الاتحـــــــــاد الدولـــــــــي للاتصـــــــــالات

ITU-T

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

K.68

(2006/02)

السلسلة K: الحماية من التداخلات

إدارة التداخلات الكهرمغنطيسية التي تسببها شبكات الطاقة الكهربائية لشبكات الاتصالات

التوصيـــة ITU-T K.68

ITU-T

توصيات السلسلة K الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

؟؟؟؟؟

لمزيد من التفاصيل، يرجى الرجوع إلى قائمة التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

التوصيـــة ITU-T K.68

إدارة التداخلات الكهرمغنطيسية التي تسببها شبكات الطاقة الكهربائية لشبكات الاتصالات

ملخص

تتناول هذه التوصية موضوع إدارة التداخلات الكهرمغنطيسية (e.m.) التي تسببها شبكات توزيع الطاقة الكهربائية وشبكات السحب المكهربة لشبكات الاتصالات.

وتحدد التوصية الطريقة التي يتعين اتباعها في تقييم مدى مقبولية التداخل الكهرمغنطيسي، وتتضمن ما يلي:

- المعايير التي تحدد حالات التداخل المتعين بحثها؛
- فلطيات إدارة التداخل التي يتعين تطبيقها؛
- ظروف تركيب شبكات توزيع الطاقة الكهربائية وشبكات السحب المكهربة وشبكات الاتصالات التي تُطبق في إطارها فلطيات الإدارة.

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 5 (2005-2008) لقطاع تقييس الاتصالات بتاريخ 13 فبراير 2006 على التوصية ITU-T K.68 بموجب الإجراء المحدد في التوصية ITU-T A.8.

كلمات مفتاحية

ضرر، خطر، اضطراب، حصانة، خلل وظيفي، ضوضاء، تداخل ترددات الطاقة، قدرة على المقاومة، سلامة.

تمهيـــد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة متخصصة للأمم المتحدة في ميدان الاتصالات. 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 رقم 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

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

ملاحظـــة

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 المعطيات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2006

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

المحتـــويات

الصفحة

1 نطاق التطبيق 1

2 المراجع المعيارية 2

3 التعاريف 3

4 طريقة تقييم التداخل الكهرمغنطيسي 7

1.4 الجوانب العامة 7

2.4 إطار التداخل 8

3.4 جمع معلومات كهربائية عن المحطات الحاثة 8

4.4 تقييم نتائج التداخل والتحقق من امتثالها لفلطيات الإدارة 9

5 حالات التداخل المقرر بحثها 10

1.5 أنماط الاقتران التي ينبغي مراعاتها 10

2.5 مسافة التأثير المرجعية 11

6 فلطيات الإدارة 18

1.6 المعايير المحددة لتطبيق فلطيات الإدارة 18

2.6 الفلطيات الخطيرة: الحدود 19

3.6 الفلطيات الضارة 20

4.6 فلطيات الحصانة 21

5.6 فلطية الضوضاء: قيمة الحد 21

7 حالات التداخلات المرجعية 21

1.7 الجوانب العامة 21

2.7 الحالات المتصلة بالمحطة الحاثة 22

3.7 الحالات المتعلقة بمنشأة الاتصالات 26

8 تحديد جوانب التقيد بفلطيات الإدارة 26

1.8 الجوانب العامة 26

2.8 تراكب الآثار 27

3.8 تحديد مدى التقيد من خلال إجراء حسابات 27

4.8 تحديد مدى التقيد عن طريق أخذ القياسات 27

9 إدارة التداخلات 28

1.9 الجوانب العامة 28

2.9 عمر المحطة 28

3.9 تبادل المعلومات 28

4.9 الوثائق المتعلقة بالمحطة 28

الصفحة

الملحق A – طريقة تقييم مسافة التأثير المرجعية 30

1.A الاقتران الحثي 30

2.A الاقتران التوصيلي 35

التذييل I – عوامل الموازنة المستعملة في تحديد الفلطية الضجيجية الموازنة 42

التذييل II – قيم المقادير المؤثرة على مسافة التأثير المرجعية في الاقتران الحثي 44

1.II قيم إرشادية..... 44

2.II قيم المعلمات المطبقة على تقييم مسافة التأثير المرجعية (RID): الاقتران السعوي 52

3.II قيم معلمات تقدير المسافة RID: الاقتران التوصيلي 54

التذييل III – الخطوات اللازمة لتحديد قيم المسافة RID الناشئة عن خط طاقة كهربائية أو خط سحب مكهرب متناوب التيار..... 55

مقدمـــة

تمثل التوجيهات (*المتعلقة بحماية خطوط الاتصالات من الآثار الضارة لخطوط الطاقة الكهربائية وخطوط السكك الحديدية المكهربة*) الوثائق المرجعية المعنية بالتداخل الكهرمغنطيسي (التداخل e.m.) الذي تسببه شبكات توزيع الطاقة الكهربائية وشبكات السحب المكهربة لشبكات الاتصالات. وطبعة عام 1989 من هذه التوجيهات مقسمة إلى 9 مجلدات، يتناول كل واحد منها جزء مستقل من أجزاء الموضوع ككل. ويمكن الاسترشاد بالمجلدات بتطبيق المبادئ التالية:

- يُرجى الرجوع إلى المجلد الأول لتكوين فهم عام عن منشآت الاتصالات ومحطات الطاقة الكهربائية ومرافق السكك الحديدية المكهربة وآثار الاقتران المتبادل التي تخلفها.
- يُرجى الرجوع إلى المجلد الرابع (شبكات السكك الحديدية) أو المجلد الخامس (شبكات الطاقة) للحصول على المزيد من المعلومات عن المنشآت الحاثة لشبكات الطاقة المكهربة أو شبكات السكك الحديدية المكهربة.
- يُرجى الرجوع إلى المجلدين الثاني والثالث من أجل فهم النظرية الفيزيائية الرياضية للتداخل الكهرمغنطيسي والاطلاع على طرائق الحساب المختلفة السويات من حيث التفصيل والدقة.
- يُرجى الرجوع إلى المجلد السادس من أجل فهم آثار الفلطيات والتياراًت المستحثة، أي الأخطار والاضطرابات، وقيم التحديد المُوصى بها.
- يُرجى الرجوع إلى المجلد الثامن من أجل الحصول على المشورة بشأن مكونات الحماية أو أجهزة الحماية المعقدة.
- يُرجى الرجوع إلى المجلد التاسع للحصول على معلومات عن تقنيات الاختبار والقياس ذات الصلة.

ملاحظة – محتوى التوجيهات مُتفق عليه رسمياً من جانب كل من الاتحاد (ITU) والمجلس الدولي لشبكات الكهرباء الضخمة (CIGRE) والاتحاد الدولي للسكك الحديدية (UIC).

وما تزال هذه التوجيهات منذ صدور الطبعة الأولى منها في عام 1952 تمثل الوثيقة المرجعية المُسترشد بها عالمياً في مجال التداخلات الكهرمغنطيسية، وهي تستعمل في وضع معايير إقليمية أو وطنية، كما يُرجع إليها في مواضيع غير مطابقة لتلك التي تتناولها التوجيهات ولكنها وثيقة الصلة بها، من قبيل التداخلات الكهرمغنطيسية التي تسببها شبكات توزيع الطاقة الكهربائية وشبكات السكك الحديدية المكهربة لخطوط الأنابيب أو الهياكل المعدنية.

وقد وُضعت التوجيهات عندما كان عدد الأطراف الفاعلة المعنية بالتداخلات الكهرمغنطيسية ضئيلاً. وحتى إن كان تاريخ التحرير في مجالات الاتصالات والطاقة والنقل يعود إلى زمن بعيد في بعض البلدان، فإنه لا يوجد في بلدان أخرى كثيرة سوى شركة اتصالات واحدة، وشركة واحدة لتوزيع الطاقة، وشركة واحدة للسكك الحديدية. وتولت قلة من المتخصصين مسألة إيجاد حلول لمشاكل التداخل الكهرمغنطيسي واتسمت الحلول بطابع إجراء دراسة علمية. وازداد الآن عدد الأطراف الفاعلة زيادة كبيرة، ويجب أن يُعامل موضوع حل مشاكل التداخل على أنه نشاط تصميم عادي ومن الضروري الحصول على معلومات وإرشادات عن هذه الأطراف الفاعلة.

وتتضمن التوجيهات كماً هائلاً للغاية من المعلومات القيمة على الصعيد العلمي وصعيد وضع التصاميم العملية على حد سواء. ولذلك، ثمة حاجة إلى الاستفادة من هذه المعلومات في توجيه الشركات الصغيرة بشكل رئيسي أو الشركات التي قد تواجه مشاكل التداخل الكهرمغنطيسي (التداخل e.m.) لأول مرة.

ولا تجيب التوجيهات في الواقع على الأسئلة التالية:

1) *من* المسؤول عن التداخل e.m.؛
2) *متى* يتعين تقييم هذا التداخل؛
3) *كيف* ينبغي إجراء هذا التقييم.

وتحدد التوصية K.53 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد (ITU-T) المسؤولية عن التداخل e.m. (السؤال الأول الوارد أعلاه).

وتُعنى هذه التوصية بإدارة التداخل .e.m (السؤالان الأخيران المذكوران أعلاه)، وتهدف تحديداً إلى تعيين ما يلي:

– أقصى مسافة تفصل بين المحطات المعنية من أجل تقييم التداخل .e.m؛

– ظروف المحطات المعنية ذات الصلة بفلطيات الإدارة (ظروف المنشأة، ظروف العمل، تدفق الطاقة، وما إلى ذلك).

وتتناول هذه التوصية جميع جوانب إدارة التداخل .e.m بطريقة شاملة.

التوصيـــة ITU-T K.68

إدارة التداخلات الكهرمغنطيسية التي تسببها شبكات الطاقة الكهربائية لشبكات الاتصالات

1 نطاق التطبيق

تبين هذه التوصية معايير تحديد الحالات التي يتعين بحثها وظروف تركيب محطات الطاقة الكهربائية ومنشآت الاتصالات على حد سواء وهي ظروف تنطبق في إطارها فلطيات إدارة التداخل e.m. الحادثة عبر شبكات الاتصالات بفعل الشبكات الكهربائية التالية:

- شبكات الطاقة الكهربائية بتيار متناوب؛
- شبكات الطاقة الكهربائية بتيار مستمر؛
- شبكات السحب المكهربة بتيار متناوب؛
- شبكات السحب المكهربة بتيار مستمر؛

وهو تداخل ناجم عن الآليات الفيزيائية الآتية:

- الاقتران الحثي؛
- الاقتران التوصيلي؛
- الاقتران السعوي؛

فيما يخص مختلف حالات شبكات الطاقة الكهربائية:

- العادية؛
- العُطل؛

وفي مدى تردد يتراوح بين 0 Hz إلى 9 kHz.

وهي تشمل الآثار الناشئة عن:

- الخطر المحدق بالأفراد؛
- الأضرار التي تلحق بشبكة الاتصالات؛
- الاضطراب الذي تتعرض له شبكة الاتصالات (الخلل الوظيفي، الضوضاء).

وتنطبق هذه التوصية على جميع خطوط الاتصالات ذات المكونات المعدنية. ولا تُؤخذ كبلات الألياف البصرية بنظر الاعتبار إلا إذا كانت تركيبتها تحتوي على موصل أو عازل أو درع معدني.

وتهدف التوصية إلى تحديد ما يلي:

- الطريقة التي يتعين اتباعها في تقييم التداخل e.m. (الفقرة 4)؛
- المسافة القصوى الفاصلة بين محطات الطاقة الكهربائية ومنشآت الاتصالات من أجل دراسة التداخل e.m. فيما بينها (الفقرة 5)؛
- ظروف تركيب (الفقرة 7) كلٍ من محطات الطاقة الكهربائية ومنشآت الاتصالات التي ينبغي في إطارها تقييم نتائج التداخل (بإجراء حسابات وفقاً لما يرد في المجلدين الثاني أو الثالث من التوجيهات، أو أخذ قياسات، أو الجمع بينهما

على نحو مناسب) بغية التحقق من مدى تقيد (الفقرة 8) الفلطيات المستحثة على خط الاتصالات بفلطيات الإدارة المناسبة (الفقرة 6)؛

- التذكير بضرورة مواصلة إجراء مراقبة مناسبة لتطور الخصائص التقنية للمحطات التي تسبب التداخل للحيلولة دون تطور تداخل مقبول إلى تداخل غير مقبول نتيجة إدخال تعديلات على المحطات (الفقرة 9).

وتنطبق هذه التوصية على جميع الحالات التي تكون فيها أي منشأة اتصالات خاصة أو عمومية عرضة لتأثير محطة واحدة أو أكثر من محطات الكهرباء.

وتنطبق هذه التوصية على منشآت الاتصالات ومحطات الطاقة الكهربائية الجديدة كما تنطبق على المنشآت القائمة التي يُقترح إدخال تعديلات عليها، من قبيل تغيير تأريض الشبكة وتشكيلة الخطوط وفلطية التشغيل وتيار الخلل (يُعزى ذلك أيضاً إلى إدخال تعديلات على منشآت موصولة بمنشأة أخرى قيد البحث)، الأمر الذي يرفع بشكل كبير سويات التداخل .e.m القائمة.

ويتعين استعمال هذه التوصية في تحديد أنماط الاقتران المقرر بحثها في ظل مختلف حالات تشغيل شبكات الطاقة الكهربائية، وفي مقارنة الفلطيات المستحثة المتوقعة مع فلطيات الإدارة الواردة في الفقرة 6.

ولا تنطبق التوصية على التداخل .e.m الذي تسببه شبكات الطاقة الكهربائية العاملة بفلطية تشغيل اسمي أدنى من 1 kV.

