظر الشكل 6-5.A	انظر الشكل 13-5.A	MOV؛ انظر الشكل 13-5.A	MOV؛ انظر الشكل 20-5.A
منافذ كبلات غير مدرعة داخلية	GDT أو MOV	انظر الشكل 7-5.A	انظر الشكل 14-5.A	ثنائيات اللقط، انظر الشكل 14-5.A	أيها غير مطلوب
منافذ كبلات مدرعة داخلية	أيها غير مطلوب؛ انظر الشكل 2-5.6.A	أيها غير مطلوب	انظر الشكل 15-5.A	وصلة، انظر الشكل 15-5.A	أيها غير مطلوب
منافذ طاقة تيار مستمر داخلية	MOV	انظر الشكل 9-5.A	انظر الشكل 16-5.A	MOV؛ انظر الشكل 16-5.A	أيها غير مطلوب
منافذ إثرنت	مقاومات 10 ohm	انظر الشكل 1-7.6.A	انظر الشكل 1-7.6.A	مقاومات 10 ohm انظر الشكل 1-7.6.A	أيها غير مطلوب

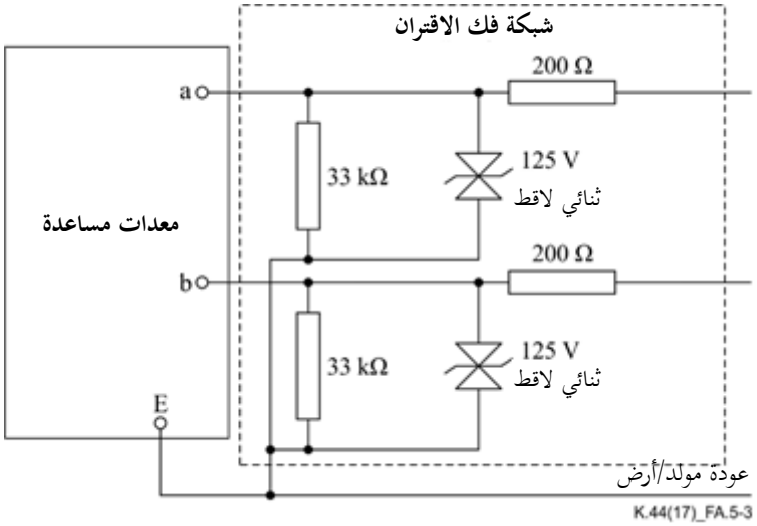
الملاحظة 1 – يُسمح (انظر البند 3.3.7) بإجراء اختبار التوصيل بالطاقة دون الحاجة إلى التوصيل بالطاقة بشرط ألا يؤثر ذلك على نتيجة الاختبار. وعلى هذا النحو، ونظراً لصعوبة العثور على عنصر اقتران فعال، يُسمح باستخدام طريقة اقتران مباشر، أي دون عنصر اقتران.

الملاحظة 2 - قد يحتاج الأمر أحياناً إلى خفض قيمة مقاوم فك الاقتران لتمكين النظام من العمل. وينبغي تسجيل قيمة مقاوم فك الاقتران هذا في تقرير الاختبار.

2.5.A المنافذ المختبرة

1.2.5.A زوج متناظر خارجي

عندما يكون المنفذ المتناظر الخارجي هو المنفذ المختبر، يقترح إدراج 200 Ω على التسلسل مع كل جزء من الخط بين المعدات المساعدة (AE) والمولد. ويمكن توصيل 33 kΩ بالتوازي مع جهاز لقط بتوتر 125 فلط بين كل جزء من الخط والأرض في AE للمضي في فك اقتران AE، انظر الشكل 3-5.A. وسوف يحد ذلك من مقدار التيار المنقول في AE إلى عدد قليل من الأمبيرات، ولكنه يسمح مع ذلك بإرسال xDSL أو POTS أو ISDN حتى عند استخدام تغذية الطاقة عن بُعد بما يصل إلى 120 فلط تيار مستمر. ويُسمح بقيم أو طرائق أخرى، من قبيل كبل اصطناعي مثلاً.

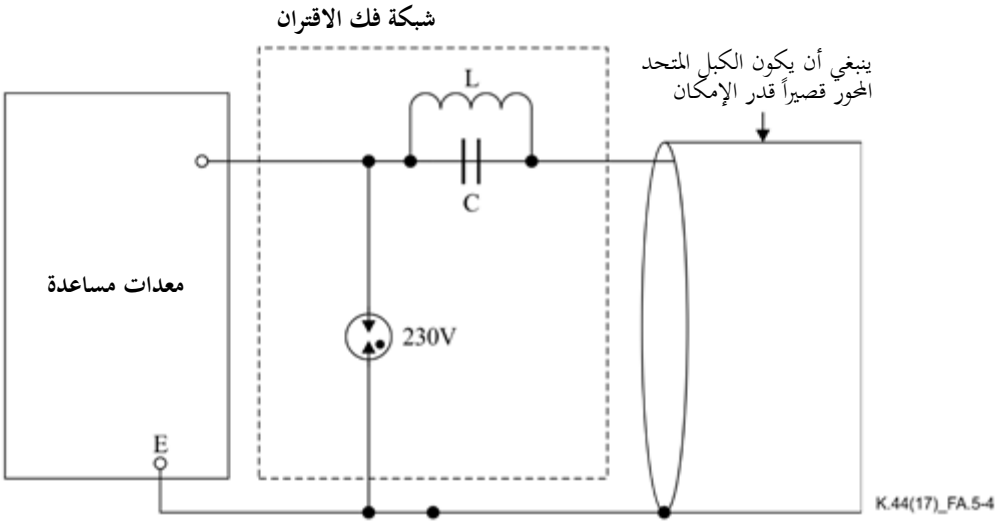


الشكل 3-5.A – فك اقتران شبكة المعدات المساعدة (AE)
الموصولة بمنفذ اختبار زوج متناظر خارجي

2.2.5.A منفذ كبل متحد المحور خارجي

عندما يكون المنفذ متحد المحور الخارجي هو المنفذ المختبر، يُقترح إدراج مكثف على التسلسل مع الناقل المركزي بين المعدات المساعدة (AE) والمولد. ويمكن توصيل كبل GDT متحد المحور بتوتر 230 فلط عند AE للمضي في فك اقتران AE، انظر الشكل 4-5.A. ويؤدي ذلك إلى الحد من الطاقة التي تدخل إلى AE ولكنه يسمح مع ذلك بالإرسال. ويمكن استخدام GDT بتوتر إشعال أعلى إذا كان ذلك ضرورياً للتطبيق.

ويمكن توصيل تحريض عالي القيمة بالتوازي مع المكثف للسماح بتغذية الطاقة عن بُعد، من قبيل 120 فلط تيار مستمر مثلاً. ويُسمح بقيم أو طرائق أخرى، من قبيل كبل اصطناعي مثلاً.



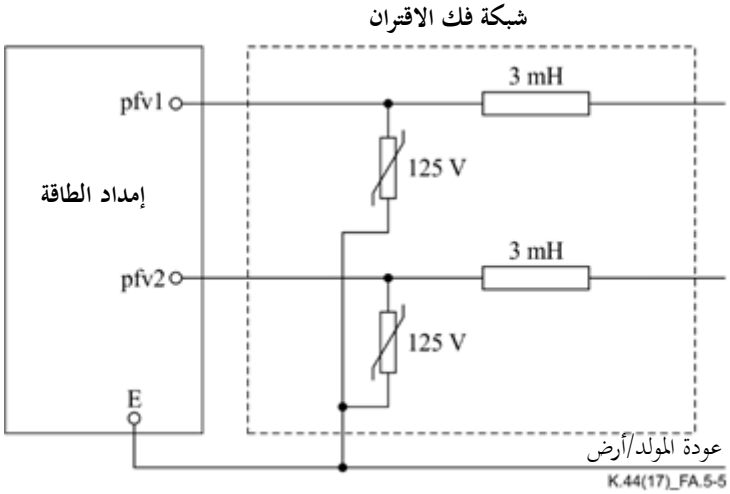
$(C > 5 / (2 \times \pi \times f \times Zo)$، حيث $\pi = 3.1416$، و f هي التردد الأدنى المستخدم في EUT و Zo هي المعاوقة المميزة في الكبل المتحد المحور، والحد الأعلى لقيمة C هو 50 nF.

التحريض L مطلوب فقط في حال تغذية طاقة لتيار مستمر. ويكفي محرض مركزه أجوف بمقدار 3 mH لفك اقتران التمور من معدات الطاقة. ويلاحظ أنه يوصى باستخدام محرض مركزه أجوف ذلك لأن التيار المغنط لمحرض نواته من فولاذ يمكن أن يتسبب في إشكال.

الشكل 4-5.A – فك اقتران شبكة من أجل المعدات المساعدة (AE)
موصولة بمنفذ كبل متحد المحور خارجي

3.2.5.A منفذ تغذية طاقة مخصص خارجي

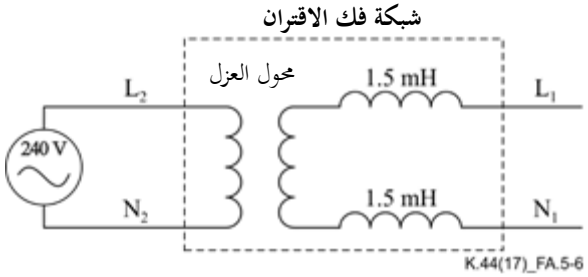
عندما يكون منفذ تغذية الطاقة المكرس الخارجي هو المنفذ المختبر، يقترح إدراج 3 mH على التسلسل مع كل جزء من الخط بين المعدات المساعدة (AE) والمولد. ويمكن توصيل جهاز لقط بتوتر 125 فلط بين كل جزء من الخط والأرض في AE للمضي في فك اقتران AE، انظر الشكل 5-5.A. وسوف يحد ذلك من مقدار التيار المنقول في AE إلى عدد قليل من الأمبيرات لتغذية الطاقة حتى 120 فلط تيار مستمر. ويُسمح بقيم أو طرائق أخرى، من قبيل كبل اصطناعي مثلاً.



الشكل 5-5.A – فصل اقتران شبكة المعدات المساعدة (AE)
موصولة بمنفذ زوج dpf الخارجي المختبر

4.2.5.A المنافذ الرئيسية

عندما يكون منفذ التيار الرئيسي هو المنفذ المختبر، من الضروري فك اقتران المصدر الرئيسي أثناء الاختبار بشأن التمورات المستعرضة/التفاضلية ومن المنفذ إلى الأرض ومن المنفذ إلى المنفذ الخارجي وذلك لحماية مصدر الطاقة. ويبين الشكل 6-5.A عناصر فك الاقتران المقترحة.

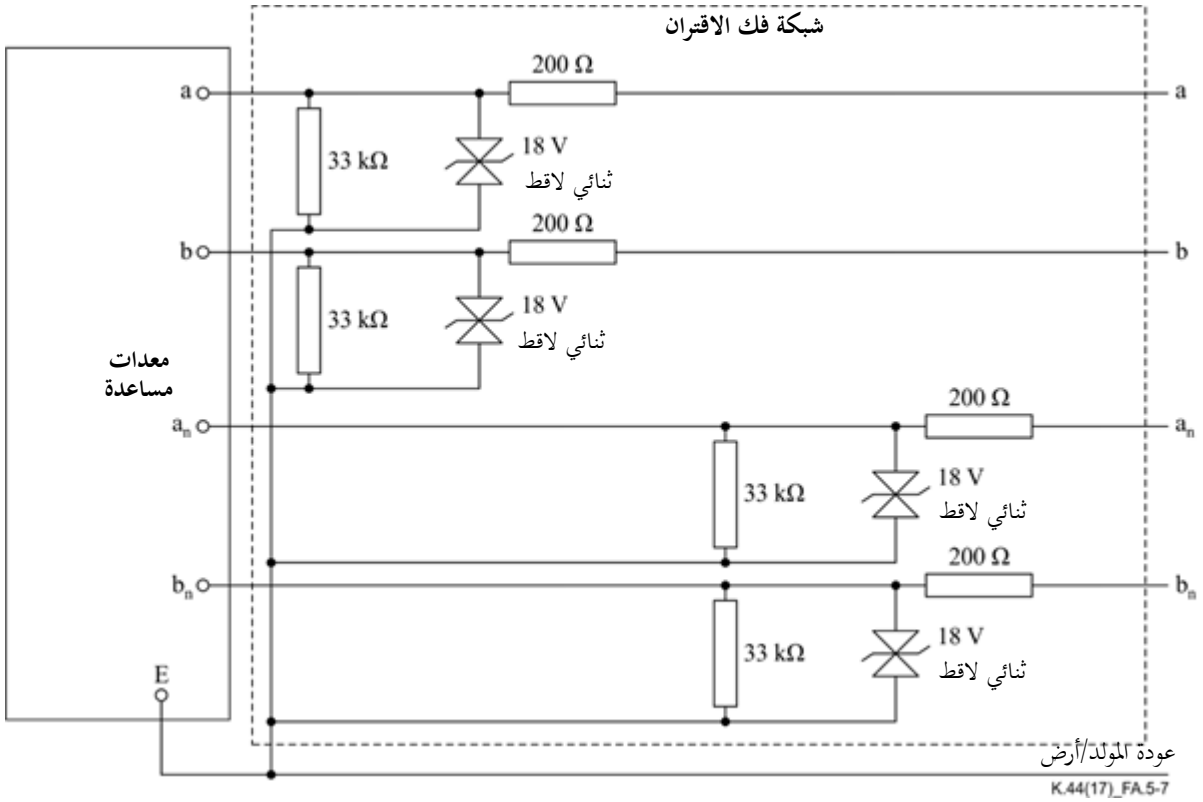


الشكل 6-5.A – فك اقتران الشبكة لمصدر الطاقة الموصول بمنفذ التيار الرئيسي المختبر

إذا تعذر استخدام عنصر فك الاقتران الموصى به للاختبار، ينبغي ذكر هذا الواقع في تقرير الاختبار. وينبغي الإبلاغ عن قيمة عنصر فك الاقتران المعدل إلى جانب الأثر المحتمل على نتيجة الاختبار.

5.2.5.A منفذ كبل غير مدرع خارجي

عندما يكون منفذ الكبل غير المدرع الخارجي هو المنفذ المختبر، يقترح إدراج 200 Ω على التسلسل مع كل جزء من الخط بين المعدات المساعدة (AE) والمولد. ويمكن توصيل 33 kΩ بالتوازي مع جهاز لاقط بتوتر 18 فلط بين كل جزء من الخط والأرض في AE للمضي في فك اقتران AE وسوف يحد ذلك من مقدار التيار المنقول في AE إلى عدد قليل من الأمبيرات. ويُسمح بقيم أو طرائق أخرى.



ملاحظة – تستخدم عادة ثنائيات لاقطة بمقدار 18 فلط لحماية الواجهة الداخلية. وإذا كانت هذه الثنائيات تمنع التشغيل العادي، يمكن استخدام ثنائية لاقطة ذات توتر أعلى. وإذا كان مقاوم فك الاقتران بمقدار 200 أوم يمنع التشغيل العادي، يمكن استخدام مقاوم ذي قيمة أدنى.

الشكل 7-5.A – فك اقتران شبكة المعدات المساعدة (AE) الموصولة بمنفذ الكبل غير المدرع الداخلي المختبر

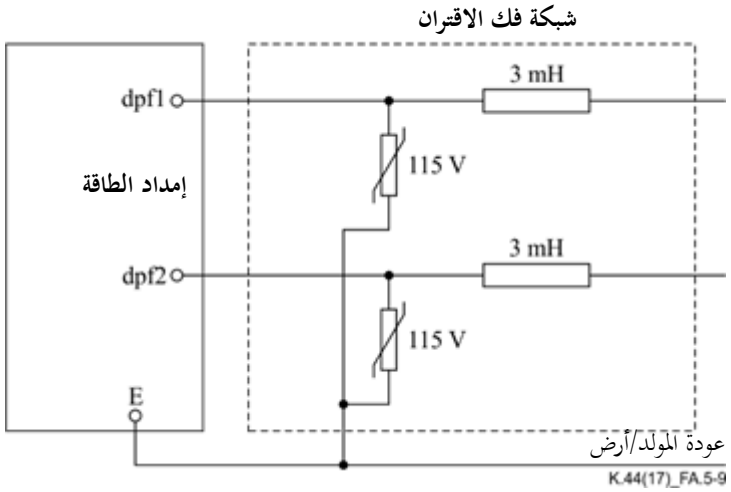
6.2.5.A منفذ كبل مدرع داخلي

الشكل 8-5.A محذوف.

ملاحظة – لا حاجة إلى شبكة فك اقتران للمعدات المساعدة الموصولة بمنفذ كبل مدرع داخلي قيد الاختبار. انظر الشكل 2-5.6.A.

7.2.5.A واجهة تيار مستمر داخلية

عندما يكون منفذ الطاقة لتيار مستمر داخلي هو المنفذ المختبر، يقترح إدراج 3 mH على التسلسل مع كل جزء من الخط بين المعدات المساعدة (AE) والمولد. ويمكن توصيل جهاز لقط بتوتر 115 فلط بين كل جزء من الخط والأرض في AE للمضي في فك اقتران AE، انظر الشكل 9-5.A. وسوف يحد ذلك من مقدار التيار المنقول في AE إلى عدد قليل من الأمبيرات لتغذية الطاقة حتى 100 فلط تيار مستمر. ويُسمح بقيم أو طرائق أخرى، من قبيل كبل اصطناعي مثلاً.



الشكل 9-5.A – فك اقتران شبكة لتوصيل التيار إلى منفذ طاقة التيار المستمر الداخلي قيد الاختبار

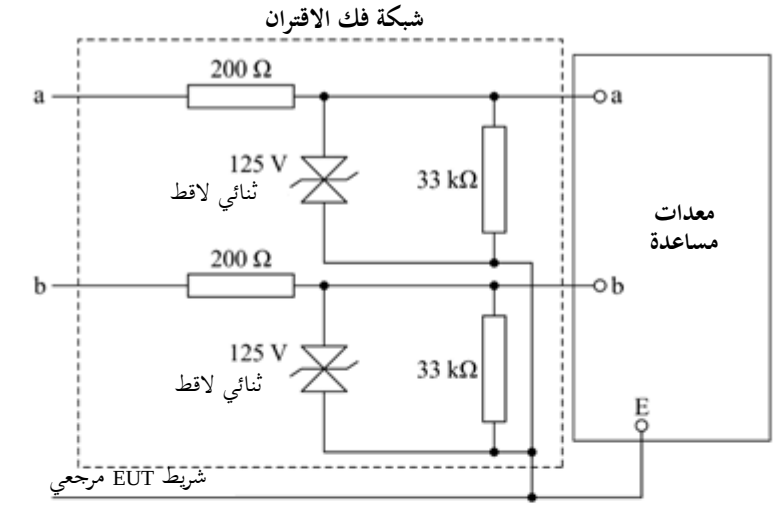
تتألف عناصر اقتران المولد من مقاوم بقيمة 10 Ω ومكثف بقيمة 9 µF موصول على التسلسل.

3.5.A منافذ غير مختبرة

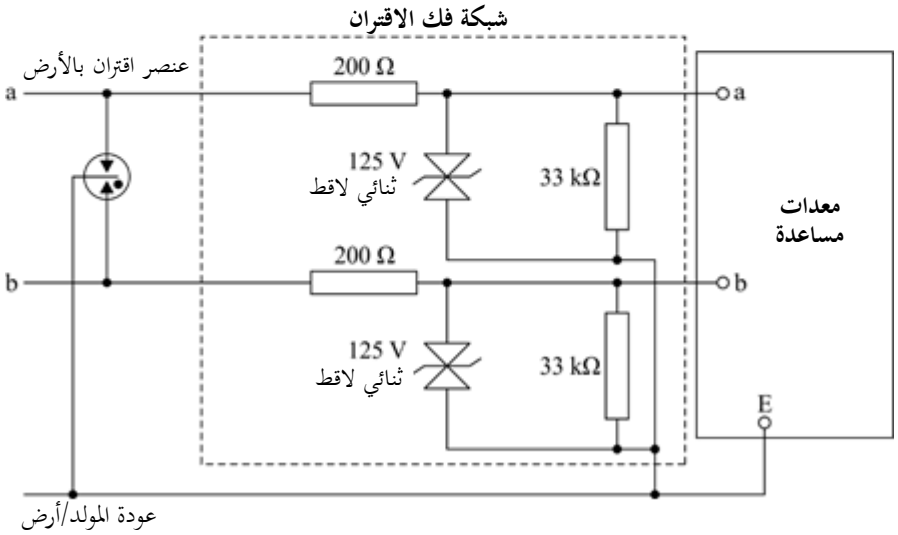
1.3.5.A زوج متناظر خارجي

عندما يكون المنفذ المتناظر الخارجي هو المنفذ المختبر، يقترح إدراج 200 Ω على التسلسل مع كل جزء من الخط بين المعدات المساعدة (AE) والمولد. ويمكن توصيل 33 kΩ بالتوازي مع جهاز لقط بتوتر 125 فلط بين كل جزء من الخط والأرض في AE للمضي في فك اقتران AE. وسوف يحد ذلك من مقدار التيار المنقول في AE إلى عدد قليل من الأمبيرات، ولكنه يسمح مع ذلك بإرسال xDSL أو POTS أو ISDN حتى عند استخدام تغذية الطاقة عن بُعد يصل إلى 120 فلط تيار مستمر.

ويوضح الشكل 10-5.A طرائق الإنهاء والاقتران بالأرض لمنافذ زوج متناظر خارجي غير مختبرة.



أ) انتهاء منفذ زوج متناظر خارجي غير مختبر



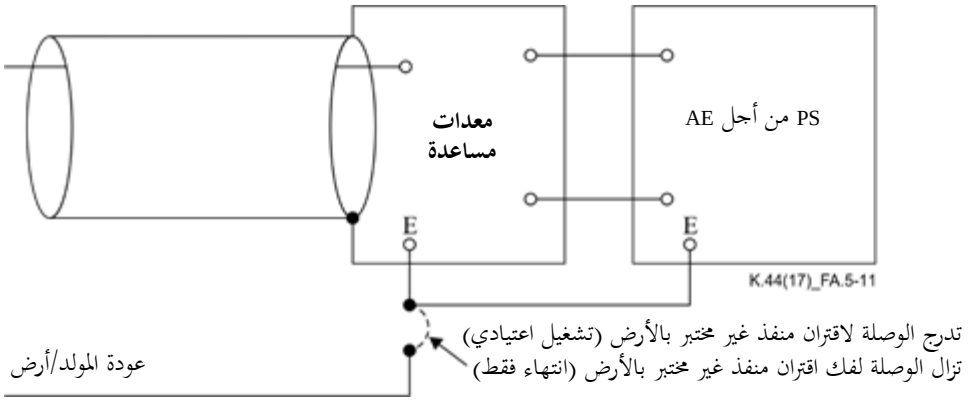
ب) اقتران بالأرض وانتهاء منفذ زوج متناظر خارجي غير مختبر K.44(17)_FA.5-10

ملاحظة – بالنسبة لمنافذ إثرنت، انظر البند 7.6.A والشكل 1-7.6.A أ) وب) للاقتران بالأرض وطرائق فك الاقتران والإنهاء.

الشكل 10-5.A - الإنهاء والاقتران بالأرض لمنافذ زوج متناظر خارجي غير مختبرة

2.3.5.A منفذ كبل متحد المحور خارجي

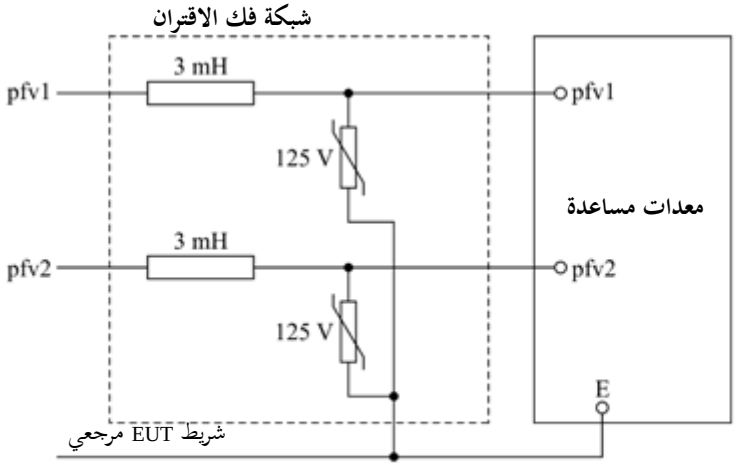
عندما يكون منفذ الكبل المتحد المحور الخارجي هو المنفذ غير المختبر، يُقترح استخدام طرائق الإنهاء والاقتران بالأرض الموضحة في الشكل 11-5.A. ويتعين تعويم AE، ومصدر الطاقة لها، وذلك "لفك اقتران" AE. ويتعين تأريض AE وإمدادها بالطاقة من أجل "اقتران" منفذ المعدات قيد الاختبار (EUT) بالأرض، انظر الشكل 18-5.A.



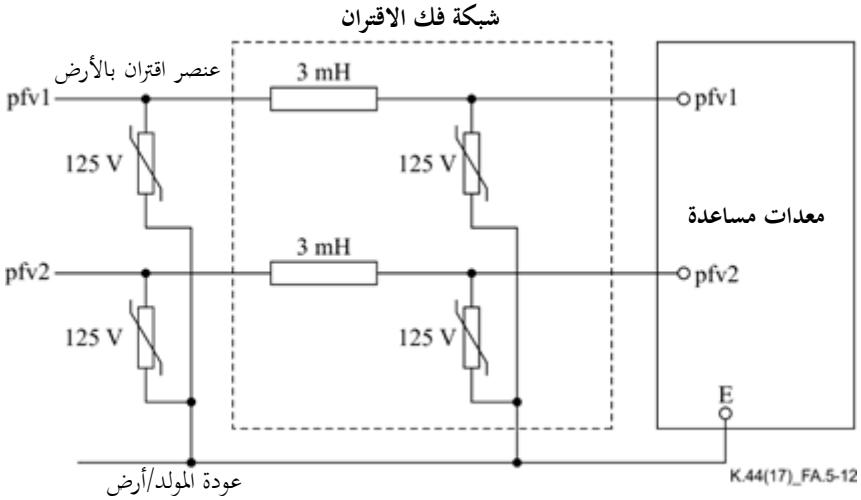
الشكل A.5-11 - الإنهاء والاقتران بالأرض لمنافذ الكبلات المتحدة المحور الخارجية غير المختبرة

3.3.5.A منفذ تغذية طاقة مكرسة خارجي

عندما يكون منفذ تغذية الطاقة المكرسة هو المنفذ غير المختبر، يقترح إدراج 3 mH على التسلسل مع كل جزء من الخط بين المعدات المساعدة (AE) والمولد. ويمكن توصيل جهاز لقط بتوتر 125 فلط بين كل جزء من الخط والأرض في AE للمضي في فك اقتران AE، انظر الشكل A.5-12. وسوف يحد ذلك من مقدار التيار المنقول في AE إلى عدد قليل من الأمبيرات لتغذية الطاقة حتى 120 فلط تيار مستمر. ويُسمح بقيم أو طرائق أخرى، من قبيل كبل اصطناعي مثلاً.



أ) انتهاء منفذ زوج dpf خارجي غير مختبر



ب) اقتران بالأرض وانتهاء منفذ زوج dpf خارجي غير مختبر

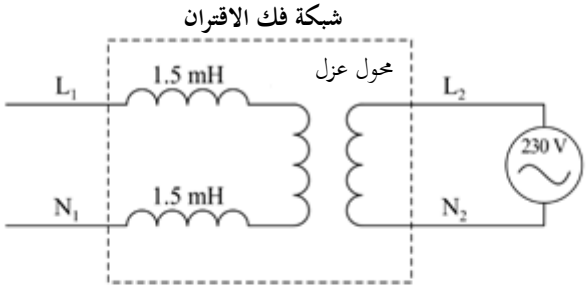
الشكل A.5-12 - الإنهاء والاقتران بالأرض لمنافذ تغذية الطاقة المخصصة (dpf) غير المختبرة

A.4.3.5 المنافذ الرئيسية

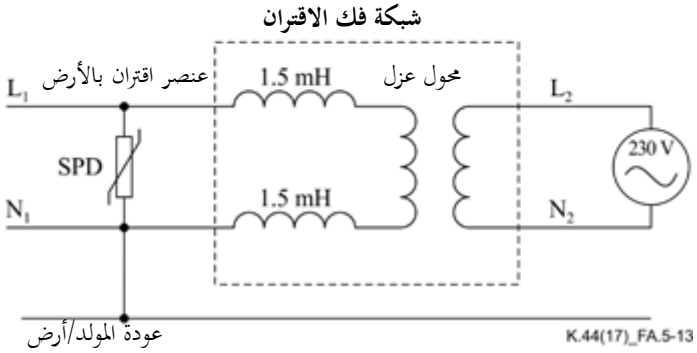
عندما يكون منفذ الطاقة الرئيسية عبارة عن منفذ غير مختبر، يتعين النظر في ثلاث حالات لشبكة الطاقة الرئيسية، وهي:

- تظهر شبكة توزيع الطاقة كشبكة معاوقة عالية. وينطبق هذا على التركيب المحايد غير المؤرض، من قبيل نظام توزيع الطاقة TT. وفي هذه الحالة، تستخدم محرضات 1,5 mH في الموصلين L1 وN.
- يتم تأريض الخط المحايد في أماكن العميل، من قبيل نظام توزيع الطاقة TN-C. وفي هذه الحالة، يتم توصيل الموصل المحايد بعودة المولد.
- يتم تأريض كل من L1 والخط المحايد في ظروف التمور، أي عند تركيب أجهزة الحماية الخاصة (SPD). وفي هذه الحالة، يتم توصيل الخط المحايد بالأرض وتركيب SPD L1 نحو الخط N/E.

ولاختبار جميع السيناريوهات الممكنة والسماح بالاختبار في الظروف التي يكون فيها المنفذ عائماً ومقترناً بالأرض، تستخدم طرائق الإنهاء والاقتران بالأرض الموضحة في الشكل A.5-13.



أ) انتهاء منفذ طاقة رئيسية غير مختبر

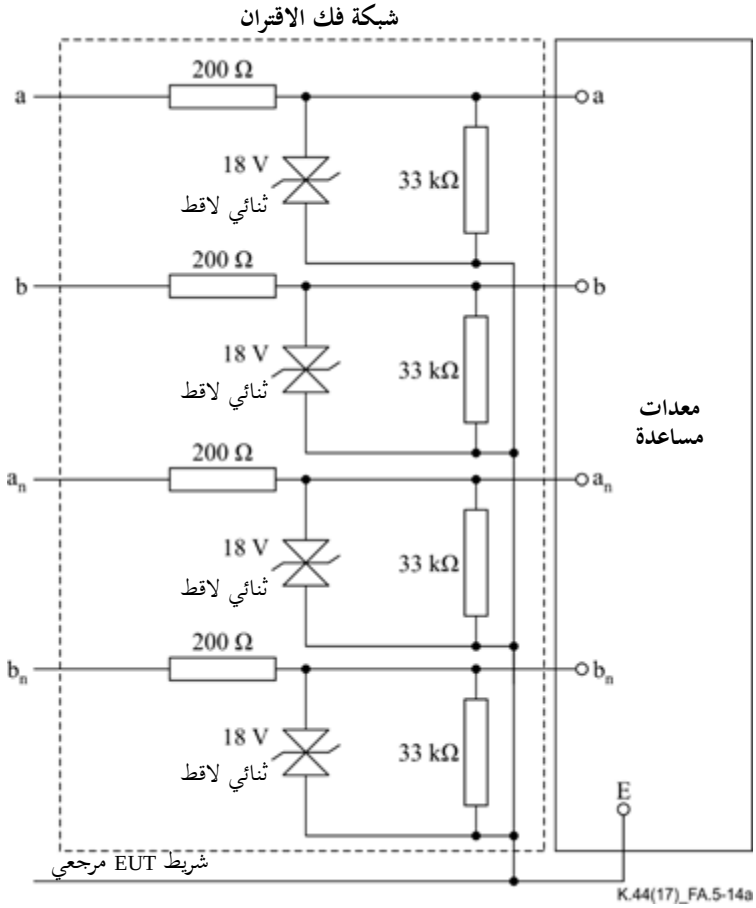


ب) اقتران بالأرض وانتهاء منفذ زوج dpf خارجي غير مختبر

الشكل 13-5.A – الإنهاء والاقتران بالأرض لمنافذ الطاقة الرئيسية غير المختبرة

5.3.5.A منفذ كبل غير مدرع داخلي

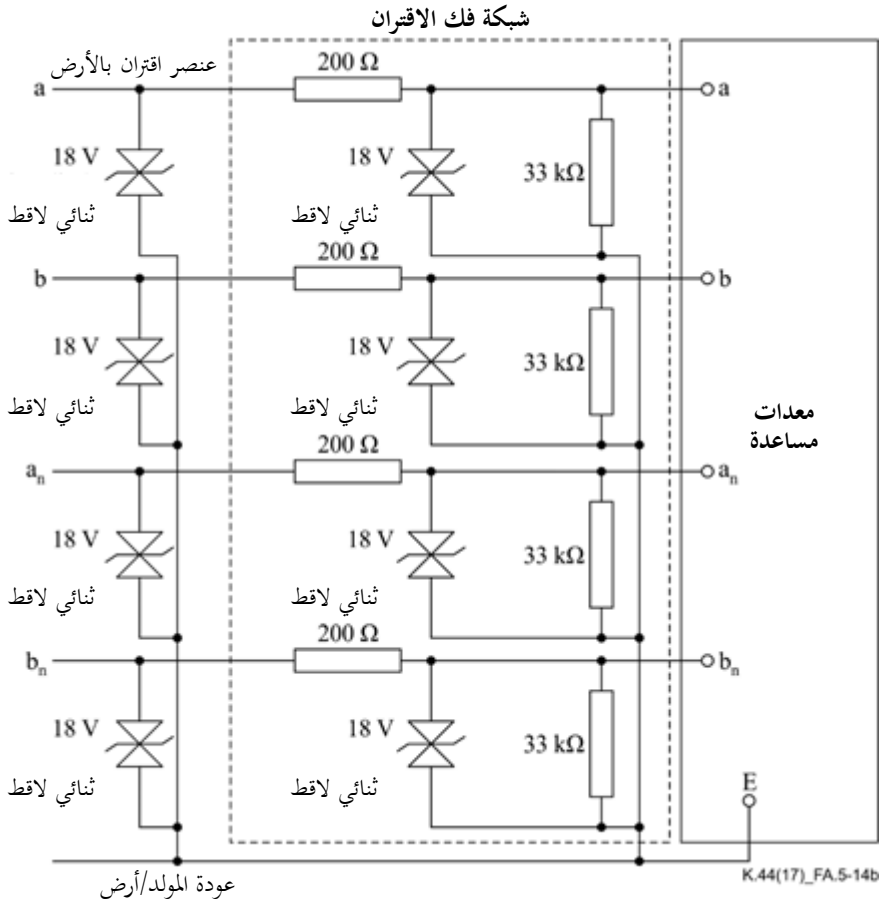
عندما يكون منفذ الكبل غير المدرع الداخلي هو المنفذ غير المختبر، يقترح إدراج 200 Ω على التسلسل مع كل جزء من الخط بين المعدات المساعدة (AE) والمولد. ويمكن توصيل 33 kΩ بالتوازي مع جهاز لقط بتوتر 18 فلط بين كل جزء من الخط والأرض في AE للمضي في فك اقتران AE، انظر الشكل 14-5.A. وسوف يحد ذلك من مقدار التيار المنقول في AE إلى عدد قليل من الأمبيرات. ويُسمح بقيم أو طرائق أخرى، من قبيل كبل اصطناعي.



الملاحظة 1 – تستخدم عادة ثنائيات لاقطة بمقدار 18 فلط لحماية الواجهة الداخلية. وإذا كانت هذه الثنائيات تمنع التشغيل العادي، يمكن استخدام ثنائية لاقطة ذات توتر أعلى. وإذا كان مقاوم فك الاقتران بمقدار 200 أوم يمنع التشغيل العادي، يمكن استخدام مقاوم ذي قيمة أدنى.

الملاحظة 2 – بالنسبة لمنافذ الإثرنت، انظر البند 7.6.A والشكل 1a-7.6.A لطريقة فك الاقتران والإنهاء.

الشكل 14a-5.A - إنهاء منافذ أزواج متناظرة داخلية غير مختبرة



الملاحظة 1 – تستخدم عادة ثنائيات لاقطة بمقدار 18 فلط لحماية الواجهة الداخلية. وإذا كانت هذه الثنائيات تمنع التشغيل العادي، يمكن استخدام ثنائية لاقطة ذات توتر أعلى. إذا كان مقاوم فك الاقتران بمقدار 200 أوم يمنع التشغيل العادي، يمكن استخدام مقاوم ذي قيمة أدنى.

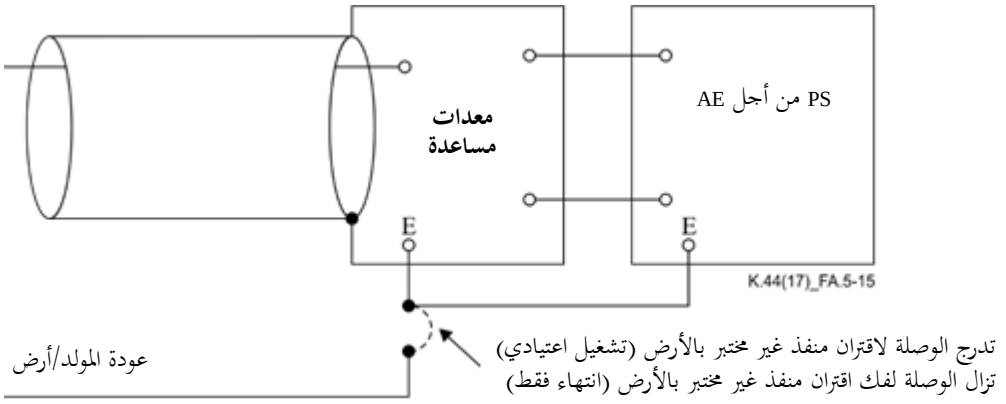
الملاحظة 2 – بالنسبة لمنافذ إثرنت، انظر البند 7.6.A والشكل 1b-7.6.A لطريقة الاقتران بالأرض وفك الاقتران والإنهاء.

الشكل 14b-5.A - اقتران بالأرض وإنهاء من منافذ زوج داخلي متماثل غير مختبرة

6.3.5.A منفذ كبل مدرع داخلي

عندما يكون منفذ الكبل المدرع الداخلي هو المنفذ غير المختبر، يقترح استخدام طرائق الإنهاء والاقتران بالأرض المبينة في الشكل 15-5.A:

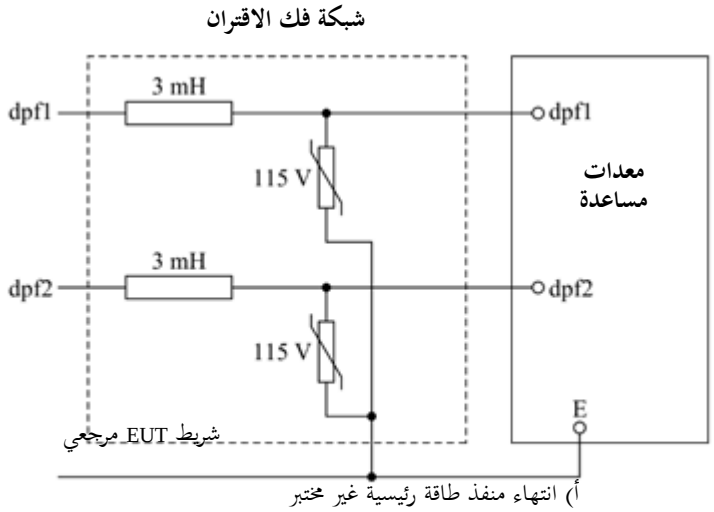
- "لفك اقتران" المعدات المساعدة (AE) من الأرض: يتعين تعويم المعدات AE وإمدادات الطاقة الخاصة بها.
- "لاقتران" المعدات المساعدة (AE) بالأرض: يتعين توصيل المعدات AE وإمدادات الطاقة الخاصة بها بعودة المولد.

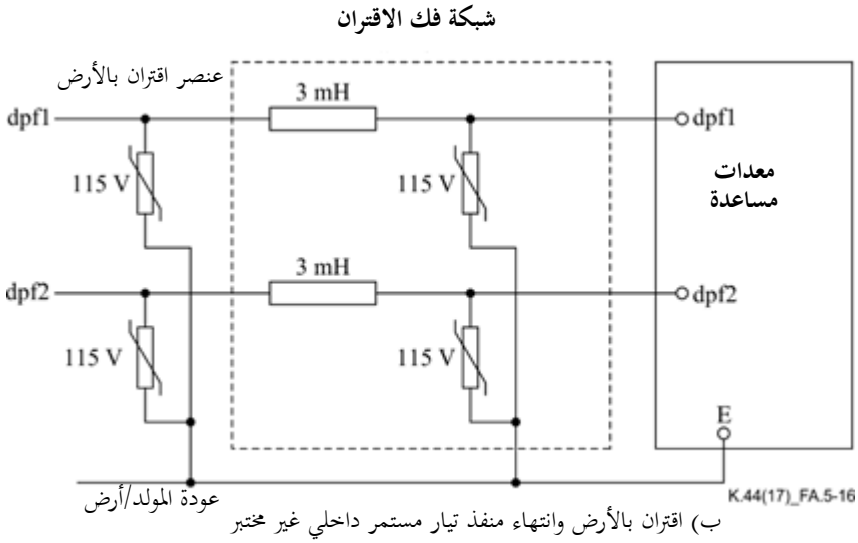


الشكل 15-5.A - إنهاء منافذ الكبلات المدرعة الداخلية غير المختبرة واقترانها بالأرض

7.3.5.A واجهة طاقة تيار مستمر داخلية

عندما يكون منفذ تيار مستمر داخلي هو المنفذ غير المختبر، يقترح إدراج 3 mH على التسلسل مع كل جزء من الخط بين المعدات المساعدة (AE) والمولد. ويمكن توصيل جهاز لقط بتوتر 115 فلط بين كل جزء من الخط والأرض في المعدات AE للمضي في فك اقتران AE، انظر الشكل 16-5.A. وسوف يحد ذلك من مقدار التيار المنقول في AE إلى عدد قليل من الأمبيرات لتغذية الطاقة حتى 100 فلط تيار مستمر. ويُسمح بقيم أو طرائق أخرى، من قبيل كبل اصطناعي مثلاً.



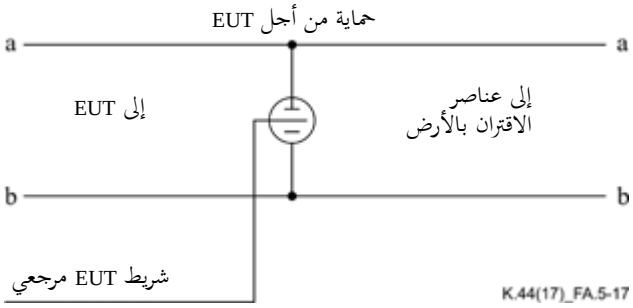


الشكل 16-5.A – إنهاء منافذ واجهات طاقة تيار مستمر داخلية غير مختبرة واقترانها بالأرض

4.5.A عناصر الحماية

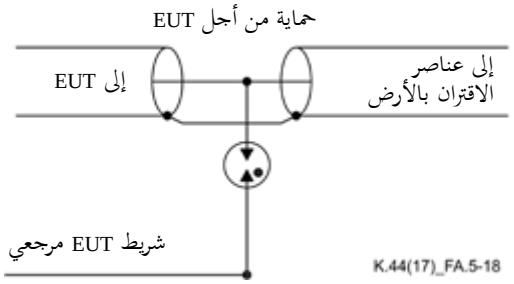
عند إجراء اختبار التنسيق لمنفذ مختبر إلى منفذ خارجي أو داخلي غير مختبر، من الضروري تركيب حماية من أجل المعدات قيد الاختبار (EUT) على المنفذ الخارجي أو الداخلي المقترن بالأرض.