2 المراجع المعيارية

تحتوي التوصيات التالية وغيرها مما صدر عن قطاع تقييس الاتصالات بعض الأحكام التي تشكل أحكاماً في هذه التوصية، بموجب الإحالة إليها في النص. وفي تاريخ نشر هذه التوصية كانت الطبعات المذكورة لا تزال صالحة. ولكن، بما أن جميع التوصيات والمراجع الأخرى خاضعة لإعادة النظر، نشجع مستعملي هذه التوصية على السعي إلى تطبيق أحدث صيغ التوصيات والمراجع الأخرى الواردة في القائمة أدناه. ويجري بانتظام نشر قائمة التوصيات السارية الصلاحية التي تصدر عن قطاع تقييس الاتصالات. ولذا فإن الإحالة داخل هذه التوصية إلى وثيقة ما لا تضفي على هذه الوثيقة صفة توصية.

[1] المعيار 60050-161:1990 الصادر عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)، *مجموعة المفردات الكهرتقنية الدولية. الفصل 161: التوائم الكهرمغنطيسي.*

[2] التوجيهات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات (1998) *التوجيهات المتعلقة بحماية خطوط الاتصالات من الآثار الضارة لخطوط توزيع الطاقة الكهربائية وخطوط السكك الحديدية المكهربة، المجلد السادس – الأخطار والاضطرابات.*

[3] التوصية ITU-T K.10 (1996)، *التداخل المنخفض التردد الناجم عن عدم تماثل تجهيزات الاتصالات بالنسبة إلى الأرض.*

[4] المعيار 60050-448:1995 الصادر عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)، *مجموعة المفردات الكهرتقنية الدولية. الفصل 448: حماية شبكات الطاقة الكهربائية.*

[5] المعيار التقني 60479-1:2005 الصادر عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)، *تأثيرات التيار على الإنسان والمواشي– الجزء 1: الجوانب العامة.*

[6] التوجيهات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات (1998) *التوجيهات المتعلقة بحماية خطوط الاتصالات من الآثار الضارة لخطوط توزيع الطاقة الكهربائية وخطوط السكك الحديدية المكهربة، المجلد الثاني – حساب الفلطيات والتيارات المستحثة في حالات عملية.*

[7] التوصية ITU-T K.57 (2003)، *تدابير حماية المحطات الأساسية الراديوية المركبة على أبراج خطوط الكهرباء.*

[8] المعيار prEN 50122-1 (2005)، *تطبيقات السكك الحديدية- المنشآت الثابتة- السلامة والتأريض والربط الكهربائي- الجزء 1: أحكام الحماية المتعلقة بالسلامة والتأريض الكهربائيين.*

[9] التوصية ITU-T K.33 (1996)، *حدود ضمان سلامة الأفراد في حالة حصول اقتران مستحث داخل أنظمة الاتصالات بفعل حالات عطب محطات توزيع الطاقة الكهربائية المتناوبة التيار ومنشآت السكك الحديدية المكهربة المتناوبة التيار.*

3 التعاريف

تعرف هذه التوصية المصطلحات التالية:

تنطبق التعاريف الواردة في المعيارين 60050-161 و60050-448 الصادرين عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)، إلا إذا عُرِّفت في هذه التوصية.

1.3 شبكة: كلمة جامعة تشمل جميع عناصر تكنولوجيا معينة وأجزاءها وتجهيزاتها الموصولة معا (شبكة لتوزيع الطاقة الكهربائية، شبكة سحب كهربائي، شبكة اتصالات).

2.3 شبكة طاقة كهربائية بتيار متناوب: شبكة كهرباء تعمل بتيار متناوب (a.c.) تُخصص لنقل الطاقة الكهربائية وتوزيعها.

ملاحظة – ينبغي اعتبار شبكات الطاقة الكهربائية ذات الطورين العاملة بتردد ⅔ 16 Hz والمخصصة لتجهيز شبكات السحب الكهربائي المتناوبة التيار، بمثابة شبكات كهربائية عاملة بتيار متناوب حتى إذا كانت الموصلات ذات الصلة موضوعة على نفس أقطاب خطوط السحب.

3.3 شبكة طاقة كهربائية بتيار مستمر: شبكة كهرباء تعمل بتيار مباشر (d.c.) تُخصص لنقل الطاقة الكهربائية من محطة فرعية إلى أخرى.

ملاحظة – هذه المحطات الفرعية هي في الواقع محطات تقويم التيار a.c./التيار d.c. ومحطات عكس التيار d.c./a.c.

4.3 شبكة السحب المكهربة بتيار متناوب: شبكة كهربائية تعمل بتيار متناوب (a.c.) تُخصص لإمداد القطارات العاملة بالكهرباء بالطاقة الكهربائية من محطات سحب فرعية: وتشكل مسيرات العودة والموصلات المعدنية و/أو الأرض جزءاً من شبكة السحب.

5.3 شبكة سحب مكهربة بتيار مستمر: شبكة كهربائية تعمل بتيار مستمر (d.c.) تُخصص لإمداد القطارات العاملة بالكهرباء بالطاقة من محطات سحب لتقويم التيار: تشكل مسيرات العودة والموصلات المعدنية و/أو الأرض جزءاً من شبكة السحب.

6.3 الشبكة الكهربائية: تعبير عام يرد في هذه التوصية ويشمل شبكات الطاقة الكهربائية وشبكات السحب المكهربة على حد سواء.

7.3 شبكة اتصالات سلكية الخطوط: هي شبكة قادرة على إرسال المعلومات بين نقطتين أو أكثر بواسطة وصلات مادية. وتتناول هذه التوصية شبكات الاتصالات السلكية الخطوط المكونة من أجزاء معدنية (مثل الزوج المعدني، ودرع الكبل، والألياف البصرية المقواة، وما إلى ذلك: الألياف البصرية بحد ذاتها غير معنية بالظواهر الفيزيائية التي تتناولها هذه التوصية).

8.3 المحطة: هي جزء من شبكة تسبب مشكلة تداخل e.m. مع محطة واحدة أو أكثر تابعة لشبكات أخرى.

- قد تكون المحطة خط طاقة كهربائية موصول بمحطتين فرعيتين أو محطة فرعية معينة (محطة طاقة كهربائية)؛
- قد تكون المحطة خط سحب مكهرب يصل محطتين للقطارات أو يرتبط بمحطة تغذية (محطة طاقة كهربائية)؛
- خط اتصالات يصل بدالتين أو بدالة بعدة زبائن بواسطة كبل أحادي يمتد من البدالة ويتفرع إلى عدة شعب عند المقصورات (منشأة اتصالات).

9.3 التشغيل الاعتيادي: تشغيل أي شبكة يُعتقد أنها خالية من الأعطاب. وتعتبر الظواهر العابرة الناجمة عن التبديل الحاصل في الشبكات الكهربائية ظواهر عادية.

10.3 حالة عطب (شبكات الطاقة الكهربائية): توصيل غير مقصود بالتماس، القوس، وما إلى ذلك، لموصل مكهرب إلى الأرض أو إلى أي جسم معدني مؤرض، أي، عطب فرعي، أو فك التوصيل عن غير قصد أو كسر الموصلات الناقلة للتيار (بما في ذلك مسير العودة في حالة شبكات السحب)، أي، عطب توالي.

ويشمل أيضاً مفهوم العطب حالات حصول دارة قصيرة بين أي طورين أو طور مفصول معين ("طور واحد مفصول").

11.3 مدة العطب: المدة الزمنية التي تستغرقها حالة عطب أحادية.

ملاحظة – تُحدد المدة التي يستغرقها أي عطب فرعي بالزمن اللازم لإزالة العطب، وهو الفاصل الزمني بين بدء العطب وإزالته [4].

12.3 مدة العطب المرجعية: مدة أطول انقطاع في تيار فاصم (فواصم) الدارة المصاحبة اللازم لإزالة تيار العطب في حالة تشغيل أجهزة الحماية بشكل صحيح. وفي حال اقتضت الضرورة مراعاة أعطاب التأريض العالية المعاوقة كذلك، تصاحب مدة عطب التأريض المرجعية أطول زمن انقطاع لازم لإزالة ما نسبته 65% على الأقل من إجمالي عدد أعطاب التأريض [4].

ملاحظة – يُقصد بتشغيل أجهزة الحماية بشكل صحيح البدء بإرسال إشارة الفصل وغيرها من التحكمات الصادرة عن أي جهاز حماية بالأسلوب المقصود استجابةً لحصول عطب ما أو حالة أخرى غير عادية في الشبكة الكهربائية، وتشغيل فاصم (فواصم) الدارة تباعاً بما يتفق وإشارة الفصل.

13.3 التداخل e.m.: ظاهرة كهرمغنطيسية (موضحة بثلاثة أنماط من الاقتران الكهرمغنطيسي)، يمكن أن تحدثها محطة طاقة كهربائية في منشأة اتصالات مجاورة لها، وقد تعرض الأخيرة للخطر أو تلحق بها الضرر أو تسبب لها اضطراباً.

14.3 الحاث: صفة تستعمل لتحديد هوية محطة توليد الطاقة المسؤولة عن التداخل الكهرمغنطيسي (التداخل e.m.) والمقادير المقابلة (خط حاث، تيار حاث، فلطية حاثة، وما إلى ذلك).

15.3 المستحث: صفة تستعمل لتحديد هوية المحطة المتأثرة بالتداخل الكهرمغنطيسي والمقادير المقابلة (خط مستحث، تيار مستحث، فلطية مستحثة، إلى آخره).

16.3 الاقتران الحثي: ظاهرة يؤثر بموجبها المجال المغنطيسي الذي يسببه أي خط ينقل التيار (موصل حاثّ (موصلات) حاثة) على خط آخر (موصل (موصلات) مستحثة)، وتُقدر كمية تيار الاقتران بواسطة المعاوقة المتبادلة بين الموصلين المشتركين في نفس خط مسير العودة إلى الأرض. ويكون التيار الذي ينقله الخط الحاث هو التيار الحاث.

17.3 الاقتران السعوي: ظاهرة يؤثر بموجبها المجال المغنطيسي الذي يسببه أي خط ينقل الفلطية (موصل (موصلات) حاثة) على خط آخر (موصل (موصلات) مستحثة)، وتُقدر كمية الاقتران بواسطة معاملات السعة بين الموصلات من جهة وبين كل موصل والأرض من جهة أخرى. وتكون الفلطية التي ينقلها الموصل الحاث هي الفلطية الحاثة.

18.3 الاقتران التوصيلي: ظاهرة يؤثر بموجبها التيار المتدفق من هيكل موصل معين (موصل (موصلات) حاثة) إلى الأرض على هيكل موصل آخر (موصل مستحث)، وتُقدر كمية الاقتران على أساس الإيصالية بين هذه الموصلات (الهياكل). ويكون التيار المتدفق من الموصل الحاث إلى الأرض هو التيار الحاث.

19.3 الخطر: تأثير تداخل قادر على أن يشكل تهديداً لشخص ما على تماس مع منشأة الاتصالات المستحثة.

20.3 الضرر: تأثير تداخل يؤدي إلى دوام تدني نوعية الخدمة التي يمكن أن تقدمها منشأة الاتصالات المستحثة.

ملاحظة – عند زوال التداخل الكهرمغنطيسي (التداخل e.m.) يظل الضرر، ويتطلب تدخلاً لإصلاحه.

21.3 الاضطراب: تأثير تداخل يؤدي إلى حصول ضوضاء أو خلل وظيفي في منشأة الاتصالات المستحثة.

ملاحظة – عند زوال التداخل الكهرمغنطيسي يزول الاضطراب أيضاً، ولا يتطلب الاضطراب تدخلاً لإصلاحه.

22.3 الضوضاء: نمط من أنماط الاضطراب يؤدي إلى تدني نوعية الخدمة الصوتية التي تقدمها منشأة الاتصالات المستحثة.

23.3 الخلل الوظيفي: نمط من أنماط الاضطراب يخص التجهيزات المركبة على امتداد منشأة اتصالات مستحثة، ويفضي إلى فقدان التجهيزات لقدرتها على استهلال أو دعم وظيفة تعلن عنها الجهة المصنعة أو استهلال إرسالات تجهيزات تتجاوز الحدود الاسمية للملاءمة الكهرمغنطيسية.

24.3 مسافة التأثير: هي المسافة اعتباراً من أي محطة طاقة كهربائية يمكن عندها أن يُحدث الاقتران الحثي أو الاقتران السعوي أو الاقتران التوصيلي أو توليفة تجمع بينها، تداخلات عبر منشأة اتصالات معينة.

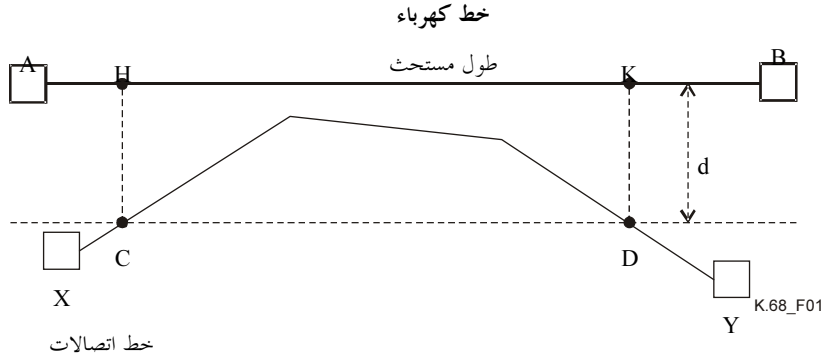
ملاحظة – مقدار مسافة التأثير اعتباراً من محطة طاقة كهربائية معينة هو مقدار يميل من الناحية النظرية إلى أن يمتد إلى المالانهاية: فكلما كبرت المسافة ضعف التداخل.

25.3 مسافة التأثير المرجعية: هي المسافة القصوى من محطة طاقة كهربائية معينة ينبغي عندها مراعاة التعرض للتداخلات.

ملاحظة – لا داعي من الناحية العملية أن تُراعى في هذه التوصية المسافات الأطول من مسافة التأثير المرجعية.