1.4.5.A زوج متناظر خارجي



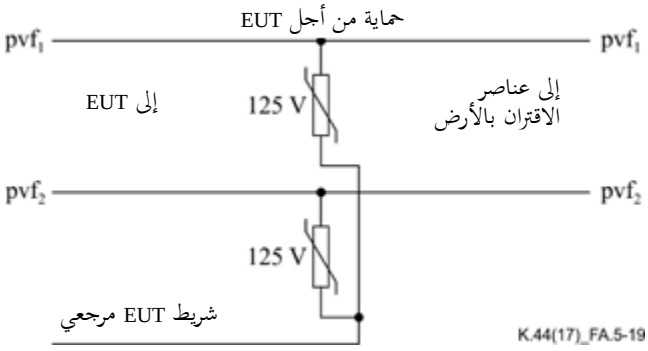
الشكل 17-5.A – توصيل الحماية لمنفذ زوج متناظر خارجي غير مختبر مقترن بالأرض

2.4.5.A منفذ كبل متحد المحور خارجي



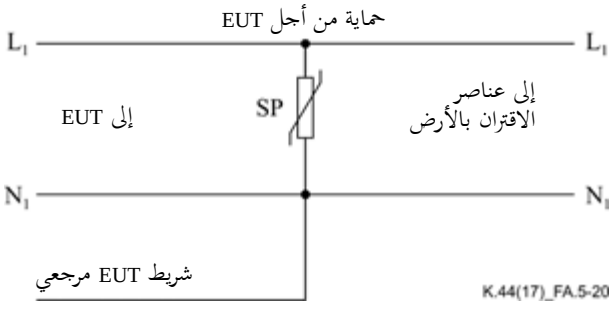
الشكل 18-5.A – توصيل الحماية لمنفذ كبل متحد المحور خارجي غير مختبر مقترن بالأرض

3.4.5.A منفذ تغذية طاقة مخصصة



الشكل 19-5.A - توصيل الحماية لمنفذ تغذية طاقة مخصصة خارجي غير مختبر مقترن بالأرض

4.4.5.A منفذ طاقة رئيسية



الشكل 20-5.A - توصيل الحماية لمنفذ طاقة رئيسية خارجي غير مختبر مقترن بالأرض

6.A مخططات الاختبار لأنواع مختلفة من المنافذ

1.6.A منافذ أزواج متناظرة

يبين الشكلان 1a-1.6.A و1b-1.6.A المخطط لتطبيق التمورات المستعرضة/التفاضلية. ويبين الشكل 2-1.6.A المخطط لتطبيق التمورات من المنفذ إلى الأرض. ويبين الشكل 3-1.6.A المخطط لتطبيق التمورات من منفذ خارجي إلى منفذ خارجي. ويبين الشكل 4-1.6.A المخطط لتطبيق التمورات من منافذ خارجية متعددة إلى الأرض. ويبين الشكل 5-1.6.A المخطط لتطبيق التمورات من منافذ خارجية متعددة إلى منفذ خارجي.

2.6.A المنافذ متحدة المحور

انظر الأشكال 1-2.6.A و2-2.6.A و3-2.6.A.

3.6.A منافذ تغذية طاقة مخصصة لتيار متناوب أو مستمر

يبين الشكلان 1a-3.6.A و1b-3.6.A المخطط لتطبيق التمورات المستعرضة/التفاضلية. ويبين الشكل 2-3.6.A المخطط لتطبيق التمورات من المنفذ إلى الأرض. ويبين الشكل 3-3.6.A التخطيط لتطبيق التمورات من منفذ خارجي إلى منفذ خارجي.

4.6.A منافذ الطاقة الرئيسية

يبين الشكل 1-4.6.A المخطط لتطبيق التمورات المستعرضة/التفاضلية. ويبين الشكل 2-4.6.A المخطط لتطبيق التمورات من المنفذ إلى الأرض. ويبين الشكل 3-4.6.A التخطيط لتطبيق التمورات من منفذ خارجي إلى منفذ خارجي.

5.6.A منافذ الكبلات الداخلية

انظر الشكلين 1-5.6.A و2-5.6.A.

6.6.A منافذ الطاقة للتيار المستمر

يبين الشكلان 1a-6.6.A و1b-6.6.A المخطط لتطبيق التمورات المستعرضة/التفاضلية على المعدات قيد الاختبار (EUT) حيث يتم تأريض جانب واحد من تغذية الطاقة في المعدات EUT. ويبين الشكل 2-6.6.A المخطط لتطبيق التمورات من المنفذ إلى الأرض. ويُستخدم مخطط المنفذ إلى الأرض أيضاً من أجل اختبار المنفذ الداخلي إلى المنفذ الداخلي.

7.6.A منافذ الإثرنت

يبين الشكل 1-7.6.A شبكة إنهاء منافذ إثرنت غير المختبرة واقترانها بالأرض. وسلسلة المقاومات 10 أوم في الشكل 1-7.6.A أ) هي مجرد مثال. إذ يمكن استبدالها بكبل إثرنت بطول مناسب. وكذلك، إذا كانت منافذ إثرنت في المعدات المساعدة (AE) ذات معاوقة منخفضة نحو الأرض، سيكون من الضروري إزالة التوصيل بالأرض من المعدات AE واستخدام إمداد بالطاقة (PS) عائم لتوصيل الطاقة إلى AE. والغرض من ذلك هو فك اقتران المعدات AE لمنعها من توصيل تيار تمور إلى الأرض.

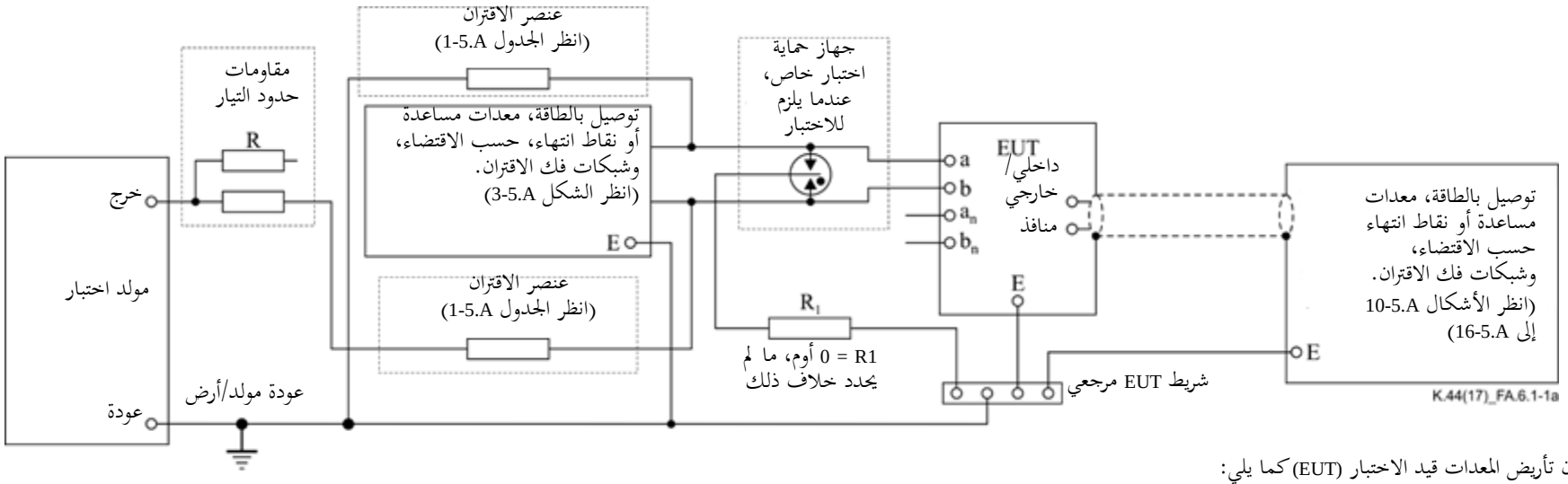
ويبين الشكل 2-7.6.A المخطط لتطبيق نبضة مستعرضة/تفاضلية لاختبار تحمل تيار النبضة في الوضعين A وB لتوصيل الطاقة عبر الإثرنت (PoE).

ويبين الشكل 3-7.6.A المخطط لتحديد مقاومة عزل التيار المستمر، ويبين الشكل 3a-7.6.A المخطط لتحديد توتر النبضة المحددة في منفذ الإثرنت.

ويقدم الشكل 4-7.6.A معلومات إضافية لاختبار التمور بالأسلوب الطولي/الشائع في الإثرنت.

وتتم جميع الاختبارات على منفذ الإثرنت، باستثناء اختبار مقاومة العزل، في حالة الوصل بالطاقة ولكن دون تشغيل. ويمكن اختبار منفذ الإثرنت في حالة عدم الوصل بالطاقة عندما تكون المعدات قيد الاختبار (EUT) عبارة عن جهاز موصول بالطاقة عبر الإثرنت (PoE)، ولا يمكن لمعدات الإمداد بالطاقة عبر الإثرنت (PSE) أن تشعر بجهاز قيد الاختبار موصول بالطاقة (PD). وتقوم

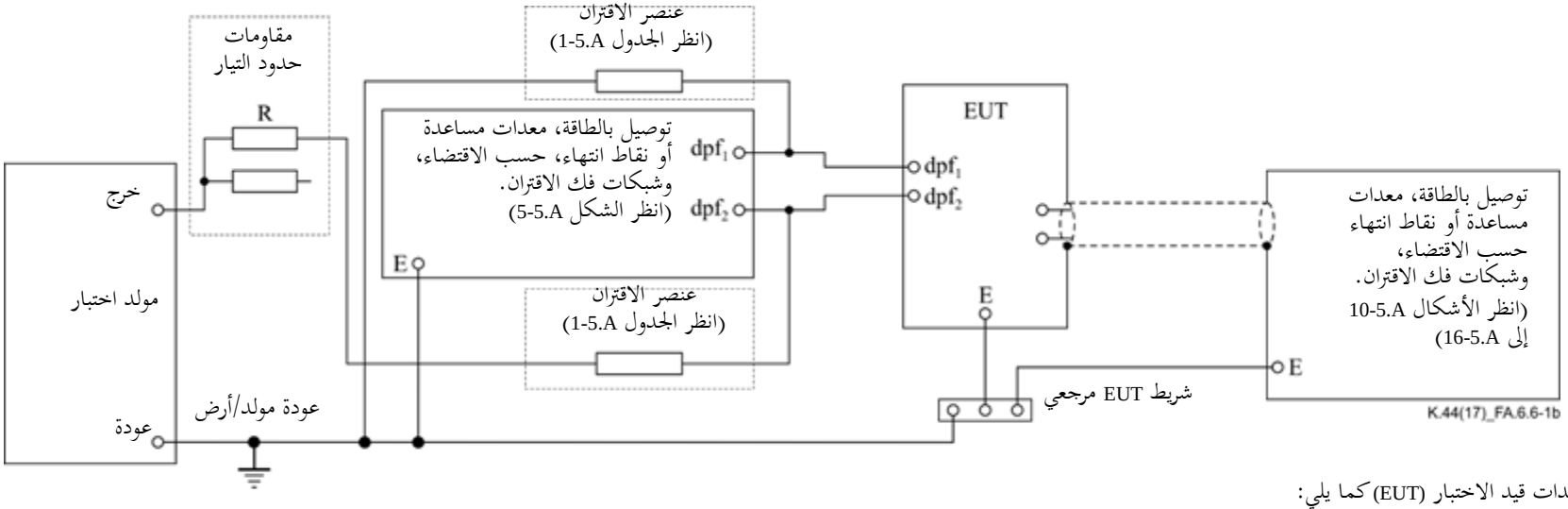
شبكة الاقتران/فك الاقتران بين المعدات PSE والمعدات PD بتعظيم سوية التمور المطبق على PD ولكنها قد توقف التشغيل الصحيح لاستشعار الحمل PSE، مما يؤدي إلى فصل الطاقة عن PD. وعندما يقترن منفذ الإثرنت غير المختبر بالأرض، فإن دارة الإثرنت ستكون أيضاً معطلة عن التشغيل. ويتم اختبار مقاومة العزل عندما تكون المعدات غير موصولة بالطاقة. ويجب اختبار المعدات في وقت لاحق في حالة التشغيل للتحقق من أنها لا تزال تلبي مواصفاتها.



يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

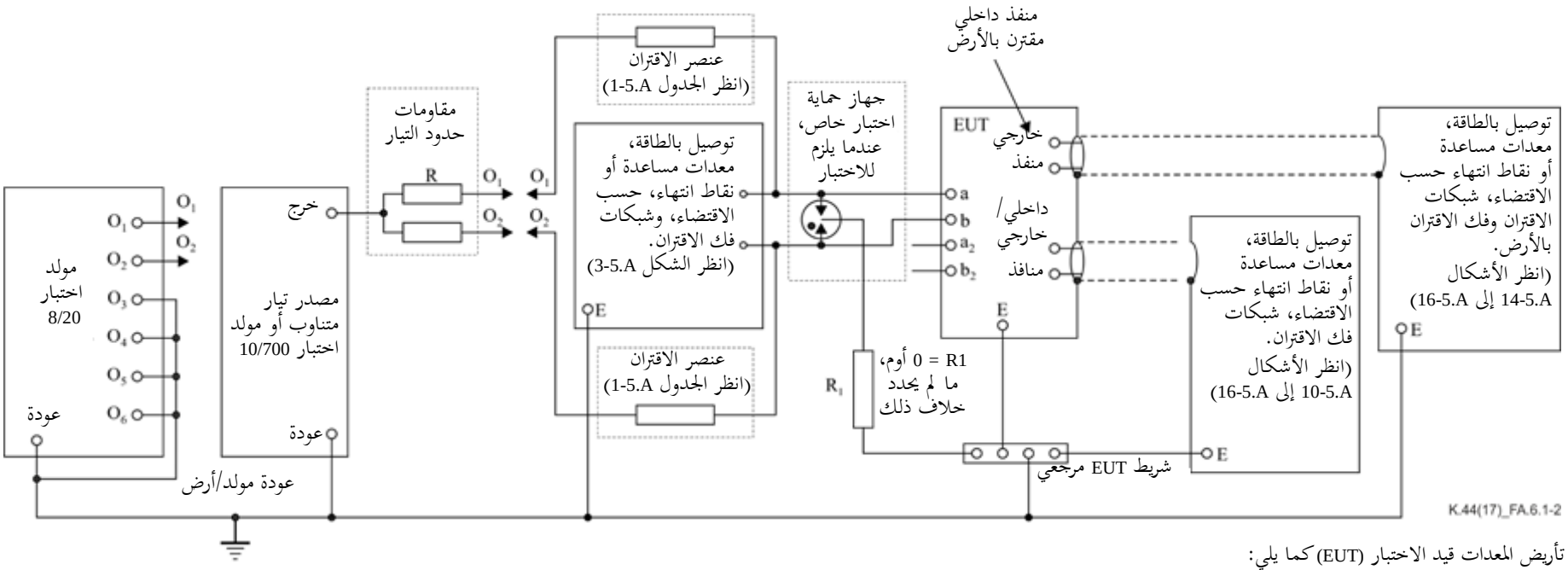
الشكل 1a-1.6.A - مثال على دارة اختبار لفرط التوتر المستعرض/التفاضلي أو فرط التيار في منفذ زوج متناظر خارجي وحيد (أ – مطراف إلى الأرض)



يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

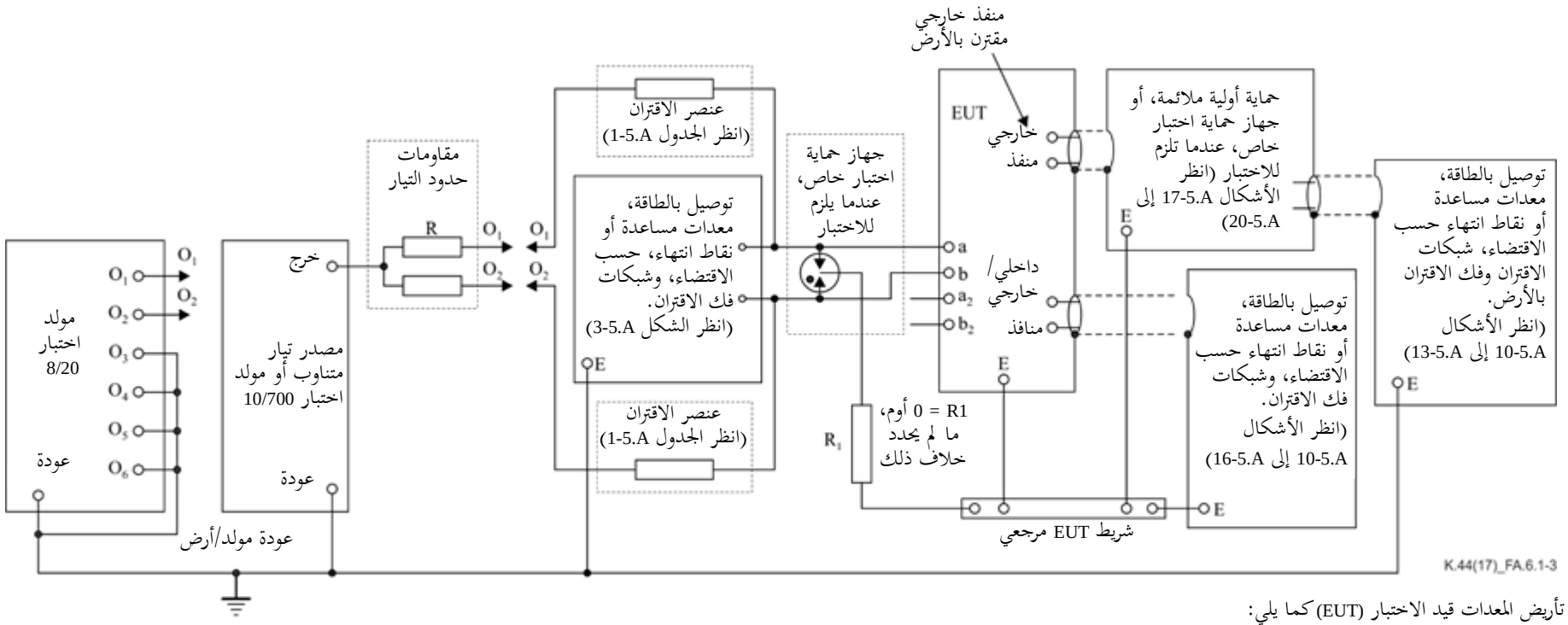
الشكل 1b-1.6.A – مثال على دارة اختبار لفرط التوتر المستعرض/التفاضلي أو فرط التيار في منفذ زوج متناظر خارجي وحيد (ب – مطراف إلى الأرض)



يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

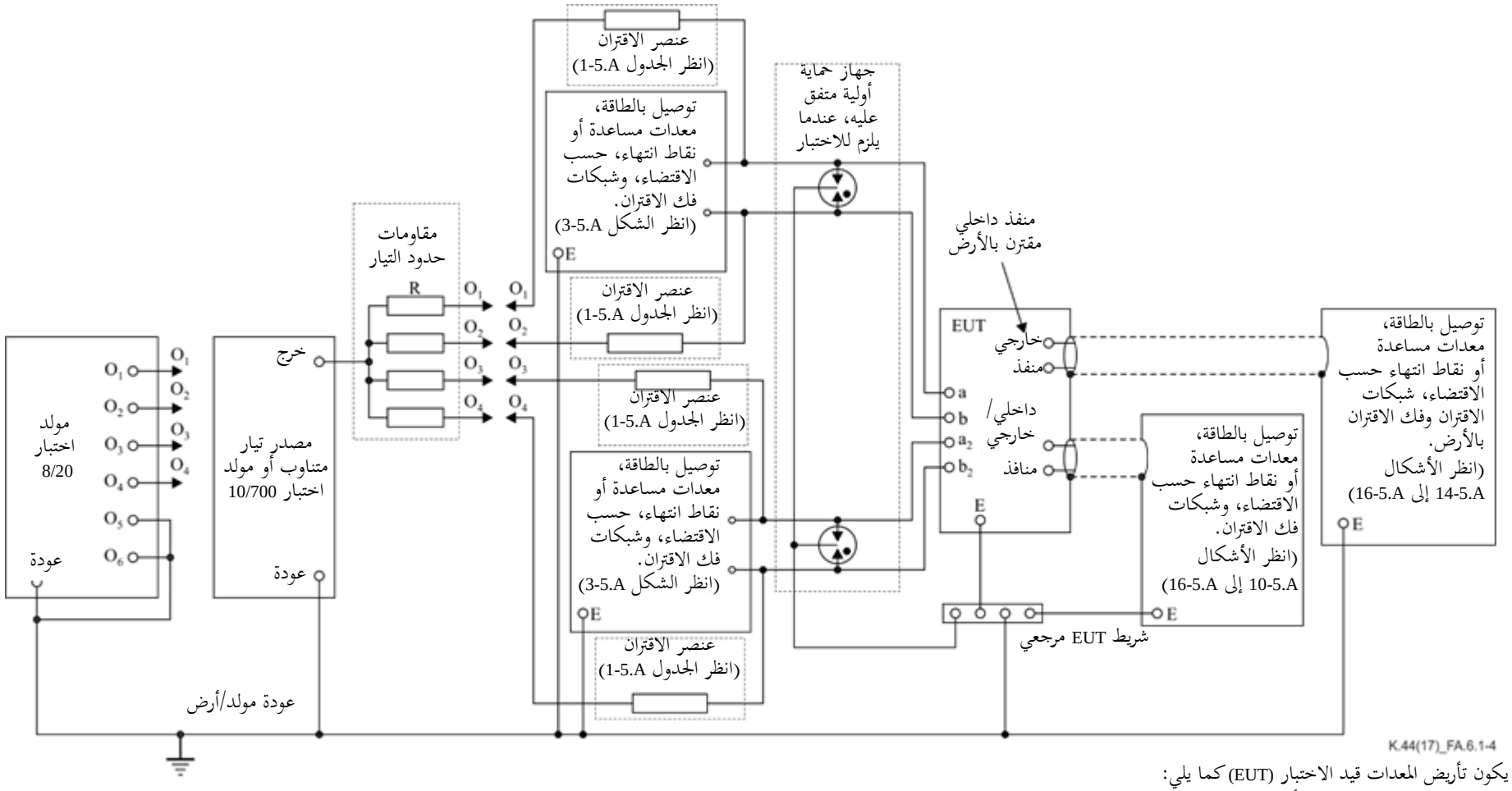
الشكل 2-1.6.A – مثال على دارة اختبار لفرط التوتر أو فرط التيار
في منفذ زوج متناظر خارجي وحيد إلى الأرض



يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

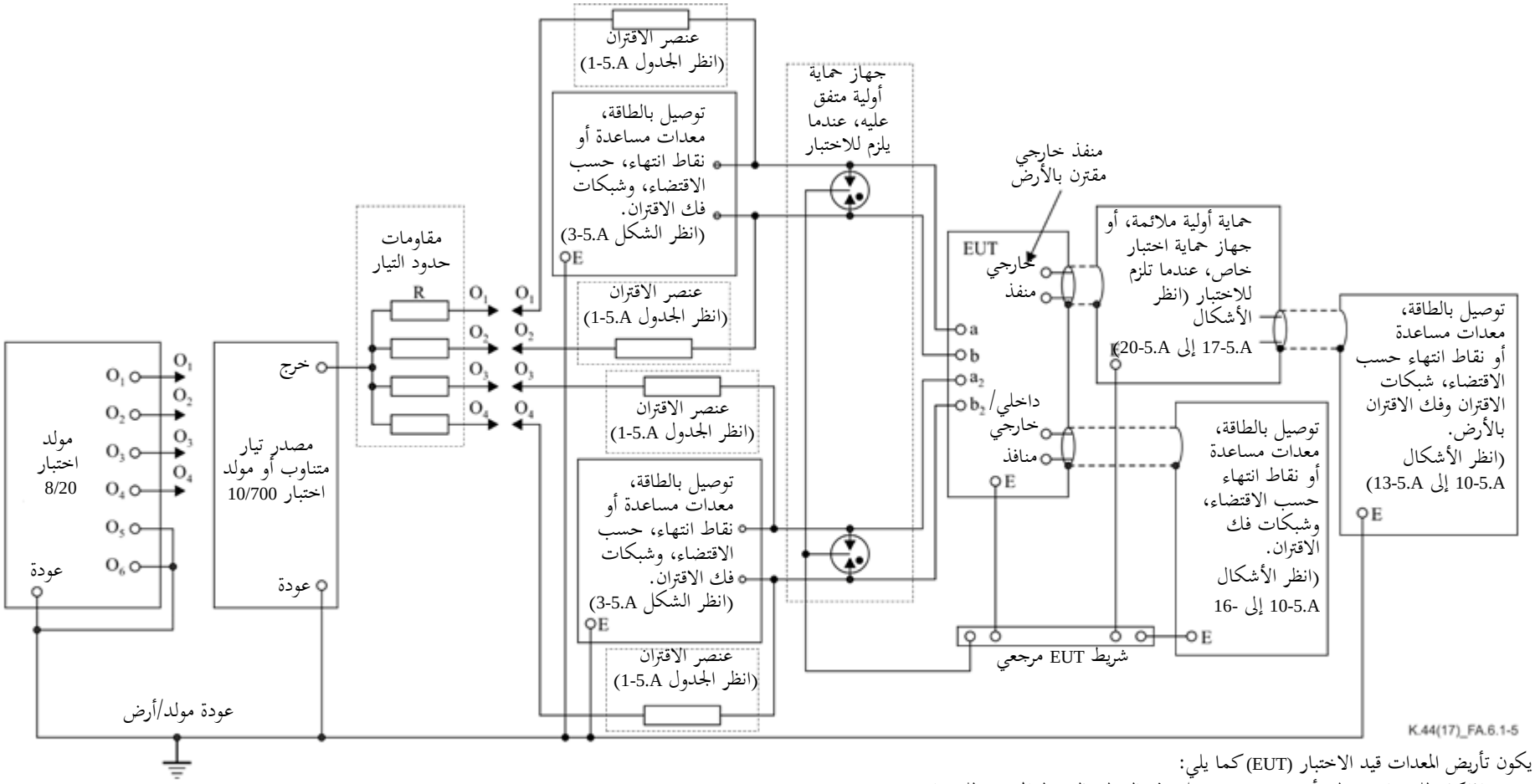
الشكل A.6.1-3 – مثال على دارة اختبار لفرط التوتر أو فرط التيار
في منفذ زوج متناظر خارجي وحيد إلى منفذ خارجي آخر



يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

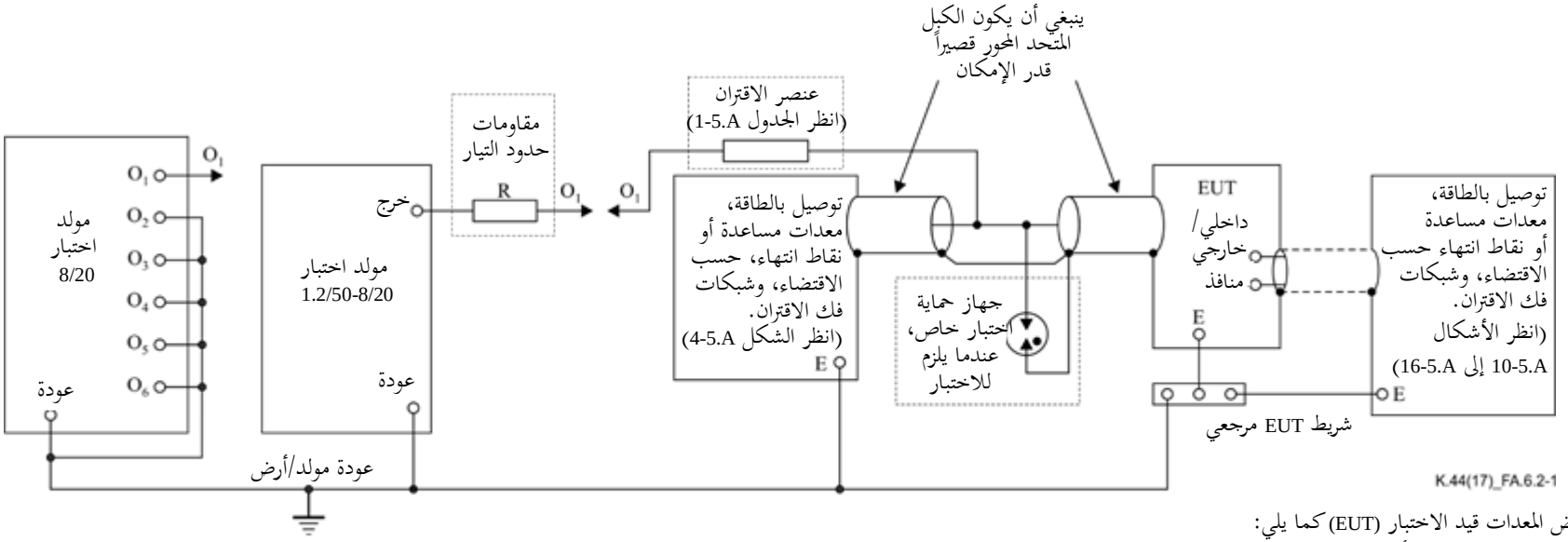
الشكل A.5-1.6.4 – مثال لدارة اختبار لفرط التوتر أو فرط التيار على منفذ أزواج متناظرة خارجية متعددة، أو منافذ أزواج متناظرة خارجية متعددة أو مزيج من الاثنين، إلى الأرض



يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

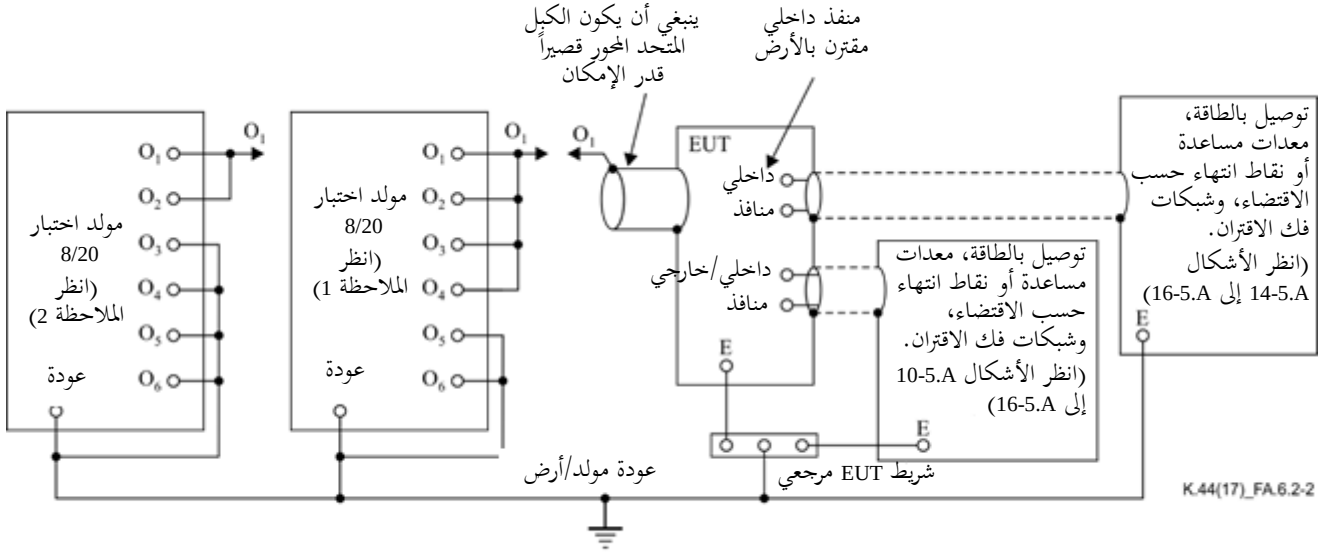
الشكل A.5-1.6 – مثال لدارة اختبار لفرط التوتر أو فرط التيار على منفذ أزواج متناظرة خارجية متعددة، أو منافذ أزواج متناظرة خارجية متعددة أو مزيج من الاثنين، إلى منفذ خارجي آخر



يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

الشكل A.6.2-1 - مثال لدارة اختبار لفرط التوتر أو فرط التيار التفاضلي
على منفذ كبل متحد المحور خارجي



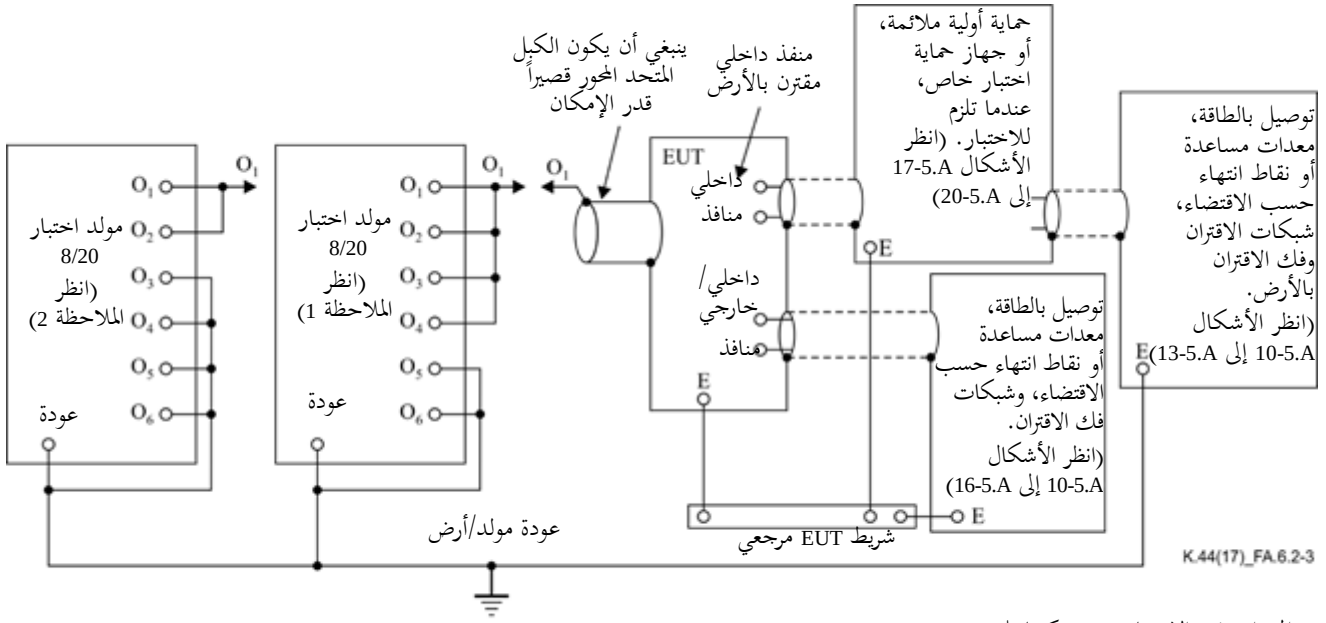
يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

الملاحظة 1 – توصيلات الخرج التي يتعين استعمالها في المعدات المصممة لتوصيلها بالهوائيات/المعدات المعرضة لتيارات الصواعق المباشرة، كأن تكون موصولة بالهوائيات/المعدات المركبة على برج.

الملاحظة 2 – وصلات الخرج التي يتعين استعمالها للمعدات المنطبقة غير المشمولة في الملاحظة 1.

الشكل A.6.2-2 - مثال لدارة اختبار من أجل اختبار تيار صاعقة مدرّع
على منفذ كبل متحد المحور خارجي إلى الأرض



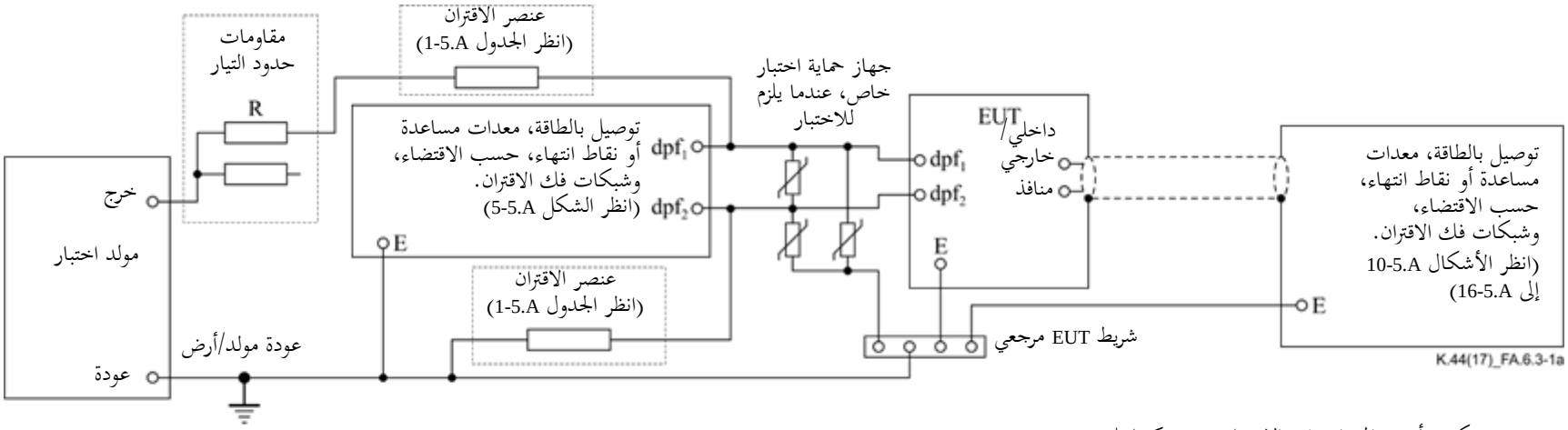
يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

الملاحظة 1 – توصيلات الخرج التي يتعين استعمالها في المعدات المصممة لتوصيلها بالهوائيات/المعدات المعرضة لتيارات الصواعق المباشرة، كأن تكون موصولة بالهوائيات/المعدات المركبة على برج.

الملاحظة 2 – وصلات الخرج التي يتعين استعمالها للمعدات المنطبقة غير المشمولة في الملاحظة 1.

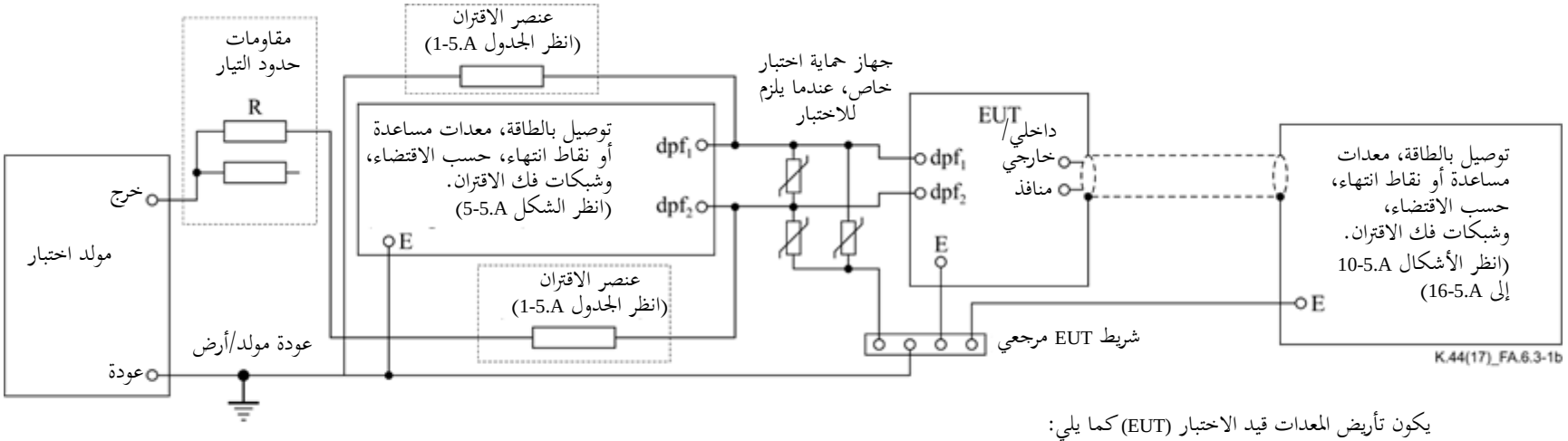
الشكل 3-2.6.A – مثال لدارة اختبار من أجل اختبار تيار صاعقة مدرّع على منفذ كبل متحد المحور خارجي إلى منفذ خارجي



يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

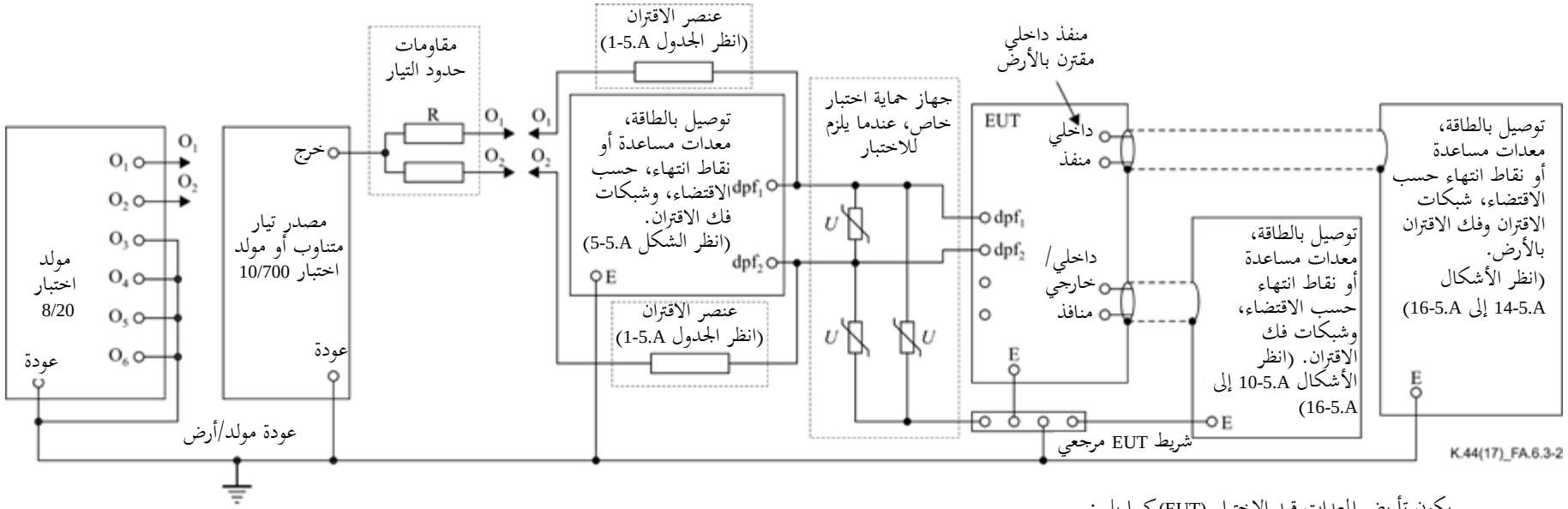
الشكل 1a-3.6.A – مثال لدارة اختبار لفرط توتر أو فرط تيار مستعرض/تفاضلي
على منفذ تغذية طاقة مخصصة (dpf) خارجي وحيد (dpf_2 مؤرض)



يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

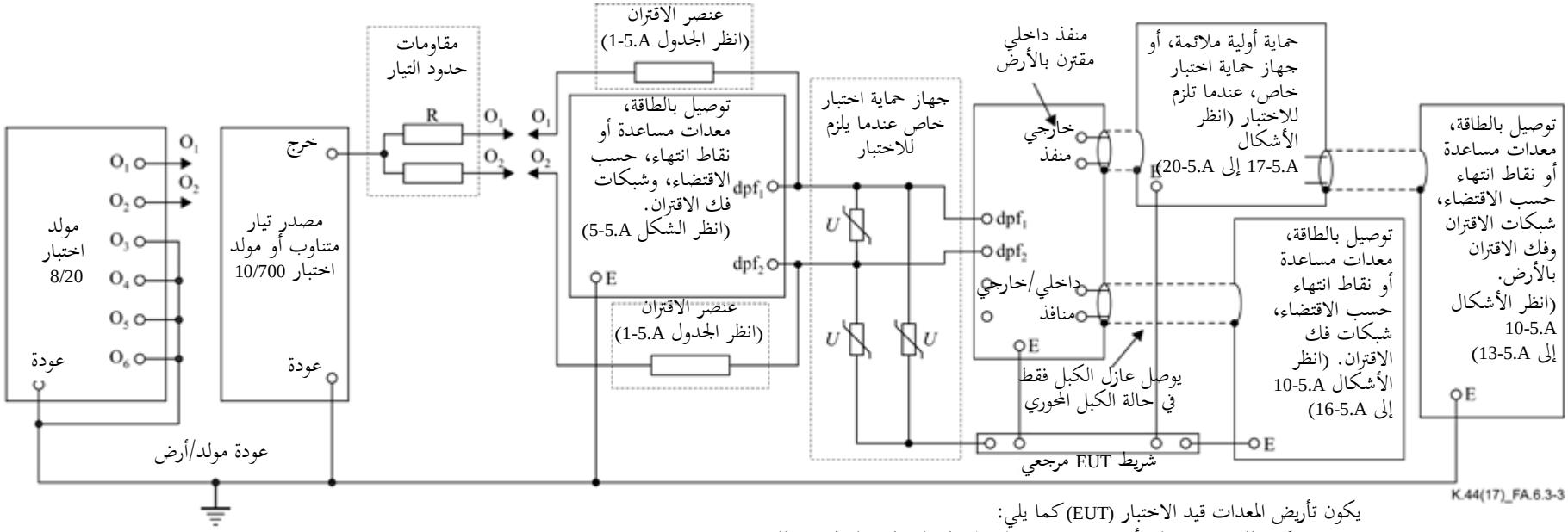
الشكل 1b-3.6.A – مثال لدارة اختبار لفرط توتر أو فرط تيار مستعرض/تفاضلي
على منفذ تغذية طاقة مخصصة (dpf) خارجي وحيد (dpf_1 مؤرض)



يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

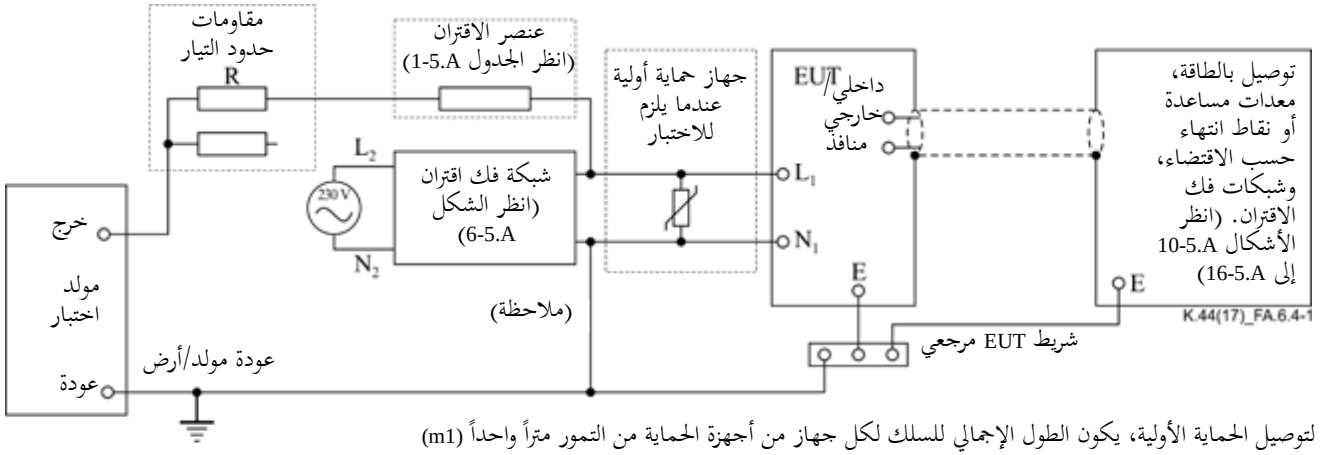
الشكل A.6.3-2 – مثال لدارة اختبار لفرط توتر أو فرط تيار على منفذ تغذية طاقة مخصصة (dpf) خارجي وحيد



يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

الشكل 3-3.6.A – مثال لدارة اختبار لفرط توتر أو فرط تيار على تغذية طاقة مخصصة (dpf) خارجي وحيد إلى منفذ خارجي

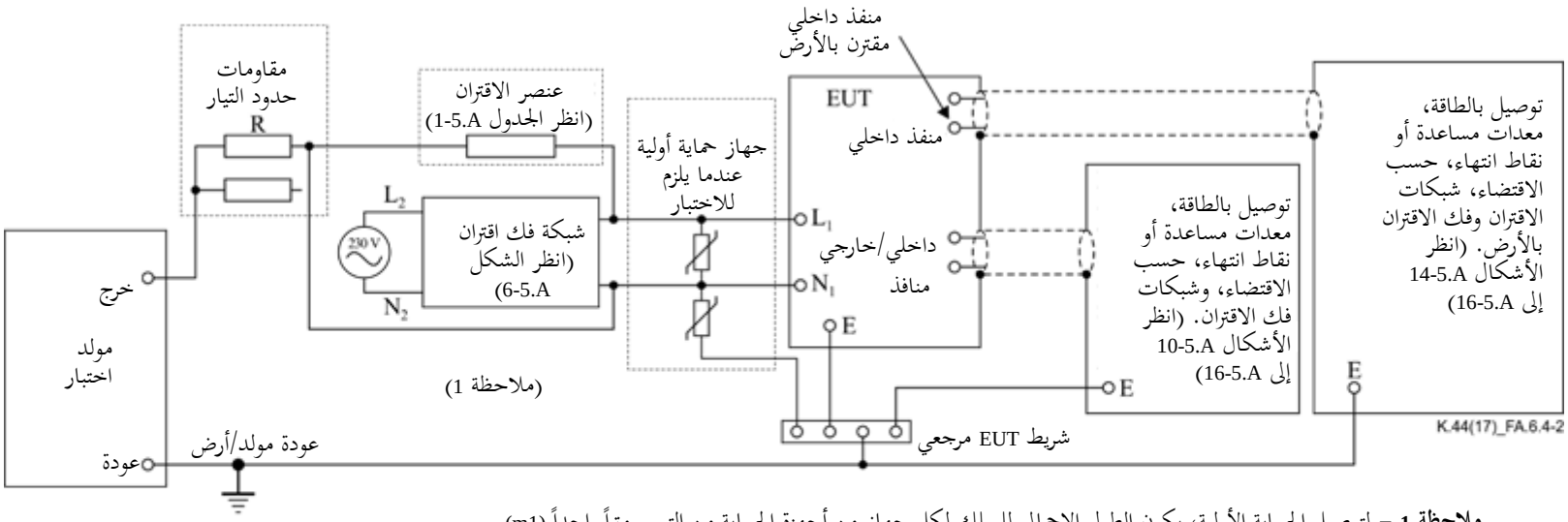


ملاحظة – لتوصيل الحماية الأولية، يكون الطول الإجمالي للسلك لكل جهاز من أجهزة الحماية من التمور متراً واحداً (m1)

يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

الشكل A.6.4-1 – مثال لدارة اختبار لفرط توتر أو فرط تيار مستعرض/تفاضلي على منفذ طاقة رئيسية خارجي

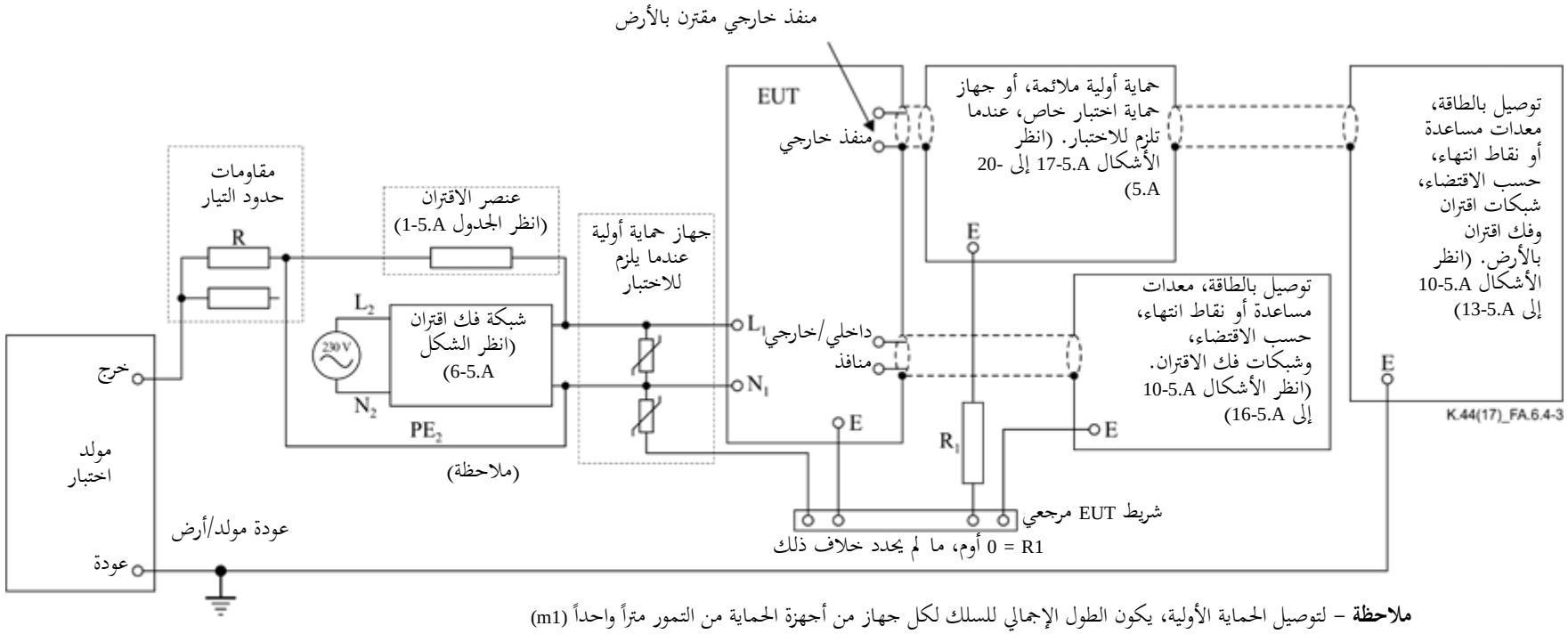


ملاحظة 1 – لتوصيل الحماية الأولية، يكون الطول الإجمالي للسلك لكل جهاز من أجهزة الحماية من التمور متراً واحداً (m1)

يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

الشكل A.6.4-2 - مثال لدارة اختبار فرط التوتر وفرط التيار وارتفاع الكمون المحايد في منفذ طاقة رئيسية خارجي إلى الأرض

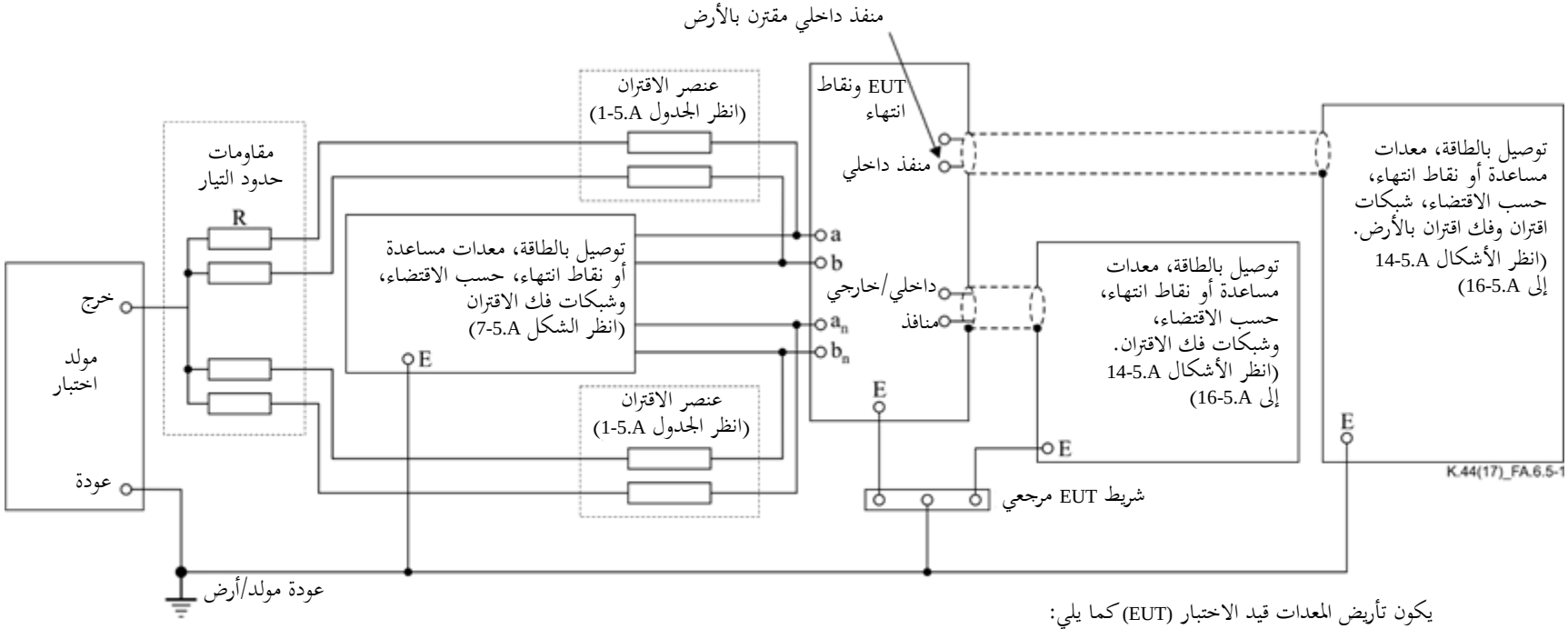


ملاحظة – لتوصيل الحماية الأولية، يكون الطول الإجمالي للسلك لكل جهاز من أجهزة الحماية من التمور متراً واحداً (m1)

يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

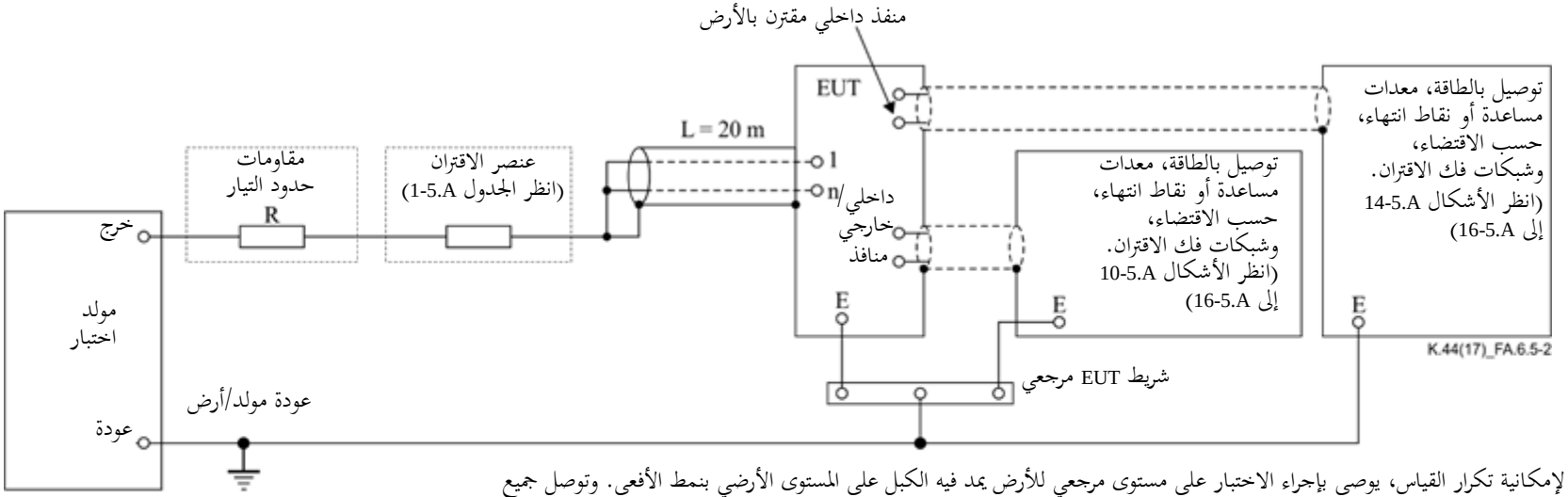
الشكل 3-4.6.A – مثال لدارة اختبار فرط التوتر وفرط التيار وارتفاع الكمون المحايد في منفذ طاقة رئيسية خارجي إلى منفذ خارجي



يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

الشكل 1-5.6.A - مثال لدارة اختبار فرط التوتر وفرط التيار في منفذ داخلي موصول بكبل غير مدرع مع أزواج متناظرة وحيدة أو متعددة إلى الأرض

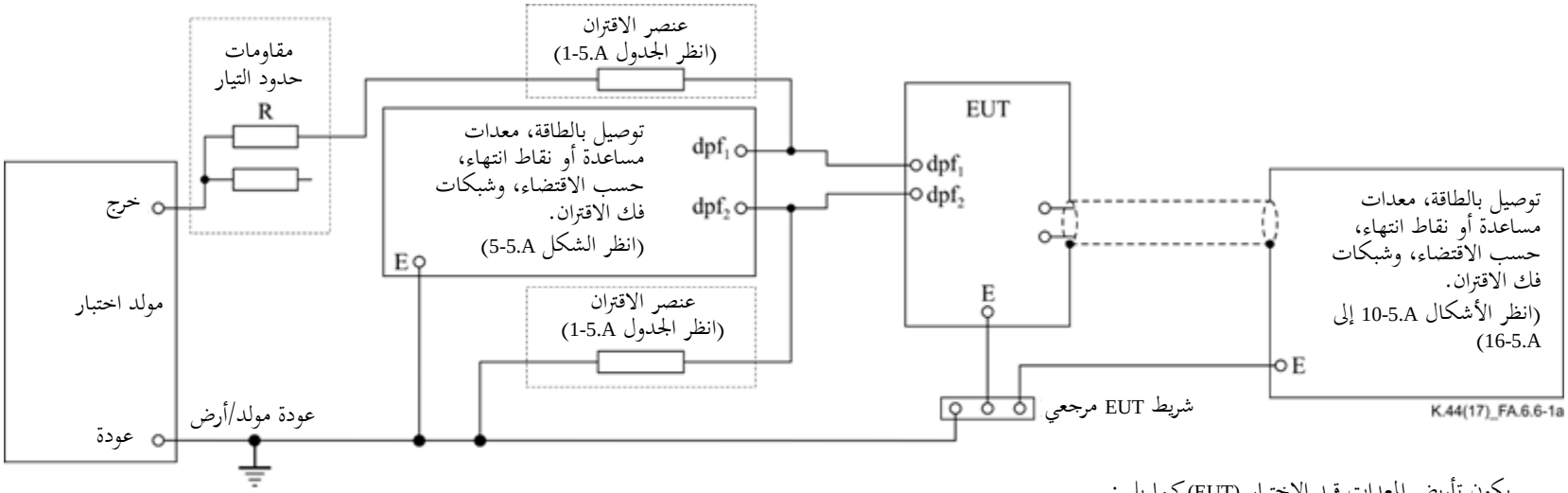


لإمكانية تكرار القياس، يوصى بإجراء الاختبار على مستوى مرجعي للأرض يمد فيه الكبل على المستوى الأرضي بنمط الأفعى. وتوصل جميع الموصلات معاً وبالعزل. (السبب: في الحالة الأسوأ، يمكن لعناصر الحماية المدمجة في المعدات المساعدة – غير موجودة في تشكيلة الاختبار هذه – أن تتسبب في انتهائية دارة قصر.)

يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

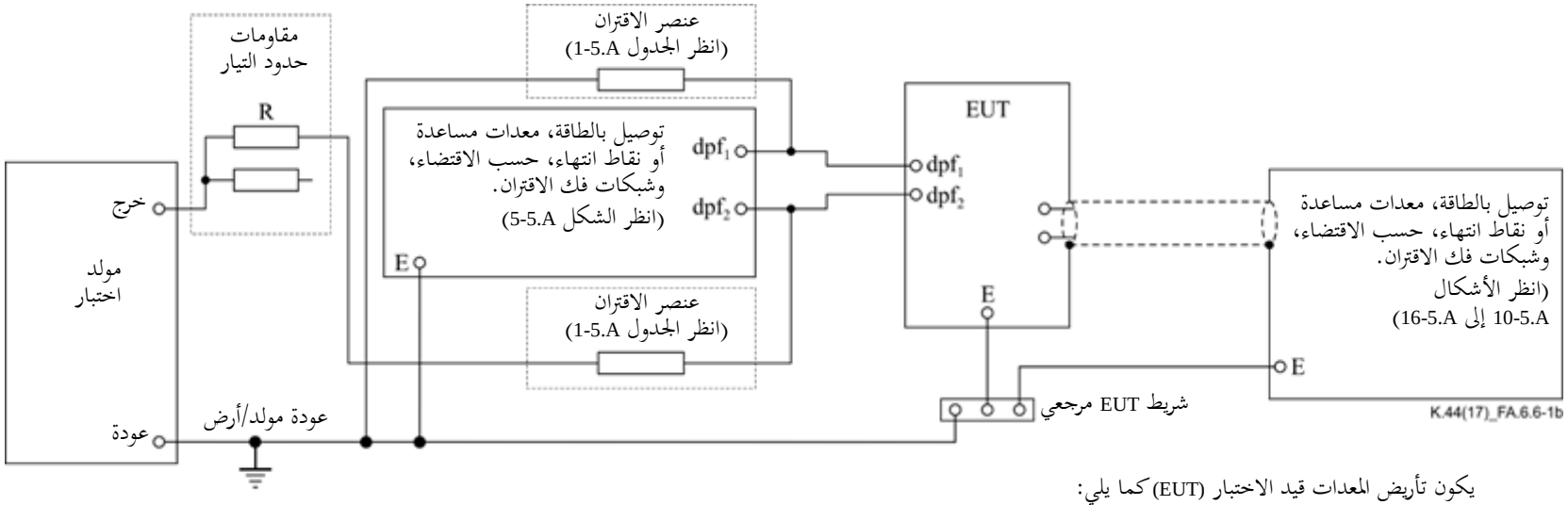
الشكل A.5.6-2 – مثال لدارة اختبار لفرط التوتر أو فرط التيار
على منفذ داخلي موصول بكبل مدرع إلى الأرض



يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

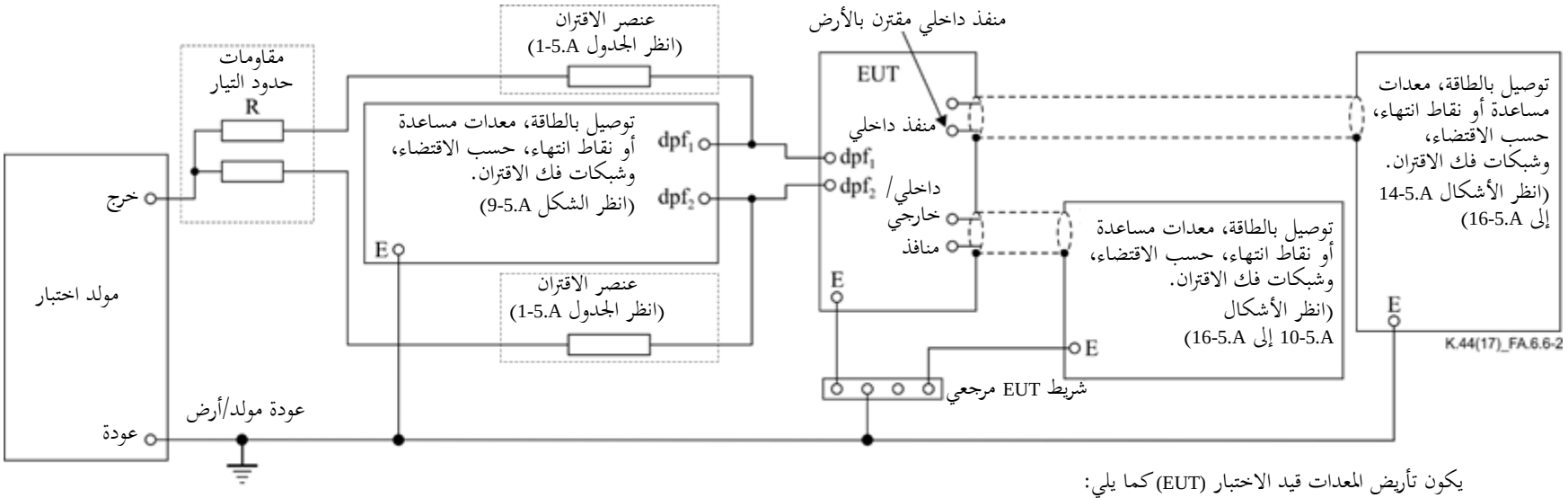
الشكل 1a-6.6.A - مثال لدارة اختبار لفرط التوتر أو فرط التيار المستعرض/التفاضلي في منفذ واجهة طاقة لتيار مستمر (dpf2 مؤرض)



يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

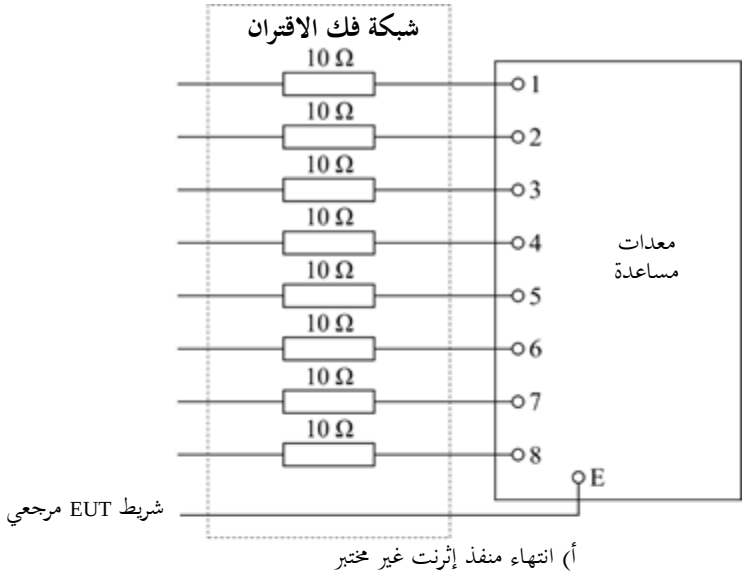
الشكل 1b-6.6.A – مثال لدارة اختبار لفرط التوتر أو فرط التيار المستعرض/التفاضلي
في منفذ واجهة طاقة لتيار مستمر (dpf1 مؤرض)



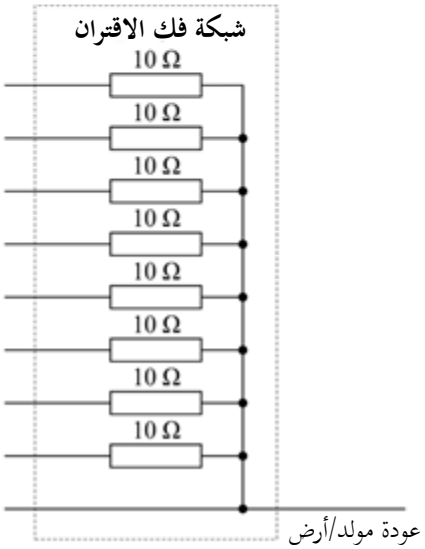
يكون تأريض المعدات قيد الاختبار (EUT) كما يلي:

1) إذا كان للمعدات نقطة تأريض، يتعين توصيل هذه النقطة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
2) إذا كان للمعدات علبة ناقلة، ولكن ليس لها نقطة تأريض، يتعين توصيل العلبة بالشريط المرجعي للمعدات EUT؛
3) إذا لم يكن للمعدات لا نقطة تأريض ولا علبة ناقلة، يتعين تعويم المعدات.

الشكل 2-6.6.A – مثال لدارة اختبار لفرط التوتر أو فرط التيار في منفذ واجهة طاقة تيار مستمر



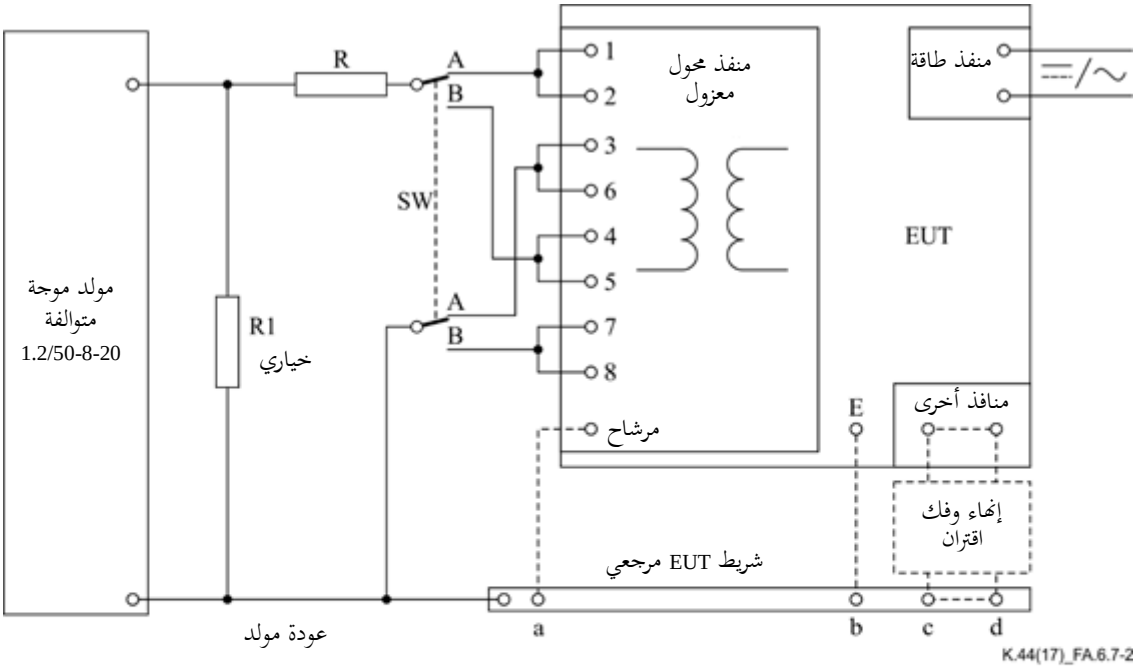
أ) انتهاء منفذ إثرنت غير مختبر



ب) اقتران بالأرض وانتهاء منفذ إثرنت غير مختبر

K.44(17)_FA.6.7-1

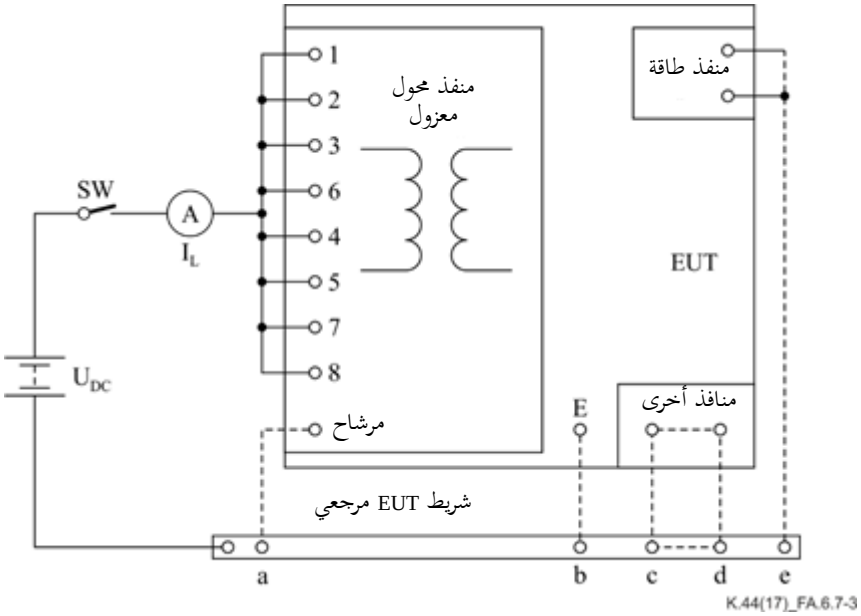
الشكل 1-7.6.A - الإنهاء والاقتران بالأرض في منافذ إثرنت غير المختبرة



SW في وضع A: اختبار PoE في أسلوب A لمطاريف وصل الطاقة 1/2–3/6
SW في وضع B: اختبار PoE في أسلوب B لمطاريف وصل الطاقة 4/5–7/8
a = RJ45 توصيل كبل مرشاح
b = توصيل أرضي للحماية أو وظيفي EUT
c إلى d = مطاريف إلى جميع منافذ الإشارة الأخرى
1 و2 و3 و4 و5 و6 و7 و8 هي أعداد دبابيس إثرنت RJ45
R = مقاوم للحد من التيار بالتسلسل
R1 = مقاوم تحويلة خياري

ملاحظة – بالنسبة لمعدات مصدر الطاقة (PSE) ومعدات إدخال الطاقة في وسط الباع ومنافذ الجهاز الموصول بالطاقة (PD)، يجري اختبار موقعي المفتاح (SW) في A وB. وإذا حددت معدات مصدر الطاقة أزواج الوصل بالطاقة، عندئذ يجري الاختبار فقط في تلك الأزواج.

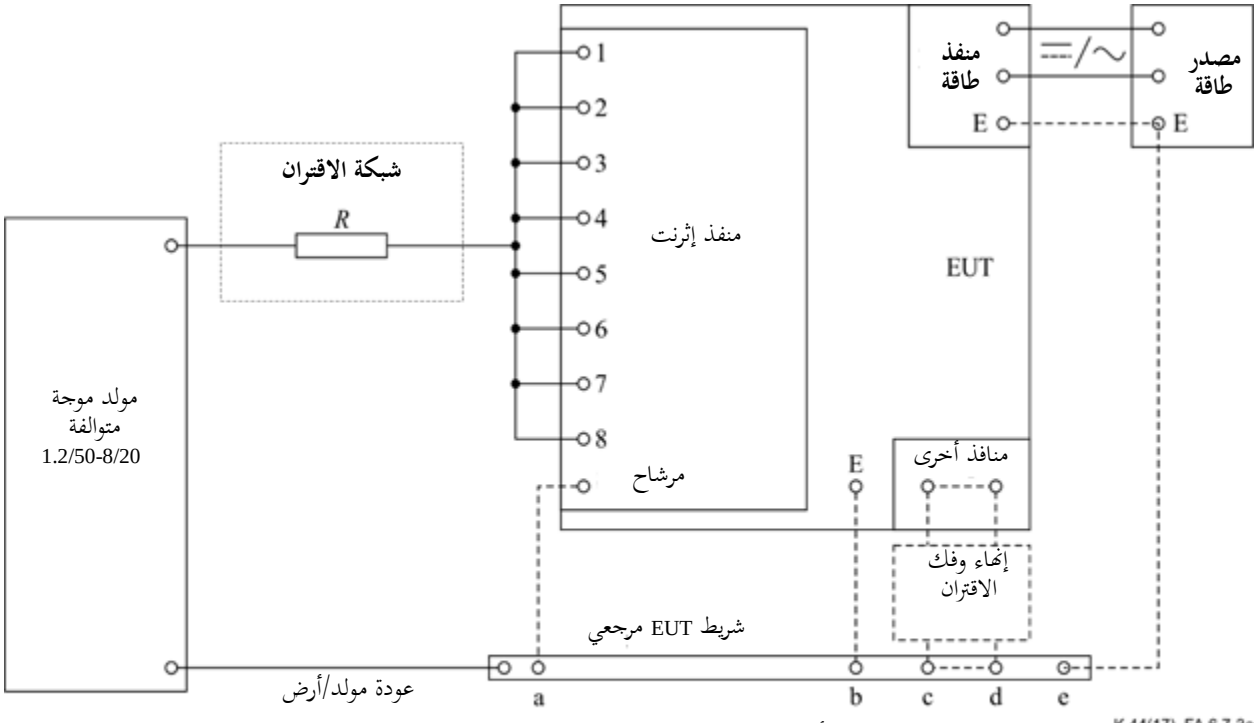
الشكل 2-7.6.A – دارة اختبار تمور مستعرض/تفاضلي
في زوج توصيل بالطاقة في منفذ طاقة عبر إثرنت



U_{DC} = توتر اختبار التيار المستمر (محدود حتى 100 mA)
SW = مفتاح مغلق من أجل القياس الجاري
A = عداد يستخدم لقياس تسرب التيار، I_L
مقاومة العزل = U_{DC}/I_L

توصيلات عقد مرجع الدارة الثانوية إن وجدت:
a = توصيل كبل المرشاح RJ45
b = توصيل أرضي للحماية أو وظيفي EUT
c إلى d = مطاريف جميع منافذ الإشارة الأخرى
e = مطاريف منافذ الطاقة

الشكل A.3-7.6 – دارة اختبار مقاومة العزل لتيار مستمر في منفذ إثرنت



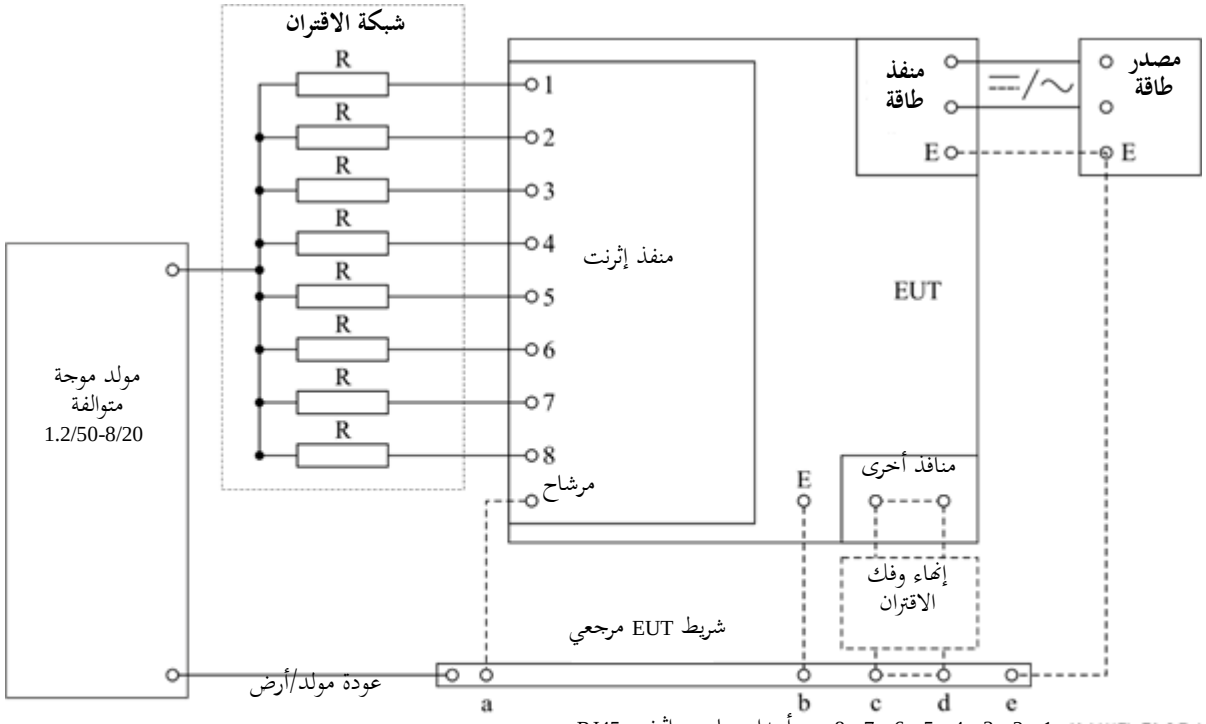
1 و2 و3 و4 و5 و6 و7 و8 هي أعداد دبابيس إثرنت RJ45

a = توصيل كبل المرشاح RJ45 من أجل توصيلات STP_E

b = توصيل أرضي للحماية أو وظيفي EUT

c إلى d = مطاريف جميع منافذ الإشارة الأخرى

الشكل A.7.6-3a – دارة اختبار تحمل أسلوب طولي/مشترك في منفذ إثرنت



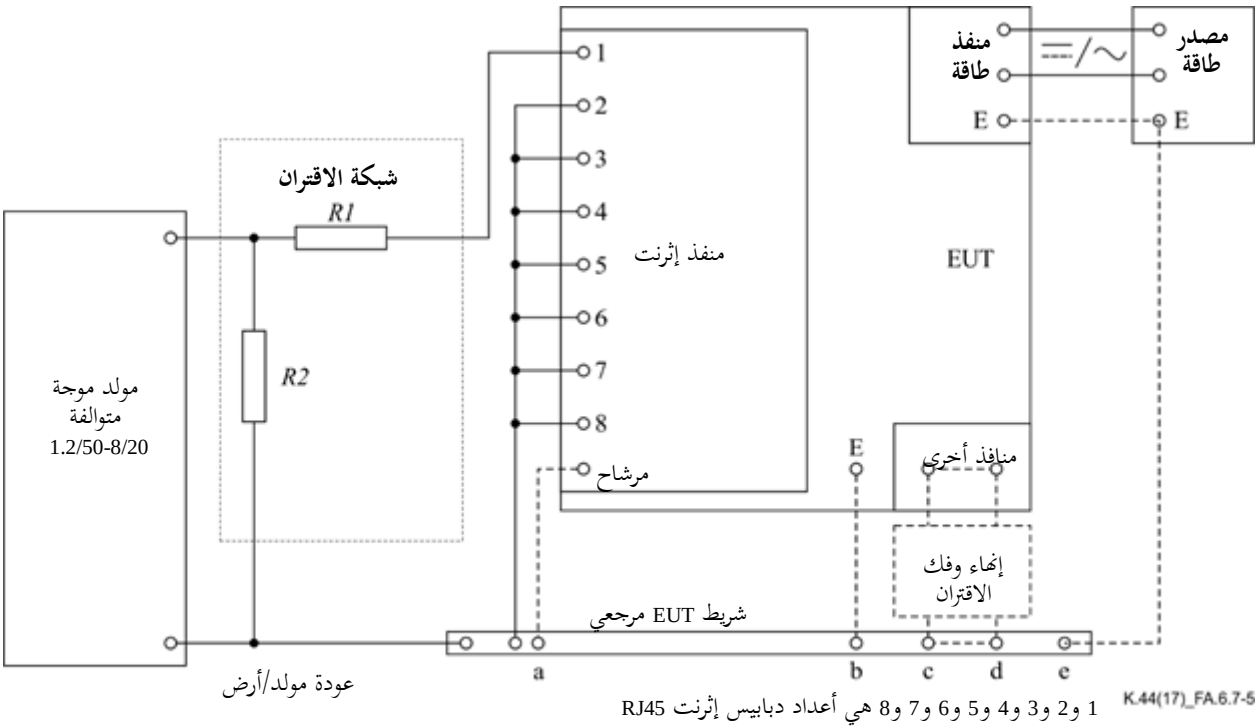
1 و2 و3 و4 و5 و6 و7 و8 هي أعداد دبابيس إثرنت RJ45

a = توصيل كبل المرشاح RJ45 من أجل توصيلات STP_E

b = توصيل أرضي للحماية أو وظيفي EUT

c إلى d = مطاريف جميع منافذ الإشارة الأخرى

الشكل A.7.6-4 - دارة اختبار تمور أسلوب طولي/مشترك في منفذ إثرنت



1 و2 و3 و4 و5 و6 و7 و8 هي أعداد دبابيس إثرنت RJ45

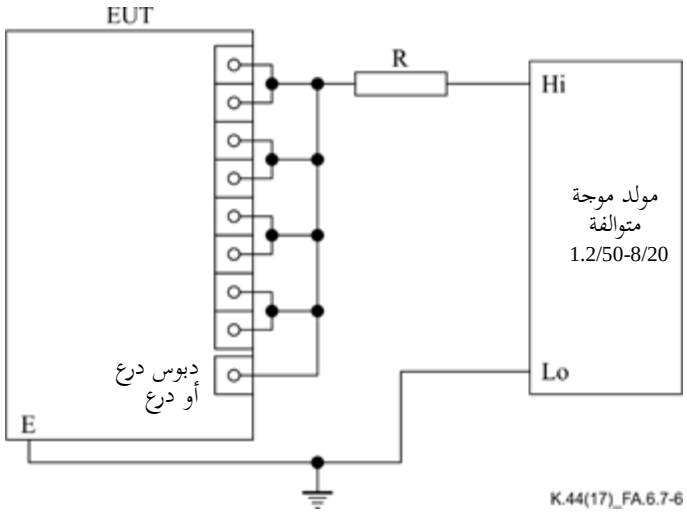
a = توصيل كبل المرشاح RJ45 من أجل توصيلات STP_E

b = توصيل أرضي للحماية أو وظيفي EUT

c إلى d = مطاريف جميع منافذ الإشارة الأخرى

ملاحظة – يتم إجراء هذا الاختبار في كل مطراف من كل زوج (1 و3 و4 و7) موصول بشكل منفصل بالمولد كل بدوره، مع توصيل جميع المطاريف الأخرى بشريط EUT المرجعي.