26.3 الطول المستحث: إسقاط خط اتصالات على خط طاقة كهربائية أو خط سحب مكهرب من النقطة التي يندرج فيها خط الاتصالات ضمن حدود مسافة التأثير المرجعية (d) لخط الكهرباء أو خط السحب المكهرب والنقطة اللاحقة التي يتجاوز فيها خط الاتصالات مسافة التأثير المرجعية (انظر الشكل 1).

ملاحظة – ينبغي فحص التداخل الحاصل عبر الخط ككل عندما يندرج جزء من الخط أو كامل الخط ضمن نطاق منطقة التعرض.



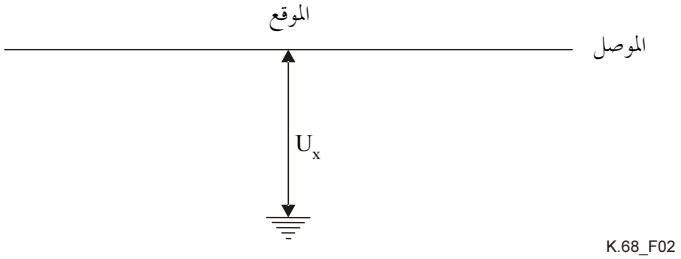
الشكل K.68/1 – الطول المستحث

27.3 الأرض: الكتلة التوصيلية للأرض التي تُعتبر طاقتها الكهربائية عند أي نقطة مساوية لقيمة صفر من الناحية التقليدية (يُستعمل في بعض البلدان مصطلح "ground" بدلاً من "earth").

28.3 الفلطية المستحثة: هو فلطية تحدث في منشأة اتصالات مستحثة بفعل التداخل .e.m الناجم عن محطة أو أكثر من المحطات الكهربائية الحاثة.

29.3 الفلطية المستحثة بأسلوب مشترك: هي الفلطية المشتركة بين جميع موصلات مجموعة ما لها أحوال أسلوب مشترك متطابقة تظهر بين هذه المجموعة والأرض في موقع معين من منشأة الاتصالات (انظر الشكل 2).

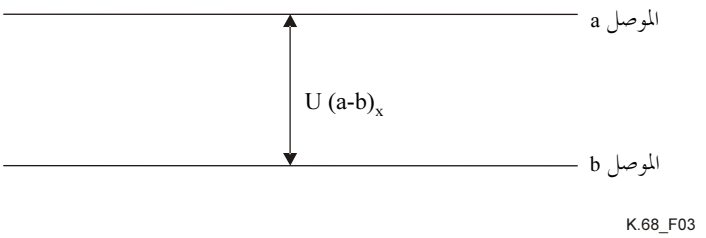
ملاحظة – تحدث أعلى فلطية بالأسلوب المشترك عموماً عند طرف واحد من أي موصل عندما يكون طرفه الآخر مؤرضاً.



الشكل K.68/2 – الفلطية المستحثة بأسلوب مشترك

30.3 الفلطية المستحثة بأسلوب تفاضلي: هي الفلطية المستحثة بين موصلين اثنين من مجموعة معينة من الموصلات المعدنية في موقع معين من منشأة الاتصالات (انظر الشكل 3).

ملاحظة – عادةً ما تكون الفلطية المهمة هي تلك الحادثة بين موصلين اثنين يكوّنان زوجاً تناظرياً. وتكون الفلطية الحادثة بين زوجين مختلفين مهمة أيضاً في بعض الحالات.



الشكل K.68/3 – الفلطية المستحثة بأسلوب تفاضلي

31.3 المقاومة النوعية المكافئة للتربة: هي المقاومة النوعية للتربة المتجانسة التي تمثل مختلف أنماط التربة المتراصفة في الطبقات والكائنة في الموقع الذي توجد فيه محطات الكهرباء ومنشآت الاتصالات المعنية المستعملة لإدارة التداخل.

ملاحظة – يمكن الحصول على قيم مختلفة للمقاومة النوعية المكافئة للتربة على امتداد مختلف نقاط المحطات.

32.3 الفلطية الضجيجية أو التيار الضجيجي: هي الفلطية الضجيجية أو التيار الضجيجي على خط هاتفي (بأسلوب مشترك أو تفاضلي)، U_p، أو I_p، المبين بالتعبير التالي:

$$U_p = \frac{1}{p_{800}} \sqrt{\sum (p_f U_f)^2} \quad [V] \tag{1a}$$

$$I_p = \frac{1}{p_{800}} \sqrt{\sum (p_f I_f)^2} \quad [A] \tag{1b}$$

الذي يُلاحظ فيه:

U_f أو I_f هو مكّون التردد f للفلطية [V] أو التيار [A]

p_f هو معامل الموازنة المتكيف مع هذا التردد، والذي يعكس مدى تجاوبية إذن الإنسان لهذا التردد، والوارد في جدول الموازنة المصاحب لمواصفات مقياس الضوضاء. وترد في الجدول المبين في التذييل الأول قيم p_f لمختلف الترددات، عندما تكون قيمة p_{800} مساوية بحسب العرف لقيمة 1000

33.3 المنطقة الريفية: هي منطقة تنخفض فيها كثافة الهياكل المعدنية المحلية ذات التماس الكهربائي المباشر مع التربة.

34.3 المنطقة الحضرية: هي منطقة ترتفع فيها كثافة الهياكل المعدنية المحلية المتماسة كهربائياً مباشرة مع التربة مثل أنابيب المياه والكبلات ذات الدروع المعدنية العارية والأسلاك الأرضية المكونة من النحاس الصرف وخطوط السكك الحديدية المخصصة للترامات أو قطارات الأنفاق أو شبكات السحب الكهربائي المركبة فوق سطح الأرض والانتهائيات الأرضية وهياكل البنايات والصواري والأساسات.

35.3 إطار التداخل: هو كامل سيناريو التداخل المتعلق بمحطة أحادية والذي يتعين فحصه ككل.

ويشتمل إطار تداخل المحطة المستحثة على المحطة المذكورة ذاتها وجميع المحطات الحاثة لها. أما إطار تداخل المحطة الحاثة فيضم المحطة الحاثة نفسها وجميع المحطات المستحثة منها.

36.3 نتيجة التداخل: كمية معينة من الطاقة الكهربائية تمكّن من وصف مقدار التداخل. ويمكن تقييم نتيجة التداخل من خلال إجراء الحسابات أو القياسات.

37.3 **تأثير التداخل**: عاقبة التداخل على من في تماس مع المحطة المستحثة على المحطة المذكورة ذاتها أو التجهيزات الموصولة بها.

38.3 **الحصانة**: قدرة الأجهزة أو التجهيزات أو الأنظمة على أداء وظيفتها من دون انحطاط بوجود تداخل، انظر الفقرة 21.3.

39.3 **القدرة على المقاومة**: قدرة الأجهزة أو التجهيزات أو الأنظمة على المقاومة من دون تعرضها للضرر بوجود ظاهرة كهرمغنطيسية تصل إلى مدى معين ومحدد ووفقا لمعيار محدد.

40.3 **فلطية الإدارة**: هو اسم عام يشمل جميع الفلطيات المستحثة المستخدمة لتقييم مدى مقبولية إحدى حالات التداخل، أي، كالتالي:

- قيم الحدود المتصلة بالخطر الذي يتعرض له العاملون في منشأة الاتصالات؛
- قيم الحدود المتصلة بالضوضاء؛
- أدنى سوية لفلطية قدرة التجهيزات الموصولة بمنشأة الاتصالات على المقاومة؛
- أدنى سوية لفلطية مقاومة عزل منشأة الاتصالات؛
- أدنى سوية لفلطية حصانة التجهيزات الموصولة بمنشأة الاتصالات.

41.3 **الحالة النمطية**: تتسم الحالة النمطية للتداخل .e.m الذي تسببه شبكات الكهرباء بالجوانب التالية:

- ينهض كادر مدرب ومتخصص بالأعمال المتعلقة بمنشأة الاتصالات؛
- ينبغي أن تكون ظروف العمل ظروفا لا تُراعى فيها سوى مسيرات التيار من اليد إلى اليد ومن اليد إلى القدم؛
- يتطابق التيار المسموح به مع إحدى القيم المبيَّنة في الوثيقة المرجعية [5] (الشكل 20، المنحني c_2).

42.3 **الحالة الخطرة**: هي الحالة التي لا تنطبق فيها جوانب تشخيص الحالة النمطية للتداخل .e.m الذي تسببه شبكات الكهرباء. وتتسم هذه الحالة بالجوانب التالية:

- ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار ظروف العمل في مسيرات التيار من اليد إلى اليد ومن اليد إلى القدم ومن اليد إلى الصدر ومن اليد إلى الفخذ؛
- افتراض أن قيمة معاوقة المصدر مساوية للصفر؛
- ترد قيمة التيار المسموح به بين القيم الواردة في الوثيقة المرجعية [5] (الشكل 20، المنحني c_2).

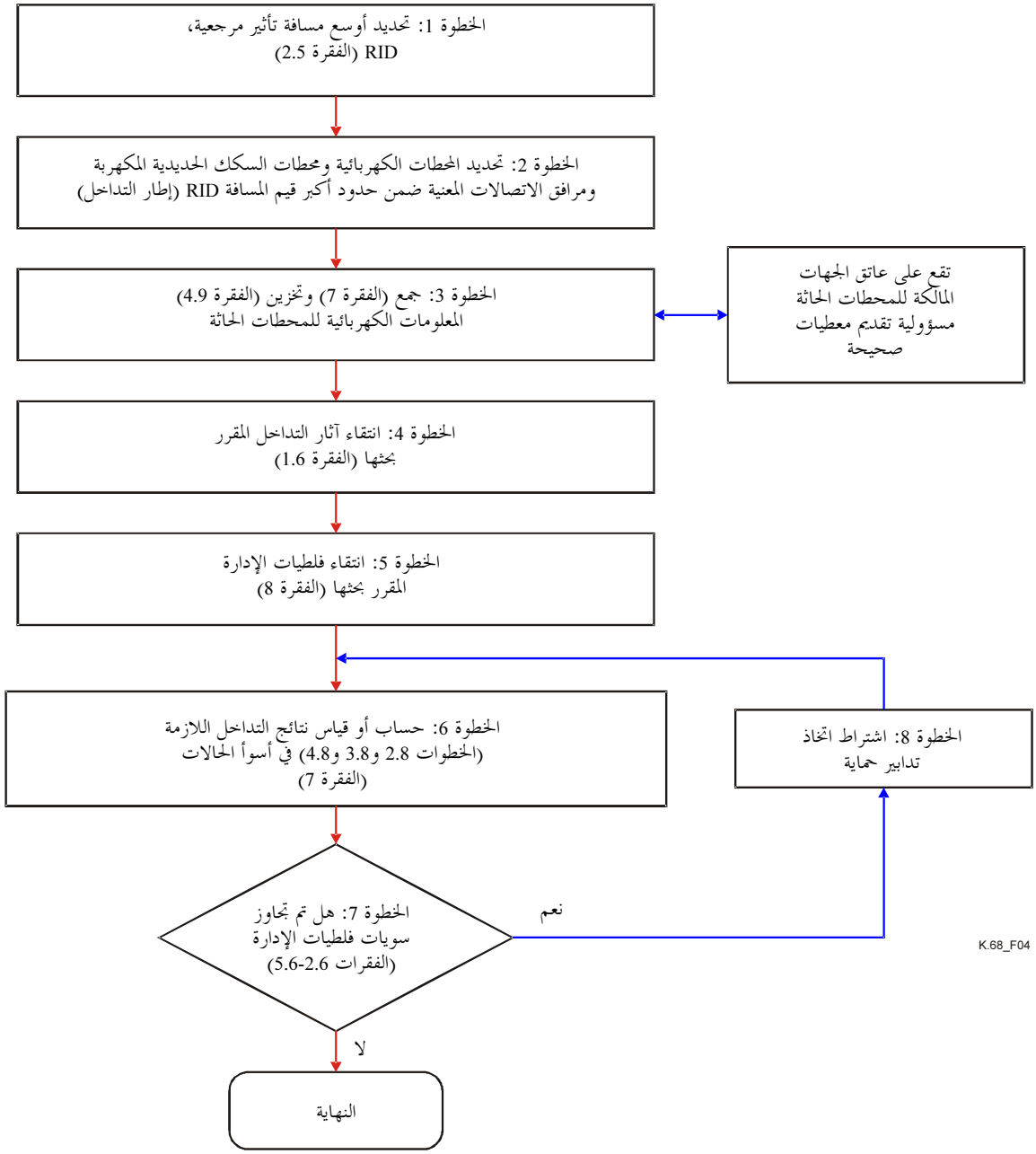
4 طريقة تقييم التداخل الكهرمغنطيسي

1.4 الجوانب العامة

من أجل تقييم ما إذا كانت حالة تداخل مقبولة، يجب أن تضطلع الجهة المصممة بنشاط يمكن تقسيمه فرعيا إلى عدة خطوات (انظر الشكل 4).

وتتضمن الفقرات الواردة أدناه كيفية العمل الموصى باتباعها[1].

[1] تشير الطريقة الموصوفة إلى حالة تصميم منشأة اتصالات جديدة تواجه محطات طاقة كهربائية قائمة: يمكن أيضاً عكس الحالة بطبيعة الحال. وفي حال تصميم محطة كهرباء جديدة حائلة، تُتبع نفس الطريقة مع بعض الاختلافات "الواضحة".



الشكل K.68/4 – مخطط انسيابي يلخص طريقة تقييم التداخل e.m.