الشكل 5-7.6.A - دارة اختبار تمور مستعرض/تفاضلي في منفذ إثرنت



الشكل 6-7.6.A – اختبار زوج مفتول مدرع في إثرنت (STP_E)

التذييل I

تفسيرات توضح شروط الاختبار

(هذا التذييل ليس جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

1.I الاختبار

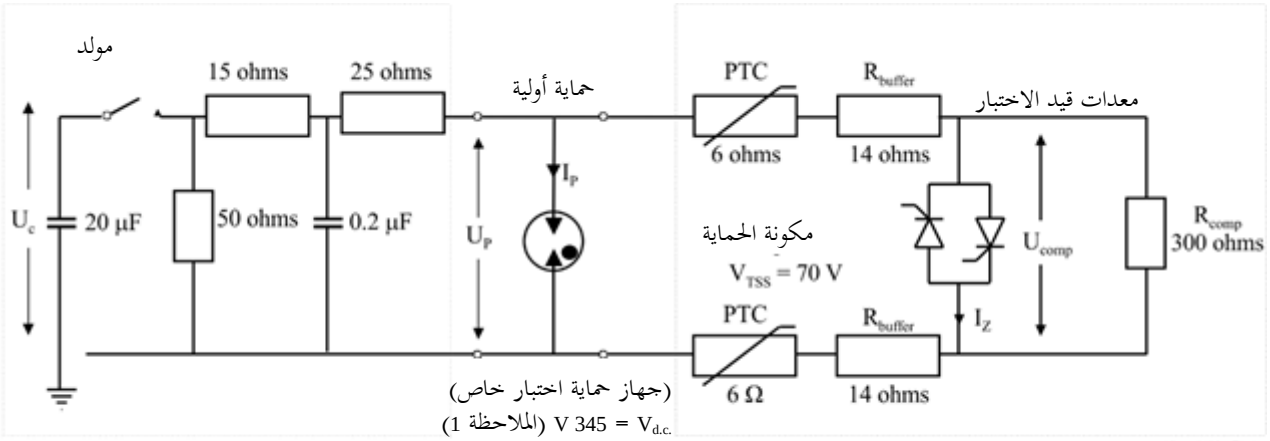
1.1.I اعتبارات عامة

للتحقق من أن المعدات تستوفي معايير القبول المحددة لجميع سويات التوتر والتيار حتى السوية القصوى للاختبار، من الضروري إما اختبار مدى واسع من شدة التوتر/التيار من الصفر إلى السوية القصوى المحددة، أو أداء "اختبار ذكي". وتقدم البنود 2.1.I إلى 4.1.I معلومات عن الاختبار الذكي الذي يقلل من عدد سويات الاختبار ولكنه يضمن أداء عدد كاف من الاختبارات.

2.1.I اختبارات تموّر الصواعق

للتأكد من عدم وجود نوافذ تلف داخل الجهاز، من الضروري إجراء اختبارات في توترات اختبار محددة. ويتم تحديد توترات الاختبار هذه من خلال نقاط التشغيل لمكونات من قبيل أجهزة الحماية الأولية (أنبوب تفريغ الغاز (GDT) أو مانع متين (SSA)) وتبديل أجهزة الحماية داخل المعدات. ويجري توضيح أمثلة توترات الاختبار هذه باستخدام مثال لبطاقة دارة ذات معامل حرارة موجب (PTC) بمقاومة 6 Ω ومقاوم 14 Ω على التسلسل (20 Ω في المجموع) وجهاز حماية متأصل من نوع تبديل التفريغ. ويظهر في الشكل 1-1.I مثال لبطاقة الدارة هذه، إلى جانب مولد الاختبار وجهاز الحماية الأولية. وبصرف النظر عن مولد الاختبار، تم اختيار كل تشكيلات الدارة وقيم المكونات لأغراض التوضيح فقط وهي غير معروضة بمثابة ممارسة موصى بها.

وعندما يرتفع توتر الشحن U_c تدريجياً، يتم إخضاع مختلف المكونات لتوترات وتيارات وقدرات مختلفة.



الملاحظة 1 – جهاز حماية اختبار خاص من أجل حماية أولية بمقدار 220 فلط.

الملاحظة 2 – في الممارسة العملية قد يتراوح مجموع المقاومة R_{buffer} + PTC من 10 إلى 100 أوم وقد يكون لـ R_{comp} أيضاً قيم مختلفة.

الشكل 1-1.I - مثال لبطاقة دارة مع توترات وتيارات معينة

والدارة الواردة أعلاه هي مثال لبطاقة دارة ذات معاوقة دخل منخفضة عند تشغيل الحماية المتأصلة. والمعدات محمية اسمياً في المناطق المكشوفة باستخدام مانع متين (SSA) أو أنبوب تفريغ غاز (GDT) في إطار توزيع رئيسي (MDF). ويفترض أن تكون الدارة محمية باستخدام GDT بتوتر 230 فلط واستبدال جهاز الحماية الأولية بـ GDT بتوتر شرارة الانطلاق لتيار مستمر بتوتر 345 فلط كما هو موضح في البند 1.4.8 (أي 300 فلط DC_{mx} مضروباً في 1,15). والدارة المعروضة هي من أجل اختبار مستعرض/تفاضلي، انظر الشكل 1a-1.6.A. وللحفاظ على بساطة الدارة، لم يعرض أي من عناصر الاقتران أو فك الاقتران أو المعدات المساعدة. والأرقام المعروضة هي لتمورات القطبية الموجبة فقط. وتمثل المقاومة R_{comp} بمقدار 300 Ω المعاوقة المستعرضة/التفاضلية للمكونات المطلوب حمايتها.

وR_{buffer} هو جهاز مقاومة إضافي. وقد تتراوح قيمة المقاومة الإجمالية لـ PTC + R_{buffer} عملياً من 10 إلى 100 Ω. ويوفر هذا المقاوم، بالاقتران مع PTC، معاوقة احتياطية بين الحماية الأولية والحماية المتأصلة لتحقيق التنسيق. ومعاوقة الدخل (المقاومة) للمعدات قيد الاختبار (EUT) عند تشغيل الحماية المتأصلة هي 2 × (6 + 14). ومن الممكن في بعض التطبيقات أن تكون معاملات الحرارة الموجبة (PTC) والمقاومات R_p في إطار التوزيع الرئيسي (MDF) مع الحماية الأولية. ويلاحظ أن وجود PTC والمقاومات R_p في الإطار MDF ممارسة لا يوصى بها لأن بعض المشغلين قد يكون لديهم أطر MDF لا تقبل معاوقة على التسلسل. وكذلك، من الأفضل للمعامِلات PTC أن تكون في درجة حرارة بطاقة الدارة. ومع ذلك، قد تكون هناك بعض الظروف التي يتعين فيها تثبيت المعاملات PTC أو أنواع أخرى من حماية فرط التيار في الإطار MDF (للاسترشاد، انظر التوصية [b-ITU-T K.82]).

وR_{comp} هي مقاومة الدارة. وقد تختلف قيمتها باختلاف التيار والتردد. ومع ذلك، من المألوف أن يكون الحد الأقصى من التيار الذي يتدفق عبر المقاومة R_{comp} أقل من 0,2 أمبير. وهذا التيار مهمل بالمقارنة مع التيار الذي ينتقل عبر الحماية المتأصلة عند تشغيله.

والحماية المتأصلة هي جهاز من نوع الثايرستور.

ولإجراء اختبار دقيق لقدرة المعدات على المقاومة، من الضروري اختبار المعدات في عدد من القيم المختلفة لـ U_c.

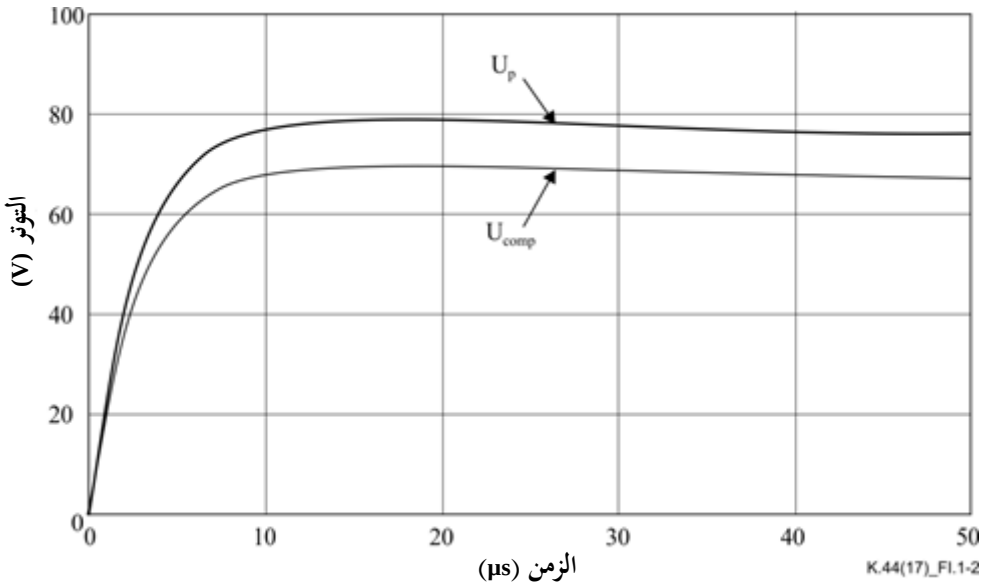
1.2.1.I الاختبار المتأصل

تعطى قيمة U_c في توصية المنتج. ويجري إعداد المولد من أجل تطبيق التمورات المطلوبة.

2.2.1.I اختبار تنسيق جهاز الحماية الثانوية

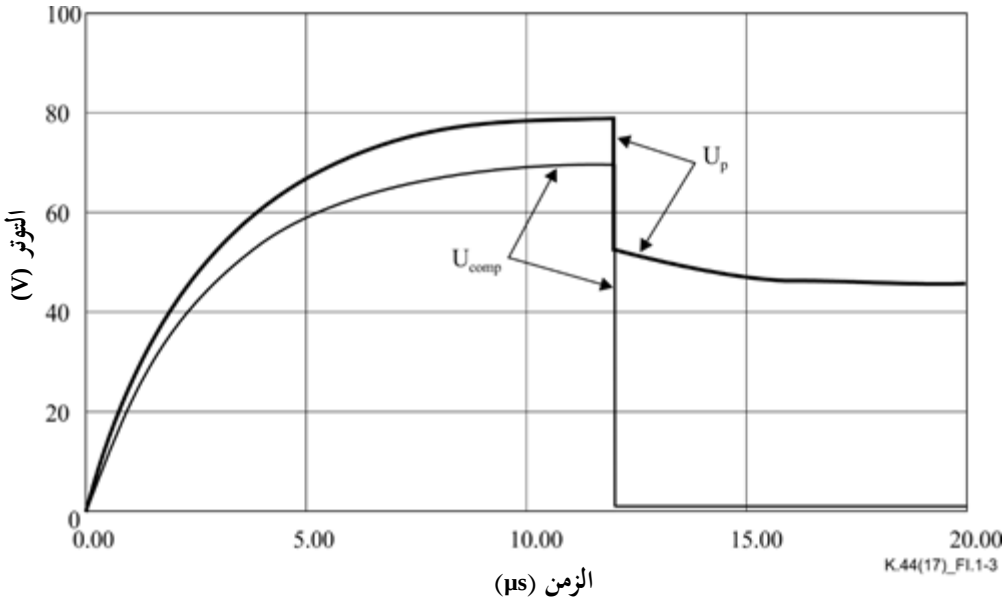
إذا كانت المعدات تحتوي على جهاز حماية متأصلة من النوع التبديلي، ثايرستور مثلاً، يتم ضبط قيمة U_c لتوليد تمور أقل بالكاد من ذلك الذي يشعل جهاز الحماية من النوع التبديلي. وفي مثال بطاقة الدارة، يشعل الثايرستور إذا كان التوتر عبره يتجاوز توتر التبديل الخاص به، حوالي 70 فلط عادة. وبعد أن يشعل الثايرستور، يكون انخفاض التوتر مجرد 1 أو 2 فلط.

ومن شأن U_c بتوتر 90 فلط أن ينتج 69 فلط عبر R_{comp} ولا يتدفق أي تيار في الثايرستور، انظر الشكل I.1-2. وهذه هي نقطة أسوأ إجهاد للمكونات ومن ثم ينبغي تطبيق 10 تمورات ذات قطبية متناوبة.



الشكل I.1-2 – التوترات في U_c لإعطاء U_{comp} بتوتر 69 فلط

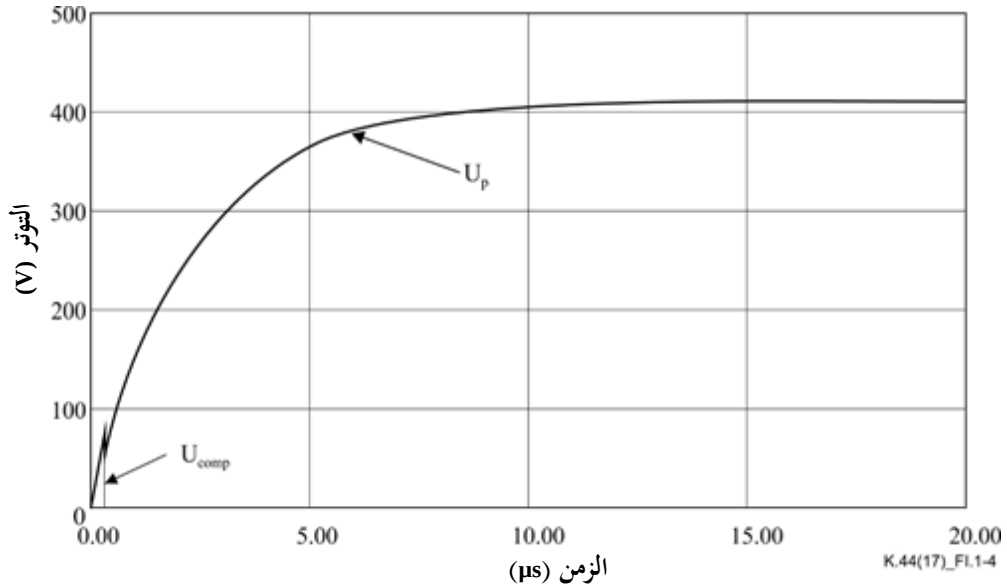
وعندما يكون توتر U_c هو 92 فلط، فإن التوتر عبر R_{comp} يتجاوز 70 فلط، وتعمل الحماية المتأصلة ويسري التيار من خلال المعامِلات PTC والمقاومات بمقدار 14 Ω، انظر الشكل I.1-3. ومن شأن ذلك أن يحد من التوتر عبر المكونات المراد حمايتها حتى 70 فلط.



الشكل I.1-3 – التوترات في U_c لإعطاء U_{comp} بتوتر 70 فلط

I.1.2.3 اختبار تنسيق جهاز الحماية الأولية

إذا كانت حماية المعدات بواسطة جهاز حماية أولية من النوع التبديلي، أنبوب تفريغ الغاز (GDT) مثلاً، يتم ضبط قيمة U_c لتوليد تمور أقل بالكاد من ذلك الذي يشعل جهاز الحماية من النوع التبديلي. ولدى زيادة توتر الشحن U_c فإن التوتر عبر المعاملات PTC والمقاومات بمقدار 14 Ω، والتيار عبر PTC والمقاومات، يزداد حتى يكون توتر الشحن بالكاد دون سوية تفعيل الحماية الأولية، انظر الشكل I.1-4. وفي مثال بطاقة الدارة، يكون توتر الشحن U_c بمقدار 843 فلط هو نقطة الإجهاد الأقصى للمعاملات PTC والمقاومات بمقدار 14 Ω، ومن ثم ينبغي تطبيق 10 تمورات متناوبة القطبية. ويبين الشكل I.1-4 التوتر الأقصى للموجة الكاملة 10/700 µs الذي يظهر عند دخل المعدات.

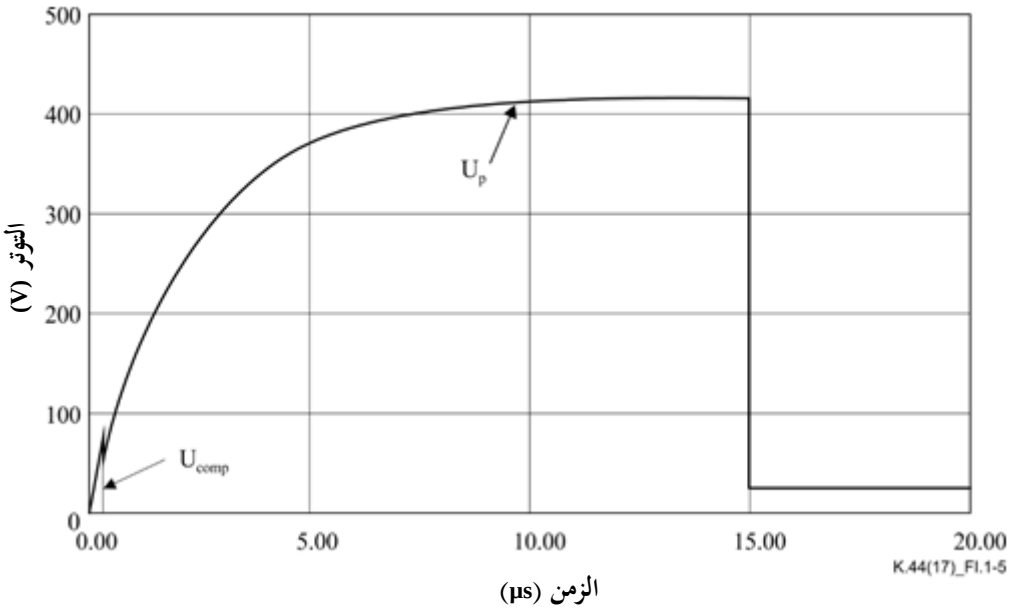


الشكل I.1-4 - التوترات عند ضبط U_c لإحداث U_p بالكاد دون توتر إشعال أنبوب تفريغ الغاز (GDT)

عندما يكون توتر U_c قدره 855 V، يتم تفعيل الحماية الأولية، وينخفض توتر U_p إلى قيمة أدنى (حوالي 25 V عادة). وينحدر التيار I_z الذي يتدفق إلى المعدات إلى قيمة منخفضة جداً ويكاد يصبح مستقلاً عن U_c.

ويوضح الشكل I.1-5 التوتر U_p المقيس عبر الحماية الأولية والتوتر عبر معاملات الحرارة الموجبة (PTCs) والمقاومات 14 Ω لتوتر الشحن U_c بمقدار 855 V وأنبوب تفريغ الغاز (GDT) مع توتر أدنى لتيار مستمر بمقدار 345 V، وتوتر إطلاق لجهاز حماية الاختبار الخاص المستخدم عندما تكون الحماية الأولية المتفق عليها هي GDT بتوتر 230 V. ويمكن حساب مختلف التيارات من قيم التوتر. وقد تم تفعيل جهاز الحماية الأولية المستخدم بعد 15 µs وكان التوتر الأقصى عبر GDT بمقدار 420 V.

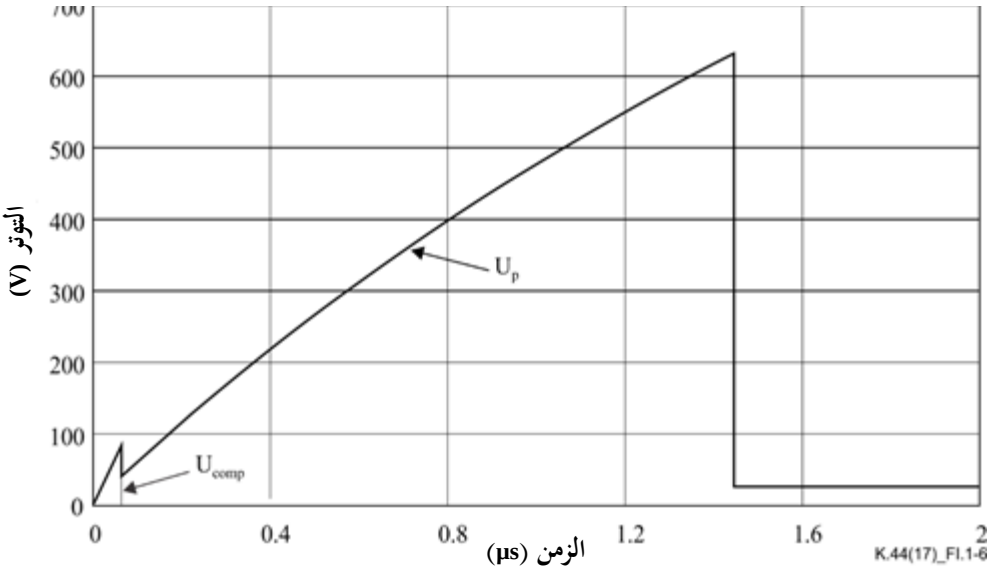
ولا بد من الإشارة إلى أنه إذا لم يتم تفعيل الحماية الأولية أثناء الحافة الصاعدة فإنه يمكن تفعيلها أثناء فترة التناقص ذلك لأن التوتر يكاد يبقى ثابتاً في البداية أثناء فترة التناقص. وعند تفعيل GDT أثناء فترة التناقص، يكون هبوط التوتر أقل ويقترب من هبوط توتر التيار المستمر.



الشكل I.1-5 – التوتر U_p عبر جهاز حماية الاختبار الخاص لتوتر شحن U_c قدره 855 V

4.2.1.I اختبار $U_{c(max)}$

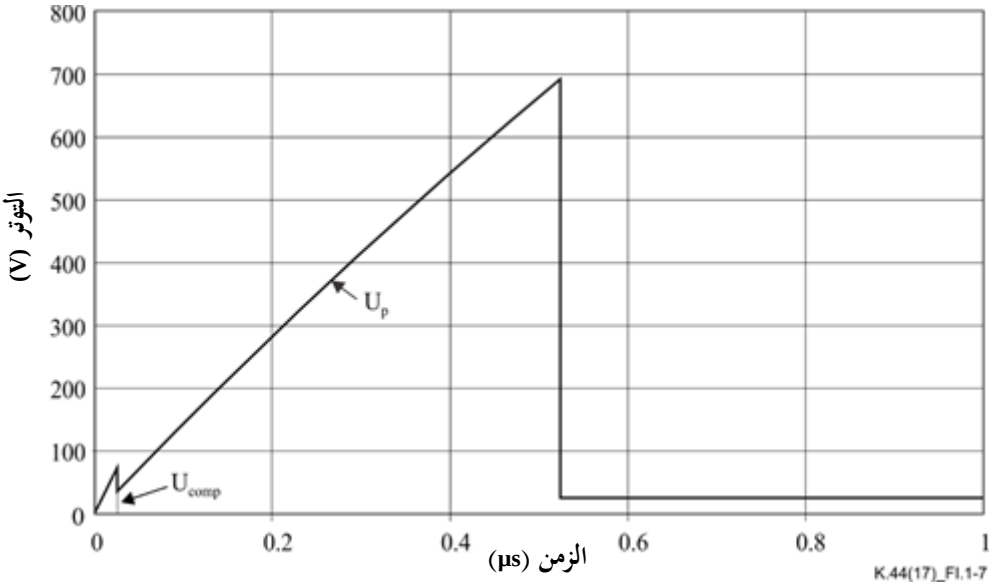
يوضح الشكل I.1-6 التوتر U_p المقيس عبر الحماية الأولية والتوتر عبر PTC والمقاومات 14 Ω لتوتر الشحن U_c بمقدار 4 kV. وقد تم تفعيل الحماية الأولية بعد 1,5 µs والتوتر الأقصى عبر GDT هو 632 V. ومع أن التوتر أعلى، فإن سوية إجهاد التمور الذي يسري إلى المعدات تكون أدنى.



الشكل I.1-6 – التوتر U_p عبر جهاز حماية الاختبار الخاص لتوتر شحن U_c قدره 4 kV

5.2.1.I الآثار لمقدار أكبر من $U_{c(max)}$

يوضح الشكل I.1-7 التوتر U_p المقيس عبر الحماية الأولية والتوتر عبر PTC والمقاومات 14 Ω لتوتر الشحن U_c بمقدار 10 kV. وقد تم تفعيل الحماية الأولية بعد 0,5 µs والتوتر الأقصى عبر GDT هو 690 V. ومع أن التوتر أعلى، فإن سوية إجهاد التمور الذي يسري إلى المعدات تكون أدنى.



الشكل I.1-7 – التوتر U_p عبر جهاز حماية الاختبار الخاص لتوتر شحن U_c قدره 10 kV

يوضح هذا المثال الذي يشمل ستة توترات شحن مختلفة أهمية معرفة خصائص الحماية الأولية والحماية المتأصلة من أجل ضمان التنسيق المناسب بين الحماية الأولية والحماية المتأصلة، والمعدات.

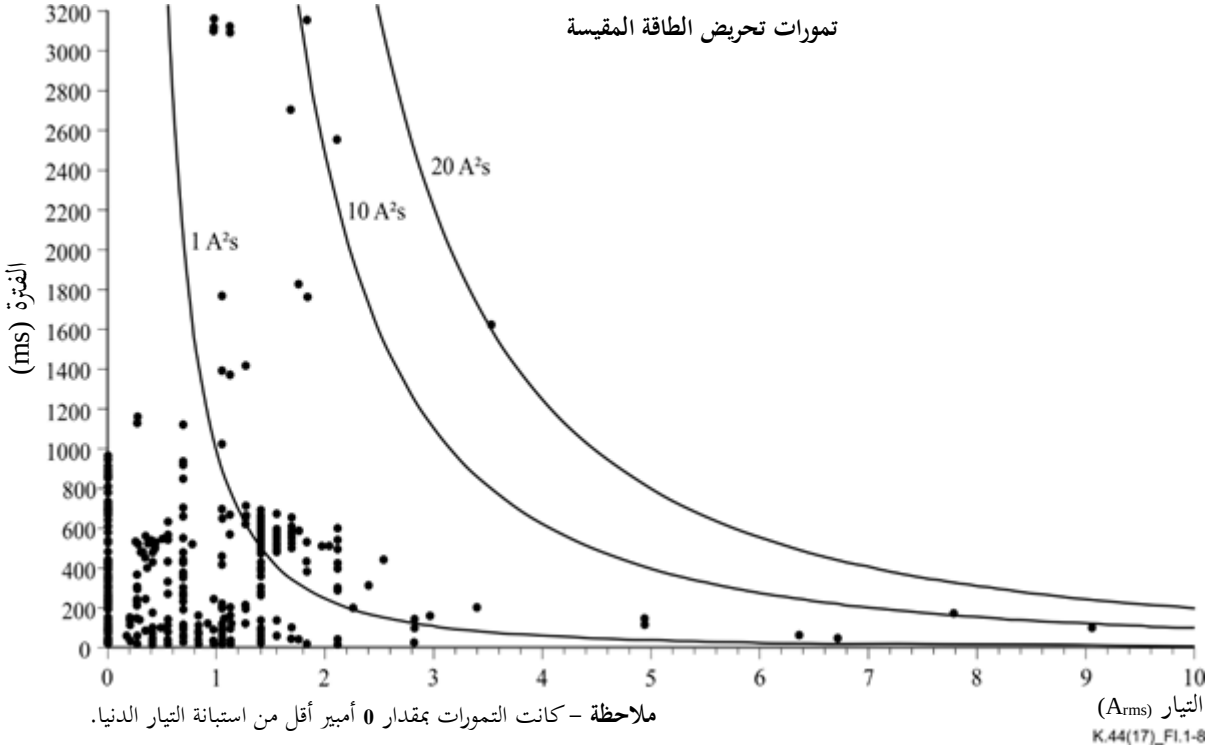
3.1.I تحريض الطاقة

من المرجح أن تحدث التوترات المحرَّضة على خطوط طويلة، وفي الحالة الشائعة حيث لا تقدم خطوط العملاء مقاومة منخفضة للأرض، يمكن القول أن التوترات المحرضة، E، لها معاوقة مصدر عالية تتكون من مقاومة سلكية بمقدار 600 Ω على التسلسل مع خط 0,33 µF إلى السعة الأرضية كما هو مبين في الشكل I.1-9. ويتمثل الهاتف بمقاومة 100 Ω والمبدل بالتعليق. ولا حاجة إلى أنابيب GDT المبينة في الشكل I.1-9 إلا على الخطوط في المناطق المكشوفة. ومع ذلك، وبسبب تحرير معدات أماكن العميل (CPE)، قد تكون أجهزة الحماية هذه موجودة أيضاً على خطوط أقل تعرضاً. وأنابيب GDT هذه تطلق النار عند طرف خط العميل في حالة تحريض الطاقة على المدى القصير وتفصم دارة الهاتف وسعات الخط. ولذلك، فإن دارة الاختبار الواردة في الشكل A.3-6 تتكون فقط من التوتر المحرض $E = U_{a.c.}$ والمقاومات السلكية R.

وقد أظهرت التجربة الميدانية أن عدداً كبيراً من بطاقات الدارة في بعض البدالات قد أتلفت بسبب تحريض الطاقة أثناء العواصف الرعدية. ولم يظهر التلف إلا في المناطق الريفية المكشوفة. وتم قياس التيارات المحرضة على هذه الخطوط، والتي تتسبب في تلف بطاقة الدارة، في حالات قليلة وأظهرت قيماً بين 4 و6 أمبير وفترة بين 200 و500 ms، أي بقيم I^2t تصل إلى 10–20 A^2s. ويوضح الشكل I.1-8 قياسات تحريض الطاقة في أستراليا.

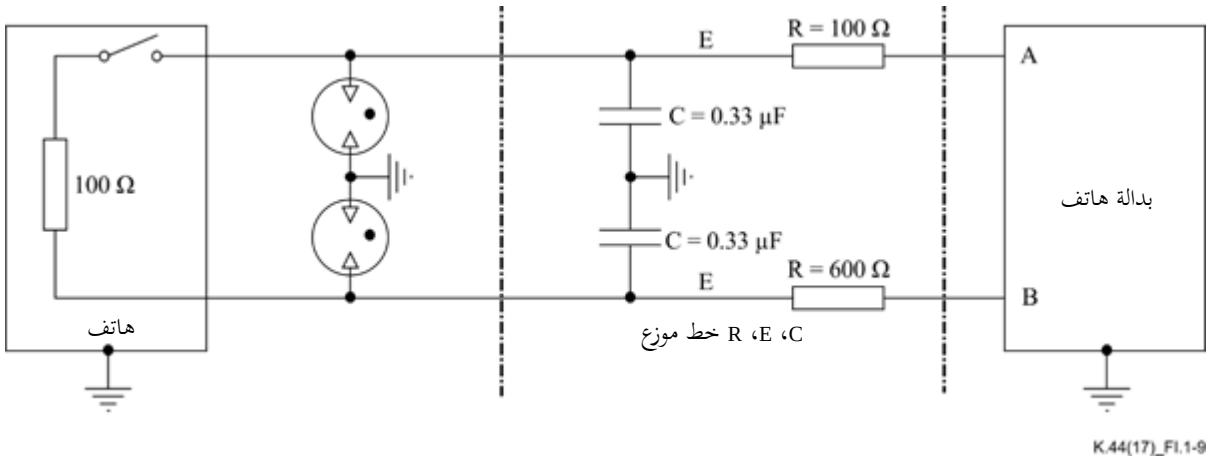
ويقدّر أن أحوال فرط التيار هذه بقيم I^2t عالية هي أحداث نادرة، ولذلك اتفق على أن اختبار التحريض، على أساس حماية أولية متفق عليها، ينبغي أن يحاكي فرط التيار بقيم I^2t من 1 A^2s للمتطلبات الأساسية و10 A^2s للمتطلبات المعززة.

وبما أن معظم مختبرات الاختبار لا يتوفر لديها سوى دارة اختبار بتوتر اختبار أقصى قدره 600 فلط، فقد تقرر أن تحدد، من أجل اختبار التحريض الأساسي، هذه القيمة القصوى للتوتر $U_{a.c.(max)} = 600$ V وأن تزداد مدة الاختبار لتصل إلى 1 ثانية.



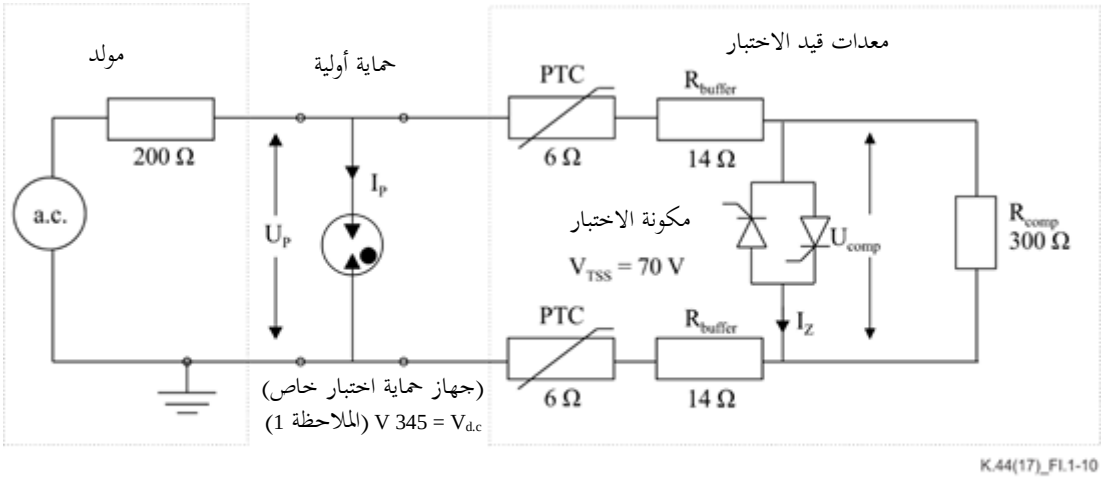
ملاحظة – كانت التمورات بمقدار **0** أمبير أقل من استبانة التيار الدنيا.

الشكل I.1-8 – أحوال فرط تيار تحريض الطاقة المقيسة في أستراليا



الشكل I.1-9 - دارة مكافئة لخط اتصالات أثناء تحريض الطاقة

كما هو الحال في اختبار الصواعق، من الضروري أيضاً، لدى إجراء اختبارات تحريض الطاقة، إدراك الحاجة إلى إجراء الاختبار عند سويات توتر معينة. ويرد في الشكل I.1-10 مثال على بطاقة دارة باستخدام معامل الحرارة الموجب (PTC) وجهاز الحماية بالتبديل. وأثناء الاختبار، جرى رصد النقاط التالية، U_p وI_p وU_{comp} وI_z، لتوضيح تشغيل مختلف المكونات. وجرى الرصد الداخلي للمعدات لمساعدة المصممين والمختبرين على فهم المسائل التي يتعين أن تؤخذ في الاعتبار لدى اختبار المعدات. وليس من الضروري الرصد الداخلي للمعدات أثناء اختبار الموافقة النوعية.



الملاحظة 1 – جهاز حماية اختبار خاص لجهاز حماية أولية بتوتر 230 فلط.

الملاحظة 2 – في الممارسة العملية، قد يتراوح مجموع المقاومة R_{buffer} + PTC في حدود 10–100 Ω وقد يكون للمقاومة R_{comp} أيضاً قيماً مختلفة.

الشكل I.1-10 – مثال دارة

كما هو الحال في اختبار التمور الناجم عن الصواعق، يتعين إجراء اختبار تحريض الطاقة عند سويات اختبار محددة.

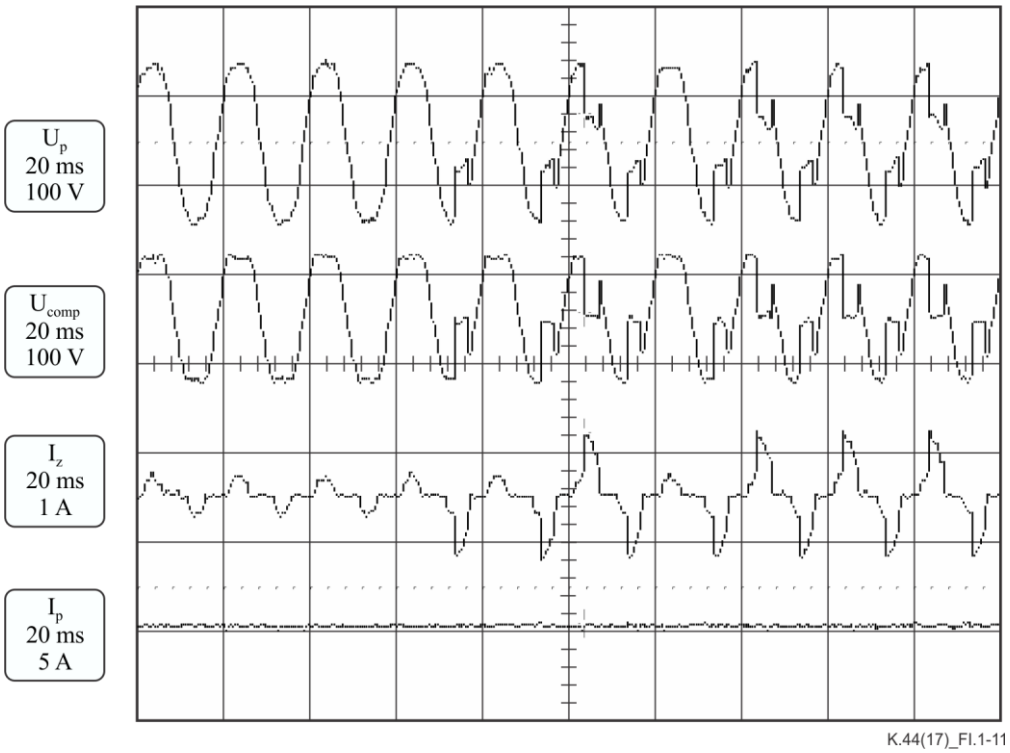
1.3.1.I الاختبار المتأصل

ترد القيمة $U_{a.c.}$ والفترة الزمنية في توصية المنتج. وتحدد معلمات المولد من أجل تطبيق التمورات المطلوبة.

2.3.1.I اختبار تنسيق جهاز الحماية الثانوية

إذا كانت المعدات تحتوي على جهاز حماية من نوع التبديل، من قبيل ثايرستور، عندئذ يجري ضبط قيمة $U_{a.c.}$ لتوليد تمور بالكاد أدنى من التمور الذي سوف يشغل جهاز الحماية من نوع التبديل. وعندما يزداد توتر الاختبار من صفر فلط، يلاحظ أن أجهزة التبديل تبدأ في العمل في ذروة التوتر، انظر الشكل I.1-11. وقد يكون ذلك بسبب زيادة هامشية في توتر المولد. ويكون توتر

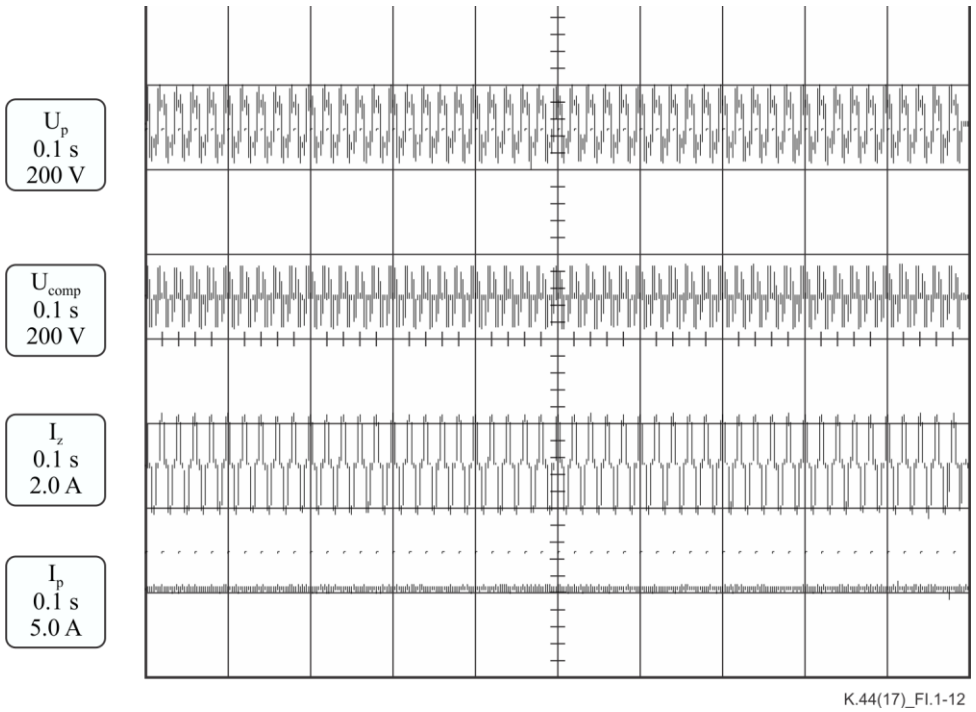
المولد بالكاد دون التوتر الذي يشغل جهاز الحماية المتأصل للتبديل والحماية المتأصلة من النوع المرتجع هو نقطة التوتر القصوى للمكونات المطلوب حمايتها. وينبغي تطبيق خمسة تمورات بضبط توتر المولد بالكاد دون التوتر الذي يشغل جهاز الحماية المتأصل.



الشكل I.1-11 – $U_{a.c.}$ = 127 V_{rms}، يبدأ تشغيل جهاز الحماية المتأصل بالتبديل

3.3.1.I اختبار تشغيل جهاز الحماية الثانوية

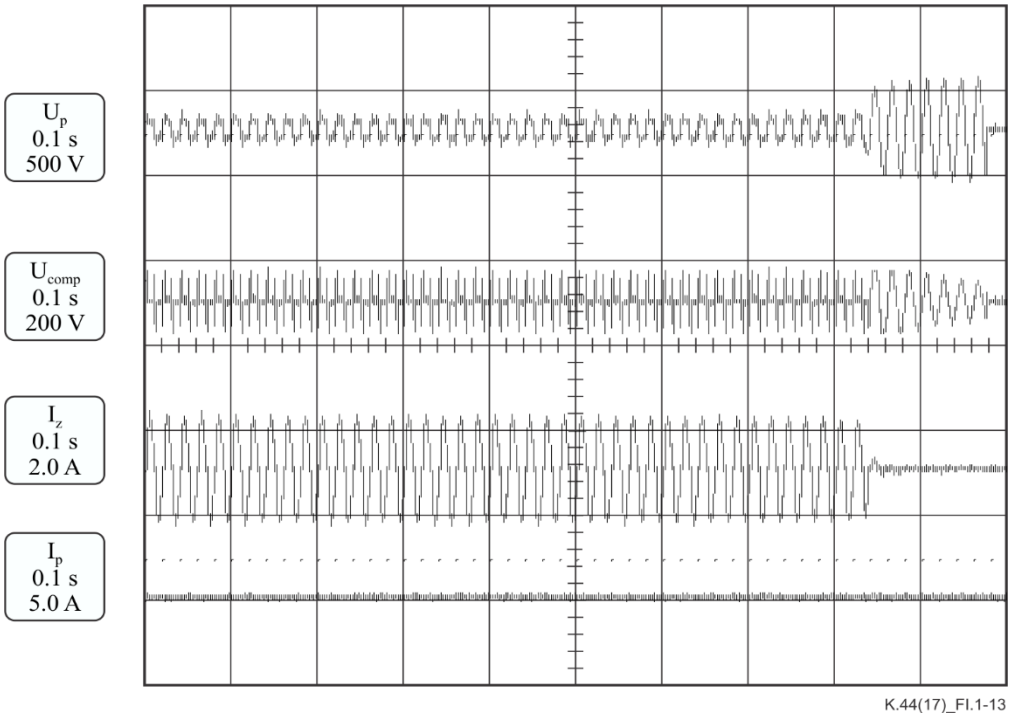
عندما يزداد التوتر، يلاحظ أن أجهزة التبديل تعمل طوال فترة الاختبار، ولكن هنالك قدر غير كاف من التسخين للمعاملات PTC مما يجعلها تعمل، انظر الشكل I.1-12. وينبغي تطبيق خمسة تمورات بتوتر هذا المولد. وينطبق هذا الاختبار سواء كانت هناك PTC أم لا.



الشكل I.1-12 – $U_{a.c.}$ = 200 V_{rms}، تشغيل جهاز الوقاية المتأصلة بالتبديل، ولكن ليس معامل الحرارة الموجب (PTC)

4.3.1.I الطاقة الدنيا لتشغيل المعاملات PTC

لا ينطبق هذا الاختبار إلا على المعدات المزودة بالمعاملات PTC. ولدى تزايد $U_{a.c.}$، يعمل المعامل PTC في نهاية فترة الاختبار. وفي بعض الأحوال، قد لا تكون قيمة $U_{a.c.}$ عالية بما يكفي لتشغيل جهاز حماية الاختبار الخاص، انظر الشكل I.1-13. وينبغي تطبيق خمسة تمورات في توتر المولد هذا.



الشكل I.1-13 – $U_{a.c.}$ = 220 V_{rms}، معامل PTC يعمل في نهاية الاختبار (2 ثانية)، دون توتر الإطلاق في جهاز حماية الاختبار الخاص

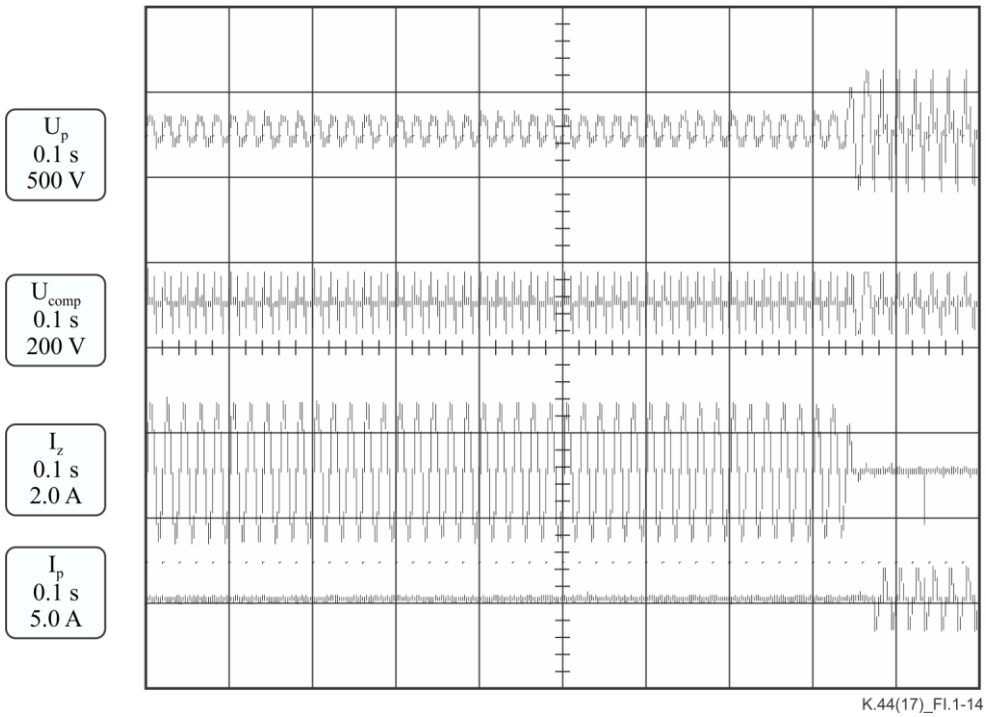
5.3.1.I اختبار تنسيق جهاز الحماية الأولية

1.5.3.1.I اختبار تنسيق جهاز الحماية الأولية للمعدات بدون معاملات PTC

لدى تزايد $U_{a.c.}$ يبدأ جهاز حماية الاختبار الخاص في العمل. ويجري تخفيض $U_{a.c.}$ بأقل قدر إلى أن يتوقف جهاز حماية الاختبار الخاص عن العمل ويتعين تطبيق خمسة تمورات.

2.5.3.1.I اختبار تنسيق جهاز الحماية الأولية للمعدات التي لديها معاملات PTC

لدى تزايد $U_{a.c.}$ يبدأ جهاز حماية الاختبار الخاص في العمل في نهاية مدة الاختبار، انظر الشكل I.1-14. وينبغي تطبيق خمسة تمورات في تردد المولد هذا.



الشكل I.1-14 – $U_{a.c.}$ = 280 V_{rms}، جهاز حماية الاختبار الخاص قيد التشغيل

6.3.1.I اختبار $U_{a.c.(max)}$

من الضروري أيضاً تطبيق خمسة تمورات مع ضبط المولد عند $U_{a.c.(max)}$، لأن هذه هي نقطة الحد الأقصى لتوتر التيار من أجل PTC.

وفي جميع الأحوال التي تعمل فيها PTC، قد يكون من الضروري الانتظار لمدة 15 دقيقة تقريباً بين التمورات لتمكين PTC من البرود.

4.1.I توصيل الطاقة الرئيسية

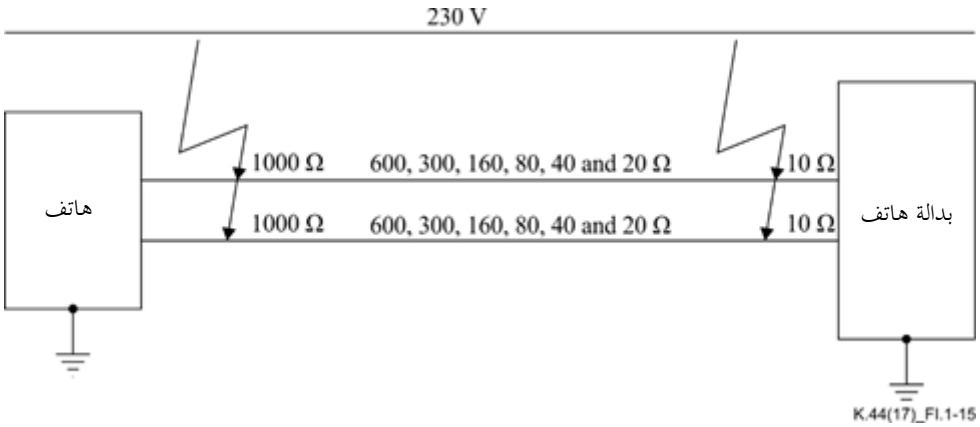
يمكن أن تحدث تمورات توصيل الطاقة الرئيسية في حدود اتساع توتر هذه الطاقة. والتوتر الأقصى هو 240 V_{rms} اسمياً. ويعتقد أن قيمة المقاومة بين المصدر والمعدات تتراوح بين 10 Ω و1000 Ω.

ويمكن أن يحدث التلامس المباشر مع الطاقة الكهربائية الرئيسية من خلال خطوط الشبكة أو أعطال الكبلات أو معدات أماكن العميل (CPE) المعطلة أو غير المعتمدة، أو أسباب أخرى. وقد لا يسبب التلامس تشغيل قاطع دارة نظام الطاقة. ومن شأن التيارات المستمرة الناتجة عن التلامس المباشر أن تجعل الحماية الفعالة صعبة ومكلفة على السواء. ولما كانت هذه الأحداث نادرة، فإنه ليس من المطلوب أن تتحمل المعدات فرط التوتر أو فرط التيار الذي ينشأ من التلامس المباشر، ولكنها قد تتعطل بطريقة مقبولة.

وقد تتعرض المعدات للأخطار الخاصة التالية:

- تلامس بالقرب من المعدات حيث مجموع المقاومة لدارة الكبل وانتهاء المعدات منخفضة وحيث يحدث تدفق تيار مرتفع. ويتم محاكاة هذه الحالة في الاختبار في الشكل I.1-15 بمقاومة قدرها 10 Ω. وقد يقتصر اختبار التيار على قيم أدنى وفقاً للوائح الوطنية.
- تلامس على المسافة القصوى من المعدات حيث مجموع المقاومة لدارة الكبل وانتهاء المعدات عالية، وحيث يحدث باستمرار تدفق تيار ضئيل ولكنه ضار. ويتم محاكاة هذه الحالة بمقاومة قدرها 1000 Ω.
- تُظهر التجربة، على صعيد الواقع، عندما تتراوح القيم بين 10 و1000 Ω، أن المعدات أكثر عرضة للتلف وخطر الحريق من فرط حرارة التيار.

ويكون لتلامس الطاقة الرئيسية عموماً توتر مصدر يساوي توتر خطوط الطاقة المحلية. وتتكون المقاومة بين المصدر وبطاقة الدارة من مقاومة الخط ومقاومة تلامس العطل. وقد أظهرت التجربة أن حالة الوضع الأسوأ يمكن أن تحدث عبر نطاق مقاومة ضيق. وللتأكد من فحص حالة الوضع الأسوأ، تستخدم قيم مقاوم الاختبار التالية: 10 Ω و20 Ω و40 Ω و80 Ω و160 Ω و300 Ω و600 Ω و1000 Ω.



الشكل I.1-15 – آلية التلامس بالطاقة الرئيسية

تم الاتفاق خلال فترة الدراسة على إجراء التلامس بالطاقة الرئيسية باستخدام قيم المقاوِمات الثمانية كنتيجة لمشكلة واجهتها شركة الاتصالات البريطانية. ومع ذلك، ونظراً لأن اختبار التلامس بالطاقة يدوم لفترة 15 دقيقة، فقد تقرر أن الاختبار باستخدام جميع المقاومات الثمانية كان باهظاً جداً وأن اختيار المقاومات الوسيطة مسألة ينبغي أن تترك لمن يُجري الاختبار. وكان هناك أيضاً بعض النقاش حول خفض مدة الاختبار حيث لا يؤثر ذلك على نتيجة الاختبار. وفي هذه الحالة، يتعين توفير بعض الإرشادات بشأن اختيار مقاوم الاختبار ومدة الاختبار.

وهناك ثلاث طرائق تصميم معروفة للامتثال لاختبار تلامس الطاقة وهي: استخدام محدد تيار كهربائي (ECL)، أو استخدام ثيرمستور معامل حرارة موجب (PTC)، أو استخدام فاصمة منصهرة على التسلسل مع تيار الخط. وبالنسبة لكل من الفاصمة المنصهرة والمعامل PTC، فإن أسوأ حالة، من منظور الدارة، هو مقاوم الاختبار الذي يفضي إلى الحد الأقصى من نقل الطاقة إلى الدارة. ويمكن تقرير ذلك بالاختبار باستخدام جميع قيم مقاوم الاختبار وتحديد القدرة القصوى باستخدام جهاز قياس الذبذبات بقياس التوتر عند دخل الدارة، والتيار المتدفق إلى الدارة، ومن ثم حساب تكامل جداء التوتر والتيار مع الزمن.

أ) الغرض من الفاصمة المنصهرة في الوصلة أو المقاوم هو ارتفاع الحرارة وفصل الدارة، مما يؤدى إلى انقطاع تدفق فرط التيار في المعدات. وفي حالة إجراء الحد الأدنى من الاختبار، ينبغي إجراء الاختبار باستخدام مقاوم بمقدار 10 Ω ومقاوم الاختبار الذي يسبب الحد الأقصى من تبديد الطاقة الحرارية في الدارة. وعندما يثبت أن المقاوم لن يتقلص ويعيد توصيل الدارة عندما يبرد، يمكن وقف الاختبار بمجرد انقطاع التيار.

ب) الغرض من تيرميستور PTC هو أن يصبح "مقاومة عالية" عندما يتدفق تيار مفرط من خلاله. وتيار أسوأ حالة بالنسبة لـ PTC هو المقاوم الأدنى، أي تيار الذروة الأعلى. وفي حالة إجراء الحد الأدنى من الاختبار، ينبغي إجراء الاختبار باستخدام مقاوم الاختبار الذي يسبب الحد الأقصى من تبديد الطاقة في الدارة، وباستخدام المقاوم بقيمة 10 Ω.

وبصفة عامة، ولدى تشغيل PTC، يقتصر التيار على القيم المنخفضة ولن يكون هناك أي تغيير لما تبقى من الاختبار. ومع ذلك، كانت هناك حالات بدأ فيها تعطل PTC في نهاية المدة مما قد يتسبب في حرارة مفرطة وإمكانية نشوب حريق. وكذلك، هناك حالات يشكل فيها PTC مذبذب استرخاء له ثابت لفترة طويلة. ولكن عندما يثبت أن PTC لن يتعطل ضمن فترة الاختبار، أو أنه ليس هناك عامل آخر يغير نتيجة الاختبار، عندئذ يمكن وقف الاختبار حالما يستقر التيار عند قيمة منخفضة، مما يمنع حالة فرط الحرارة.

وإذا لم يكن بالإمكان تحديد مقاوم الحالة الأسوأ، فينبغي إجراء الاختبار باستخدام جميع قيم المقاوم.

5.1.I مبررات شروط الاختبار

1.5.1.I الاختبار من منفذ إلى منفذ ومن منفذ إلى الأرض

اختبار المعدات على نحو صحيح مهمة معقدة. وهناك أنواع عديدة من ممارسات بناء المعدات ومواقع المعدات وممارسات التأريض والربط.

ويمكن تصنيف المعدات بصفة عامة على أنها مؤرضة أو عائمة (غير مؤرضة).

ويمكن تركيب المعدات في مركز اتصالات حيث من المرجح أن تكون مقاومة الأرض <2 Ω، في شبكة النفاذ أو الشبكة الرئيسية حيث يمكن أن ترتفع مقاومة الأرض إلى 30 Ω أو في أماكن العميل حيث يمكن أن ترتفع مقاومة الأرض إلى 300 Ω.

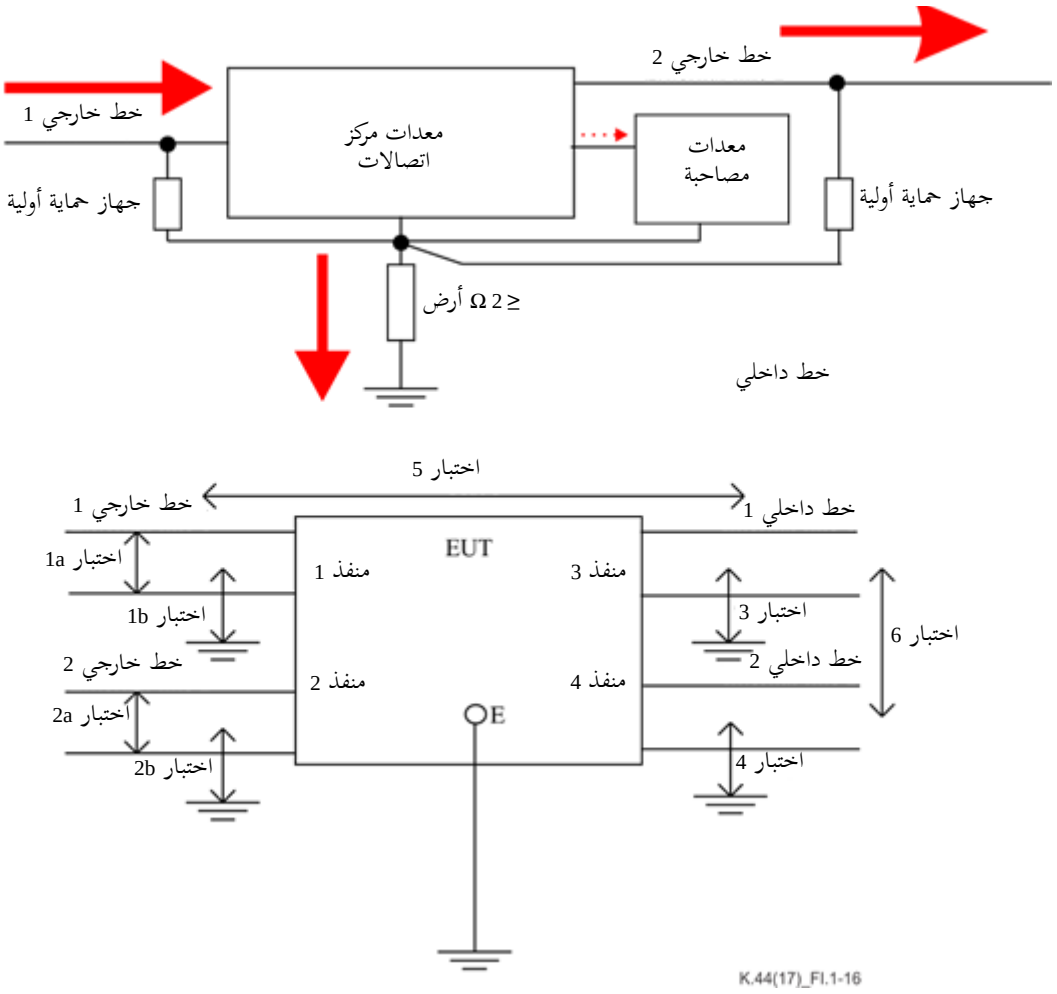
ويمكن في بعض البلدان استخدام نظام لتوزيع الطاقة IT أو TT. وفي هذه الأحوال، لا يتم ربط شبكة الطاقة بنظام التأريض في أماكن العميل. ويشار إلى ذلك أحياناً بتعبير نظام تأريض منفصل.

وسواء كانت المعدات مؤرضة أم لا فإن مقاومة الأرض للتجهيزات تؤثر على توزيع تيار التمور الوارد. ويحدد توزيع تيار التمور هذا طريقة الاختبار المطلوبة، انظر الأشكال I.1-16 إلى I.1-18.

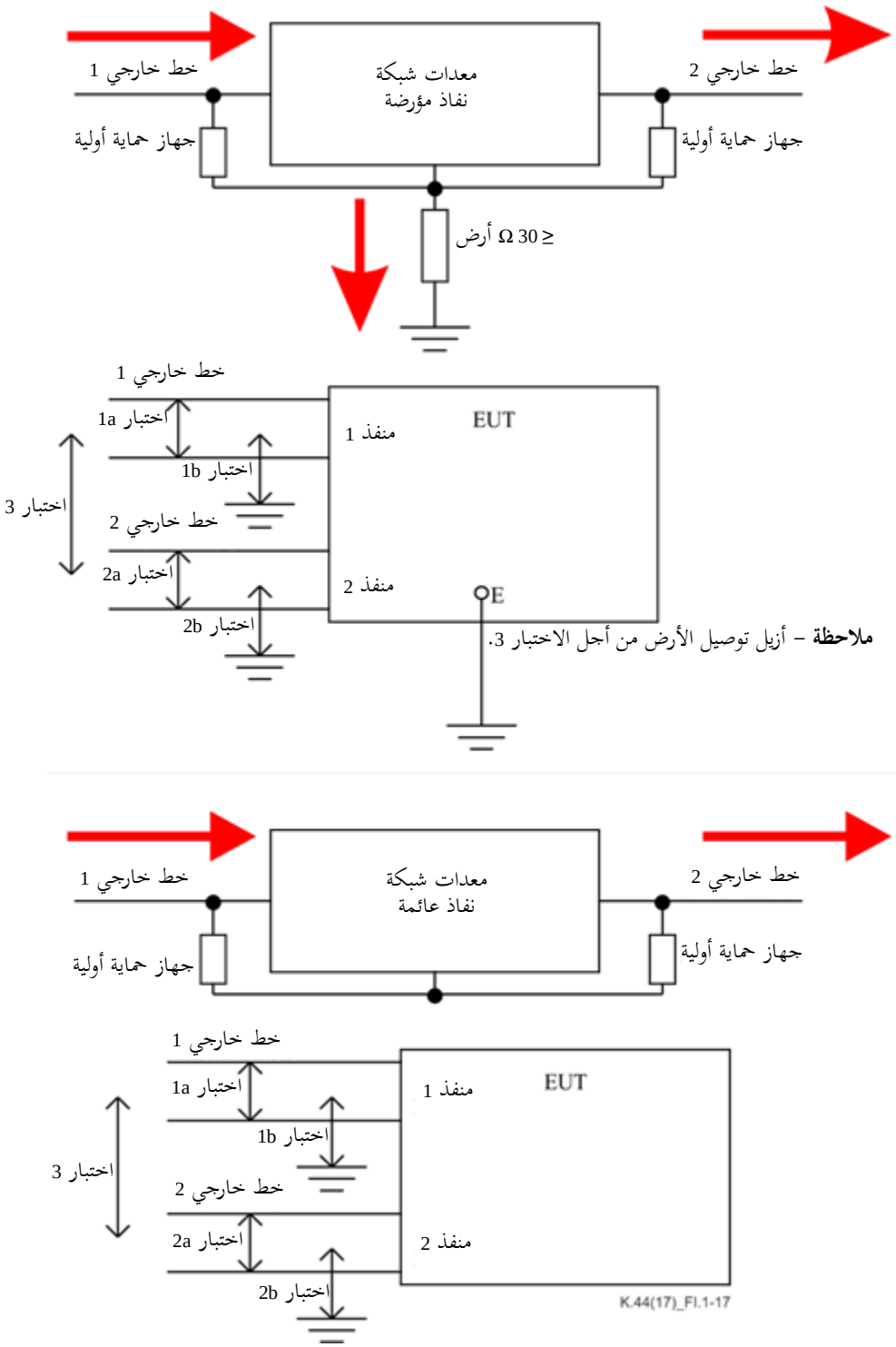
وفي الشكل I.1-16، يتسم مركز الاتصالات بمقاومة للأرض بمقدار ≥ 2 Ω؛ ويتبين أن غالبية تيار التمور تجرى من منفذ خارجي إلى الأرض. لذلك، تقتصر الضرورة على إجراء اختبارات الخط إلى الخط والمنفذ إلى الأرض على المنافذ الخارجية للمعدات. يلاحظ أن اختبار المنفذ الخارجي إلى المنفذ الداخلي المشار إليه في البند 2.7 وارد في اختبار المنفذ الخارجي إلى الأرض. وبالنسبة للمنافذ الداخلية، من الضروري اختبار المنافذ الداخلية فقط. ويلاحظ أن اختبار المنفذ الداخلي إلى المنفذ الداخلي المشار إليه في البند 2.7 وارد في اختبار المنفذ الداخلي إلى الأرض.

وفي الشكل I.1-17، يلاحظ أن من الممكن، بالنسبة لمعدات شبكة النفاذ المؤرض، توجيه تيار هام من كل من منفذ إلى الأرض ومن منفذ إلى منفذ. لذلك، من الضروري إجراء اختبار الخط إلى الخط، ومنفذ إلى الأرض ومنفذ إلى منفذ. وبالنسبة لمعدات شبكة النفاذ العائمة، وبينما لا يتم توجيه تيار هام إلا من المنفذ إلى المنفذ في المنافذ الخارجية للمعدات، وللتحقق من التأثيرات السعوية للتيار، فإنه لا يزال من الضروري أيضاً إجراء اختبارات من المنفذ إلى الأرض.

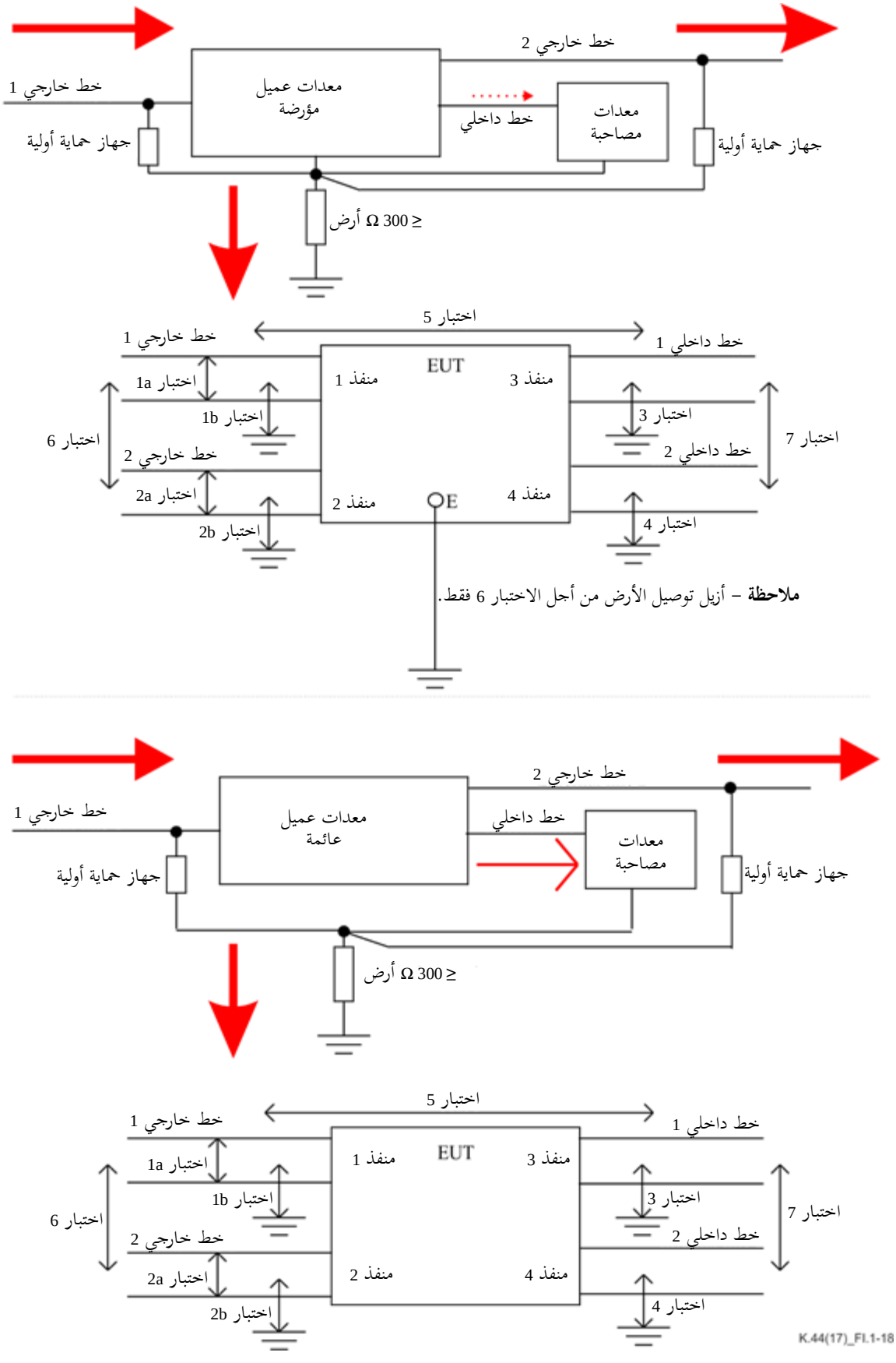
وفي الشكل I.1-18، يلاحظ أن من الممكن، بالنسبة لمعدات العميل المؤرضة، توجيه تيار هام من كل من منفذ إلى الأرض ومن منفذ إلى منفذ. ولذلك، من الضروري إجراء اختبار خط إلى خط ومنفذ إلى منفذ. وبالنسبة لمعدات العميل العائمة، وبينما لا يتم توجيه تيار هام إلا من منفذ إلى منفذ في المنافذ الخارجية للمعدات، وللتحقق من التأثيرات السعوية للتيار، من الضروري أيضاً إجراء اختبارات من المنفذ إلى الأرض.



الشكل I.1-16 – شروط الاختبار لمعدات مركز الاتصالات



الشكل I.1-17 – سيناريو من أجل المعدات خارج المباني

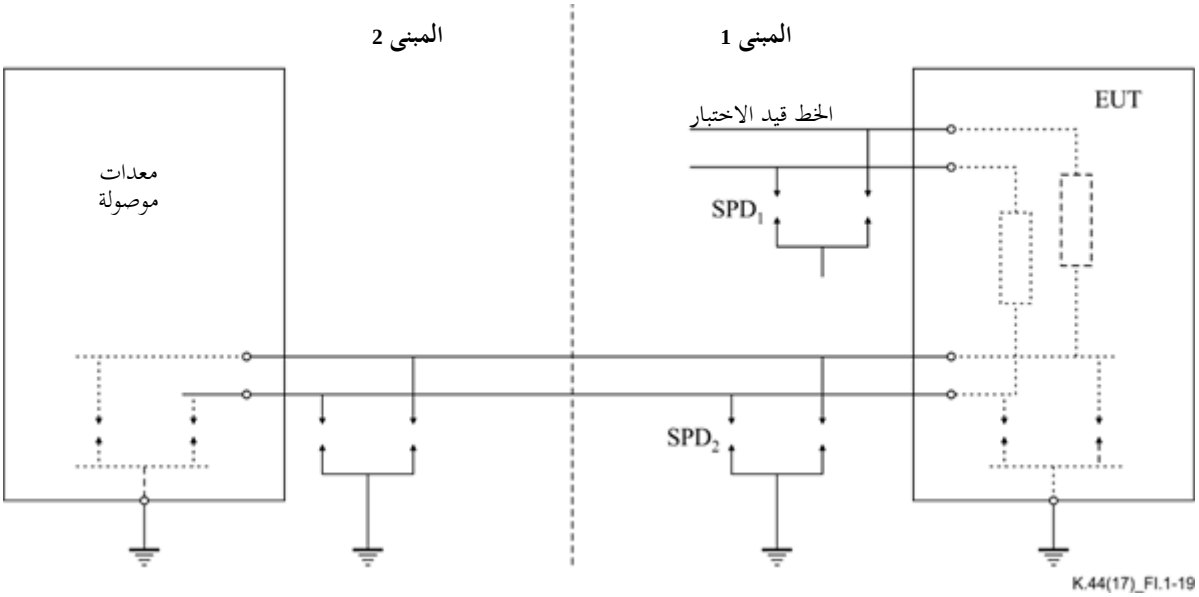


الشكل I.1-18 – سيناريو من أجل معدات العميل

2.5.1.I نقاط الإنتهاء وأجهزة الحماية الخاصة (SPDs) والمنافذ غير المختبرة

يبين الشكل 1-2.A المنافذ الممكنة لجهاز معقد.

ويحتوي هذا الجهاز على منافذ خارجية وداخلية على السواء، ولا بد من النظر في تأثير ذلك على المنفذ قيد الاختبار. ويمكن توصيل المعدات قيد الاختبار (EUT) بمعدات مساعدة داخل نفس المبنى عبر كبلات داخلية، أو معدات في مبنى آخر عبر كبلات خارجية. ويمكن استخدام أجهزة SPD في كلا النوعين من المنافذ، انظر الشكل 19-1.I.



الشكل 19-1.I – نقاط الانتهاء وأجهزة SPD في المعدات

يتعين، أثناء الاختبار، إنهاء المنافذ بالتوصيل بالأجهزة المساعدة أو بمعاوقة أو مقاومة انتهائية، وتوصيلها بالأرض بواسطة عنصر اقتران الواحد تلو الآخر. ومن الضروري النظر في الفوارق بين المنافذ الخارجية والمنافذ الداخلية. وتعتبر المنافذ الداخلية موصولة بالتجهيزات التي لها نفس النقطة المرجعية المقترنة بالمعدات قيد الاختبار. ومن ناحية أخرى، يمكن توصيل المنافذ الخارجية بأجهزة ذات مرجع تأريض مختلف، في مبنى آخر مثلاً. وهذا يعني أنه يمكن إدخال التيار في منفذ خارجي وإخراجه من منفذ خارجي آخر.

والمسائل التي يجب مراعاتها عند إنهاء الجهاز أو تأريض المنفذ هي:

1) عندما يكون هناك مسار معاوقة منخفض محتمل من المنفذ قيد الاختبار إلى منفذ غير مختبر، يتعين النظر في إمكانية وجود جهاز حماية على المنفذ غير المختبر الذي يعمل أولاً. ويتم ذلك باستخدام جهاز حماية اختبار خاص في المنفذ المختبر وجهاز حماية بالحد الأدنى المسموح به لتوتر اشتعال التيار المستمر في المنفذ غير المختبر.

2) عندما يكون هناك أكثر من نوع واحد من المنافذ غير المختبرة، ينبغي إنهاء نوع واحد فقط من المنافذ غير المختبرة أو إضافة أجهزة SPD واحد تلو الآخر. والسبب في ذلك هو أن مسار معاوقة منخفضة إلى نوع واحد من المنافذ غير المختبرة قد يمنع تدفق التيار إلى نوع آخر من المنافذ غير المختبرة.

3) عندما يكون هنالك منفذ واحد موصول داخلياً بمنفذ آخر، في بعض ظروف التشغيل أو ظروف انقطاع التيار مثلاً، ينبغي اختبار هذا المنفذ مع المنفذ الآخر الذي له انتهاء ويتمتع بالحماية.

4) عندما يكون للمعدات مكونات حماية عالية حاملة للتيار، مما ينفي الحاجة إلى الحماية الأولية، من الضروري إزالة أنبوب تفريغ الغاز (GDT) من المنفذ قيد الاختبار واستبداله بجهاز حماية الاختبار كما هو موضح في البنود 2.8 و3.8 و4.8. والغرض من ذلك هو ضمان تحقق التنسيق. ويتعين، أثناء اختبار هذا المنفذ، ترك جهاز الحماية المتأصل في مكانه من أجل المنافذ غير المختبرة. وإذا لم تكن هذه المكونة قابلة للإزالة، يتم تنفيذ جميع الاختبارات مع الحماية المتوفرة ويجب

على الشركة المصنعة تقديم تقرير اختبار لإثبات أن الاختبارات المتأصلة والتنسيقية قد أجريت مع جهاز حماية الاختبار الخاص أثناء اختبارات التصميم.

5) قد يلزم تطبيق الاختبارات مع التوليفات الثلاث التالية من الإنهاء والاقتران بالأرض للمنافذ غير المختبرة، أي:

أ) لا إنهاء ولا اقتران بالأرض؛

ب) لا اقتران بالأرض، مع إضافة إنهاء؛

ج) اقتران بالأرض وإنهاء معاً.

ومن الضروري في اختبار المنفذ إلى المنفذ اعتبار ما يلي بمثابة المنفذ الثاني:

1) خطوط/أزواج أخرى من نوع المنفذ قيد الاختبار؛

2) خطوط/أزواج من أنواع المنافذ الأخرى.

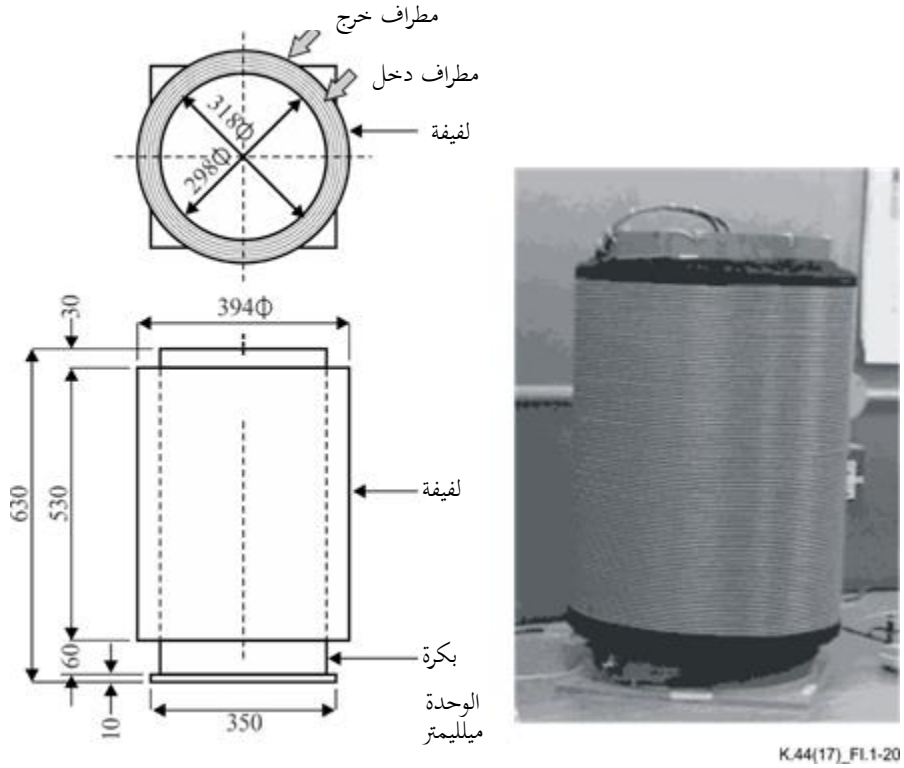
6.1.I شبكات فك الاقتران

1.6.1.I تحريض فك الاقتران

فيما يلي معلومات عن محرض بأسلوب شائع 20 mH يمكن استخدامه لفك اقتران منافذ أزواج متناظرة كما هو مقترح في المعيار [IEC 61000-4-5]. ويمكن أيضاً استخدام المقاومات لتحقيق فك الاقتران، وهي الطريقة المفضلة.

ويؤثر عنصر فك الاقتران على الإرسال في الشبكات عالية السرعة بسبب المقاومة والسعة وتحريض عنصر فك الاقتران. ويصف هذا البند لفيفة خنق بأسلوب شائع، قيمتها 20 mH وهي موصوفة في المعيار [IEC 61000-4-5] لاستخدامها بمثابة محرض. ولكن تفاصيل المحرض غير موصوفة في المعيار [IEC 61000-4-5] مع أن خصائص المحرض تعتمد على تشكيلها.

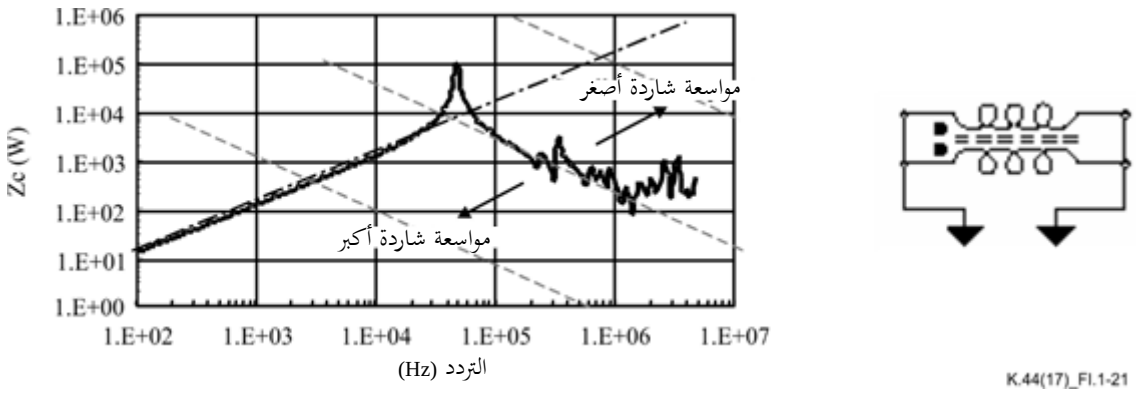
ويوضح الشكل 20-1.I تكوين وحجم اللفيفة الموصوفة. ويتم تلخيص مواصفات عنصر اللفيفة في الجدول 1-1.I. ولتجنب تشبع التحريض وجعل السعة الشاردة أصغر، تكون اللفيفة من النوع الأجوف. ويوضح الشكل 21-1.I خصائص تردد المعاوقة في الأسلوب الشائع. وتكون المعاوقة أكبر من 1 kΩ في مجال التردد من 10 kHz إلى 200 kHz. ويظهر في الشكل 22-1.I المعاوقة في الأسلوب الشائع. وتكون المعاوقة حوالي 120 Ω. وترد خصائص التردد في التحريض وفقدان الإرسال في الشكلين 23-1.I و24-1.I، على التوالي. ويحدث الرنين عند 46 kHz تقريباً، ولكن خسارة الإرسال تقل عن 5 dB في التردد دون 1 MHz.



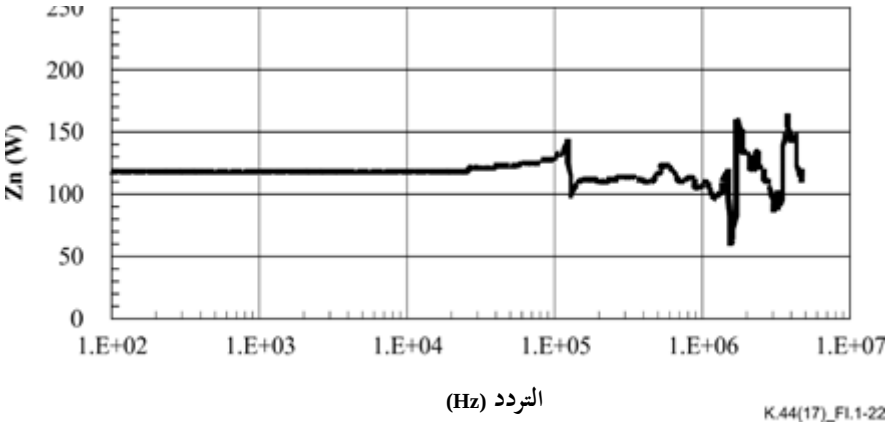
الشكل I.1-20 – التشكيل والحجم والمنظر العام للفيفة بمقدار 20 mH

الجدول I.1-1 - مواصفات لفيفة

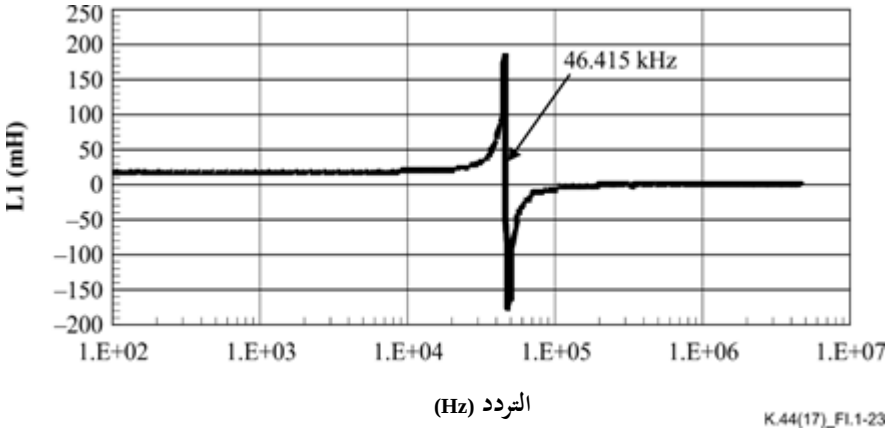
البنود		المواصفات
السلك	المادة	نحاس
	مساحة المقطع	2 mm^2
كيفية الفتل		زوج من الخطوط مفتول
الفتلات		48 فتلة × 7 طبقات
التحريض		20 mH (الأسلوب الشائع)



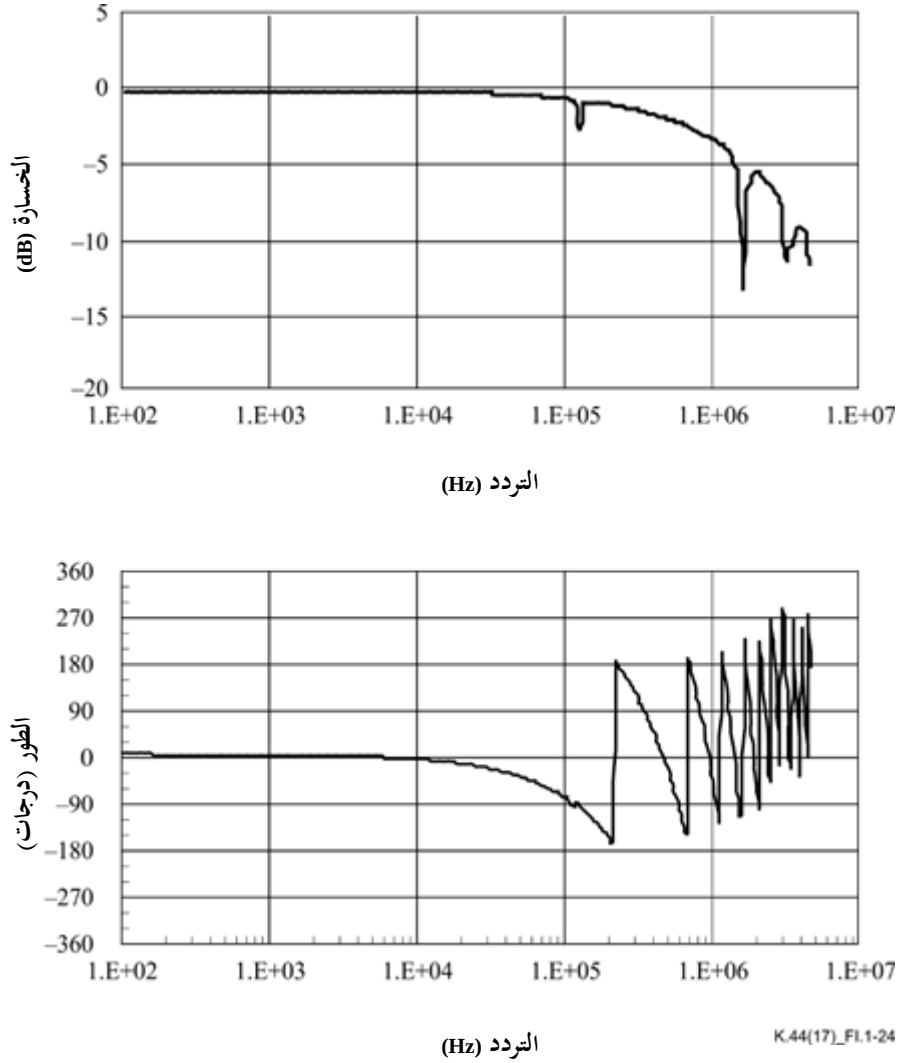
الشكل I.1-21 - المعاوقة في الأسلوب الشائع



الشكل I.1-22 – المعاوقة في الأسلوب الاعتيادي



الشكل I.1-23 – خصائص التحريض من حيث التردد

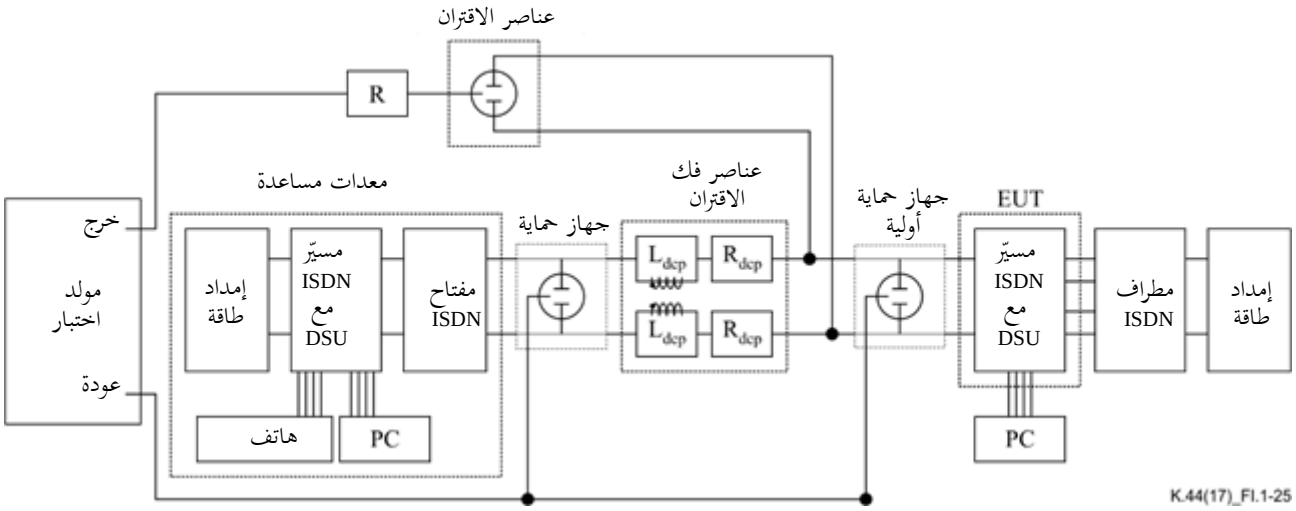


الشكل I.1-24 – خصائص فقدان الإرسال من حيث التردد

2.6.1.I تأثير عناصر التحريض وفك اقتران المقاومة في الدارات الرقمية

لقد تم قياس خصائص الإرسال باستخدام جهاز توجيه شبكة رقمية متكاملة الخدمات (ISDN) ومودم خط مشترك رقمي عالي السرعة جداً (VDSL). ويظهر في الشكل I.1-25 إعداد الاختبار لشبكة ISDN. وهذا الإعداد هو لاختبار التمور من منفذ إلى الأرض، الذي يستند إلى الشكل A.5-1. وتظهر في الجدول I.1-2 المعدات التي استخدمت في هذه التجربة. ويرد في الجدول I.1-3 تلخيص توليفات L_{dcp} وR_{dcp} المختبرة والنتائج. وفي جميع الحالات تم توصيل الهواتف الرقمية والحواسيب الشخصية.