2.4 إطار التداخل

ينبغي إجراء إحصاء لجميع المحطات الحاثة المحتملة على أساس المسافة المرجعية الأوسع (الواردة في الفقرة 2.5). ويمكن تحقيق ذلك بإجراء دراسات استقصائية و/أو الاتصال بالجهات المالكة لهذه المحطات لمعرفة تشكيلات الأخيرة. ومن ثم ينبغي الاستناد إلى نمط كل محطة لانتقاء أنماط الاقتران ذات الصلة (انظر الفقرة 1.5) وتحديد مسافات التأثير المرجعية (انظر الفقرة 2.5) لكل نمط من أنماط الاقتران ولكل محطة محتملة من المحطات الحاثة. ويتوقف أمر إهمال بعض المحطات الحاثة على مسافات التأثير المرجعية والحقيقية. وفي نهاية هذه الخطوة يُعرف إطار التداخل بالنسبة لكل محطة مستحثة.

3.4 جمع معلومات كهربائية عن المحطات الحاثة

عندما تعتزم الجهة المالكة بناء محطة حاثة أو تغييرها، يجب عليها أن تبلغ الجهات المالكة للمحطات المتأثرة. وينبغي أن تشتمل هذه المعلومات على المعطيات الكهربائية اللازمة لوصف ظروف التدخل المرجعي (الفقرة 7).

وتقع مسؤولية تقديم معطيات صحيحة على عاتق الجهات المالكة للمحطات الحاثة: وبالتالي، من الضروري الاحتفاظ بسجل عن المعطيات (انظر الفقرة 4.9).

4.4 تقييم نتائج التداخل والتحقق من امتثالها لفلطيات الإدارة

1.4.4 مبادئ أساسية

بناءً على دالة نمط المحطة المستحثة وفيما يتعلق بجميع المحطات الحاثة لإطار التداخل، يجب أن تقوم الجهة المصممة بما يلي:

- انتقاء تأثير (تأثيرات) التداخل التي ينبغي مراعاتها وفقاً لما يرد في الفقرة 1.6؛
- تقييم نتيجة (نتائج) تداخل كل تأثير من التأثيرات المنتقاة في الخطوة السابقة، وفقاً لما يرد في الفقرة 1.6؛
- إجراء حسابات أو أخذ قياسات أو الجمع بينهما كما ينبغي من أجل تقييم نتائج التداخل اللازمة، وذلك وفقاً لما يرد في الفقرات 2.8 و3.8 و4.8. وينبغي انتقاء حالات التداخل المقرر بحثها (أسوأ حالة تداخل) وفقاً لما يرد في الفقرة 7.

2.4.4 التقييم الأول

بناءً على إجراء حسابات أو أخذ قياسات أو الجمع بينهما على نحو ملائم، يتعين تقييم امتثال المحطة المستحثة في إطار تشكيلة تصميمها الأساسية لفلطيات الإدارة (الفقرات 2.6 و3.6 و4.6 و5.6) (انظر الفقرة 1.8).

وإذا كانت حالة التداخل مقبولة، فلا داعي للاضطلاع بالمزيد من أنشطة التصميم.

أما إذا كانت حالة التداخل غير مقبولة، فينبغي تطبيق تدابير لتخفيفها.

3.4.4 وضع تدابير التخفيف: التقييمات اللاحقة

على الجهة المصممة أن تنتقي تدابير التخفيف الممكنة، وأن تجري تقييمات معينة بواسطة إجراء حسابات أو أخذ قياسات أو الجمع بينهما على نحو ملائم، لإيجاد التدابير الأنسب للمحطة المستحثة.

وتتوقف ماهية التدابير المنتقاة المتعين تطبيقها ما إذا كان ينبغي تطبيقها على المحطة الحاثة أو المحطة المستحثة، على نمط التداخل ومداه، وتكلفة تدابير التخفيف، وعلى ما إذا كانت المحطات قائمة بالفعل أو ما زالت قيد التصميم. ومثلما هو الحال في جميع أنشطة التصميم، يتمثل أفضل الحلول في التوفيق بشكل مرض بين الضرورات التقنية والاقتصادية.

ويجب أن تدير الجهة المصممة هذا النشاط بدقة متناهية.

وعلى الجهة المصممة أن تأخذ في حسبانها أن تدابير التخفيف القادرة على تقليل نتائج الحث الحاصل في جزء من المحطة المستحثة (مثل التوصيل بالأرض عند أحد طرفيها) يمكن أن تؤدي إلى زيادة هذا الحث في أجزاء أخرى من المحطة (كما يحدث مثلاً في الطرف المقابل من المحطة): وعليه، من الضروري النظر في عدة تشكيلات للحث.

كما ينبغي أن تراعي الجهة المصممة أن أي تدبير تخفيف قادر على حل حالة تداخل غير مقبولة تسببها إحدى المحطات الحاثة، يمكن أن يقوم في نفس الوقت بتحويل حالة تداخل مقبولة ناشئة عن محطة حاثة أخرى إلى حالة غير مقبولة. وهذا يعني أن جميع المحطات الكائنة في إطار التداخل ينبغي أن تراعى على النحو الواجب

ملاحظة – كقاعدة عامة، وباستثناء حالة الاقتران التوصيلي على صعيد المحطات الفرعية، يُتوقع أن تكون حالة التداخل مقبولة عادة إذا كان الخط المستحث موصّلاً موجوداً في كبل بدرع أو عازل معدني مؤرض ومزود بواقيات من الصاعقة عند كلا الطرفين وإذا طُبقت تحوطات خاصة تحول دون سريان التيارات غير المسموح بها في جسم الإنسان.

5 حالات التداخل المقرر بحثها

1.5 أنماط الاقتران التي ينبغي مراعاتها

1.1.5 مرحلة التخطيط

تحدد الجداول 1 و2 و3 الواردة أدناه أنماط الاقتران التي ينبغي بحثها (بواسطة الحساب أو القياس) قبل إدخال أي محطة جديدة في الخدمة.

ويتعلق الجدول 1 بالحالات الأحادية لعطب الأرض ويراعي حقيقة مفادها أن قيم تيار العطب المصاحبة للشبكات المؤرضة المنفصلة والرنانة قيم منخفضة.

ولا يُؤخذ الاقتران التوصيلي بنظر الاعتبار إلا في مجالات تدخل فيها شبكات الاتصالات منطقة ترتفع فيها طاقة الأرض (EPR) وتكون تابعة لشبكة تأريض كهربائية.

الجدول K.68/1 – أنماط الاقتران التي ينبغي مراعاتها في محطات الطاقة الكهربائية في إطار مختلف حالات عطب التأريض – مرحلة التخطيط

نمط محطة الطاقة الكهربائية		نمط منشأة الاتصالات		
		كبل هوائي		كبل مدفون تحت سطح الأرض
		بدون درع معدني	بدرع معدني موصول بالأرض	
شبكات طاقة كهربائية هوائية متناوبة التيار بطورين وثلاثة أطوار	محايدة التأريض مباشرة أو بواسطة معاوقة صغيرة	حثي توصيلي	حثي توصيلي	حثي توصيلي
	معزولة محايدة أو مؤرضة رنانة	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
شبكات كبلات طاقة كهربائية هوائية متناوبة التيار بطورين وثلاثة أطوار	محايدة التأريض مباشرة أو بواسطة معاوقة صغيرة	حثي توصيلي	حثي توصيلي	حثي توصيلي
	محايدة غير مؤرضة مباشرة	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
شبكة طاقة كهربائية بتيار مستمر		لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
شبكة سحب مكهرب بتيار متناوب		حثي توصيلي	حثي توصيلي	حثي توصيلي
شبكة سحب مكهرب بتيار مستمر		لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد

الجدول K.68/2 – أنماط الاقتران التي ينبغي مراعاتها في محطات طاقة كهربائية تعمل اعتيادياً يمكن أن تعرض أشخاص للخطر أو تلحق الضرر بمنشأة اتصالات – مرحلة التخطيط

نمط محطة الطاقة الكهربائية		نمط منشأة الاتصالات		
		كبل هوائي		كبل مدفون تحت سطح الأرض
		بدون درع معدني	بدرع معدني موصول بالأرض	
شبكات طاقة كهربائية هوائية متناوبة التيار بثلاثة أطوار	جميع أنماط التأريض المحايد	حتي سعوي	حتي	حتي
شبكات كبلات كهربائية متناوبة التيار بثلاثة أطوار	جميع أنماط التأريض المحايد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
شبكة طاقة كهربائية بتيار مستمر		لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
شبكة سحب مكهربة بتيار متناوب		حتي	حتي توصيلي	حتي توصيلي
شبكة سحب مكهربة بتيار مستمر		لا يوجد	توصيلي	توصيلي

الجدول K.68/3 – أنماط الاقتران المتعين مراعاتها في محطات كهربائية تعمل اعتياديا يمكن أن تسبب اضطراباً لمنشأة الاتصالات – مرحلة التخطيط

نمط محطة الطاقة الكهربائية		نمط منشأة الاتصالات		
		كبل هوائي		كبل مدفون تحت سطح الأرض
		بدون درع معدني	بدرع معدني موصول بالأرض	
شبكات طاقة كهربائية هوائية متناوبة التيار بثلاثة أطوار	جميع أنماط التأريض المحايد	حتي	حتي	حتي
شبكات كبلات كهربائية متناوبة التيار بثلاثة أطوار	جميع أنماط التأريض المحايد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
شبكة طاقة كهربائية بتيار مستمر		لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
شبكة سحب مكهرب بتيار متناوب		حتي	حتي توصيلي	حتي توصيلي
شبكة سحب مكهرب بتيار مستمر		لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد

2.1.5 مرحلة التطبيق

لا ينجم عادةً خطر أو ضرر أو تداخل عن جميع أنماط الاقتران، بخلاف المذكورة منها في الجداول 1 و2 و3، وبذا، لا حاجة لإجراء حسابات أو أخذ قياسات إلا في حال ظهور آثار التداخل.

2.5 مسافة التأثير المرجعية

1.2.5 الجوانب العامة

تُعتبر محطات الطاقة الكهربائية الواقعة على مسافة أقل أو مساوية لمسافة التأثير االمرجعية (RID) بالنسبة إلى منشأة اتصالات معينة محطات حاثة لهذه المنشأة. ويتيح هذا تحديد إطار التداخل لمنشأة الاتصالات المستحثة.

أما منشآت الاتصالات الواقعة على مسافة أقل أو مساوية لمسافة التأثير المرجعية (RID) من محطة طاقة كهربائية معينة، فتُعتبر منشآت مستحثة من هذه المحطة، الأمر الذي يتيح تحديد إطار التداخل لمحطة الطاقة الكهربائية الحاثة.

والهدف من أخذ المسافة RID هو الحد من عدد المحطات الحاثة التي يتعين أخذها في الاعتبار والتي ينبغي بالنسبة لها تحديد قيم التياراًت/الفلطيات الحاثة.

وتقترح هذه التوصية قيم المسافة RID الواردة في الفقرات التالية، وقد قيِّمت باتباع الأسلوب المبين في الملحق A الافتراضات التي يرد وصف لها في التذييل الثاني، والمقابلة لأسوأ الحالات الممثلة بأعطاب خطوط الطاقة الكهربائية حالة التشغيل الاعتيادي لخطوط السحب المكهربة (تشير القيم الواردة في الجداول إلى أسوأ الحالات، أي، القيم الأكبر للمسافة RID)؛ غير أن بالإمكان تحديد قيم مختلفة في كل بلد، من جانب اللجنة أو السلطة الوطنية المختصة، أو إذا اتفقت الأطراف المعنية على ذلك باستعمال الأسلوب الوارد في الملحق A وافتراض قيم مختلفة للمعلمات المعنية فيما يخص القيم المبينة في التذييل 2.II، بغية تلبية الشروط الوطنية على نحو أفضل. ويرد في التذييل 1.II وصف لطائفة من قيم هذه المعلمات.

ويتمثل الهدف العملي من وراء مراعاة المسافة RID في تحديد المحطات التي ينبغي أن تُطلَب معطياتها الكهربائية من الإدارة أو الجهة المشغلة لشبكة المحطة المكهربة/محطة السحب المكهربة/منشأة الاتصالات. ومع ذلك، فإن مفهوم هذه المسافة لا يعفِ الأطراف المعنية من مسؤوليتها تجاه التداخلات التي قد تحدث على مسافات أكبر من قيم المسافة RID.

وينبغي قياس المسافة المذكورة RID من طول إسقاط محور الخط الكهربائي على الأرض.

2.2.5 الاقتران الحثي

1.2.2.5 حالات العطب

1.1.2.2.5 خط الطاقة الكهربائية بتيار متناوب

القيم RID الواردة في الجدول 4 والمتعلقة بالحالات العادية وتلك الواردة في الجدول 5 المتصلة بالحالات الخطرة هي قيم ينبغي تطبيقها بالنسبة لـ f = 50/60 Hz.

ويبين هذان الجدولان قيم المسافة RID بالنسبة لخطوط اتصالات غير مدرعة قصيرة (مثل شبكة النفاذ) أو طويلة بوصفها دالة للمقاومة النوعية المكافئة للأرض، ولخطوط الطاقة الكهربائية المتناوبة التيار الهوائية والمدفونة تحت سطح الأرض ذات الموصلات المحايدة المؤرضة مباشرة في كلتا المنطقتين الريفية والحضرية.

الجدول K.68/4 – قيم المسافة RID لشبكات طاقة كهربائية متناوبة التيار بتردد قدره 50/60 Hz في الحالات العادية

طول شبكة الاتصالات	المقاومة النوعية المكافئة للأرض [Ω m]	المسافة RID [m]			
		شبكة الطاقة الكهربائية/البيئة			
		هوائية		مدفونة تحت سطح الأرض	
		ريفية	حضرية	ريفية	حضرية
خط قصير	50	550	70	ملاحظة	ملاحظة
	500	1700	100	ملاحظة	
	5000	5400	100	300	
خط طويل	50	1200	500	300	20
	500	3700	1200	1000	
	5000	12000	2400	3100	
ملاحظة – لا يوجد تداخل.					

الجدول K.68/5 – قيم المسافة RID لشبكات الطاقة كهربائية متناوبة التيار بتردد قدره 50/60 Hz في الحالات الخطرة

طول خط الاتصالات	المقاومة النوعية المكافئة للأرض [Ω m]	المسافة RID [m]			
		شبكة الطاقة الكهربائية/البيئة			
		هوائية		مدفونة تحت سطح الأرض	
		ريفية	حضرية	ريفية	حضرية
خط قصير	50	1000	400	250	ملاحظة
	500	3300	800	750	
	5000	10000	1450	2400	
خط طويل	50	1800	1050	750	200
	500	5800	2600	2400	400
	5000	18000	6500	7500	600
ملاحظة – لا يوجد تداخل.					

وخط الطاقة الكهربائية المتناوب التيار بموصل محايد غير مؤرض مباشرة هو خط لا يسبب عموماً تداخلاً على خطوط الاتصالات في الحالات العادية (لا يمكن أن يحدث التداخل إلا في حالات استثنائية، انظر التذييل 1.II)؛ ويمكن في الحالات الخطِرة حصراً أن تسبب خطوط الطاقة الكهربائية الهوائية المتناوبة التيار في المناطق الريفية تداخلاً على خطوط الاتصالات الطويلة. وينبغي في هذه الحالة تطبيق قيم المسافة RID التالية:

- 30 m عندما Ω = 50 ρm؛
- 100 m عندما Ω = 500 ρm؛
- 300 m عندما Ω = 5000 ρm.

وينبغي تطبيق قيم RID الواردة في الجدول 6 والمتعلقة بكلتا الحالتين العادية والخطِرة على محطات الطاقة الكهربائية المتناوبة التيار والثنائية الطور العاملة بتردد f = 16⅔ Hz.

ويبين الجدول 6 قيم المسافة RID بالنسبة لخطوط اتصالات غير مدرعة قصيرة (كشبكة النفاذ) أو طويلة، بوصفها دالة للمقاومة النوعية المكافئة للأرض لخطوط الطاقة الكهربائية الهوائية المتناوبة التيار في المناطق الريفية.

الملاحظة 1 – يُفترض بأن يكون أي خط طاقة كهربائية مدفون تحت سطح الأرض خطاً مدرعاً. وإذا كان الدرع المكون من غلاف بلاستيكي معزول موصولاً بالأرض عند نقطة طرفية واحدة فقط، ينبغي اعتبار خط الطاقة الكهربائية المدفون تحت سطح الأرض خطاً هوائياً.

الملاحظة 2 – الخط الكهربائي المتناوب التيار هو خط "هوائي" ممدود في المناطق الريفية بينما لا تُركب في المناطق الحضرية سوى خطوط طاقة كهربائية مدفونة تحت سطح الأرض.

الجدول K.68/6 – قيم المسافة RID المتعلقة بشبكات طاقة كهربائية متناوبة التيار وثنائية الطور بتردد قدره 16⅔ Hz في كلتا الحالتين العادية والخطِرة

شبكة كهربائية/البيئة	المقاومة النوعية المكافئة للأرض [Ω m]	المسافة RID [m] شبكة اتصالات			
		حالة عادية		حالة خطِرة	
		خط قصير	خط قصير	خط قصير	خط قصير
هوائية/ريفية	50	100	700	800	1800
	500	300	2200	2500	5800
	5000	1000	7000	8000	18000

2.1.2.2.5 خط الطاقة الكهربائية بتيار مستمر

لا يزال قيد البحث.

2.2.2.5 التشغيل الاعتيادي

1.2.2.2.5 خطوط السحب المكهربة بتيار مستمر

1.1.2.2.2.5 المسافة RID المتعلقة بظاهرة الحث بتردد أساسي

ينبغي تطبيق قيم المسافة RID المبينة في الجدول 7 بتردد 50/60 Hz وتلك الواردة في الجدول 8 بتردد ⅔16 Hz على خطوط السحب المكهربة المتناوبة التيار بنظام تغذية بسيط عائد إلى السكك الحديدية والأرض (RR) في الحالتين العادية والخطِرة على حد سواء.

أما قيم المسافة RID المبينة في الجدول 9 بتردد 50/60 Hz وتلك الواردة في الجدول 10 بتردد ⅔16 Hz، فلابد من تطبيقها على خطوط السحب المكهربة المتناوبة التيار بأنظمة تغذية خاصة (محول أوتوماتي (AT) أو محول تعزيز (BT)) في كلتا الحالتين العادية والخطِرة.

وترد في الجداول المذكورة قيم RID بالنسبة لخطوط اتصالات غير مدرعة قصيرة (مثل شبكة النفاذ) أو طويلة بوصفها دالة للمقاومة النوعية المكافئة للتربة، ولخطوط الطاقة الكهربائية المتناوبة التيار الهوائية والمدفونة تحت سطح الأرض في المنطقتين الريفية والحضرية على حد سواء.

الجدول K.68/7 – قيم المسافة RID لخطوط سحب مكهربة متناوبة التيار مزود بنظام تغذية بسيط عائد إلى السكك الحديدية (RR) وتردد قدره 50/60 Hz في كلتا الحالتين العادية والخطِرة

شبكة كهربائية/البيئة	المقاومة النوعية المكافئة للأرض [Ω m]	المسافة RID [m]	
		شبكة اتصالات	
		خط قصير	خط طويل
هوائية/ريفية	50	700	1350
	500	2200	4300
	5000	7000	13500
هوائية/حضرية	50	140	600
	500	250	1600
	5000	300	3500

الجدول K.68/8 – قيم المسافة RID لخطوط سحب مكهربة متناوبة التيار مزود بنظام تغذية بسيط عائد إلى السكك الحديدية (RR) وتردد قدره ⅔16 Hz في كلتا الحالتين العادية والخطِرة

شبكة كهربائية/البيئة	المقاومة النوعية المكافئة للأرض [Ωm]	المسافة RID [m]	
		شبكة اتصالات	
		خط قصير	خط طويل
هوائية/ريفية	50	450	1400
	500	1400	4300
	5000	4500	13500
هوائية/حضرية	50	15	400
	500		800
	5000		1200

الجدول K.68/9 – قيم المسافة RID لخطوط سحب مكهربة متناوبة التيار مزودة بنظام تغذية خاص (محول AT أو محول BT) ذي تردد قدره 50/60 Hz في كلتا الحالتين العادية والخطِرة

شبكة كهربائية/البيئة	المقاومة النوعية المكافئة للأرض [Ω m]	المسافة RID [m]	
		شبكة اتصالات	
		خط قصير	خط طويل
هوائية/ريفية	50	160	600
	500	500	2000
	5000	1000	2800
هوائية/حضرية	50	ملاحظة	130
	500		240
	5000		300
ملاحظة – لا يوجد تداخل.			

الجدول K.68/10 – قيم المسافة RID لخطوط سحب مكهربة متناوبة التيار مزودة بأنظمة تغذية خاصة (محول AT أو محول BT) ذات تردد قدره ⅔ 16 Hz في كلتا الحالتين العادية والخطِرة

شبكة كهربائية/البيئة	المقاومة النوعية المكافئة للأرض [Ω m]	المسافة RID [m]	
		شبكة اتصالات	
		خط قصير	خط طويل
هوائية/ريفية	50	10	280
	500	30	900
	5000	500	5000
هوائية/حضرية	50	ملاحظة	ملاحظة
	500		
	5000		
ملاحظة – لا يوجد تداخل.			

2.1.2.2.2.5 المسافة RID المتعلقة بحث ذي تردد ضجيجي

قيم المسافة RID المحسوبة لوحدات السحب بمعكاسات تردد ومحركات لا تزامنية أدنى من القيم المتعلقة بتردد القدرة، بينما ترد في الجدولين 11 و12 على التوالي قيم RID المحسوبة لقاطرة ثنائية المساري (ثايرستور) بمرشاح أو لقاطرة بتحكم مختلط ثنائية المساري وبالثايرستور من دون مرشاح فيما يخص الحالتين العادية والخطِرة على حد سواء. وقيم المسافة RID هذه أعلى من القيم المتعلقة بتردد القدرة.

الجدول K.68/11 – قيم المسافة RID المتعلقة بحث ضجيجي ناجم عن خطوط سحب مكهربة متناوبة التيار بقاطرة (ثايرستور) ثنائية المساري بمرشاح ذي تردد قدره 50/60 Hz في كلتا الحالتين العادية والخطِرة

شبكة كهربائية/البيئة	المقاومة النوعية المكافئة للأرض [Ωm]	المسافة RID [m]	
		شبكة اتصالات	
		خط قصير	خط طويل
هوائية/ريفية	50	940	غير مطابق
	500	3000	
	5000	9400	
هوائية/حضرية	50	650	
	500	1800	
	5000	5300	

الجدول K.68/12 – قيم المسافة RID المتعلقة بحث ضجيجي ناجم عن خطوط سحب مكهربة متناوبة التيار بقاطرة مختلطة التحكم ثنائية المساري وبالثايرستور بدون مرشاح وبتردد 50/60 Hz في كلتا الحالتين العادية والخطِرة

شبكة كهربائية/البيئة	المقاومة النوعية المكافئة للأرض [Ωm]	المسافة RID [m]	
		شبكة اتصالات	
		خط قصير	خط طويل
هوائية/ريفية	50	1900	غير مطابق
	500	6000	
	5000	19000	
هوائية/حضرية	50	1250	
	500	3500	
	5000	9400	

2.2.2.2.5 خط سحب مكهرب بتيار مستمر

لا يزال قيد البحث.

3.2.5 الاقتران السعوي

ينبغي ألا تكون مسافة التأثير المرجعية بمقدار 100 m إلا عندما يكون كل من الخطين الحاث والمستحث هوائيين وغير مدرعين. ويُهمل الاقتران السعوي في جميع الحالات الأخرى.

4.2.5 الاقتران التوصيلي

عند حساب المسافة RID للاقتران التوصيلي، يتعين مراعاة المقاومة النوعية لطبقة التربة السطحية التي يُطمر فيها نظام قطب التأريض (الشبكة).

1.4.2.5 شبكة تأريض المحطة الفرعية

قيم المسافة RID الواردة في الجدول 13 والمتعلقة بحالة عادية وتلك المبينة في الجدول 14 والمتصلة بحالة خطِرة هي قيم ينبغي تطبيقها على التردد f = 50/60 Hz.

ويبين الجدولان المذكوران قيم المسافة RID بالنسبة لخطوط اتصالات غير مدرعة قصيرة (مثل شبكة النفاذ) أو طويلة بوصفها دالة للمقاومة النوعية المكافئة للتربة، وخطوط الطاقة الكهربائية المتناوبة التيار الهوائية والمختلطة والمدفونة تحت سطح الأرض ذات الموصلات المحايدة المؤرضة مباشرة في كلتا المنطقتين الريفية والحضرية.

ملاحظة – من غير المحتمل أن تكون المحطة الفرعية كائنة في منطقة ذات تربة بمقاومة نوعية عالية جداً، وعليه، لا يُتوقع تطبيق قيم المسافة RID المحددة لمقاومة قدرها 5000 Ωm، نظراً لأن قيمة 500 Ωm تشمل مدى يتراوح بين 150 Ωm و1500 Ωm، مثلما يبين ذلك الجدول II.1.

الجدول K.68/13 – قيم المسافة RID لشبكات طاقة كهربائية متناوبة التيار بتردد 50/60 Hz في الحالة العادية (اقتران توصيلي تسببه شبكة تأريض المحطة الفرعية)

مساحة شبكة المحطة الفرعية [بالأمتار المربعة]	المقاومة النوعية للتربة [Ω m]	المسافة RID [m]					
		شبكة الطاقة الكهربائية/البيئة					
		هوائية		مختلطة		مدفونة تحت سطح الأرض	
		ريفية	حضرية	ريفية	حضرية	ريفية	حضرية
(m 15 × m 15) 225	50	40	15	10	ملاحظة	ملاحظة	ملاحظة
	500	450	150	200	200	60	90
	5000	4700	1150	1900	1900	450	900
(m 50 × m 50) 2500	50	50	10	5	ملاحظة	ملاحظة	ملاحظة
	500	700	200	250	250	75	120
	5000	7000	1700	2800	2800	680	1400
(m 150 × m 150) 22500	50	30	ملاحظة	ملاحظة	ملاحظة	ملاحظة	ملاحظة
	500	850	250	300	60	120	2
	5000	9300	2200	3700	850	1800	400
ملاحظة – لا يوجد تداخل.							

الجدول K.68/14 – قيم المسافة RID لشبكات طاقة كهربائية متناوبة التيار بتردد 50/60 Hz في الحالة الخطِرة (اقتران توصيلي تسببه شبكة تأريض المحطة الفرعية)

مساحة شبكة المحطة الفرعية [بالأمتار المربعة]	المقاومة النوعية للتربة [Ω m]	المسافة RID [m]					
		شبكة كهربائية/البيئة					
		هوائية		مختلطة		مدفونة تحت سطح الأرض	
		ريفية	حضرية	ريفية	حضرية	ريفية	حضرية
(m 15 × m 15) 225	50	100	40	40	10	15	ملاحظة
	500	1100	400	430	150	200	70
	5000	11000	2700	4300	1000	2200	500
(m 50 × m 50) 2500	50	140	50	40	5	10	ملاحظة
	500	1600	500	600	200	300	90
	5000	16400	4000	6500	1600	3200	800
(m 150 × m 150) 22500	50	150	30	20	ملاحظة	ملاحظة	ملاحظة
	500	2100	700	800	200	350	80
	5000	21800	5400	8600	2100	4300	1000
ملاحظة – لا يوجد تداخل.							

2.4.2.5 تأريض برج خط الطاقة الكهربائية

قيم المسافة RID الواردة في الجدول 15 المتعلقة بالحالات العادية وتلك المبينة في الجدول 16 والمتصلة بالحالات الخطِرة هي قيم ينبغي تطبيقها على التردد f = 50/60 Hz.