ويظهر في الشكلين I.1-26 وI.1-27 إعداد اختبار VDSL. ويرد في الجدول I.1-4 تلخيص مواصفات مودم VDSL المختبر. وترد في الجدول I.1-5 نتائج أساليب مختلف طرائق فك الاقتران. ويلاحظ، بالنسبة لطريقتي فك الاقتران 4 و5، أن الصبيب يتناقص قليلاً. وفي الصف 6 لم يستخدم أي عنصر لفك الاقتران، مجرد كبل من الفئة Cat-5 بطول 2 m، لإظهار الصبيب لحالة اعتيادية.



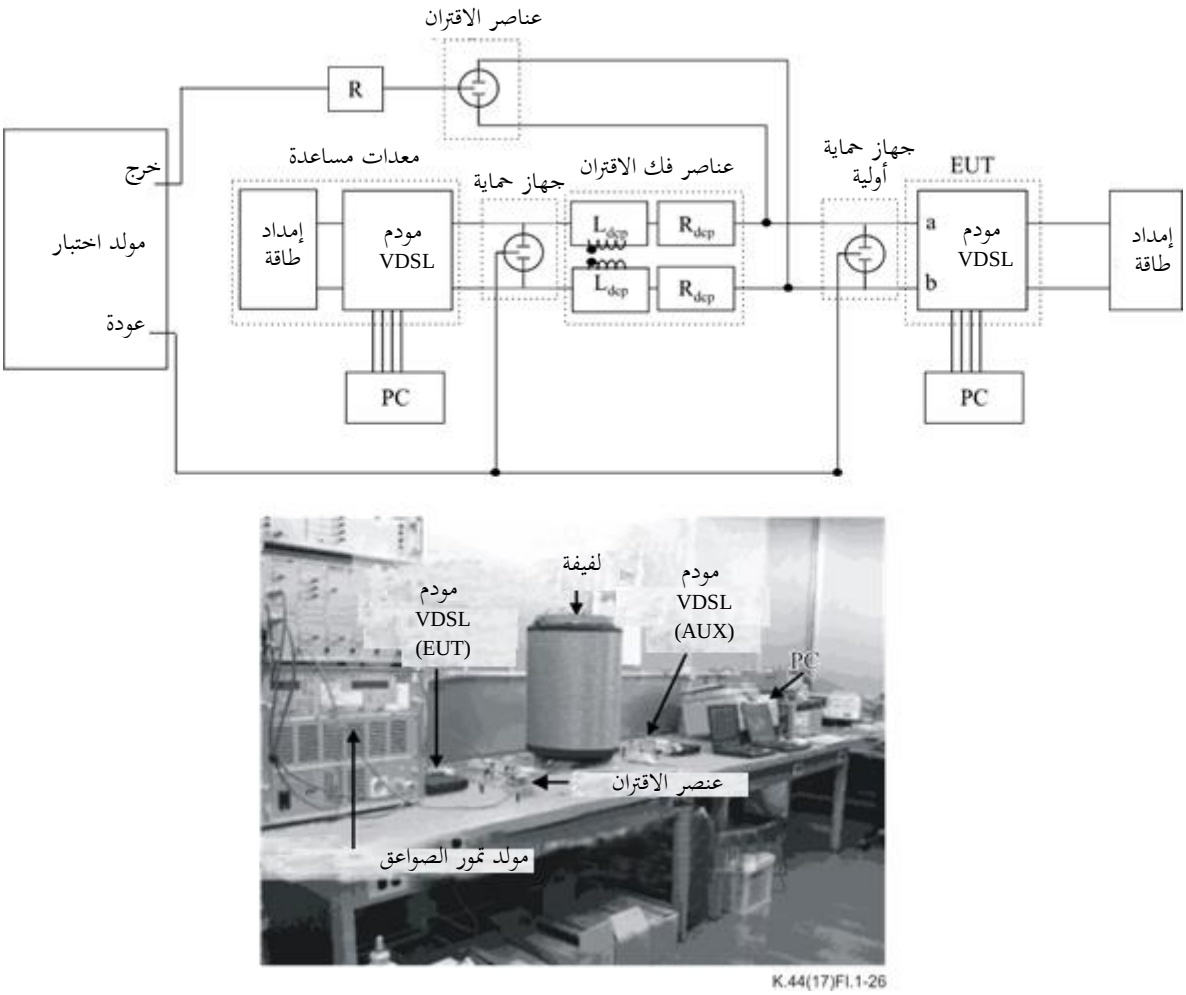
الشكل I.1-25 – إعداد الاختبار لمعدات ISDN

الجدول I.1-2 - معدات ISDN

البند	المعدات
هاتف رقمي (جانب EUT)	S-1000 (NTT)
هاتف رقمي (جانب AUX)	DC-R2100 (NTT)
مسيّر ISDN (EUT)	MN128-SOHO (NTT-ME)
مسيّر ISDN (جانب AUX)	MN128-SOHO (NTT-ME)
محوال ISDN	I64-4LINES and iNet-U2-LINES
مولد اختبار	PSURGE 4.1 (HAEFELY)

الجدول I.1-3 – عنصر فك الاقتران والنتائج

حالة الاختبار	L_{dcp} (mH)	R_{dcp} (Ω)	النتيجة
1	–	50	جيدة
2	–	100	جيدة
3	–	200	جيدة
4	20	–	جيدة
5	20	200	جيدة



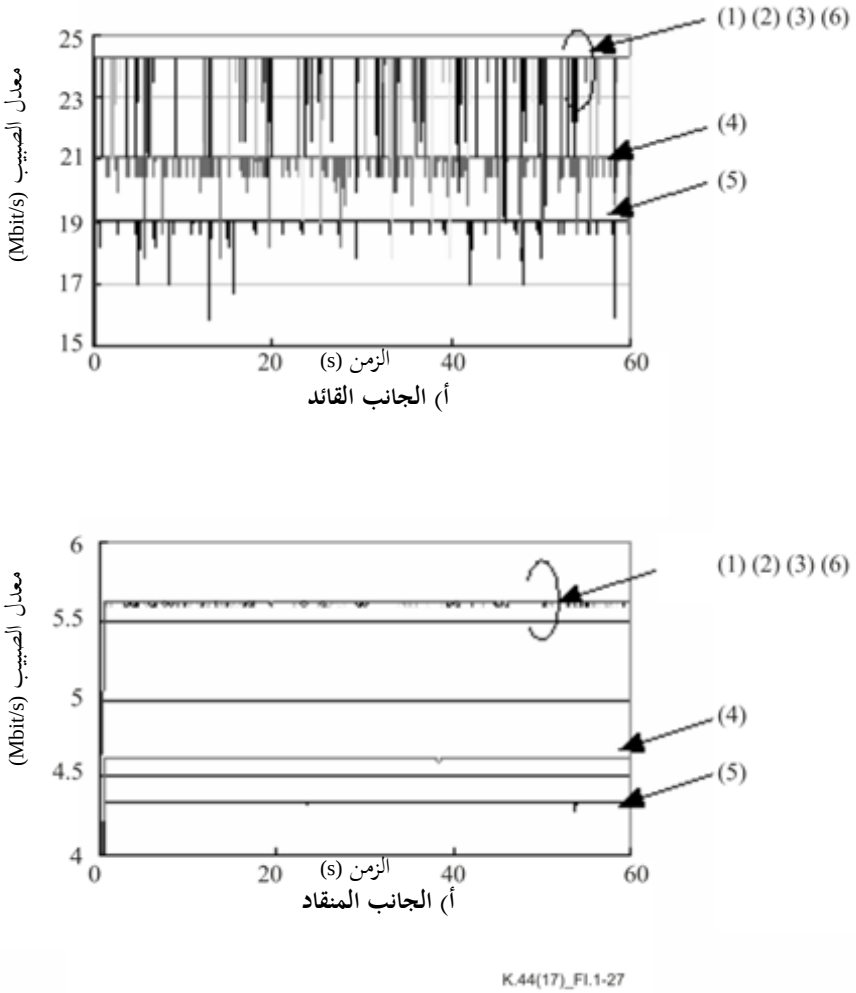
الشكل I.1-26 – إعداد الاختبار لمعدات VDSL

الجدول I.1-4 – مواصفات مودم VDSL

البند	VDSL
التشكيل	DMT
الاتصال	إرسال مزدوج كامل (TDD)
معدل البيانات	Mbit/s 28,8 51,2 Mbit/s/6,4 Mbit/s
توزيع النطاقات	Mbit/s 1,5 أو أقل، وحدات من kbit/s 64 Mbit/s 1,5 أو أكثر، وحدات من Mbit/s 1
مسافة الإرسال	(Mbit/s 28,8) m 300 (51,2 Mbit/s/6,4 Mbit/s) m 300 (Mbit/s 13) km 1
تصويب الأخطاء	تصويب الأخطاء لضوضاء النبضة وما إلى ذلك
الفالقات	مطلوبة

الجدول I.1-5 – عنصر فك الاقتران والنتائج

حالة الاختبار	L_{dcp} (mH)	R_{dcp} (Ω)	متوسط الصبيب (Mbit/s)	
			الجانب القائد	الجانب المنقاد
1	–	50	24	5,6
2	–	100	24	5,6
3	–	200	24	5,6
4	20	–	21	4,6
5	20	200	19	4,3
6	–	–	24	5,6

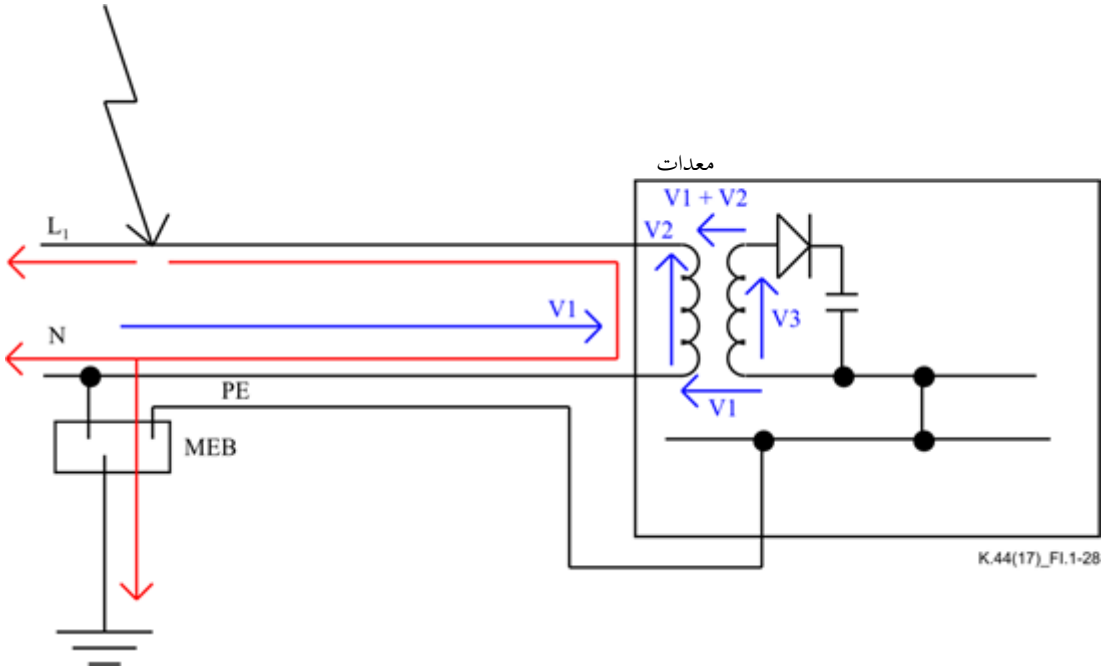


الشكل I.1-27 – نتائج القياس للصبيب

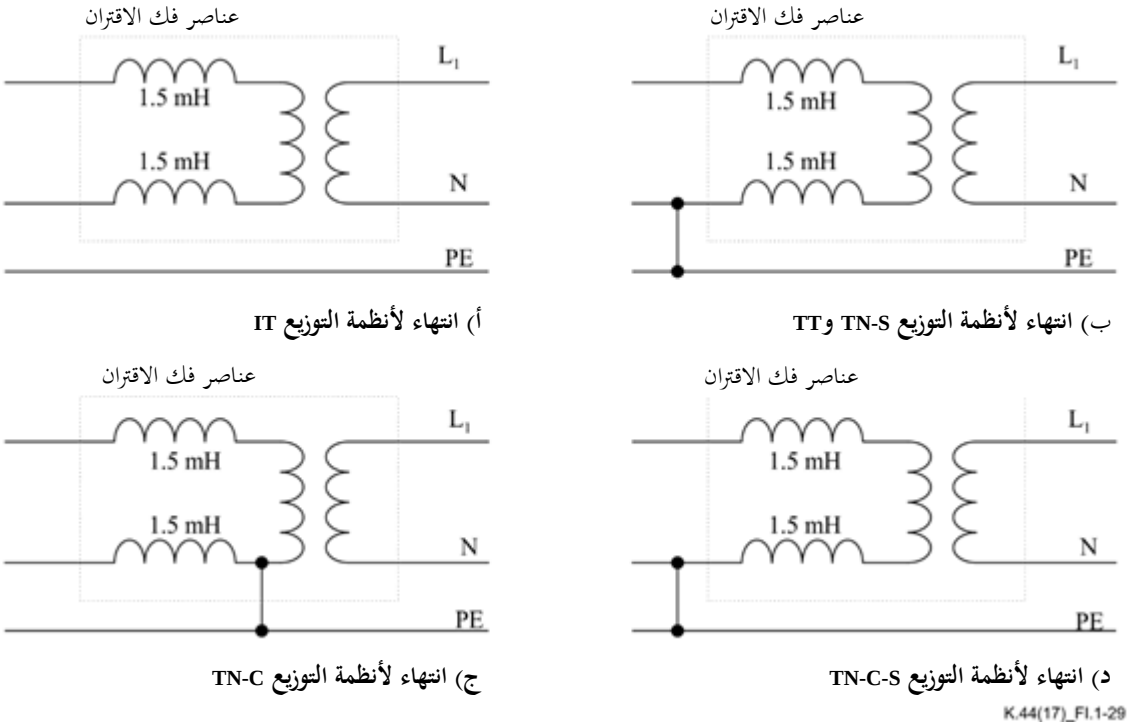
7.1.I اختبار منافذ الطاقة الرئيسية

يحدث الخلط أحياناً بخصوص ماهية الاختبارات المطلوبة، أي A إلى N وA/N إلى E، لمختلف الأنظمة. وفي نظام توزيع الطاقة الرئيسية حيث يكون تأريض السلك المحايد في أماكن العميل، قد يكون من غير الضروري إجراء اختبار A/N إلى الأرض. وفي الأنظمة التي لا تنطوي على تأريض السلك المحايد، قد يكون من الضروري إجراء اختبار A إلى N مع تعويم المولد. وكلتا الحالتين

موضحة في الشكل I.1-28. وفي كلتا الحالتين، يحدث تمور من A إلى N في كل من التمور المستعرض/التفاضلي ومن المنفذ إلى الأرض فيما يتعلق بالمعدات قيد الاختبار (EUT) وداراتها الثانوية. ورغبة في إمكانية التكرار ولإجراء نفس الاختبار لمختلف أنظمة الطاقة، من الأفضل إجراء الاختبار المستعرض/التفاضلي دون تمور من المنفذ إلى الأرض واختبار المنفذ إلى الأرض دون تمور مستعرض/تفاضلي. ويتحقق ذلك باستخدام دارات الاختبار الموضحة في الأشكال 1-4.6.A (للتمورات المستعرضة/التفاضلية) و2-4.6.A (للتمورات من المنفذ إلى الأرض) و3-4.6.A (للتمورات من المنفذ إلى المنفذ).



الشكل I.1-28 – أثر التمور من A إلى N على المعدات



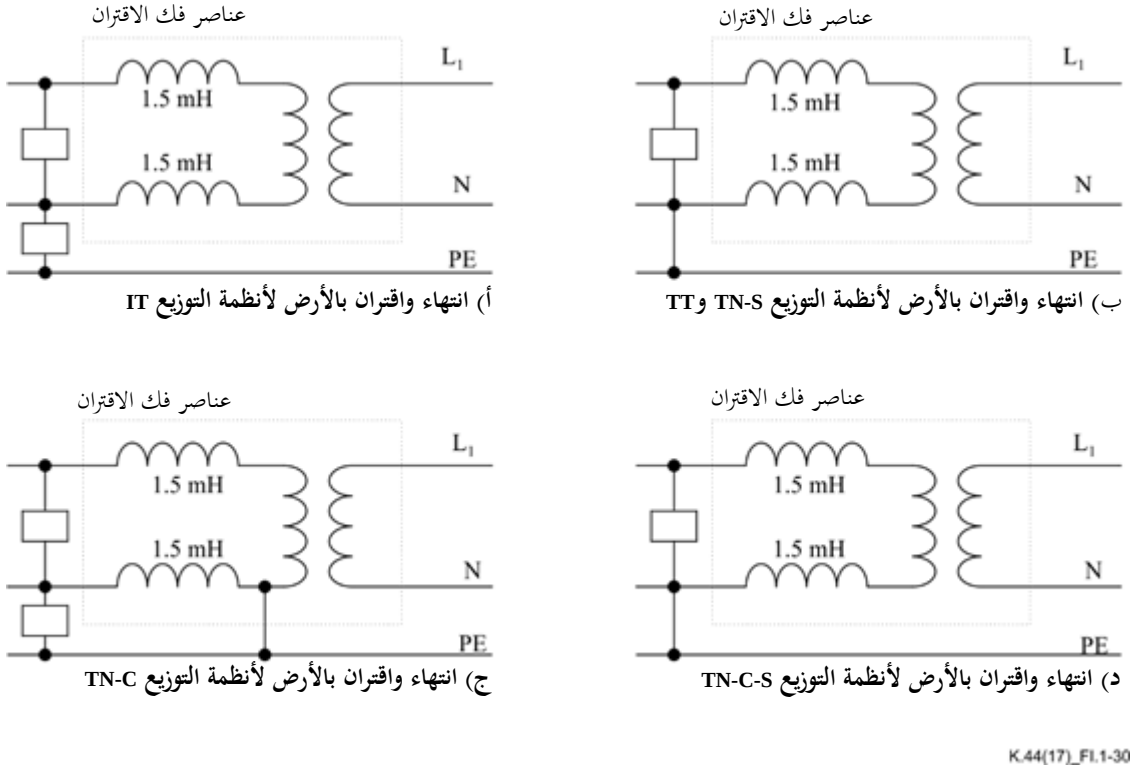
أ) انتهاء لأنظمة التوزيع IT

ب) انتهاء لأنظمة التوزيع TN-S وTT

ج) انتهاء لأنظمة التوزيع TN-C

د) انتهاء لأنظمة التوزيع TN-C-S

الشكل I.1-29 – نقاط الانتهاء من أجل منافذ الطاقة الرئيسية



الشكل I.1-30 – نقاط الانتهاء والاقتران بالأرض من أجل منافذ الطاقة الرئيسية

ورغبة في تعميم الاختبار عالمياً، يوصى باستخدام الشكل I.1-29a كنقطة انتهاء لمنفذ طاقة رئيسية غير مختبر، وباستخدام الشكل I.1-30b لاقتران منفذ طاقة رئيسية غير مختبر بالأرض.

2.I مدى سويات اختبار الصواعق وتحريض الطاقة

1.2.I الصواعق

1.1.2.I سويات الاختبار المتأصلة

يمكن أن يتراوح مدى توترات الاختبار المستخدمة في توصيات المنتج لمستويات اختبار القدرة على المقاومة المتأصلة بين 1,0 kV و5,0 kV. وقد درجت العادة على استخدام توتر اختبار قدره 1,0 kV في مباني الاتصالات الكبيرة. وذلك لأن معظم التمورات أقل من 1,0 kV، ومن السهل نسبياً تركيب جهاز حماية أولية موثوق في إطار التوزيع الرئيسي (MDF) عند الحاجة. ويمكن النظر في سوية تصل إلى 5,0 kV من أجل معدات أماكن العميل (CPE) ذلك لأنها في بيئة أقل تحكماً بكثير ومن الصعب جداً تركيب أنابيب تفريغ الغاز (GDT) فيها.

2.1.2.I سويات اختبار التنسيق

كان الحد الأقصى لسوية الاختبار لمتطلبات التنسيق تقليدياً هو 4,0 kV. ومع ذلك، فقد أظهرت القياسات الأخيرة أن سويات تمور تزيد عن 7,0 kV تحدث أحياناً. ولذا يسمح بسوية اختبار اختيارية تصل إلى 10,0 kV. وتتسم سوية الاختبار الأعلى بنسبة dU/dt أعلى. وهذا يؤدي إلى سوية أعلى من توتر الإطلاق في جهاز الحماية الأولية وسوية أعلى من تيارات الحمولة السعوية في المعدات.

2.2.I سويات اختبار تحريض الطاقة

1.2.2.I سويات الاختبار المتأصلة

كان الاختبار المتأصل تقليدياً هو A^2s 0,2 للمعدات في مراكز الاتصالات ومعدات أماكن العميل (CPE). وفي ضوء تحرير أماكن العميل، فإن استخدام الحماية الأولية غير مؤكد وقد يتعين أن تكون سوية الاختبار المتأصل أعلى من أجل CPE، A^2s 1,0 مثلاً.

2.2.2.I سويات اختبار التنسيق/المتأصلة

كانت سوية الاختبار مع الحماية الأولية تقليدياً A^2s 1,0. وقد عُمل بسوية اختبار معززة بمقدار A^2s 10 لمراعاة أن بعض البلدان لديها سويات أعلى من تحريض القدرة أو سوية أقصى من تحريض الطاقة في خطوط قصيرة (Ω 200) أو الحاجة إلى درجة عالية من الخدمة بسبب تغير المتطلبات التنظيمية.

وقد يتعين أن تكون طريقة تحديد متطلبات المعدات مختلفة. وتحدد التوصية [ITU-T K.20] مقدار $U_{c(max)}$ بمقدار V 600 عبر Ω 600 لمدة ثانية واحدة. وقد أظهرت القياسات أن المدى الزمني الذي يتدفق فيه تيار العطل يتراوح من 0 إلى 3,2 ثانية وأن التيار الذي يسري في دارة اتصالات يمكن أن يتراوح من 0 إلى 9 A_{rms}، انظر الشكل 1.I-8. وقد أظهرت الاختبارات على مقاوم أن معدل I^2t يتناقص بارتفاع التيار من أجل I^2t ثابت. وهذا يدل على ضرورة إجراء اختبار التنسيق/المتأصل عند الحد الأقصى من التيار الذي يحدث.

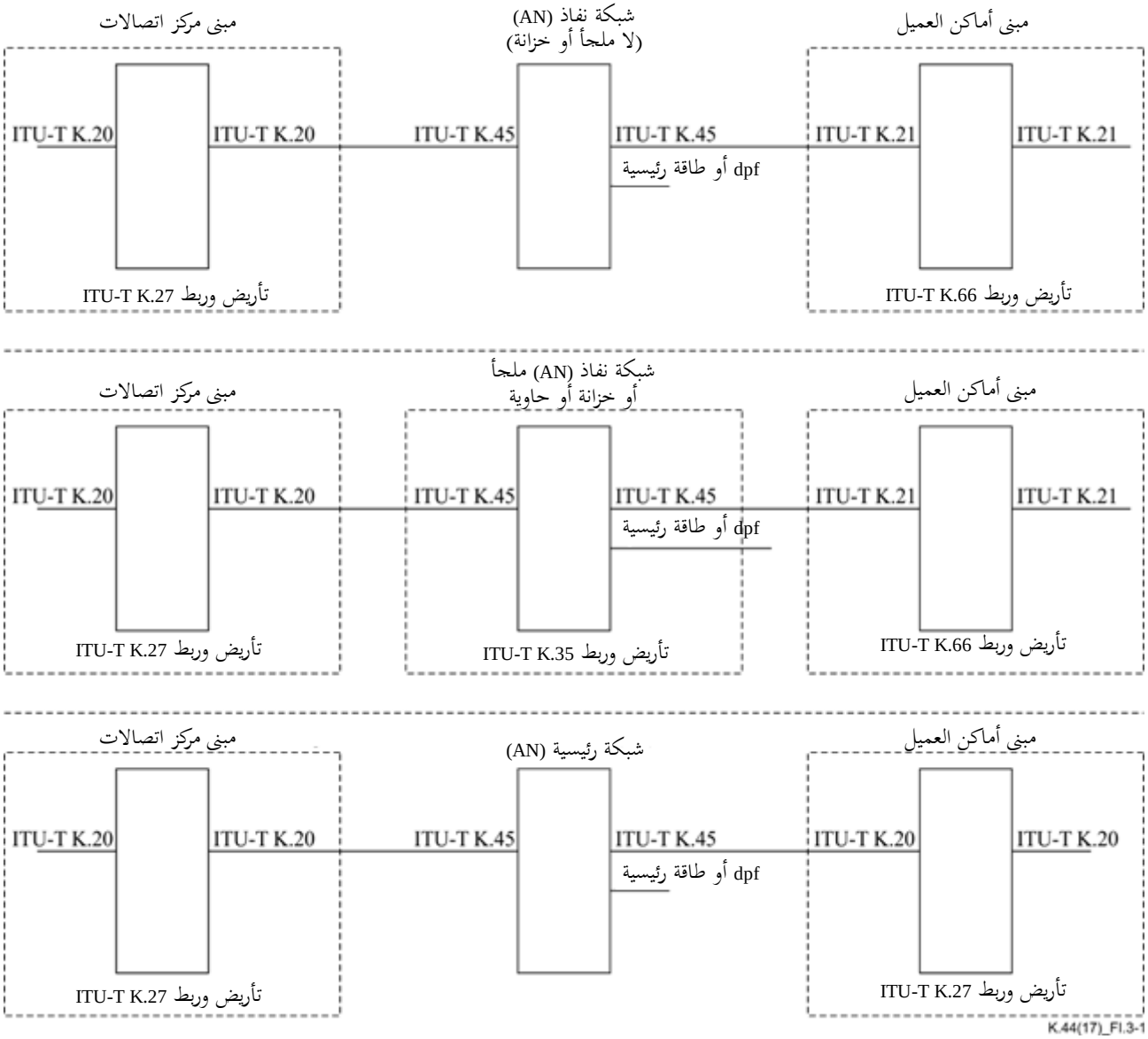
3.I العلاقة بين هذه التوصية وتوصيات المنتج أو أسرة المنتجات الأخرى

تتناول التوصية [ITU-T K.20] المعدات المركبة في مركز الاتصالات. وهنالك نظام تأريض مناسب وبنية معدنية موصوفة في التوصية [ITU-T K.27]، بحيث لا تكون البيئة معرضة إلى هذا الحد. ومع ذلك، ونظراً للعدد الكبير من كبلات الاتصالات، سيكون مجموع التيار الذي يتدفق إلى المبنى كبيراً.

وتتناول التوصية [ITU-T K.21] المعدات المركبة في أماكن العميل. وهي تفترض أنه تم اتباع ممارسات جيدة في التأريض والربط وفقاً للتوصية [b-ITU-T K.66]. وإذا لم يتم الربط بين الاتصالات وخدمات الطاقة فقد تتعرض معدات الاتصالات للتلف. وفي حالة حدوث التلف ينبغي تنفيذ الحلول وفقاً للبندين 5 و6.II.

وتتناول التوصية [ITU-T K.45] المعدات المركبة بين مركز الاتصالات وأماكن العميل. ونظام التأريض أقل جودة مما هو في مركز الاتصالات، ولكن النظام يخضع لسيطرة المشغل. ومما يشفع في ذلك أن البنية الصغيرة تسمح بربط مثالي متساوي الكمون.

ويبين الشكل 1-3.I مثالاً لموقع المعدات والتوصيات التي يتعين تطبيقها. وإذا استخدمت المعدات في أكثر من موقع، فيتعين اختبارها وفقاً لجميع التوصيات ذات الصلة.



الشكل I.3-1 – مثال لتشكيل شبكة اتصالات تبين الحدود بين مركز اتصالات وشبكة نفاذ/رئيسية وأماكن عميل

التذييل II

معلومات تكميلية للمصنعين والمشغلين

(هذا التذييل ليس جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

1.II مقدمة

المعلومات التالية قيد الدراسة من جانب قطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد. وقد وردت في هذا التذييل لاطلاع الشركات المصنعة والمشغلين ولتشجيع المناقشة بشأن هذه المواضيع.

2.II تنسيق الحماية الأولية

يرد وصف آثار تشغيل الحماية الأولية في التوصية [ITU-T K.11].

وحرصاً على تنسيق مكونات الحماية مع المعدات، من الضروري التحقق مما يلي:

1) عدم تعرض المعدات للتلف بسبب توترات الحالة الأسوأ التي قد تظهر بين مطاريف الدخل وبين مطراف الدخل ومرجع الأرض في المعدات؛

2) عدم تعرض المعدات للتلف أو للتدخل جراء تشغيل الحماية الأولية على المدى الكامل لتوترات التمور.

ويتميز تشغيل الحماية الأولية بخاصية التبديل بتأثيرين:

- يحد من الحد الأقصى للتوتر المطبق على المعدات ومن ثم، وتبعاً للمعاوقة الداخلية للمعدات، الحد الأقصى من التيار الذي يجب أن تتحمله المعدات.
- يحدث تغييراً سريعاً جداً في التوتر والتيار يمكنه، عن طريق الآثار التحريضية أو السعوية، الوصول إلى الأجزاء الحساسة من المعدات التي لا تتعرض على ما يبدو لتوترات خطوط الطاقة.

1.2.II تبطيل مفعول الحماية الأولية

بالنسبة لتوترات التمور حيث لا يتم تفعيل الحماية الأولية، ينبغي الانتباه إلى قيمة التيارات التي يمكن أن تتدفق في شبكة الكبلات الداخلية. وقد تعرقل التيارات الكبيرة في شبكة الكبلات الداخلية المعدات الأخرى. وتصف التوصية [ITU-T K.27] التأريض والربط داخل مبنى الاتصالات وتتناول التوصية [ITU-T K.11] التنسيق مع أجهزة الحماية الكهربائية.

2.2.II تفعيل الحماية الأولية

تتطلب محاكاة التمور الناجم عن الصواعق توجيه عناية خاصة إلى ما يلي:

- أي تغيير في توتر تشغيل أنابيب تفريغ الغاز (GDT) مع ارتفاع معدل التوتر؛
- فروق الكمون التي تحدث عبر إطار الحماية وأي توصيل مصاحب بالأرض بسبب تدفق التيار العالي؛
- dU/dt السريع، الذي يسببه تشغيل GDT، والذي قد يؤدي إلى تلف المكونات الحساسة أو يسبب التشغيل غير الصحيح (تعطل المعدات أو تلف البيانات في مخازن الذاكرة).

وللتحقق من التنسيق مع الحماية الأولية، يجب الانتباه إلى مبادئ تشغيل GDT. أولاً، يكون توتر الإطلاق في GDT بمقدار 10/700 µs، انظر الشكل 4-1.I، أعلى عموماً من توتر إطلاق التيار المستمر ولكن أقل عموماً من توتر الإطلاق بقيمة 1 kV/µs. ثانياً، قد يتفاوت توتر إطلاق التيار المستمر، ومن ثم توتر إطلاق 10/700 µs، بشكل كبير لنفس نوع جهاز الحماية. مثال ذلك، يُسمح لتوتر إطلاق قدره 230 V في GDT أن يتراوح من 180 V إلى 300 V [ITU-T K.12].

لهذه الأسباب، يتم فحص تنسيق الحماية الأولية باستبدال جهاز الحماية الأولية المتفق عليه بجهاز حماية اختبار خاص. ويتعين أن يساوي توتر إطلاق التيار المستمر في جهاز حماية الاختبار الخاص مقدار 1,15 مرة الحد الأقصى المحدد لتوتر إطلاق التيار المستمر لجهاز الحماية الأولية المتفق عليه. ويكون مدى التسامح في توتر الإطلاق هو ±5%. وبالنسبة لجهاز حماية أولية 230 V، يكون توتر الإطلاق لجهاز حماية الاختبار الخاص هو 345 V ±17 V. ويستخدم جهاز حماية الاختبار هذا لكل من اختبارات الصواعق وتحريض الطاقة والتلامس. وينبغي أن يكون لجهاز حماية الاختبار الخاص خاصية مشابهة لجهاز الحماية الأولية المتفق عليه.

3.2.II مبادئ التنسيق

جاء في التوصية [ITU-T K.11] ما يلي:

- ليس هنالك من جهاز يتسم بخصائص مثالية لإخماد كل التوترات أو التيارات المرتبطة بالاضطرابات.
- من الضروري في بعض الأحيان استخدام أكثر من جهاز حماية واحد.

وبعض أجهزة الحماية لديها قدر أكبر من تمرير التوتر بمعدلات ارتفاع سريعة. وفي هذه الحالة، قد يكون من الضروري استخدام دارة حماية متعددة المراحل لخفض جهد التمور تدريجياً إلى المستوى غير الضار بالمعدات.

ويوضح الشكل 1a-2.II مبدأ الحماية بدارة سلّمية.

ويستخدم جهاز الحماية الأولية في موقع الحدود، مثل إطار التوزيع الرئيسي (MDF) خارج المعدات قيد الاختبار (EUT). ويتم تمرير معظم تيار التمور إلى الأرض عند هذه النقطة. وثمة جهاز حماية متأصل داخل EUT، وهو يقوم بتحويل التيار عبر جهاز الحماية الأولية. وقد يكون هناك أيضاً جهاز حماية ثالث داخل EUT بمثابة جزء من الصندوق الأسود.

ومن المهم أن تكون هناك مقاومة بين أجهزة الحماية حتى لا يتصل بعضها ببعض مباشرة ومن ثم تبدو الدارة بمثابة سلّم. وبالنظر إلى التنسيق بين الحماية الأولية والحماية المتأصلة، ينبغي أن تكون هناك مقاومة R_{in}. وهذه المقاومة R_{in} تكاد تكون نفس مقاومة دخل EUT عندما ينشط جهاز الحماية المتأصل، مثل جهاز الثايرستور أو الثنائي المسار، ويقوم بتوصيل R_{in} إلى الأرض. ويوضح الشكل 1b-2.II الدارة المكافئة عند تشغيل جهاز الحماية المتأصل. وإذا لم تكن هناك مقاومة بين جهاز الحماية الأولية وجهاز الحماية المتأصل، فلن يعمل سوى جهاز الحماية الذي لديه التوتر الأدنى. وفي هذه الحالة، لا يعمل سوى جهاز الحماية المتأصلة ويمنع تشغيل جهاز الحماية الأولية، ومن ثم لا يتحقق التنسيق. والمقاومة R_{in} ضرورية لزيادة التوتر عبر جهاز الحماية الأولية لدرجة عالية بما يكفي لتفعيل جهاز الحماية الأولية.

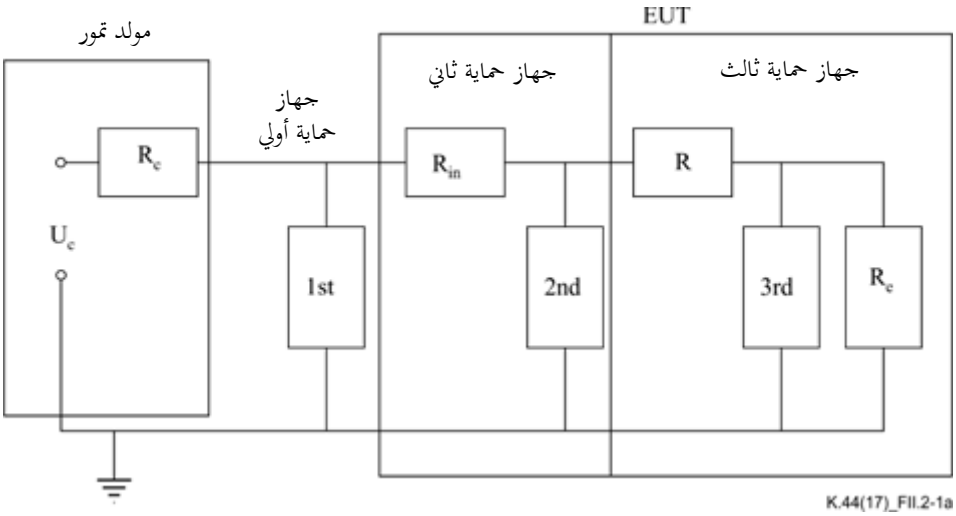
والمسألة هي أن جهاز الحماية المتأصل يتفعل عادة عند توتر أدنى مما يحدث في جهاز الحماية الأولية في إطار التوزيع الرئيسي (MDF). وفي البداية، يتدفق التيار إلى الصندوق الأسود ويولد التوتر عبر جهاز الحماية المتأصل ويقوم بتفعيله. ثم يتدفق التيار عبر R_{in} ويقوم جهاز الحماية المتأصل بتوليد التوتر عبر جهاز الحماية الأولية.

ولذلك، فإن جهاز الحماية المتأصل ليس جهازاً فرعياً وإنما جهاز أساسي لأنه يعمل عادة قبل جهاز الحماية الأولية ويحمي المكونات التالية. وانخفاض التوتر عبر مقاومة التنسيق، جراء التيار المتدفق في جهاز الحماية المتأصل، يقوم بتفعيل جهاز الحماية الأولية الذي يمرر غالبية طاقة التمور إلى الأرض.

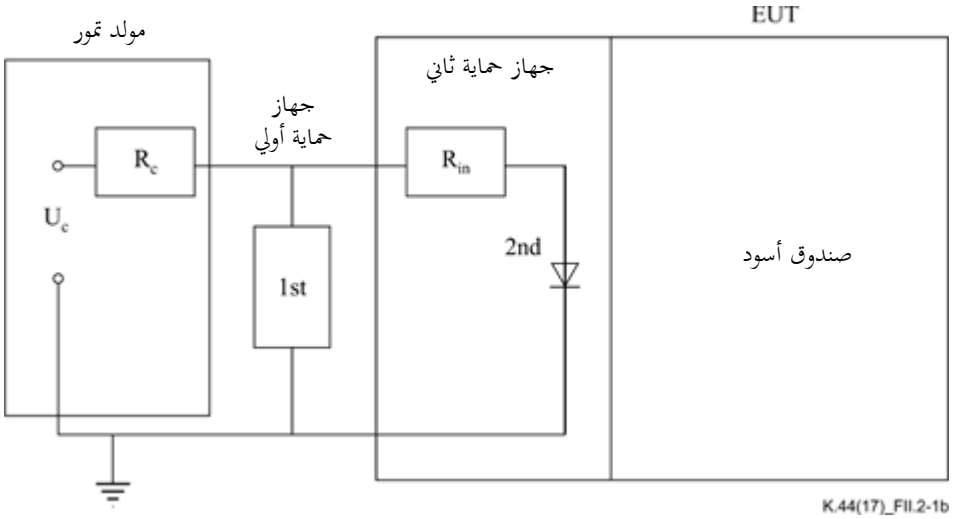
وفي دارة تقليدية تستخدم محولاً ضخماً أو لفيفة داخل المعدات قيد الاختبار (EUT)، من الممكن ألا يكون هنالك جهاز حماية متأصل. ومجموع المقاومة، R_{in} زائد R_e، مرتفع بما يكفي لتفعيل جهاز الحماية الأولية دون تدفق الكثير من التيار إلى EUT. ويبين الشكل 1c-2.II دارة مكافئة من هذا القبيل.