ويبين هذان الجدولان قيم المسافة RID بالنسبة لخطوط اتصالات غير مدرعة قصيرة (كشبكة النفاذ) أو طويلة بوصفها دالة للمقاومة النوعية المكافئة للأرض، وللخطوط الكهربائية الهوائية المتناوبة التيار ذات الموصلات المحايدة المؤرضة مباشرة في كلتا المنطقتين الريفية والحضرية.

وفي حال أظهرت القياسات قيماً مختلفة عن تلك الواردة في الجدولين 15 و16، عندئذ تنطبق القيم المقيسة.

الجدول K.68/15 – قيم المسافة RID لشبكات الطاقة الكهربائية متناوبة التيار بتردد 50/60 Hz في الحالة العادية (اقتران توصيلي ناجم عن برج خط الطاقة الكهربائية)

تشكيلة سلك مدرع	المقاومة النوعية المكافئة للتربة [Ω m]	المسافة RID [m]	
		شبكة طاقة كهربائية/البيئة	
		هوائية/ريفية	هوائية/حضرية
sw 1	50	15	6
	500	25	8
	5000	30	8
sw 2	50	10	4
	500	15	6
	5000	20	5
cp + sw 1	50	3	1
	500	7	2
	5000	15	3

الجدول K.68/16 – قيم المسافة RID لشبكات طاقة كهربائية متناوبة التيار بتردد 50/60 Hz في الحالة الخطِرة (اقتران توصيلي ناجم عن برج خط الطاقة الكهربائية)

تشكيلة سلك مدرع	المقاومة النوعية المكافئة للتربة [Ω m]	المسافة RID [m]	
		شبكة طاقة كهربائية/البيئة	
		هوائية/ريفية	هوائية/ريفية
sw 1	50	30	15
	500	55	30
	5000	80	30
sw 2	50	20	10
	500	40	15
	5000	50	15
cp + sw 1	50	6	3
	500	15	5
	5000	30	7

3.4.2.5 شبكات السحب المكهربة بتيار متناوب

قيمة المسافة RID هي 5 m في الحالتين العادية والخطِرة على حد سواء.

6 فلطيات الإدارة

1.6 المعايير المحددة لتطبيق فلطيات الإدارة

ترد في الجدول 17 التأثيرات التي ينبغي مراعاتها ونتائج التداخل الكهرمغنطيسي التي يتعين تقييمها من أجل تحديد مقدار التداخل الكهرمغنطيسي في أسوأ الحالات: وترد فلطيات الإدارة المقابلة في الفقرات 2.6 و3.6 و4.6 و5.6.

الجدول K.68/17 – التأثيرات التي ينبغي أخذها في الاعتبار والنتائج ذات الصلة

التأثير على المحطة المستحثة	المحطة الحاثة	هل ينبغي أخذ هذا التأثير في الاعتبار؟	نتيجة التداخل
خطر	تشغيل اعتيادي	نعم	فلطية إلى الأرض
	في حالة العطب	نعم	فلطية إلى الأرض
ضرر	تشغيل اعتيادي	نعم	فلطية إلى الأرض
	في حالة العطب	نعم	فلطية إلى الأرض
اضطراب	تشغيل اعتيادي	نعم	فلطية بين كبلي الزوج كليهما
	في حالة العطب	لا	– – – –

2.6 الفلطيات الخطيرة: الحدود

1.2.6 الجوانب العامة

ترد في هذه الفقرة قيم الفلطيات المستحثة والمدد المقابلة لها المُلاحظة على منشأة اتصالات معينة بفعل تأثير محطة طاقة كهربائية أو محطة سحب مكهربة متناوبة التيار موجودة في الجوار في أثناء التشغيل الاعتيادي وحالة العطب، والتي يُسمح للجهات المشغلة لمحطات الطاقة الكهربائية ومحطات السحب بإحداثها بواسطة أي نمط من أنماط الاقتران الكهرمغنطيسي على منشأة اتصالات مستحثة دون التسبب في تعريض العاملين فيها للخطر.

ملاحظة – لا يُسمح لمستعملي خدمات الاتصالات بلمس أي عنصر معدني من عناصر شبكة الاتصالات. (انظر التوصية ITU-T K.50).

2.2.6 حالة العطب

ترد في الجدول 18 قيم حدود الفلطية المستحثة بأسلوب مشترك بالنسبة إلى الأرض في أي نقطة من نقاط منشأة الاتصالات المستحثة فيما يخص الحالات العادية، وترد في الجدول 19 قيم هذه الحدود في الحالات الخطِرة.

الملاحظة 1 – يمكن حساب قيم تحديد مختلفة بتطبيق التوصية ITU-T K.33.

الملاحظة 2 – يوضح المجلد السادس من التوجيهات الأساس المنطقي للقيم الواردة في الجدولين المذكورين.

الجدول K.68/18 – قيم الحدود المقابلة لخطر محدق في حالة حدوث تداخلات كهرمغنطيسية ناجمة عن محطات طاقة كهربائية معطوبة متناوبة التيار – الحالة العادية

مدة العطب المرجعية t [s]	متوسط الجذر التربيعي (r.m.s.) للفلطية المستحثة [V]
$0{,}10 \geq t$	2000
$0{,}20 \geq t > 0{,}10$	1500
$0{,}35 \geq t > 0{,}20$	1000
$0{,}50 \geq t > 0{,}35$	650
$1{,}00 \geq t > 0{,}50$	430
$1{,}00 < t \leq 3{,}00$	150
$3{,}00 < t$	60

الجدول K.68/19 – قيم الحدود المقابلة لخطر محدق في حالة حدوث تداخلات كهرمغنطيسية ناجمة عن محطات كهربائية معطوبة متناوبة التيار – الحالة الخطِرة

مدة العطب المرجعية t [s]	متوسط الجذر التربيعي (r.m.s.) للفلطية المستحثة عموماً [V]	متوسط الجذر التربيعي (r.m.s.) للفلطية المستحثة عندما تنتفي الحاجة إلى مراعاة مسيرات التيار المار بالصدر أو الفخذ [V]
$0,60 \geq t$	430	650
$0,1 \geq t > 0,06$	430	430
$1,0 \geq t > 0,1$	300	300
$1,0 > t$	60	60

وفيما يتعلق بحالات عطب شبكات الطاقة الكهربائية المستمرة التيار، فإن قيم الذروة الواردة في الجدولين 18 و19 في الحالتين العادية والخطِرة على التوالي هي قيم ينبغي ألا تتجاوزها الفلطية المستحثة بأسلوب مشترك في إطار الحالات الانتقالية بالنسبة إلى الأرض وعند أي نقطة من نقاط منشأة الاتصالات المستحثة.

الملاحظة 3 – تُؤمن الحماية من الأخطار إذا كان الخط المستحث موصلاً داخل كبل مؤرض بدرع أو عازل معدني وكانت جميع الموصلات مزودة بأجهزة للحماية من الصواعق عند كلا طرفيها وكان الدرع مؤرضاً بفواصل زمنية مقررة وإذا طُبقت تحوطات خاصة تحول دون سريان التيارات غير المسموح بها في جسم الإنسان.

3.2.6 التشغيل الاعتيادي

القيمة الحدية للفلطية المستحثة بأسلوب مشترك بالنسبة إلى الأرض وعند أي نقطة من نقاط منشأة الاتصالات المستحثة، والناجمة عن جميع محطات الطاقة الكهربائية الحاثة لإطار التداخل في حالة التشغيل الاعتيادي، مقدارها 60 V r.m.s.

3.6 الفلطيات الضارة

ترد في هذه الفقرة قيم الفلطيات المستحثة والمدد المقابلة لها المُلاحظة على منشأة اتصالات معينة والحادثة بفعل تأثير محطة طاقة كهربائية أو محطة سحب مكهربة متناوبة التيار موجودة في الجوار أثناء التشغيل الاعتيادي وحالات العطب والتي يُسمح للجهات المشغلة للمحطات وخطوط السحب بإحداثها بواسطة أي نمط من أنماط الاقتران الكهرمغنطيسي على منشأة اتصالات مستحثة من دون تحمل مسؤولية اتخاذ تدابير رامية إلى التخفيف من الأضرار التي تتعرض لها عوازل منشأة الاتصالات و/أو تجهيزاتها.

وفيما يلي قيم الفلطيات المستحثة بأسلوب مشترك بالنسبة إلى الأرض عند أي نقطة من نقاط منشأة الاتصالات المستحثة، والتي قد تسبب أضرارا في حالات عطب محطات الطاقة الكهربائية، والقيم هي:

1) القيم الواردة في الجدول 20 التي تمثل أدنى سويات المقاومة النوعية للتجهيزات الموصولة بمنشأة الاتصالات؛

الملاحظة 1 – عندما ينشأ التداخل الكهرمغنطيسي عن محطة طاقة كهربائية مستمرة التيار في إطار حالات انتقالية، فإن قيم الحدود هي قيم ذروة الجذر التربيعي (r.m.s.) للفلطيات المستحثة الواردة في الجدول 20.

2) 1000 V r.m.s. هو أدنى فلطية لمقاومة عزل منشآت الاتصالات المكونة من كبلات كهربائية متناظرة ذات موصلات معزولة بمواد ورقية، بصرف النظر عن مدة العطب المرجعية؛

3) 2000 V r.m.s هو أدنى فلطية لمقاومة عزل منشآت الاتصالات المكونة من كبلات كهربائية متحدة المحور، بصرف النظر عن مدة العطب المرجعية؛

4) 2000 V r.m.s هو أدنى فلطية لمقاومة عزل منشآت الاتصالات المكونة من كبلات ألياف بصرية تحتوي على أجزاء معدنية، بصرف النظر عن مدة العطب المرجعية؛

الملاحظة 2 – تُؤمن الحماية من الأضرار التي تلحق بعوازل منشأة الاتصالات و/أو تجهيزاتها إذا كان الخط المستحث موصلاً داخل كبل مؤرض بدرع أو عازل معدني وكانت جميع الموصلات مزودة بأجهزة للحماية من الصواعق عند كلا طرفيها.

الجدول K.68/20 – أدنى سوية للمقاومة النوعية للتجهيزات الموصولة بمنشآت الاتصالات بوصفها دالة لمدة العطب في محطات طاقة كهربائية متناوبة التيار

مدة العطب المرجعية t [s]	متوسط الجذر التربيعي (r.m.s.) للفلطية المستحثة
$0,20 \geq t$	1030
$0,35 \geq t > 0,20$	780
$0,50 \geq t > 0,35$	650
$1,0 \geq t > 0,50$	430
$2,0 \geq t > 1,0$	300
$3,0 \geq t > 2,0$	250
$5,0 \geq t > 3,0$	200
$10,0 \geq t > 5,0$	150
$10,0 < t$	60

4.6 فلطيات الحصانة

فيما يلي قيمتا الفلطية المستحثة التي تسببها جميع محطات الطاقة الكهربائية الحاثة لإطار التداخل العاملة معاً في حالات التشغيل الاعتيادي، والتي يمكن أن تعطل وظائف التجهيزات الموصولة بمنشأة الاتصالات، والقيمتان هما:

- قيمة 60 V r.m.s. للفلطية المستحثة بأسلوب مشترك بالنسبة إلى الأرض عند أي نقطة من نقاط منشأة الاتصالات المستحثة؛
- قيمة 60 V r.m.s. للفلطية المستحثة بين أي جزأين معدنيين موجودين في نفس الموقع، وعند أي نقطة من نقاط منشأة الاتصالات المستحثة.

5.6 فلطية الضوضاء: قيمة الحد

قيمة حد الفلطية المستحثة الضجيجية بين سلكي أي زوج من أزواج منشأة الاتصالات المستحثة، التي تولدها جميع محطات الطاقة الكهربائية الحاثة لإطار التداخل العاملة معاً في حالات التشغيل الاعتيادي، والتي قد تسبب انحطاط نوعية الخدمة الصوتية التي يمكن أن تقدمها منشأة الاتصالات المستحثة، هي قيمة قدرها 0,5 mV عند أي مطراف من مطاريف المنشأة المذكورة.

الملاحظة 1 – تؤدي قيم خسارة التحويل الطولي (LCL) المبينة في الفقرة 6 من التوصية K.10 إلى الحصول على فلطية طولية مستحثة ضجيجية مسموح بها قدرها 200 mV عند أي مطراف من مطاريف خط الاتصالات.

الملاحظة 2 – إذا كانت الفلطية المستحثة الضجيجية في حالة نشوء تداخل كهرمغنطيسي عن شبكات سحب مكهربة فلطية أكبر من قيمة حد الضوضاء الواردة في هذه الفقرة ولكنها أدنى من قيمة 2,5 mV ،تكون الضوضاء محتملة في حال كان مجموع نواتج قيم الفلطية الضجيجية عند أي فترة زمنية تصل إلى دقيقة واحدة أكبر من 0,5 mV وكانت المدة المقابلة أقل من المقدار 30 mV أو مساوية له.

7 حالات التداخلات المرجعية

1.7 الجوانب العامة

ترتبط قيم فلطيات الإدارة الواردة في الفقرة 6 بحالات التداخل التي يجب أن تكون الأكثر خطراً وواقعية في نفس الوقت (ينبغي ألا يكون احتمال ظهورها ضعيفاً للغاية).

وإذا ما نظرنا إلى المحطة الحاثة، فإن حالات التداخلات المرجعية هي عادة الحالات التي تمثل بالقيم العليا للمعلمات الحاثة (التيار، الفلطيات، طول مسافة الاقتراب، وما إلى ذلك).