وإذا كان هنالك جهاز حماية متأصل، مثل جهاز حماية خاص SPD شبه ناقل في EUT، فإنه يعمل عادة على نحو أسرع من جهاز الحماية الأولية في إطار التوزيع الرئيسي (MDF). وإذا لم تكن هناك مقاومة بين جهاز الحماية الأولية وجهاز الحماية المتأصلة، فإن تشغيل الأخير يعرقل تشغيل الأول. ويتحقق التنسيق عندما تكون هناك مقاومة كافية بين جهازي الحماية، ويسمح انخفاض التوتر عبر المقاومة لجهاز الحماية الأولية بالعمل على نحو صحيح. وعند تصميم التنسيق على نحو صحيح، لا تتعرض المعدات EUT

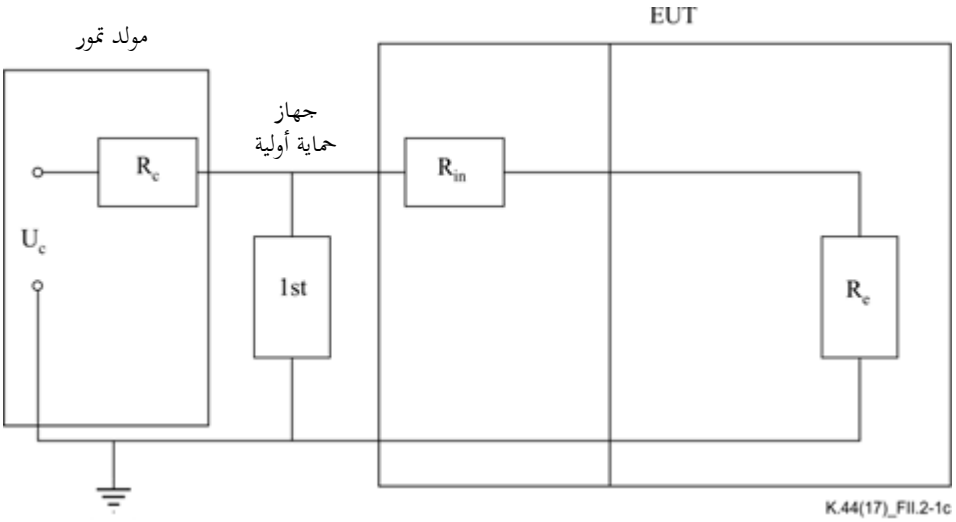
للتلف حتى سوية الاختبار القصوى. وفوق سوية الاختبار القصوى، يجب تفعيل جهاز الحماية الأولية من أجل التمورات الناجمة عن الصواعق.



الشكل 1a-2.II – مبدأ الحماية بالدارات السلّمية



الشكل 1b-2.II – دارة مكافئة عند تفعيل جهاز الحماية الثاني



الشكل 1c-2.II – دارات متينة ليس لها جهاز حماية ثاني

4.2.II اختبار التنسيق لأجهزة الحماية الخاصة بالتبديل واللقط

يحتوي المعيار [b-IEC 62305-4] على معلومات عن نظرية التنسيق. ويحتوي النص التالي على اختبارات محددة يتعين إجراؤها لتأكيد التنسيق.

وهنالك أربع توليفات من أجهزة الحماية الخاصة (SPD) وهي موضحة في الشكل 2-2.II.

الشكل 2a-2.II: لإجراء اختبار التنسيق للأجهزة SPD في الشكل 2a-2.II، من الضروري إجراء الاختبارين التاليين:

1) تحدد U_c لإنتاج شكل موجي بالكاد دون توتر الإطلاق في جهاز الحماية الأولية (جهد التمور الأقصى لجهاز الحماية المتأصل)؛
2) تحدد U_c عند $U_{c(max)}$ (أسوأ حالة dV/dt وأعلى تيار ذروة نحو جهاز الحماية المتأصل).

الشكل 2b-2.II: لإجراء اختبار التنسيق للأجهزة SPD في الشكل 2b-2.II، من الضروري إجراء الاختبارات التالية:

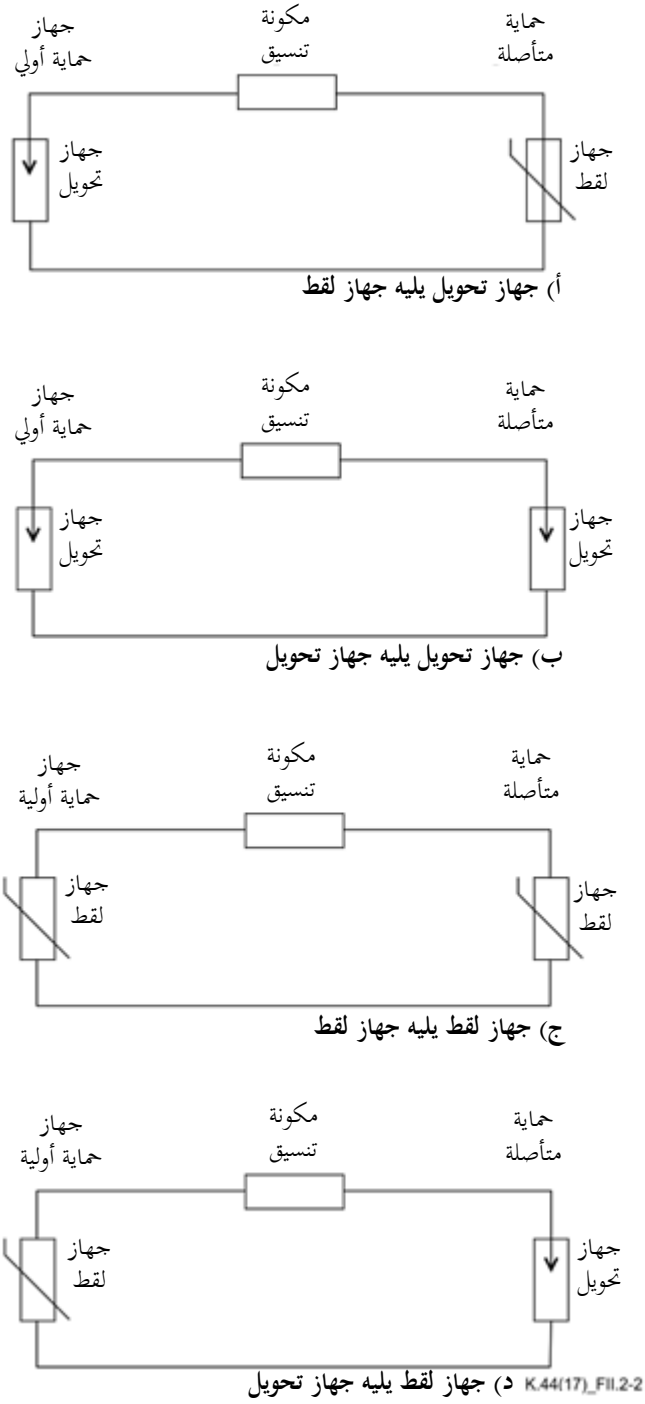
1) تحدد U_c لإنتاج شكل موجي بالكاد دون توتر الإطلاق في جهاز الحماية المتأصل (جهد التمور الأقصى يدخل مكونات الدارة باتجاه جهاز الحماية الأولية)؛
2) تحدد U_c لإنتاج شكل موجي بالكاد دون توتر الإطلاق في جهاز الحماية الأولية (جهد التمور الأقصى لجهاز الحماية المتأصل)؛
3) تحدد U_c عند $U_{c(max)}$ (أسوأ حالة dV/dt وأعلى تيار ذروة نحو جهاز الحماية المتأصل).

الشكل 2c-2.II: لإجراء اختبار التنسيق للأجهزة SPD في الشكل 2c-2.II، من الضروري إجراء الاختبار التالي:

1) تحدد U_c عند $U_{c(max)}$ (أسوأ حالة dV/dt وأعلى تيار ذروة نحو جهاز الحماية المتأصل).

الشكل 2d-2.II: لإجراء اختبار التنسيق للأجهزة SPD في الشكل 2d-2.II، من الضروري إجراء الاختبارين التاليين:

1) تحدد U_c لإنتاج شكل موجي بالكاد دون توتر الإطلاق في جهاز الحماية المتأصل (جهد التمور الأقصى يدخل مكونات الدارة باتجاه جهاز الحماية المتأصل)؛
2) تحدد U_c عند $U_{c(max)}$ (أسوأ حالة dV/dt وأعلى تيار ذروة نحو جهاز الحماية المتأصل).



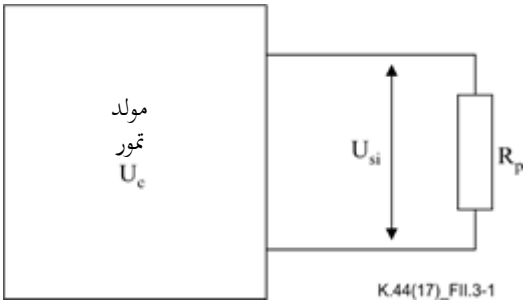
الشكل II.2-2 – توليفات من أجهزة الحماية الخاصة SPDs

3.II توتر إطار التوزيع الرئيسي (MDF) عند دخل المعدات

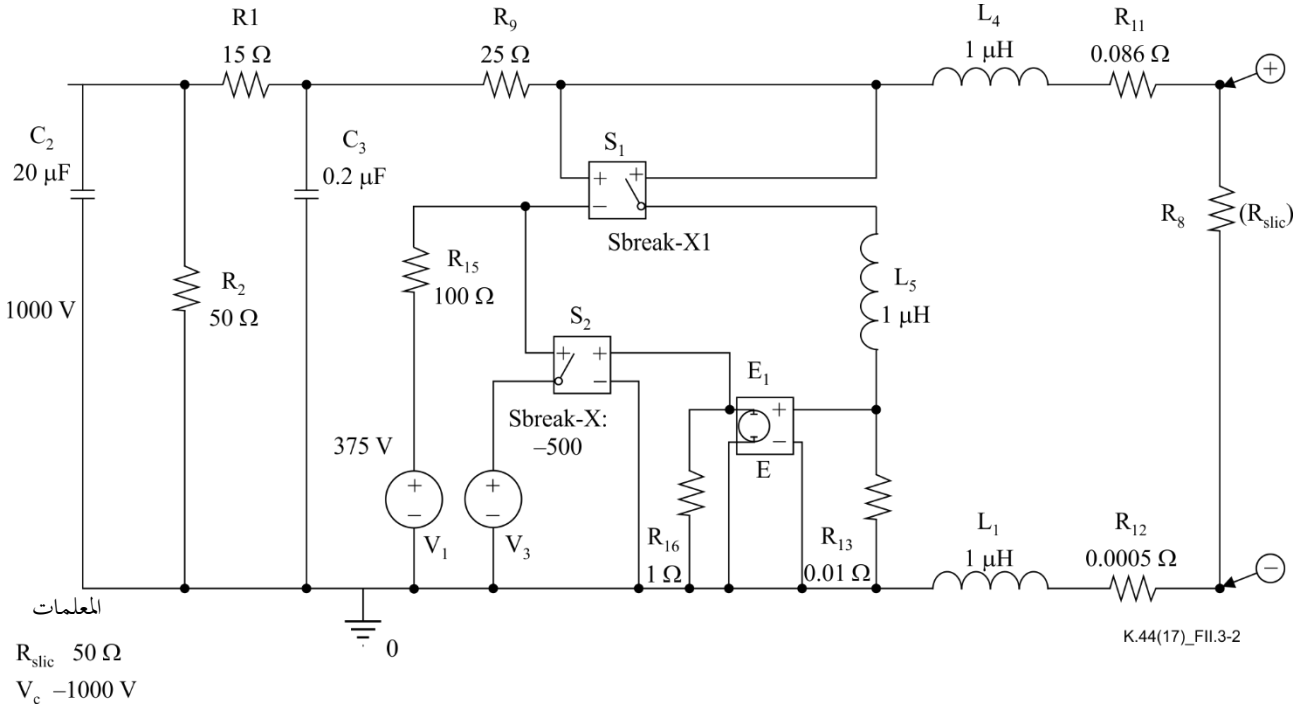
1.3.II اعتبارات عامة

يتوقف توتر إطلاق أنبوب تفريغ الغاز (GDT) على dU/dt. وإذا كانت R_p معروفة، يمكن حساب dU/dt من أجل U_{si} بمحاكاة تمور Spice. وباستخدام توتر الإطلاق مقابل معلومات dU/dt في ورقة بيانات GDT، يمكن محاكاة توتر الإطلاق الفعلي لكل حالة. ويوضح الشكل II.3-3 نتائج المحاكاة لكبل إطار التوزيع الرئيسي (MDF) بطول 1 m بين GDT والمعدات وكبل أرض MDF بطول 1 متر. ويبين أن GDT تعمل عند توتر أعلى في فترة زمنية أقصر عندما تكون U_c مرتفعة. وإذا كانت U_c منخفضة، يعمل GDT عند توتر أقل في فترة زمنية أطول.

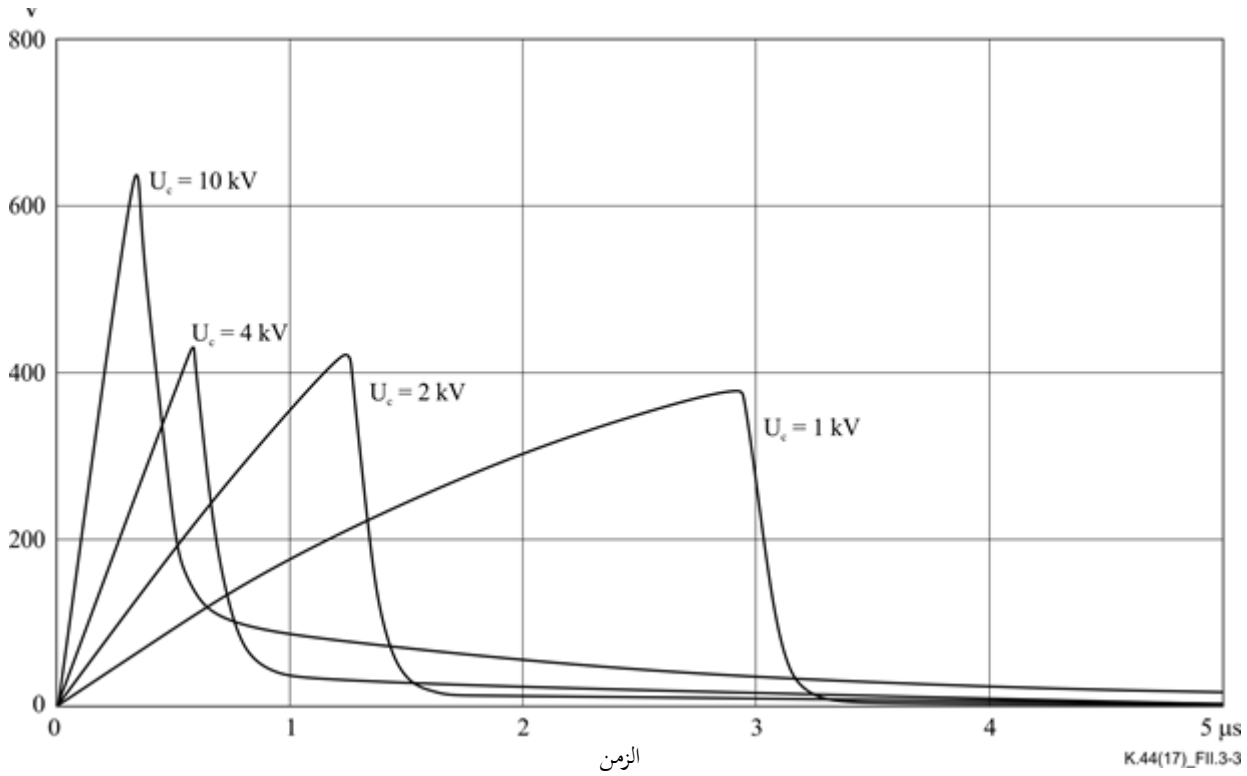
ويوضح الشكل 4-3.II نفس المحاكاة ولكن مع كبل MDF بطول 10 m بين GDT والمعدات وكبل أرض MDF بطول 10 m. وتكاد تبلغ قيمة التحريض لكبل MDF بطول 10 m وكبل أرض بطول 10 m حوالي 10 µH. ويمكن أن يكون التحريض الكلي 20 µH مرشاح تمرير منخفض فعال للتوتر المتخلف عالي السرعة الذي يسببه تشغيل GDT. ويعمل كبل MDF على منع تمور dU/dt العالي الناجم عن تشغيل GDT. وتبين هذه المحاكاة أن مجال الاختبار بين مولد التمور والمعدات قيد الاختبار (EUT) يجب أن يكون قصيراً، أي أقل من 2 m مثلاً.



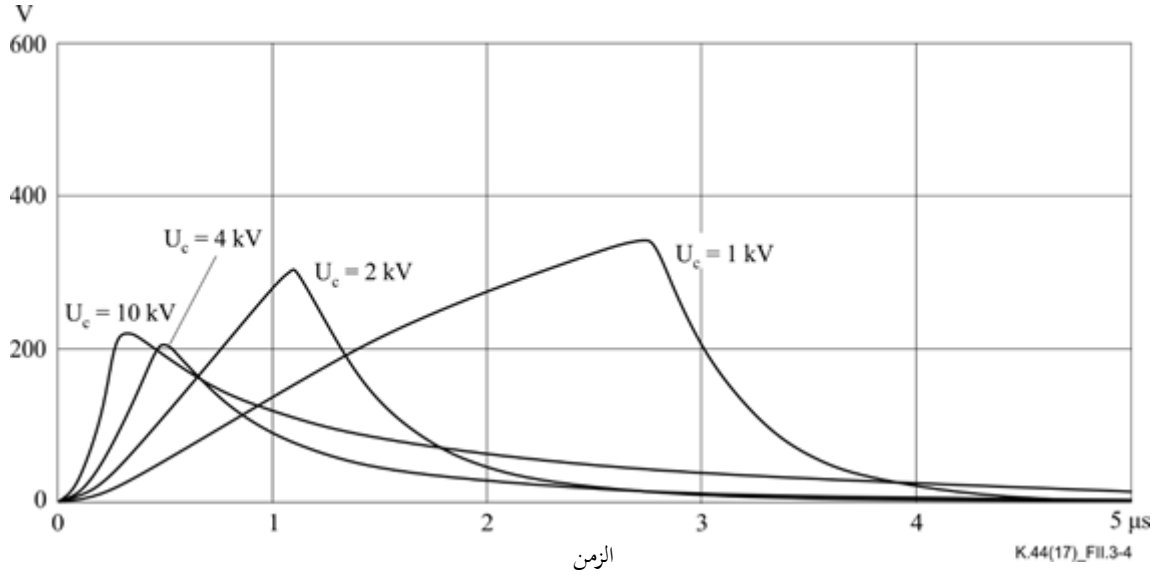
الشكل 1-3.II – نموذج لحساب dU/dt من أجل U_{si}



الشكل 2-3.II – نموذج Spice المستخدم لحساب التوتر المنخفض عند دخل المعدات بسبب معاوقة كبل إطار التوزيع الرئيسي MDF



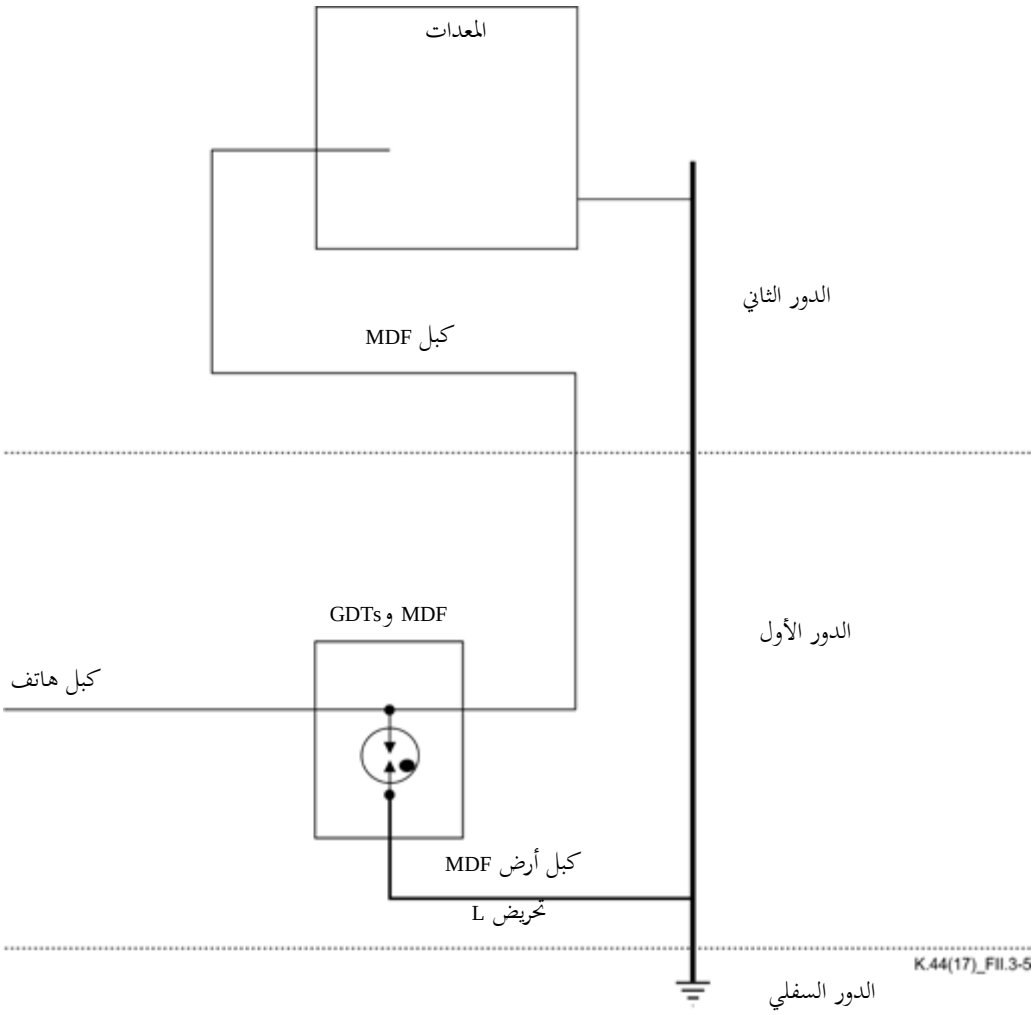
الشكل II.3-3 – كبل إطار توزيع رئيسي (MDF) بطول 1 m



الشكل II.3-4 – كبل إطار توزيع رئيسي (MDF) بطول 10 m

2.3.II هبوط توتر سلك الأرض في إطار التوزيع الرئيسي (MDF)

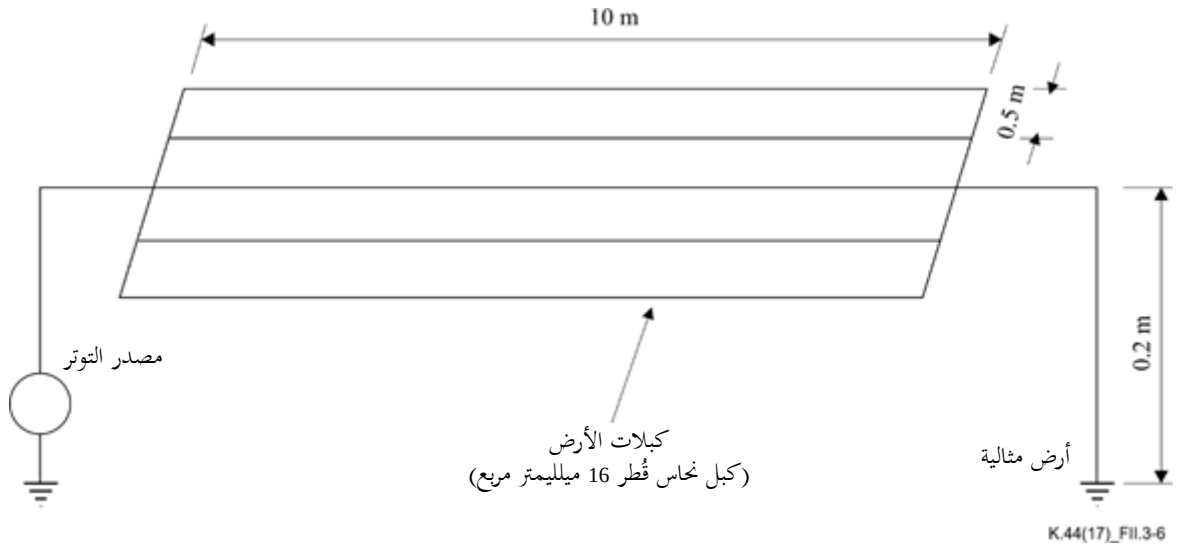
إن تحريض كبل MDF بين جهاز الحماية الأولية وEUT له أثر جيد في حالة التمورات dU/dt المرتفعة، لكن تحريض كبل الأرض MDF له أثر معاكس. وهذا هو الحال بشكل خاص عندما يعتبر أن التيار من جميع أنابيب تفريغ الغاز (GDT)، التي تعمل، يتدفق في كبل الأرض MDF. والتحريض دالة ترتبط بطول الكبل ولا تتغير كثيراً بتغيير قُطر الكبل. ولا يمكن أن يكون طول كبل الأرض MDF صفراً، لذلك هنالك دوماً قدر من التحريض. ويعزى انخفاض التوتر الناجم عن كبل الأرض MDF إلى تمور التيار الذي يتدفق بعد تشغيل GDT. ويظهر انخفاض التوتر في كبل الأرض MDF عند دخل المعدات، لذا من الضروري وجود تشكيل ربط يكون له الحد الأدنى من التحريض والمقاومة. ويوضح الشكل II.3-5 أين يكون تحريض كبل الأرض MDF.



الشكل II.3-5 – تحريض كبل الأرض في إطار التوزيع الرئيسي (MDF)

عندما يكون كبل الأرض MDF طويلاً إلى حد ما، كما هو موضح في الشكل II.3-5، من الأفضل استخدام تشكيل متعدد الكبلات أو تشكيل شبكة.

ومن شأن الكبلات المتعددة غير المرتبطة بعضها ببعض وإنما موصولة بشكل منفصل أن تخفض من التحريض بما يقرب من 1/N، حيث N هو عدد الكبلات، انظر الشكل II.3-6.



الشكل II.3-6 – استعمال أسلاك أرض متعددة لخفض التحريض

التحريض المحسوب باستعمال محاكاة ACCUFIELD موضح في الجدول II.3-1.

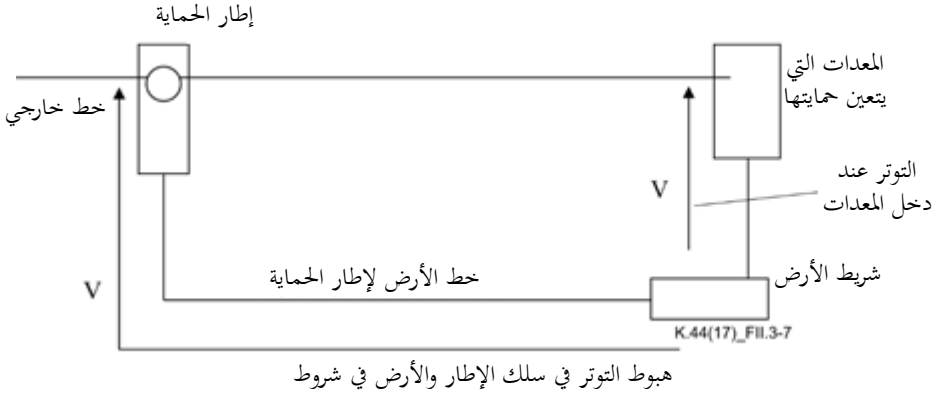
الجدول II.3-1 – التحريض مقابل عدد النواقل

N (عدد النواقل)	مجموع التحريض
1	µH 10,89
2	µH 6,16
3	µH 4,39
5	µH 3,05

II.3.3 اختبار هبوط توتر الأرض

عندما يكون هنالك إطار حماية خارجي و/أو سلك أرض يربطه بمسبار الأرض، فإن التيارات العالية التي تتدفق في إطار الحماية أو سلك الأرض سوف تتسبب في انخفاض التوتر عند دخل المعدات، انظر الشكل II.3-7.

وقد لوحظت أضرار ناجمة عن انخفاض توتر الأرض في المملكة المتحدة وأستراليا.



الشكل II.3-7 – هبوط التوتر في أسلاك الأرض

1.3.3.II مثال المملكة المتحدة لمشكلة هبوط توتر الأرض

عانت بعض أنظمة التبديل الصغيرة المركبة في أماكن العملاء من التلف بسبب فرق الكمون الذي أحدثته أسلاك الربط بالأرض في معدات الحماية والتبديل. وقد تم توجيه الربط للحماية عموماً عبر مسار غير مباشر إلى مطراف الأرض الرئيسي. وتم توصيل الأرض لحماية الأجهزة بسلك الأرض في شبكة الطاقة، ومن ثم مطراف الأرض الرئيسي. ونظراً للفوارق في المعاوقة، فقد حدث فرق كبير في الكمون بين مطاريف خط المعدات وتوصيل المعدات بالأرض للحماية. وأدى ذلك إلى حدوث وميض من الدارات إلى هيكل المعدات، مما أدى إلى إتلاف المعدات. وكان الحل هو ربط الحماية بالقرب من المعدات قدر الإمكان باستخدام أجهزة الحماية من فرط التوتر في التيار المستمر على النحو الصحيح بحيث لا تصل شبكة الطاقة إلى الخط في حالة حدوث عطل في الطاقة في وصلة المعدات بالأرض. وقد حدثت مشكلة أخرى حيث كانت المعدات مؤرضة بشكل جيد للغاية، بما بدا أنه روابط قصيرة بنقطة الأرض المشتركة، أي ما لا يختلف عن الحال في عدة آلاف من التجهيزات الأخرى، ودرجة منخفضة جداً من مقاومة الأرض للتيار المستمر من إطار التوزيع الرئيسي (MDF) إلى مطراف تأريض رئيسي (MET). وكانت الصواعق تسبب تلفاً في المعدات رغم تركيب أجهزة الحماية. وأظهر تحليل أعمق أن الربط من MDF إلى كمون الأرض كان في شكل "لولب" قصير من أسلاك الأرض، مما أفضى إلى معاوقة عالية لتيار التمور، وبالتالي إلى انخفاض توتر شديد في الأرض. وعند تصحيح التوصيل بالأرض حُلّت المشكلة. وأي شيء أكبر من معاوقة بحوالي 20 Ω يمكن أن يسبب هذه المشكلة، ولذلك فإن التحريض، مهما كان صغيراً، يمكن أن يسبب مشكلة.

2.3.3.II مثال من أستراليا لمشكلة هبوط توتر الأرض في أماكن العميل

عانت أستراليا الكثير من الأضرار الناجمة عن الصواعق في أنظمة التبديل الصغيرة للعملاء نتيجة لفروق الكمون التي تحدث في خط الاتصالات ومصدر الطاقة الرئيسية بسبب طول سلك الربط بين إطار الحماية والمطراف الأرضي الرئيسي. وحيث لم يكن من الممكن خفض طول سلك الربط إلى أقل من بضعة أمتار، يتعين تركيب وحدة مشتركة في المعدات لحماية منفذ الاتصالات والشبكة الرئيسية. ووحدات الحماية هذه باهظة للغاية، حوالي 150 دولاراً أمريكياً لوحدة (خط اتصالات) ذات 10 أزواج. أما وحدة الزوج الواحد فقد تبلغ تكلفتها مجرد 15 دولاراً أمريكياً. ويلاحظ أن من الضروري أن يكون لوحدة الحماية هذه رابط أرض كامل بين حماية منفذ الاتصالات وحماية خط الطاقة. وليس لكل الوحدات هذا الرابط المتساوي الكمون.

3.3.3.II مثال من أستراليا لمشكلة هبوط توتر الأرض في مركز اتصالات

تعرضت Telstra لتلف في المعدات المركبة في مركز للاتصالات ومحمية بجهاز الحماية الأولية. وأظهر البحث في المشكلة حدوث عطل بين الأسلاك من إطار التوزيع الرئيسي (MDF) وهيكل المعدات. وكان توتر العطل بين السلك والهيكل حوالي 1,5 kV لشكل موجي مدته 10/700 µs. وهذا يثبت بشكل قاطع أن أحوال هبوط توتر الأرض بمقدار 1,5 kV وأكثر يمكن أن تحدث في الممارسة. وبدلاً من تغيير أسلاك الأرض في البدالة، تم استخدام معدات مختلفة لأداء الوظيفة. وقد تم تأريض هذه البدالات طبقاً للتوصية [ITU-T K.27] والمعدات واردة في شبكة ربط معزولة (IBN). ويتعين أن يكون هناك نهج متوازن بين ممارسات التركيب وقدرة المعدات على المقاومة وإضافة الحماية الخارجية.

4.3.3.II اختبار ممكن للقدرة على مقاومة هبوط توتر الأرض

كما هو موضح في الفقرة 2.3.II، يحدث أهم قدر من التوتر عندما يستخدم سلك أرض وحيد لتوصيل إطار الحماية بشريط الأرض. ولا يشكل انخفاض توتر الأرض مشكلة عبر إطار الحماية بسبب الموصلات الهابطة في الإطار، كما أنه لا يشكل مشكلة عند استخدام أسلاك أرض متعددة لتوصيل الإطار بشريط الأرض.

ولا ينطبق هذا الاختبار في حالة حدوث واحد أو أكثر مما يلي.

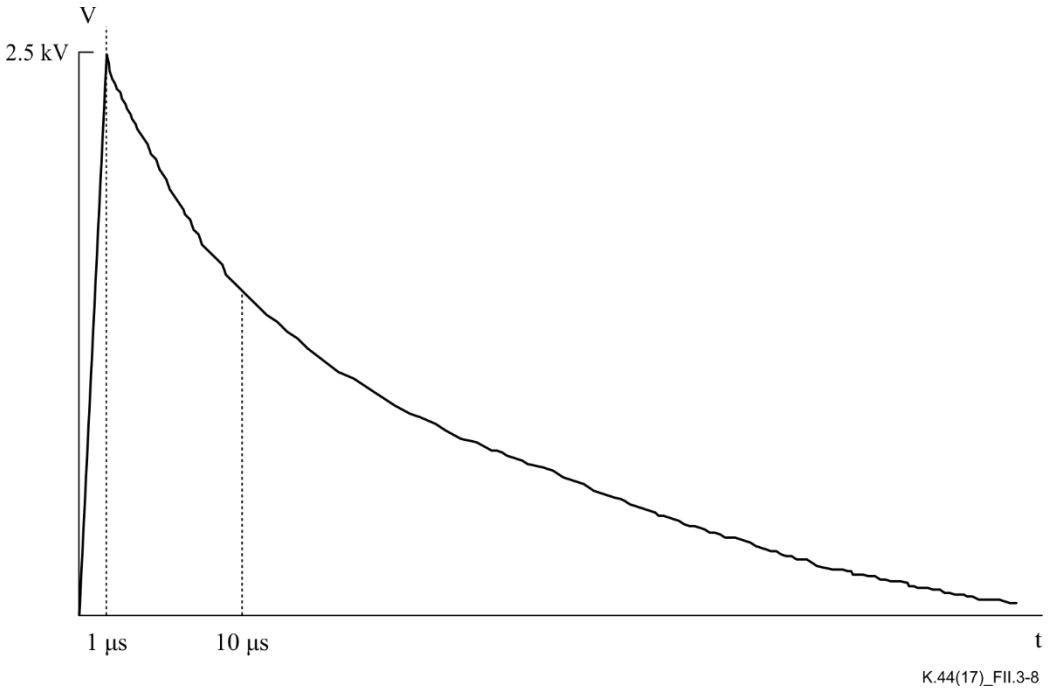
- ناقل مرجع الأرض في المعدات موصول بقاعدة إطار الحماية.
- الكبلات المدرعة مستخدمة بين إطار الحماية والمعدات.
- استخدام نظام التأريض في شبكة ربط (BN).
- إطار الحماية موصول مباشرة بشبكة الربط المشتركة (CBN) بموصلات قصيرة (< 1 m).

ويستند الجدول 2-3.II والمولد في الشكل 9-3.II إلى تمور الاختبار 4، المحدد في الجدول 4-2 والبند 6.6.4 في المرجع [b-GR-1089]. ويتميز اختبار Telcordia، الذي يستخدم على نطاق واسع في أمريكا الشمالية، باتساع دارة مفتوحة بذروة قصوى تبلغ 2,5 kV.

الجدول 2-3.II – توتر الاختبار

الوصف	$U_{c(max)}$
إطار خارجي واسع وعدد ضئيل من الموصلات الهابطة أو سلك أرض طويل (< 10 m) في مبنى أو ملجأ واسع.	2,5 kV
إطار خارجي في خزانة وسلك أرض وحيد بطول متوسط (< 3 m)	1,5 kV
إطار خارجي صغير وسلك أرض قصير (< 0,5 m)	الاختبار غير مطلوب. يفترض أن يكون التوتر عند دخل المعدات أقل من ذلك الذي يحدث للاختبارين 1.2 و2.2 في الجدول 2a في توصية القدرة على المقاومة السارية (مثال ذلك [ITU-T K.20] أو [ITU-T K.21] أو [ITU-T K.45]).

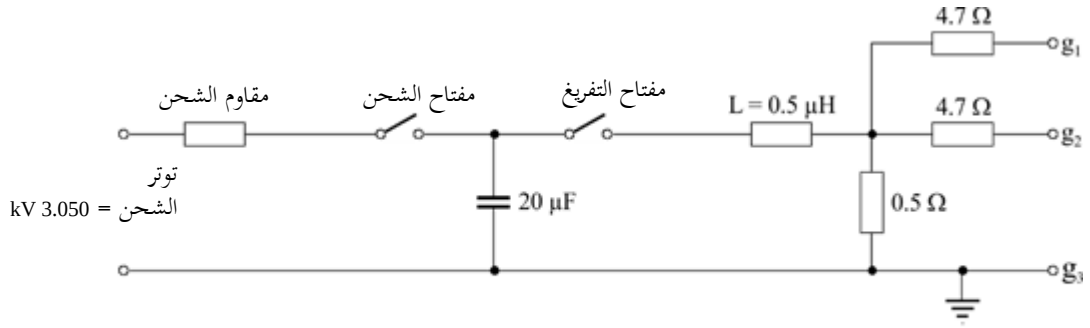
ويبين الشكل 8-3.II التوتر التقريبي للتمور الناجم عن تيار تمور يسري في سلك ربط.



الشكل 8-3.II – هبوط توتر الأرض

تنتج الدارة في الشكل 9-3.II شكلاً موجياً مدته 2/10 µs ويمكن استخدامه لمعاودة إحداث هذا الأثر.

ويرد في الجدول 3-3.II مقدار تقريبي للتوتر الذي قد يحدث.



الشكل II.3-9 – مولد تمور تيار مدته 2/10 µs

الجدول II.3-3 – اختبار هبوط توتر الأرض

الرقم	الوصف	الدارة	السوية	العدد	الحماية الأولية المتفق عليها	معايير القبول	ملاحظات
1.1	هبوط توتر سلك الأرض	الشكلان II.3-9 و1-5.A	انظر الجدول II.3-2	5	5 لكل قطبية	A	ينطبق فقط على المعدات التي فيها إطار حماية كبير و/أو سلك أرض مفرد بين الحماية الأولية ونقطة الأرض المشتركة.

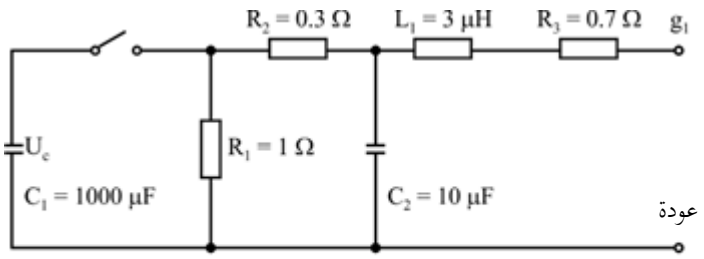
4.II اختبار التيار في منافذ شبكة الطاقة الرئيسية

عندما تصيب الصاعقة مبنى أو ملجأً يحتوي معدات اتصالات، يكون الشكل الموجي للتيار أطول بكثير من الشكل الموجي 8/20 µs المستخدم تقليدياً لاختبار منافذ الطاقة الرئيسية. وقد أظهرت الدراسات في ألمانيا أن الشكل الموجي للتيار في ضربة مباشرة يمكن أن يكون له قيمة 1/2 تصل إلى 350 µs. وثمة مثال في المرجع [b-ITU-T Handbook] يبين أن تمورات خط الطاقة الرئيسية يمكن أن يكون لها ذيول طويلة. وقد أظهرت الاختبارات على إمدادات الطاقة في أسلوب التبديل أن ذيلاً بمقدار 350 µs يمكن أن يسبب التلف، بينما لا يسبب ذيل بمقدار 20 µs أي تلف. وليس هنالك من ورقة توثق هذا التلف. ولذلك اقتُرح استخدام قيمة 10/350 µs للتحقق من تنسيق الحماية الأولية مع المعدات قيد الاختبار. وبينما نوقشت هذه المسألة في القطاع ITU-T، لم يتم التوصل إلى الموافقة على هذا الاختبار. وما زال الاختبار قيد الدراسة. ويتطلب اختبار التنسيق في توصيات المنتج شكلاً موجياً مدته 8/20 µs.

ويرد الاختبار المقترح في الجدول 1-4.II.

الجدول 1-4.II - اختبار التنسيق لمنافذ الطاقة لمحاكاة صعقة مباشرة للمبنى أو الملجأ

الرقم	الوصف	الدارة	السوية	العدد	الحماية الأولية المتفق عليها	معايير القبول
a.x.1	تنسيق منفذ رئيسي في صعقة مباشرة L-N	الشكلان 1-4.II و1-4.6.A	$I_{(max)}$ = 10 kA R = 0 Ω	5 لكل قطبية	جهاز الحماية الأولية المتفق عليه (شبكة رئيسية)	A ملاحظة: بدالة حماية يجب أن تعمل عند $I_{(max)}$
b.x.1	تنسيق منفذ رئيسي في صعقة مباشرة L+N-E	الشكلان 1-4.II و2-4.6.A	$I_{(max\ (L+N))}$ = 10 kA R = 0 Ω	5 لكل قطبية	جهاز الحماية الأولية المتفق عليه (شبكة رئيسية)	A ملاحظة: بدالة حماية يجب أن تعمل عند $I_{(max)}$



ملاحظة – قد يتعين تعديل L_1 لكي تعطي ارتفاع الزمن الصحيح.

الشكل II.4-1 – مولد تمور تيار µs 10/350

5.II ارتفاع كمون الأرض والكمون المحايد

1.5.II معلومات أساسية

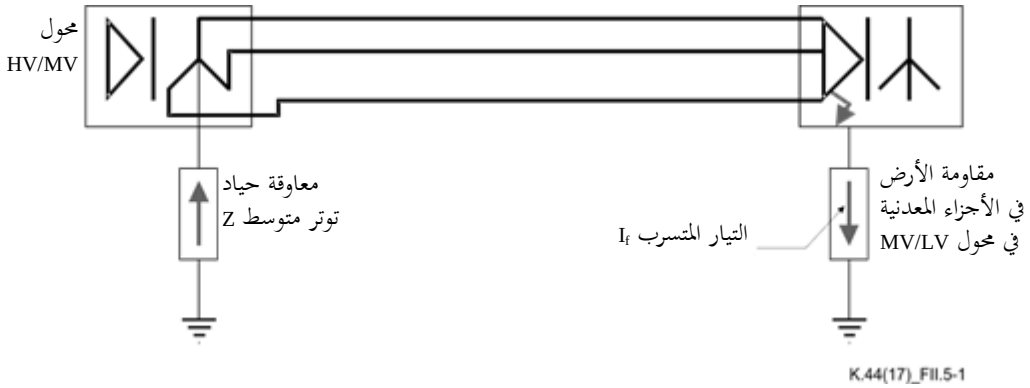
تبعاً لتصميم شبكة التوزيع العامة ذات التوتر المنخفض، قد تحدث بعض المخاطر مثل ارتفاع الكمون المحايد وانتقال تمور الصواعق في محطة طاقة ذات توتر منخفض.

2.5.II التفسير

يحدث ارتفاع كمون الأرض والكمون المحايد بالدرجة الأولى عندما ينقطع عزل المحول MV/LV، أو تعمل ثغرات شرار لمنع إتلاف المحول نتيجة تحريض صاعقة أو صعقة مباشرة في الخط. ويتدفق تيار هام قدره 50 Hz ويرتفع كمون الأرض.