وإذا ما أخذنا المحطة الحاثة بعين الاعتبار، فإن هذه التوصية لا يمكن أن تقدم سوى إرشادات بخصوص حالات التداخل المرجعية: وهذه هي الحالة تماماً في المحطات المعقدة (مثل محطات السحب المكهربة المتناوبة التيار بمحولات أوتوماتية أو محولات تعزيز). وبالنظر إلى أن الأمر ينطوي على استعمال معلمات كثيرة، من المستحيل في معظم الحالات أن تحدد، من باب أولى، أسوأ حالة تداخل: وليس من الضروري أن تتسم أسوأ حالة تداخل على صعيد المحطة المستحثة بالقيمة العليا للفلطية المستحثة، فقد يتسنى تشخيصها بأوسع جزء من المحطة المستحثة تظهر فيه فلطيات مستحثة غير مقبولة.

والأمر متروك للجهة المصممة لكي تبحث حالات التداخل المختلفة من أجل تقييم أسوئها بعد النظر في كامل مجموعة نتائج التداخل.

أما إذا نظرنا إلى المحطة المستحثة، فإن حالات التداخلات المرجعية فيها تُمثل عادة بأفضل تشكيلة حماية وفقاً لمعطيات التصميم.

ويجب أن يكون لا تماثل منشأة الاتصالات مطابقاً لما يرد في التوصية ITU-T K.10 [3].

2.7 الحالات المتصلة بالمحطة الحاثة

1.2.7 شبكة الطاقة الكهربائية المتناوبة التيار

1.1.2.7 حالات العطب

تتمثل حالة العطب المرعية هنا في عطب الطور بالنسبة إلى الأرض.

ملاحظة – تقترن هذه القيم بالطور الانتقالي لتيارات الدارة القصيرة إلى الأرض. وينبغي أيضاً مراعاة الذروة الأولى للطور الانتقالي الفرعي، مثلاً في حالة المحطة الفرعية التابعة لمحطة رئيسية لتوليد الكهرباء.

وينبغي أن تقدم هيئة تشغيل المحطة الكهربائية المعنية والمتناوبة التيار قيمة تيار العطب. وينبغي أن يتيح التيار تحقيق الزيادات المقررة في سوية تيار العطب المحدد للمحطة.

ويتعين بيان تيار العطب الأرضي لجميع النقاط الممتدة على طول المحطة الحاثة بما فيها المحطات الفرعية، لأن جميع نقاط الخط الحاث هذه هي نقاط عطب محتملة.

وينبغي تقديم قيم تيار العطب في شكل مخططات أو تعابير أو جداًول بوصفها قيماً للتيار الحاث الحقيقي، مع مراعاة تقليل الأثر الموهن للأسلاك والمؤرضة، على سبيل المثال.

ويتعين أن تقدم شركة الكهرباء مدة العطب المرجعية على أساس حالات ضبط مرحلات الحماية أو معطيات العطب الإحصائية المطبقة على المحطة قيد البحث.

1.1.1.2.7 الاقتران التوصيلي

ينبغي قياس الفلطيات التي تظهر في شبكة الاتصالات بسب الاقتران التوصيلي في محطة فرعية بسبب وجود اختلافات محلية كبيرة. وتُؤخذ القياسات باستعمال مولد اختبار بتيار قدره عشرات الأمبيرات. ويُفضل استعمال تردد غير التردد الأساسي، ولكن قريب من قيمة تبلغ مثلاً أقل من 5-10 Hz. ويتم تجنب التداخل الناشئ عن التردد الأساسي في نتائج الاختبار باستعمال فلطمتر منتقى بتردد معين. والتيار الذي يسبب ارتفاع طاقة الأرض (EPR) هو التيار الساري عبر شبكة تأريض المحطة الفرعية وهو لا يمثل سوى جزءاً من إجمالي تيار العطب.

ويتم الحصول على فلطيات التداخلات المرجعية بضرب نتائج الاختبار في نسبة (تيار شبكة التأريض)/(تيار الاختبار).

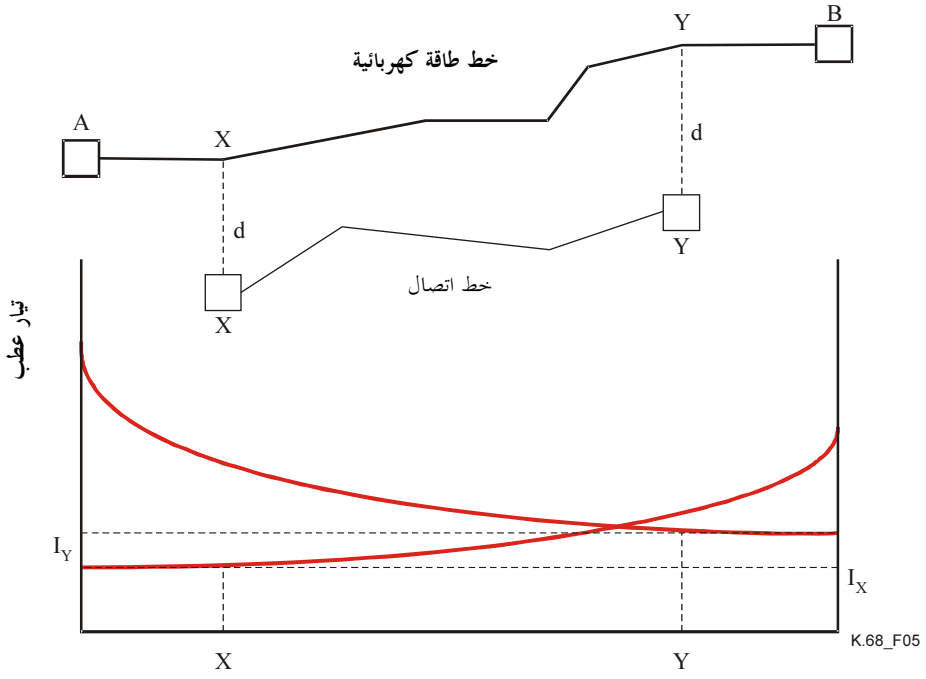
وبالإمكان حساب الفلطيات التي يسببها الاقتران التوصيلي في شبكة الاتصالات في محطة فرعية إذا عُرفت معلمات شبكة تأريض المحطة الفرعية وتيار التأريض. وقد تقتضي الضرورة قياس هذه الفلطيات في حال عدم معرفة المعلمات المذكورة أو إذا كانت المحطة الفرعية كائنة في منطقة حضرية أو كانت التربة القريبة من المحطة تتسم بأوجه عدم تجانس كبيرة.

وينبغي وضع مسبار التيار المصاحب لمولد الحقن على مسافة بعيدة بما في الكفاية عن المحطة الفرعية للحيلولة دون حصول اقتران كبير بين الشبكة والمسبار. ولابد من تركيب الموصلات المصاحبة لمولد الحقن ومسابير قياس ارتفاع طاقة الأرض (EPR) بزاوية قدرها 90 درجة على الأقل لتلافي حصول استحثاث متبادل فيما بينها.

2.1.1.2.7 الاقتران الحثي

ينبغي أن ينتقي المهندس المسؤول عن إجراء التقييم الموقع المعطوب الذي ينبغي أخذه في الحسبان من أجل تقييم نتائج التداخل المقرر مقارنتها مع قيم الحدود بوصفه موقعاً يؤدي إلى بيان أسوأ حالة مستحثة تؤثر على خط اتصالات معين.

ويبين الشكل 5 المظهر الجانبي الطولي للتيارات المعطوبة السارية من المحطتين الفرعيتين A وB بوصفه دالة للموقع المعطوب على امتداد خط الطاقة الكهربائية. وفي هذه الحالة، تكون معاوقة الطاقة الكهربائية إلى الأرض متطابقة في أي نقطة من النقاط الممتدة على الخط، مثل 0 Ω.



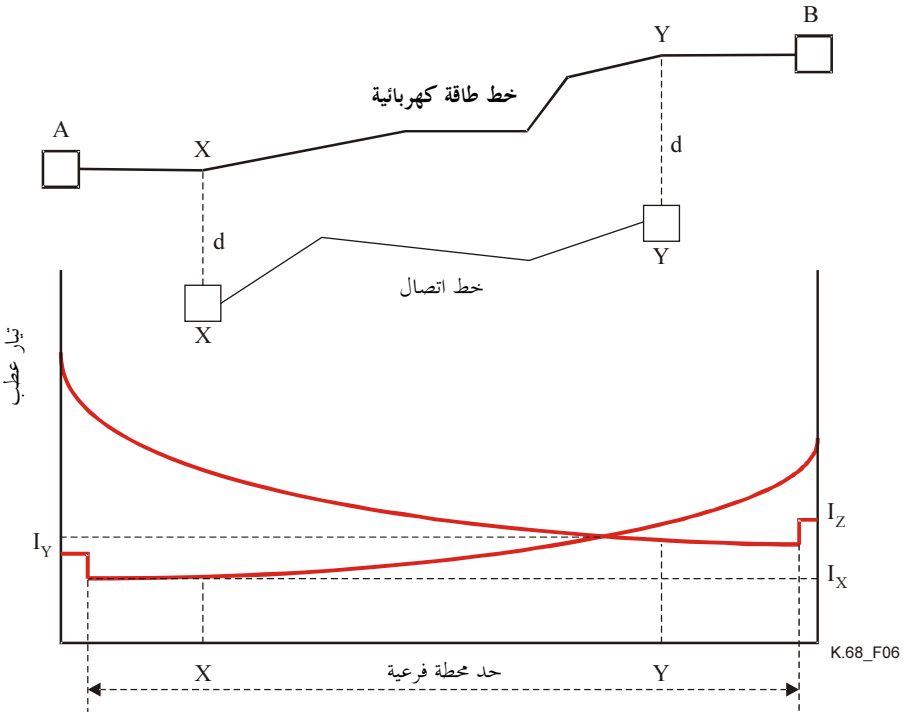
الشكل K.68/5 – التباين النمطي لتيار العطب الأرضي مع موقع العطب (مثل X وY) بالنسبة للمحطات التي تتطابق فيها معاوقة العطب على طول الخط

ويتضاءل تيار العطب الصادر من المحطة الفرعية A اعتباراً من النقطة A على طول الخط الممتد حتى المحطة الفرعية B. وأي عطب يحدث في الموقع Y، وهو أحد طرفي إسقاط خط الاتصالات Y-X، يؤدي عادة إلى الحصول على أعلى فلطية مستحثة من المحطة الفرعية A.

ويسبب التيار الصادر من المحطة الفرعية B أعلى فلطية مستحثة في موقع العطب X. ونظراً لأن قيمة I_Y أكبر من قيمة I_X، فإن القيمة I_Y تقابل أسوأ حالة.

ويوضح الشكل 6 حالة تكون فيها معاوقة عطب خط الطاقة الكهربائية إلى الأرض أقل عند الطرفين، بسبب قيمة المعاوقة البالغة 0 Ω في المحطات الفرعية. وقد تكون المعاوقة عند أي نقطة على امتداد الخط بقيمة 15 Ω، وعليه، تكون هناك عتبة في الملمح العام للتيار خارج المحطات الفرعية، ويتعين فحص تيار العطب ومقارنته ليس مع الأعطاب الحاصلة عند الطرفين X وY فحسب، بل أيضاً في محطتي التغذية الفرعيتين A وB.

ويؤدي التيار الصادر من المحطة الفرعية A، I_Z، إلى الحصول على أعلى فلطية في هذه الحالة، لأنه أكبر من كلتا القيمتين I_X وI_Y.



الشكل K.68/6 – الملمح العام للطول النمطي لتيار العطب الأرضي ذي الصلة بمحطات تقل فيها معاوقة العطب عند الطرفين (المحطات الفرعية) لكنها تكبر على طول الخط (الحالة الأكثر واقعية)

2.1.2.7 ظروف التشغيل

التيار الحاث في الاقتران الحثي هو تيار طور مستمر بنسبة عدم تماثل قدرها 2%. وعندما يحدث انقطاع في مرحلة ما، يكون التيار الحاث المقرر مراعاته مساوياً لثلثي التيار الاسمي لخط الطاقة الكهربائية.

أما فيما يخص الاقتران السعوي، فإن نسبة الفلطية الحاثة تبلغ 110% من الفلطية الاسمية.

2.2.7 شبكة الطاقة الكهربائية المستمرة التيار

1.2.2.7 حالات العطب

لا تزال قيد البحث.

2.2.2.7 ظروف التشغيل

التيار الحاث في الاقتران الحثي هو التيار المتموج الناشئ عن التقويم، والمقابل لأسوأ حالات التشغيل (مثلاً، أثناء صيانة المحطة).

ويتعين أن تُقدم هذه القيم من جانب إدارة شبكة التغذية بالكهرباء.

3.2.7 شبكة السحب المكهربة المتناوبة التيار

1.3.2.7 حالات العطب

تتمثل حالة العطب التي ينبغي أخذها في الاعتبار في تيار العطب الأرضي لموصل واحد من خط السحب (هو عادة سلك التماس: ويتعين مراعاة الموصلات غير سلك التماس بدورها لتحديد أسوأ الحالات).

ويتعين تقييم تيار العطب من معرفة فلطية المصدر ومعاوقات الخط المتعلقة بالمحطة الحاثة. وينبغي أيضاً افتراض أن فلطية المصدر تبلغ قيمتها القصوى في لحظة حدوث العطب (110% من الفلطية الاسمية) وأن معاوقة العطب هي بمقدار 0 Ω.

ويتعين تقديم هاتين القيمتين من جانب مشغل محطة السحب المكهربة.

وينبغي أن تنتقي الجهة المصممة الموقع المعطوب المتعين أخذه في الحسبان من أجل تقييم نتائج التداخل المقرر مقارنتها مع قيم الحدود بوصفه موقعا يؤدي إلى نشوء أسوأ حالة مستحثة.

وقد تقتضي الضرورة فحص عدد من الحالات لتحديد ماهية موقع عطب أسوأ حالة، ولاسيما في حالة الشبكات الخاصة للتغذية بالكهرباء من قبيل الشبكات بمحولات أوتوماتية أو محولات تعزيزية.