1.2.5.II ارتفاع كمون الأرض

النقطة الأولى هي فهم طريقة الحد من ارتفاع كمون الأرض (EPR) عندما يحدث خلل في محطة توليد الطاقة. انظر الشكل II.5-1.



الشكل II.5-1 – العوامل التي تؤثر على تعطل التيار

تحصل أسوأ حالة من أحوال تعطل التيار I_f عند إهمال معاوقة الخط عالي التوتر (HV) والاقتران بين سلك أرض الأجزاء المعدنية في المحول وأنظمة التأريض الأخرى كسلك أرض محايد.

$$I_f = U / \sqrt{3 \cdot (Z + R_t)}$$

حيث U هو التوتر بين الموصلات النشطة ذات التوتر المتوسط.

ويكون ارتفاع كمون الأرض في المحول MV/LV هو EPR = $R_t \cdot I_f$ (LV = توتر منخفض)

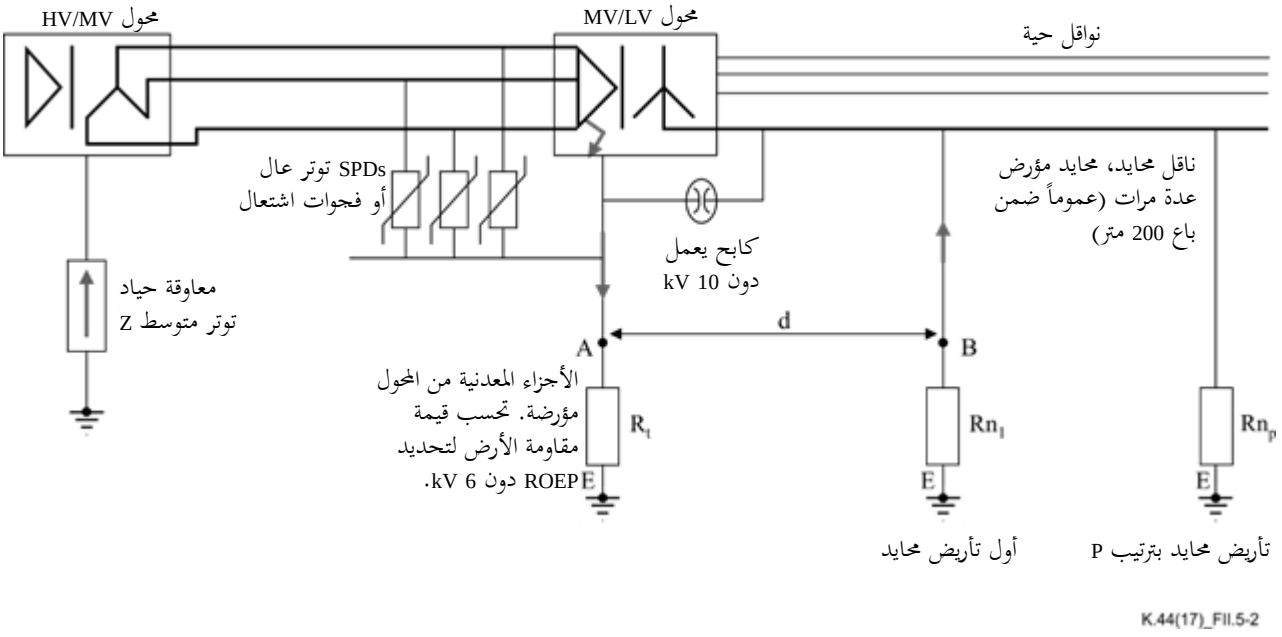
وفي فرنسا، تكون القيمة EPR هذه محدودة بمقدار 6 kV.

2.2.5.II ارتفاع كمون الحياد

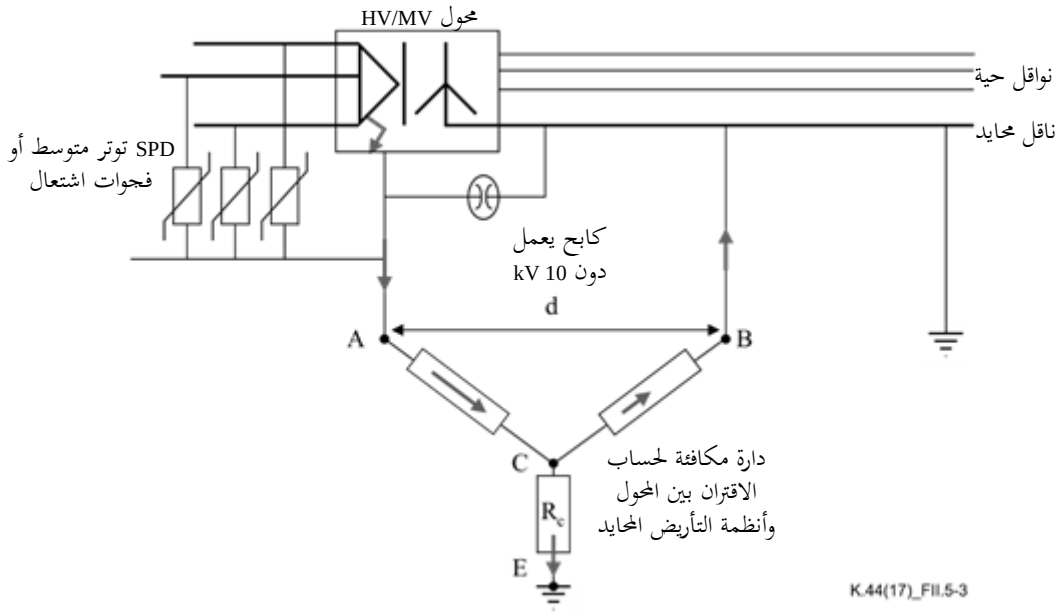
1.2.5.II الاقتران بين المحول وأنظمة الأرض المحايدة

نظراً لتصميم التأريض المحايد، يرتفع الكمون المحايد بالاقتران الناقل عند توصيل التوتر المتوسط عَرَضاً بالأرض.

وقد تحدد اللوائح الوطنية حدود هذا الارتفاع في الكمون المحايد (1 500 V في فرنسا مثلاً). انظر الشكلين II.5-2 وII.5-3.



الشكل II.5-2 – الاقتران بحياد توتر منخفض (LV)



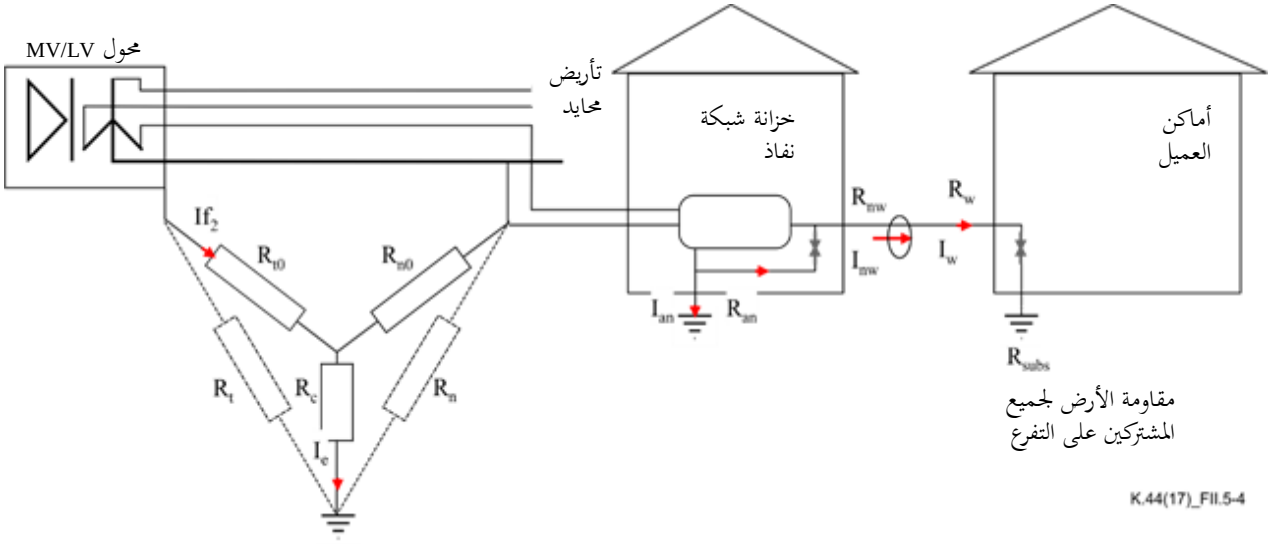
الشكل II.5-3 – الحد من ارتفاع كمون الأرض (EPR) من خلال تصميم التأريض

يتم ضبط مقاومة الاقتران $R_c = \rho \cdot I / 2 \cdot \pi \cdot d$ بمغايرة d للحصول على ارتفاع كمون محايد دون 1 500 V أو نسبة اقتران (V_{AE}/V_{BE}) دون 15% عند حدوث عطل.

وعندما يكون للتربة قدرة مقاومة عالية، قد لا تتحقق أحياناً قيم المقاومة المحسوبة وقد يكون ارتفاع كمون الأرض أعلى من 1 500 V.

3.2.5.II التيارات التي يمكن أن تتدفق عبر المعدات

انظر الشكل II.5-4.



الشكل II.5-4 – آلية تدفق التيار عبر المعدات

وتبين نتائج الحساب عندما يفترض:

- توصيل 28 عميلاً بنفس الأزواج المتناظرة (طول km 5، وسلك بقطر mm 0,4)؛
- مقاومة مكافئة لكل أنظمة التأريض على التفرع بمقدار Ω 2؛
- مقاومة الأرض في خزانة شبكة النفاذ هي Ω 50؛
- خصائص نظام الطاقة هي Z = Ω j40، R_t = Ω 30، R_n = Ω 15، d = m 8؛
- قدرة مقاومة التربة هي Ω.m 300؛

أن عشرات الأمبيرات قد تتدفق عبر المعدات (التفريغ المخرّب بين منفذ الطاقة وسلك الأرض في المعدات) لنظام تأريض خزانة شبكة النفاذ.

وقد يتدفق التيار أيضاً إما مباشرة عبر خط اتصالات أجهزة الحماية الخاصة SPDs (إذا كانت مركبة، وفي حالة التفريغ المخرّب بين منفذ الطاقة وسلك الأرض في المعدات) أو عبر المعدات (التفريغ المدمر بين منفذ الطاقة والمنافذ الخارجية للاتصالات) إلى أماكن العميل (تكون I_w حوالي 1 أمبير).

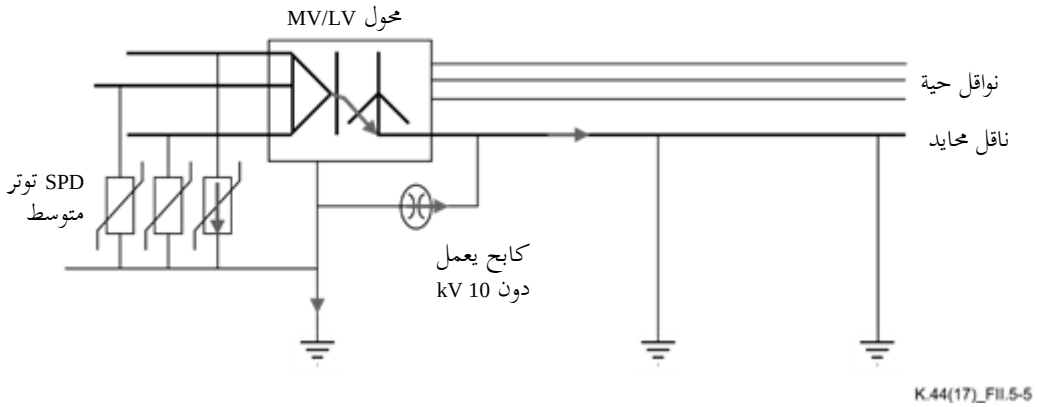
يلاحظ أن الحساب يستند إلى المبدأ نفسه عند استبدال مكان العميل في الشكل II.5-4 بمركز الاتصالات، أو خزانة شبكة النفاذ بمكان العميل.

4.2.5.II تحويل التمور

قد يحدث تحول التمور الناجم عن الصواعق أو التمور المباشر من التوتر المتوسط إلى التوتر المنخفض بالدرجة الأولى في حال:

1) منع تعطل العزل في المحوّل بتجاوزه بواسطة مانعة؛
2) تعطل العزل في المحوّل بين اللفات المتوسطة والمنخفضة التوتر.

انظر الشكل II.5-5.



الشكل II.5-5 – تحويل فرط التوتر إلى السلك المحايد

ويأتي عقب التمور زيادة في التيار بمقدار 50 Hz في الحالة 1 عند استخدام فجوات الشرر، ودائماً في الحالة 2.

II.6 المتطلبات الخاصة للقدرة على المقاومة

يحدد البند 3.5 متى تكون المتطلبات الخاصة للقدرة على المقاومة ضرورية.

الجدول II.6-1 يسرد المتطلبات الخاصة المستخدمة لضمان السلامة والقدرة على المقاومة عندما لا يمكن تحقيق الربط.

وتأتي هذه المتطلبات الخاصة إضافة إلى اختبارات التوصيتين ITU-T K.21 أو ITU-T K.45 المعززة وتُطبق على التجهيزات المزودة بأجهزة الحماية الخاصة (SPD) المؤرضة وغير المؤرضة على السواء.

وضماناً لسلامة العميل، وإذا لم يتوفر التأريض والربط المناسب، يجب أن تحتوي التجهيزات عزلاً من منفذ إلى منفذ كما يشار إليه في الجدول II.6-1. ولضمان السلامة في أجهزة SPD المؤرضة، يشترط توفير التأريض والربط المناسبين.

الجدول 1a-6.II - ظروف اختبار الصواعق الخاصة للمنافذ الموصولة بكبلات أزواج متناظرة خارجية

رقم الاختبار	وصف الاختبار	دارة الاختبار والشكل الموجي (انظر الأشكال في الملحق A)	سويات الاختبار الخاصة (انظر أيضاً البندين 5 و7)	عدد الاختبارات	الحماية الأولية	معايير القبول	ملاحظات
2a.1.2	منفذ وحيد، صواعق، تنسيق، مستعرض	A.3-1 and A.6.1-1 (a and b) 10/700 µs	$U_{c(max)}$ = 4 kV R = 25 Ω R_1 = 100 Ω	5 لكل قطبية	جهاز حماية الاختبار الخاص، انظر البند 8.4/K.44	A عند إجراء الاختبار باستخدام $U_c = U_{c(max)}$، يجب أن يعمل جهاز حماية الاختبار الخاص. وبالطبع قد يعمل أيضاً بتوتر $U_c < U_{c(max)}$.	عندما تحتوي المعدات على مكونات حمل تيار عالية تنفي الحاجة إلى الحماية الأولية، يتعين الرجوع إلى البند 1.1.10. اختبارات منفذ الإثرنت قيد الدراسة.
2b.1.2	منفذ وحيد، صواعق، تنسيق، منفذ إلى الأرض	A.3-1 and A.6.1-2 10/700 µs	$U_{c(max)}$ = 13 kV R = 25 Ω R_1 = 100 Ω				
2c.1.2	منفذ وحيد، صواعق، تنسيق، منفذ إلى منفذ خارجي	A.3-1 and A.6.1-3 10/700 µs	$U_{c(max)}$ = 13 kV R = 25 Ω R_1 = 100 Ω				

الجدول 1b-6.II – ظروف اختبار الصواعق الخاصة لمنافذ الطاقة الرئيسية

رقم الاختبار	وصف الاختبار	دارة الاختبار والشكل الموجي (انظر الأشكال في الملحق A)	سويات الاختبار الخاصة (انظر أيضاً البندين 5 و7)	عدد الاختبارات	الحماية الأولية	معايير القبول	ملاحظات
1a.1.5	صواعق، متأصل، مستعرض	5-3.A و1-4.6.A موجة تجميعية	$U_{c(max)}$ = 10 kV R = 0 Ω	5 لكل قطبية	لا شيء عند إجراء اختبار المنفذ الخارجي إلى منفذ الزوج المتناظر، يضاف أيضاً جهاز حماية الاختبار الخاص/جهاز حماية أولية إلى المنفذ غير المختبر. R1 = 100 Ω للمنفذ غير المختبر.	A	
1b.1.5	صواعق، متأصل، منفذ إلى الأرض	5-3.A و2-4.6.A موجة تجميعية	$U_{c(max)}$ = 10 kV R = 0 Ω				
1c.1.5	صواعق، متأصل، منفذ إلى منفذ خارجي	5-3.A و3-4.6.A موجة تجميعية	$U_{c(max)}$ = 10 kV R = 0 Ω				

الجدول 1c-6.II - ظروف اختبار الصواعق الخاصة للمنافذ الموصولة بالكبلات الداخلية

رقم الاختبار	وصف الاختبار	دارة الاختبار والشكل الموجي (انظر الأشكال في الملحق A)	سويات الاختبار الخاصة (انظر أيضاً البندين 5 و7)	عدد الاختبارات	الحماية الأولية	معايير القبول	ملاحظات
1.7	كبل غير مدرع	خط POTS داخلي مستعرض/تفاضلي الشكلان A.3-5 وA.6.6-1 (a وb) موجة تجميعية $R = 2\ \Omega$ الشكلان A.3-1 وA.6.6-1 (a وb) 10/700 µs $R = 25\ \Omega$	$U_{c(max)} = 4$ kV ($10\ A^2s$) أو $U_{c(max)} = 8$ kV ($10\ A^2s$)	5 لكل قطبية	لا شيء	A	ينطبق فقط على منافذ POTS.
		خط POTS داخلي إلى الأرض الشكلان A.3-5 وA.5.6-1 موجة تجميعية $R = 10\ \Omega$ الشكلان A.3-1 وA.5.6-1 10/700 µs $R = 25\ \Omega$	$U_{c(max)} = 10$ k V و $U_{c(max)} = 13$ k V				
2.7	منفذ كبل مدرع (يشمل منافذ الكبل متحد المحور)	الشكلان A.3-5 (1.2/50-8/20 CWG) وA.5.6-2 $R = 0\ \Omega$	$U_{c(max)} = 10$ kV	±5 تمورات متناوبة (60 ثانية بين التمورات المتعاقبة)	لا شيء	A	(اختبار سوية التوتر الأدنى مطلوب أيضاً — انظر البند 3.7 في التوصية [ITU-T K.44])
ملاحظة – بالنسبة للمعدات التي ليس لها توصيل أرض، ينبغي تغليف المعدات برقاقة معدنية وتوصيل الرقاقة بالعودة إلى المولد.							

7.II الحريق في المعدات التي تمتثل للتوصية ITU-T K.21

واجه مشغل شبكة مشكلة في نشوب حريق في معدات تمتثل للتوصية [ITU-T K.21]. وقد أمكن إعادة حدوث المشكلة بإجراء اختبار تلامس الطاقة في عينة خضعت لاختبار تحريض الطاقة. وقد تبين لاحقاً أن اختبار تحريض الطاقة يتلف تيرميستور معامل الحرارة الموجب (PTC) ولكن ليس بما يكفي للظهور في الاختبارات الوظيفية.

ولاختبار هذا الأثر، يقترح تطبيق الاختبار 1a.3.2 (1a.3.4) في التوصية [ITU-T K.21]، باستعمال مقاوم الاختبار بقيمة 20 Ω على منفذ سبق أن خضع لاختبار تحريض الطاقة المتأصل.

8.II الإثرنت

1.8.II العزل

تتم حماية العديد من المعدات بجعل توتر العزل فيها يتحمل تموراً أعلى مما هو متوقع في النظام. مثال ذلك خارج مجال الاتصالات هو التوتر الذي يتحمله جهاز لف المحرك إزاء الجزء الدوّار المعدني أو الجزء الثابت. ويوفر العزل الفصل بين جزأين ناقلين في سويات كمون كهربائية مختلفة. ويتكون العزل من ثلاث مكونات:

- العزل: مادة عازلة موضوعة بين جزأين ناقلين.
- مسافة الزحف: أقصر مسافة على طول سطح مادة عازلة بين جزأين ناقلين.
- الخلوص: أقصر مسافة في الهواء بين جزأين ناقلين.

ويتم تحديد مسافات الخلوص بحيث لا يتسبب الحد الأقصى من فرق التوتر المتوقع في تلف مسافة الخلوص. ويتم تحديد مسافات الزحف بحيث لا يتسبب الحد الأقصى من فرق التوتر المتوقع ودرجة التلوث في وميض أو تعطل (تتبع) سطح العزل.

ويتم تحديد سماكة العزل الصلب بحيث لا يتسبب الحد الأقصى من فرق التوتر المتوقع في حدوث عطل. وفي المحولات، يفصل العزل الصلب بين اثنين أو أكثر من اللفات. ويمكن استخدام المحولات في دارات واجهة المنفذ لتوفير مطابقة العزل أو المعاوقة أو كليهما. وأكثر منافذ الإشارة المعزولة بالمحول شيوعاً هو منفذ الإثرنت.

وتنسيق العزل هو إجراء التصميم لجعل توتر العزل أعلى من فرق التوتر المتوقع بين الدارات المنفصلة. وبالنسبة للمحولات، يعبّر عن توتر العزل الإسمي عادة بمثابة جذر متوسط تربيع (RMS) التوتر في تيار مستمر. وبالنسبة لمنافذ المعدات المعرضة لتمورات الصواعق، من الأنسب استخدام توتر النبض الاسمي. والنبض القياسي المستخدم للاختبار له شكل موجي قدره 1,2/50 µs. ويمكن استخدام مولد الموجة التجميعية 1,2/50-8/20 لاختبار العزل.

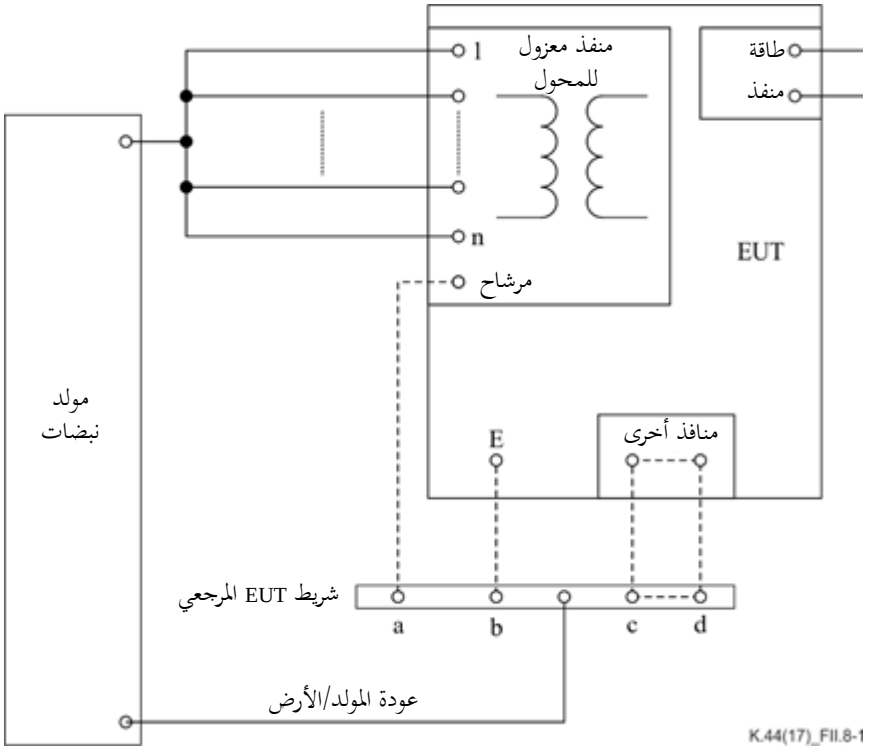
وبعد الاختبار، يتم قياس مقاومة العزل في المنفذ [b-IEC 60950-1]، [b-IEEE 802.3]. والاشتراط القياسي لمقاومة عزل تيار مستمر بتوتر 500 V أن تكون > 2 MΩ. ويمكن الاتفاق على قيم مختلفة لاختبار التوتر بين الشركة المصنعة والمشتري.

2.8.II منافذ الإثرنت

يستخدم معيار IEEE لمنافذ الإثرنت [b IEEE 802.3] توتر العزل 1,5 kV RMS و2,25 kV لتيار مستمر و2,4 kV لنبضة بمقدار 1,2/50 µs. وتصلح سويات التوتر هذه للبيئة A في المعيار [b-IEEE 802.3]. والبيئة A هي عندما يتم احتواء شبكة LAN أو جزء من LAN، مع كل المعدات المتواصلة المرتبطة بها، بشكل كامل ضمن نظام توزيع طاقة واحد منخفض التوتر وضمن مبنى واحد. وهنالك في العديد من البلدان شبكتان للطاقة بتوتر منخفض في أي مبنى بحيث يمكن توصيل أجهزة الطاقة العالية بين شبكتي الإمداد. ومن منظور المعيار [b-IEEE 802.3] لا يزال هذا الترتيب يعتبر بمثابة نظام توزيع طاقة منخفض التوتر.

وبموجب المعيار [b-IEEE 802.3]، ينبغي أن يكون توتر النبضة لسوية اختبار العزل الأساسي 2,4 kV، 1,2/50. وتنطوي توصيات قطاع تقييس الاتصالات عموماً على سويات اختبار قصوى بمقدار 6 kV. ولكي يحدث تنسيق العزل بتيار عابر بقيمة 6 kV، يحتاج حاجز العزل إلى توتر نبضة معزّز بحوالي 8 kV.

ويمكن إجراء اختبار عزل القوة الكهربائية عندما تكون المعدات غير موصولة بالطاقة لأنه ليس هنالك أي فرق كبير في تحمل العزل. ويتعين إجراء اختبارات لاحقة للتحقق من قيمة مقاومة العزل ومن أن المعدات لا تزال تلبي مواصفات التشغيل الخاصة بها. والتحقق من التوتر النبضي الإسمي لمنفذ الإثرنت مسألة بسيطة نسبياً. حيث يتم تطبيق النبضة على مطاريف منفذ الإثرنت المستخدمة للإشارة والطاقة. ويتم توصيل عودة المولد إلى الأجزاء المعزولة كهربائياً من المعدات التي يمكن النفاذ إليها. ويمكن أن تكون هذه الأجزاء شاشة الحماية لشبكة الإثرنت، والمطراف الأرضي الوظيفي أو الواقي، وسائر مطاريف منافذ الإشارة ومطاريف منافذ التوصيل بالطاقة. ويوضح الشكل 1-8.II ترتيب الاختبار هذا. ولا تتمتع الأجهزة الموصولة بالطاقة عبر الإثرنت (PoE) والتي لها منفذ واحد لكبل زوج مفتول غير مدرع (UTP_E) بمطراف أرضي مرجعي مناسب وينبغي اختبارها باستخدام أغلفة رقائق معدنية.



الشكل 1-8.II – الدارة الأساسية للتحقق من التوتر النبضي الاسمي للإثرنت

3.8.II فرط التوتر في الإثرنت

توصيل شبكة LAN إثرنت مباشر، من جهاز في المعدات إلى آخر، ويقتصر على حدود 100 m.

1.3.8.II الصواعق

من المرجح أن تحدث تمورات الصواعق جراء التحريض وارتفاع كمون الأرض وعبر حاجز عزل على التسلسل. وتكون هذه التمورات بأسلوب طولاني/مشترك في الطبيعة. ويتم التحقق من تحمل التمورات بالأسلوب الطولاني/المشترك بواسطة دارة الاختبار 4-7.6.A. ومن الشائع أن تكون التمورات المستعرضة/التفاضلية ناجمة عن عملية تحديد التوتر المترتبة على تحويل التمور، انظر البند 4.8.II. ولا يعلن المصنعون عموماً عن استخدام مكوّنات الحماية من التمَوّر (SPC) لتجاوز حاجز العزل في منفذ الإثرنت، وغالباً ما تضاف أجهزة حماية خاصة (SPD) خارجية لأنه يعتقد عموماً أنها تحمي المنفذ. وللتعامل مع التمورات المستعرضة/التفاضلية التي تسببها هذه الظروف المجهولة، يمكن أن تعمل الجهات المصنعة على إدخال الحماية من التمور المستعرض/التفاضلي في منافذ الإثرنت التي تعتمد فقط على تنسيق العزل من أجل حماية تمور الأسلوب الطولاني/الشائع. ويجب فحص معدات الطاقة عبر الإثرنت (PoE) من حيث تمورات أزواج التوصيل بالطاقة داخلياً كما هو موضح في دارة الاختبار 2-7.6.A.

2.3.8.II أعطال الطاقة

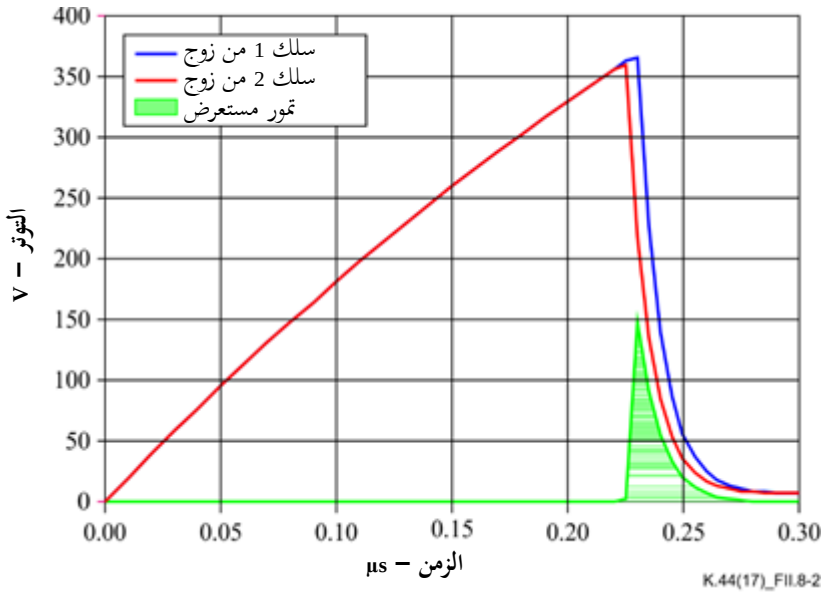
نظراً لأن كبلات الشبكة LAN قصيرة فإن من المرجح أن تكون توترات تحريض التيار المتناوب جراء أعطال هذا التيار منخفضة. والتوصيل المباشر مع إمدادات التيار المتناوب في المبنى ممكن عبر توصيل مباشر أو جراء تعطل حاجز عزل مصدر الطاقة. وإذا كان المنفذ يفي بقيمة مقاومة العزل المطلوبة بتوتر اختبار أكبر من توتر الذروة لإمدادات الطاقة بالتيار المتناوب فلا حاجة لإجراء اختبار الطاقة الرئيسية.

3.3.8.II كبلات إثرنت بأزواج مفتولة غير مدرعة (UTP_E) وكبلات إثرنت بأزواج مفتولة مدرعة (STP_E)

يفترض نهج الاختبار المستخدم في هذ البند استخدام كبلات UTP_E. ويتم اختبار منافذ الإثرنت التي توفر توصيل الكبل بالشاشة لتحري أي خلل محتمل في العزل بين مطراف الشاشة والمطاريف الأخرى. وإذا كان من الواجب استخدام كبلات STP_E، وأن يكون لمنافذ الإثرنت الموصولة توصيل شاشة وأن تحافظ أي جهاز حماية خاص (SPD) موصولة على استمرارية الشبكة، عندها يمكن اختبار هذه الترتيبات بمثابة حالة كبل محجوب.

4.8.II مكوِّنات الحماية من التمَوّر (SPC) و أجهزة حماية خاصة (SPD)

تشتمل بعض التصاميم على مكوِّنات الحماية من التمَوّر (SPC) لحماية حاجز العزل من فرط تمورات التوتر بالأسلوب الطولاني/الشائع وأزواج الإشارة والطاقة من التمورات المستعرضة/التفاضلية. وتنشأ التمورات المستعرضة/التفاضلية بطبيعتها عن العملية غير المتزامنة للمكونات SPC التي تجسر حاجز العزل. ويوضح الشكل 2-8.II هذا الإجراء. ومن شأن تبديل SPC على السلك 1 الأحمر أن يتبدّل أولاً على جبهة ارتفاع التوتر. ومن شأن تبديل SPC على السلك 2 الأزرق أن يتبدل لاحقاً لأنه يتمتع بحد توتر أعلى. ويفضي هذا التبديل غير المتزامن إلى تمور مستعرض/تفاضلي بمقدار 150 V بين السلك 1 والسلك 2، وهي المنطقة المظللة باللون الأخضر.



الشكل 2-8.II – تمور مستعرض/تفاضلي ناجم عن تشغيل غير متزامن في مكوِّنات الحماية من التمَوّر (SPC)

تكون الأشكال الموجية أكثر تعقيداً لزوج أسلاك مفتولة بسبب الاقتران، ولكن لا يزال يتولد تمور مستعرض/تفاضلي بين السلك 1 والسلك 2.

وينبغي ألا تتفاعل المكونات SPC بين الأسلاك (عدم تجسير حاجز العزل) مع اختبار العزل. ومن شأن المكونات SPC التي تجسر حاجز العزل أن تسحب التيار بمجرد تجاوز عتبة التوتر الخاصة بها. وللسماح بعملية SPC أثناء اختبار العزل، يتعين إضافة المقاومات التي تحد التيار ومقاومات التقاسم إلى خرج المولد. ويكون عدد المقاومات أربعة للمنافذ التي تستخدم اثنين فقط من أزواج مفتولة

وثمانية للمنافذ التي تستخدم أربعة أزواج مفتولة. يمكن أن يكون لأجهزة الحماية الخاصة (SPD) الخارجية نفس الأثر مثل المكونة SPC في المنفذ. وتوضح الأشكال من 1-7.6.A إلى 4-7.6.A موقع وقيم هذه المقاومات.

5.8.II حواجز العزل على التسلسل

عندما يكون أحد الأجهزة مزود مكيف طاقة من الفئة II، ينبغي اختبار كامل توليفة المعدات بالإضافة إلى المكيف. ويحتاج الأمر إلى اختبار التوليفة لأن توتر العزل الناتج قد يكون أقل من المجموع البسيط لقيم توتر عزل منفذ الإثرنت ومنفذ الطاقة في المكيف. وقد يكون من الصعب التنبؤ بتقاسم التوتر عبر حاجزي عزل على التسلسل بسبب توزيع التوتر الديناميي والساكن ومن ثم ينبغي قياسه.

ويمكن لمنافذ الإثرنت المحتوية على مكوِّنة الحماية من التمَوّر (SPC) التي تجسر حاجز العزل أن تحوّل بشكل فعال كل توتر الاختبار نحو حاجز العزل في المكيف عندما تعمل المكونات SPC. وإذا حدث ذلك، عندئذ ينبغي تصنيف حاجز العزل في المكيف من أجل إجمالي التوتر بين المنافذ. وكذلك، إذا كان منفذ الإثرنت يعتمد فقط على العزل موصولاً بمنفذ له مكونات SPC تجسر حاجز العزل، فإن كل التوتر المحرض سوف يظهر عبر منفذ الإثرنت المعتمد على العزل. وإذا حدث ذلك، عندئذٍ ينبغي تصنيف منفذ الإثرنت الذي يعتمد على العزل من أجل إجمالي التوتر بين المنافذ. ومن التعقيدات الأخرى في حالة منفذ الإثرنت المختلط هو أن التمورات المستعرضة/التفاضلية المتولدة من منفذ SPC قد تتلف المنفذ الآخر. ويمكن أن تؤدي أجهزة الحماية الخاصة (SPD) الخارجية الموصولة بسلك أرض محلي وليس بالعقدة المرجعية للدارة الثانوية إلى إدخال تمورات في منفذ المعدات بسبب توترات ارتفاع كمون الأرض (EPR) المحلية.

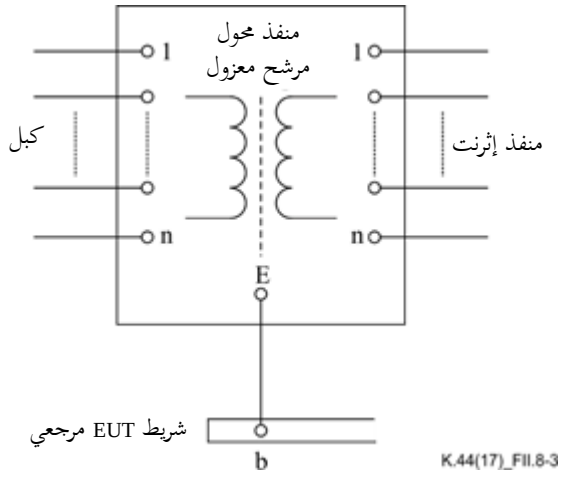
وخلاصة القول إن منافذ الإثرنت التي تحتوي على مكونات SPC أو أجهزة SPD مجهزة يمكن أن تزيد من مستويات الإجهاد في مكيفات الطاقة المصاحبة ومنافذ الإثرنت. ومن شأن زيادة توتر حاجز العزل إلى إجمالي التوتر بين المنافذ أن يمنع تعطل العزل الممكن. وبالنسبة لمنافذ الإثرنت، فإن إدخال مكونات SPC بين أسلاك زوج وأزواج الطاقة عبر الإثرنت (PoE) من شأنه أن يخفف أي تمورات مستعرضة/تفاضلية متولدة.

6.8.II زيادة توتر النبضة الاسمي

هنالك تقنيتان شائعتان لزيادة التوتر: حاجز عزل عالي التوتر داخل الخط أو جهاز SPD إثرنت مصمم خصيصاً.

1.6.8.II حاجز عزل التوتر الأعلى في الخط

يَستخدم هذا الحل محولات عزل على التسلسل ذات توتر اسمي أعلى مما هو في منفذ إثرنت المعدات. وهذا يمثل مرة أخرى حاجزي عزل على التسلسل. ولتجنب مشكلات توزيع التوتر، يمكن تزويد المحولات على التسلسل بدريئة بين اللفات لفك اقتران منفذ الإثرنت في المعدات سعوياً. ويوضح الشكل 3-8.II منهج التصميم الأساسي.

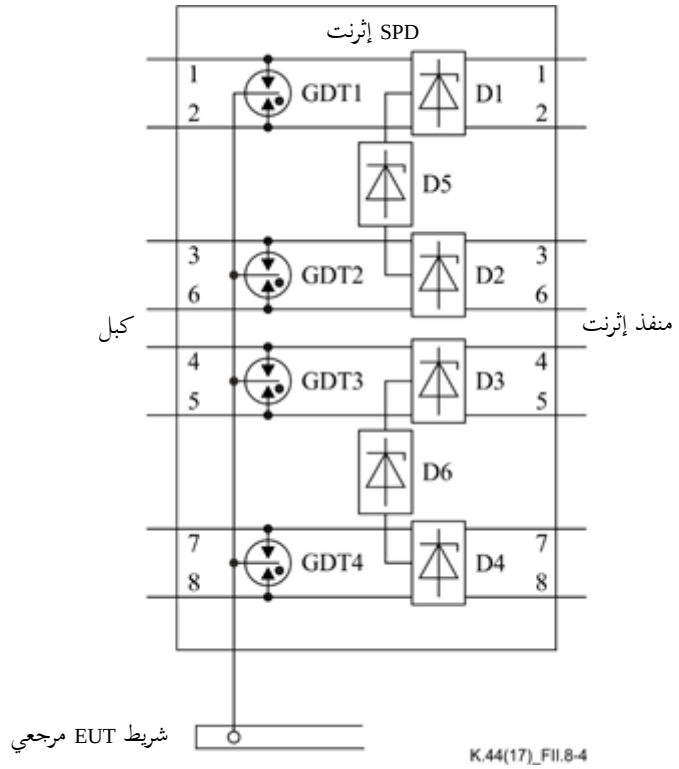


الشكل 3-8.II – عزل المحولات المحجوبة في الخط

ويمكن أيضاً استخدام مكونات الحماية من التمور (SPC) في جانب منفذ الإثرنت لتحديد الحد الأقصى للتوتر في الأسلوب الطولاني/الشائع.

2.6.8.II إثرنت SPD

من شأن جهاز حماية خاص (SPD) مصمم بعناية أن يتغلب على المشكلات التي يسببها تشغيل عملية الحماية من التمور (SPC). ويبين الشكل 4-8.II مخططاً بيانياً لهذا الترتيب.



الشكل 4-8.II – مخطط بياني لجهاز الحماية الخاص (SPD) على الإثرنت

ويقوم كل من GDT SPC وGDT1 وGDT2 وGDT3 وGDT4 بجسر العزل. وتُستخدم أنابيب تفريغ الغاز (GDT) ثلاثية الأقطاب وحيدة الغرفة للحد من توليد التمور المستعرض/التفاضلي في كل زوج مفتول. ومن شأن ترتيب GDT أكثر تعقيداً أن يحد من التمورات بين أزواج توصيل الطاقة عبر الإثرنت (PoE)، ولكن في هذا الشكل تقوم شبكتا الحماية D5 وD6 بالحد من هذه التمورات. وتكون التمورات بين زوج الأسلاك المفتولة محدودة بفضل شبكات الحماية من D1 إلى D4. وفي حال حدوث توصيل بأنبوب تفريغ الغاز (GDT) أثناء تلامس تيار الطاقة المتناوب، ينبغي أن تأتي الحماية من فرط تيار الدخل على التسلسل قبل أنابيب GDT.

وتقنيات تصميم أجهزة الحماية في الأنظمة الهاتفية التقليدية (POTS) غير ملائمة عموماً لاستخدام الإثرنت للأسباب الموضحة في البند 3.8.II وهنا.

بيبليوغرافيا

[b-ITU-T K.46] Recommendation ITU-T K.46 (2012), *Protection of telecommunication lines using metallic symmetric conductors against lightning-induced surges*.

[b-ITU-T K.50] Recommendation ITU-T K.50 (2016), *Safe limits of operating voltages and currents for telecommunication systems powered over the network*.

[b-ITU-T K.66] Recommendation ITU-T K.66 (2011), *Protection of customer premises from overvoltages*.

[b-ITU-T K.82] Recommendation ITU-T K.82 (2010), *Characteristics and ratings of solid-state, self-restoring overcurrent protectors for the protection of telecommunications installations*.

[b-ITU-T K.98] Recommendation ITU-T K.98 (2014), *Overvoltage protection guide for telecommunication equipment installed in customer premises*.

[b-ITU-T Handbook] ITU-T Handbook (2004), *Mitigation measures for telecommunication installations*, ITU, Geneva.
<http://www.itu.int/publ/T-HDB-EMC.6-2004/en>

[b-GR-1089] Telcordia Technologies GR-1089-CORE (2011), *Electromagnetic Compatibility and Electrical Safety – Generic Criteria for Network Telecommunications Equipment*.
<http://telecom-info.telcordia.com/site-cgi/ido/newcust.pl?page=idosearch&docnum=GR-1089&>

[b-IEC 60050-151] IEC 60050-151 Amd. 1 (2012), *Amendment 1 – International Electrotechnical Vocabulary – Part 151: Electrical and magnetic devices*.
<http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/ArtNum_PK/9999912210?OpenDocument>

[b-IEC 60950-1] IEC 60950-1 (2005), *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*.
<http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/artnum/035320>

[b-IEC 61643-21] IEC 61643-21 (2000), *Low voltage surge protective devices – Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Performance requirements and testing methods*.
<http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/artnum/026430>

[b-IEC 62305-4] IEC 62305-4 (2010), *Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures*.
<http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf>

[b-IEEE 802.3] IEEE Std 802.3™-2015, *IEEE Standard for Ethernet*
<http://standards.ieee.org/about/get/802/802.3.html>

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	مبادئ التعريفة والمحاسبة والقضايا الاقتصادية والسياساتية المتصلة بالاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على الصعيد الدولي
السلسلة E	التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية
السلسلة F	خدمات الاتصالات غير الهاتفية
السلسلة G	أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية
السلسلة H	الأنظمة السمعية المرئية والأنظمة متعددة الوسائط
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات تلفزيونية وبرامج صوتية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	**الحماية من التداخلات**
السلسلة L	البيئة وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتغير المناخ، والمخلفات الإلكترونية، وكفاءة استخدام الطاقة، وإنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية
السلسلة Q	التبديل والتشوير، والقياسات والاختبارات المرتبطة بهما
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التليماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات البيانات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات، والجوانب الخاصة ببروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي وإنترنت الأشياء والمدن الذكية
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2019