2.3.2.7 ظروف التشغيل

أ) *تيارات بتردد أساسي*

يتعين أن يقدم مشغل شبكة السحب قيم تيارات التشغيل في جميع موصلات محطة السحب (بما فيها سكك التوصيل والأرض) على امتداد المحطة ككل من أجل تحقيق ما يلي:

- تشييد شبكة الطاقة الكهربائية؛
- ووضع القطارات بالنسبة إلى الصلات المتقاطعة بين موصلات عودة السحب وغيرها من أجهزة التشغيل بالطاقة الكهربائية من قبيل محولات التعزيز أو المحولات الأوتوماتية؛
- والتعرف على التيار الساري في جميع السكك الحديدية ذات الصلة.

ب) *تيارات بفلطيات توافقية*

يتعين أن يقدم مشغل شبكة السحب قيم جميع توافقيات التيار المقابلة مع مراعاة رنين النظام وسعته ومراعاة كل قاطرة كهربائية بوصفها مصدراً للتيار. وكبديل عن ذلك، يتعين أن يقدم مشغل شبكة السحب قيمة التيار الضجيجي.

وينبغي أن يكون مخطط حمولة القاطرات مناظراً للمخطط المطبق في الفقرة أ) أعلاه.

ج) *تبديل الخط*

تردد f التيار الحاث المقرر استعماله في حساب الفلطيات المستحثة التي يسببها تجهيز خط السحب المتناوب التيار بالطاقة هو تردد يُعبر عنه بالمعادلة التالية:

$$f = \frac{v}{4l} \quad [\text{Hz}] \tag{2}$$

حيث:

v سرعة الانتشار (= 290 000 km/s) [km/s]

l طول قسم الخط المجهز بالطاقة [km]

ويتم الحصول على قيمة التيار بواسطة المعادلة الآتية:

$$I_s = E / Z_c \quad [\text{A}] \tag{3}$$

حيث:

E قيمة ذروة فلطية الإمداد [V]

Z_c المعاوقة المتميزة للسلسلة بالنسبة إلى عروة الأرض [Ω]

4.2.7 شبكة السحب المكهربة بتيار مستمر

1.4.2.7 حالات العطب

لا تزال قيد البحث.

2.4.2.7 ظروف التشغيل

فيما يتعلق بالاقتران الحثي، فإن التيارين الحاثين هما كالآتي:

أ) تيار التموج الناشئ عن التقويم، والمقيم (بواسطة إجراء حسابات أو أخذ قياسات) في أسوأ ظروف التشغيل (مثلاً، في أثناء صيانة المحطات)؛

ب) التيار الناشئ عن مخطط حمولة القطارات.

وينبغي أن تقدم إدارة شبكة السحب هذه القيم.

3.7 الحالات المتعلقة بمنشأة الاتصالات

الحالة المرجعية لمنشأة الاتصالات المستحثة هي الحالة التي يحددها تصميم المنشأة.

ولن يؤخذ في الاعتبار قلة الصيانة التي تؤدي إلى تقليل الحماية من التداخلات.

ويتعين أن يقدم مشغل الاتصالات هذه القيم.

وتُقدم عند اللزوم معلمات وصف عدم التماثل (يجب ألا يغيب عن البال أن عدم تماثل منشأة الاتصالات ينبغي أن يكون مطابقاً لما يرد في التوصية ITU-T K.10 [3].

8 تحديد جوانب التقيد بفلطيات الإدارة

1.8 الجوانب العامة

يتعين تقييم سوية الفلطيات المستحثة بواسطة إجراء حسابات أو أخذ قياسات أو الجمع بين كل من الحسابات والقياسات كما ينبغي من أجل تحديد مدى التقيد بقيم فلطيات الإدارة.

وفي حال وجود خطر يحدق فعلاً بالأشخاص، ينبغي ألا تتجاوز الفلطيات المستحثة الفلطيات الخطيرة، أي بعبارة أخرى، قيم الحدود الواردة في الفقرة 2.6 المصاحبة للخطر المحدق (في الحالة العادية أو الحالة الخطِرة، حسب ما تقتضيه الحالة).

أما في حالة تعرض التجهيزات للضرر، فيوجد خياران، هما:

1) ينبغي ألا تتجاوز الفلطية المستحثة في النقطة التي تُركب فيها التجهيزات أو يمكن تركيبها فيها قيم الفلطية الضارة المبينة في الفقرة 3.6؛

2) أو قد تتجاوز الفلطية المستحثة في النقطة التي تُركب فيها التجهيزات أو يمكن تركيبها فيها قيم الفلطية الضارة المبينة في الفقرة 3.6، شريطة الأخذ بأحد البديلين التاليين:

أ) ينبغي تأمين حماية كافية للتجهيزات التي تكون سوية مقاومتها النوعية أدنى أو تساوي القيم الواردة في الفقرة 3.6؛

ب) يتعين تركيب تجهيزات بسوية معززة للمقاومة النوعية (سوية المقاومة النوعية أكبر من القيم الواردة في الفقرة 3.6).

الملاحظة 1 – تهدف قيم الفلطية المتعلقة بالضرر المذكورة في الفقرة 3.6 حصراً إلى تحديد الكيفية التي يجب على أساسها تقاسم المسؤوليات (كالنفقات مثلاً) فيما بين الجهات المالكة للمحطات الحاثة والمحطات المستحثة.

وفي حالة حدوث خلل وظيفي للتجهيزات، يوجد خياران، هما:

1) ينبغي ألا تتجاوز الفلطية المستحثة في النقطة التي تُركب فيها التجهيزات أو يمكن تركيبها فيها قيم الفلطية المتعلقة بالخلل الوظيفي المبينة في الفقرة 4.6؛

2) أو قد تتجاوز الفلطية المستحث في النقطة التي تُركب فيها التجهيزات أو يمكن تركيبها فيها قيم الفلطية المتعلقة بالخلل الوظيفي المبينة في الفقرة 4.6، شريطة تركيب أجهزة بسوية حصانة معززة (سوية الحصانة أكبر من القيم الواردة في الفقرة 4.6).

الملاحظة 2 – تهدف قيم الفلطية المتعلقة بالخلل الوظيفي المذكورة في الفقرة 4.6 حصراً إلى تحديد الكيفية التي يجب على أساسها تقاسم المسؤوليات (كالنفقات مثلاً) فيما بين الجهات المالكة للمحطات الحاثة والمحطات المستحثة.

أما فيما يتصل بالضوضاء، فينبغي أن تكون قيمة الفلطية الضجيجية المقيَّمة بين سلكين من زوج عند أي مطراف من مطاريف منشأة الاتصالات المستحثة أقل أو يساوي قيمة حد الضوضاء الواردة في الفقرة 5.6.

2.8 تراكب الآثار

عند النظر في إطار تداخل محطة مستحثة ما، تنطبق الفرضية التالية:

- لا تحدث الأعطاب المتعلقة بالمحطات الحاثة على نحو متزامن (يستغرق كل عطب منها مدة قصيرة للغاية): مما يعني أن نتائج التداخل الناشئة في المحطة المستحثة بفعل محطة حاثة أحادية في ظروف العطب هي نتائج ينبغي تقييمها على حدة ومقارنتها مباشرة مع فلطيات الإدارة ذات الصلة؛
- تحدث ظروف التشغيل الاعتيادي لجميع المحطات الحاثة على نحو متزامن: أي بعبارة أخرى، يتعين تقييم نتائج التداخل الناشئة عن المحطة المستحثة بفعل جميع المحطات الحاثة العاملة في ظروف تشغيل اعتيادية، وينبغي مقارنة هذه النتائج "التراكمية" مع فلطيات الإدارة ذات الصلة.

3.8 تحديد مدى التقيد من خلال إجراء حسابات

عادة ما تُستعمل الحسابات للتحقق من مدى التقيد بفلطيات الإدارة.

وينبغي إجراء الحسابات طبقا للمتطلبات المُتفق عليها بين الأطراف المعنية: ولابد من انتقاء طرائق الحساب المُتفق عليها بالاستناد إلى الواردة منها في التوجيهات.

4.8 تحديد مدى التقيد عن طريق أخذ القياسات

نهج أخذ القياسات غير شائع الاستعمال لأسباب كثيرة، منها أن شن حملة قياس شاملة يمكن أن يكون مكلفاً جداً. وعلاوة على ذلك، ينبغي التذكير بأنه يتعذر عادة إجراء مقارنة مباشرة لنتائج القياس مع فلطيات الإدارة لأن من الصعب للغاية أخذ قياسات في حالات التداخلات المرجعية المصاحبة لفلطيات الإدارة. وهذا يعني أن نتائج القياس المأخوذة في حالة تداخل ليست الأسوأ تتطلب التوسع في التطرق إليها كما ينبغي باللجوء إلى طرائق الحساب من أجل الحصول على القيم المقرر مقارنتها مع فلطيات الإدارة.

ومن جهة أخرى، يُفضل في بعض الحالات استعمال القياسات بدلاً من الحسابات، عندما تكون مثلاً معطيات دخل الحسابات معروفة بدرجة متدنية من الدقة أو في حال تقريب خوارزمية الحساب. ولعل من الأفضل على سبيل المثال، قياس مقدار الضوضاء بدلاً من حسابه.

9 إدارة التداخلات

1.9 الجوانب العامة

تُعنى كل حالة تداخل بسلامة العاملين في المحطة والأضرار التي تلحق بالمحطة والخلل الوظيفي الذي تتعرض له. وبعبارة أخرى، يجب إدارتها بدقة (انظر الفقرة 4)، بالتلازم مع تحقيق الهدف المتمثل في ضمان أن يكون التداخل مقبولاً في نهاية طور تصميمه؛ ويتعين اتخاذ تدابير تخفيف مناسبة عند اللزوم (انظر الفقرة 3.4.4).

ومن مصلحة جميع الجهات المالكة للمحطات المعنية التعاون من أجل حل مشاكل التداخل الكهرمغنطيسي.

2.9 عمر المحطة

يجب التذكير بأن الخصائص التقنية لمحطة ما تتباين غالباً بتباين عمر المحطة: ونتيجة لذلك، يمكن أيضاً أن تتباين حالة التداخل في أثناء مدة العمر المذكورة.

وتحدث حالة حرجة عندما يتطور تداخل مقبول إلى آخر غير مقبول نتيجة إدخال تعديلات على الخصائص التقنية لمحطة واحدة أو أكثر أو نتيجة دخول محطة حاثة جديدة إطار تداخل إحدى المحطات المستحثة: وينبغي تغطية هذا الحدث بمراقبة مناسبة للتطور الزمني للخصائص التقنية للمحطات المعنية بالتداخل الكهرمغنطيسي.

3.9 تبادل المعلومات

يجب مراعاة إمكانية اشتمال إطار التداخل على عدة محطات حاثة/مستحثة تملكها جهات مختلفة، وهذا يعني أن من المهم جداً أن تتبادل الشركات المعنية فيما بينها معلومات صحيحة وفعالة وموثوقة ومقدمة في الوقت المناسب.

وثمة إمكانية لإدارة هذا الجانب تتمثل في ضرورة أن تعين كل شركة "مدير معني بالتداخل" يكون واسع الاطلاع على جميع مشاكل التداخل المتعلقة بالشركة، من أجل أن يكون مصدراً مرجعياً لكل عملية تبادل للمعلومات فيما يتصل بالتداخلات التي تؤثر في الشركة.

4.9 الوثائق المتعلقة بالمحطة

تتمثل إحدى السبل الممكنة للسيطرة على حالات التداخل في الاحتفاظ بملفات عن التداخلات المتعلقة بكل محطة.

ويمكن تنظيم هذه الملفات من خلال عدد كبير من الملفات الفرعية يناسب العدد الموجود من حالات التداخل في المحطة: ويعني هذا أن الملف الإجمالي لمنشأة الاتصالات يضم عدداً من الملفات الفرعية مناسباً للعدد الموجود من المحطات الحاثة، بينما يشتمل ملف المحطة الكهربائية على عدد من الملفات الفرعية مساو للعدد الموجود من المحطات المستحثة (الملف ذو صلة بإطار التداخل).

ويتضمن كل ملف فرعي جميع الوثائق المتعلقة بالمشكلة، من قبيل ما يلي:

- الاتصالات التي تُجرى مع جميع الجهات المالكة للمحطات الحاثة (في حالة ملف منشأة الاتصالات) أو مع الجهات المالكة للمحطات المستحثة (في حالة ملف المحطة الكهربائية) من أجل الاحتفاظ بسجل عن وقت جمع المعطيات وكيفية جمعها ومن أين جُمعت؛
- الوصف الهندسي والكهربائي للمحطات المتأثرة بمشاكل التداخل؛
- نتائج ما يُجرى من حسابات (عملية حساب واحدة إذا كان التداخل مقبولاً منذ البداية؛ عدة حسابات إن كان التداخل غير مقبول من البداية، وبالتالي، ثمة حاجة إلى اتخاذ تدابير للتخفيف: ينبغي أن يُحتفظ في الملف بسجل عن هذا التصميم)؛
- نتائج ما يُؤخذ من قياسات إن وجدت؛

- أية وثيقة أخرى تُعنى بالاتفاقات المبرمة بين الجهات المالكة للمحطات والمتعلقة بتقاسم التكاليف المترتبة على التداخل، إن وجدت.

وينبغي أن يكون كل ملف فرعي مستقلاً وكاملاً.

ومثلما هو حال خصائص المحطة التي تتباين أثناء مدة عمر المحطة، فإن ملف تداخل أي محطة يمكن أيضاً أن يتباين أثناء هذه المدة، وبالتالي، قد تقتضي الضرورة إضافة وثائق جديدة (لا يمكن إضافتها إلا إلى الملف) بغية الاحتفاظ بسجل يتتبع تطور المحطة زمنياً.

الملحق A

طريقة تقييم مسافة التأثير المرجعية

1.A الاقتران الحثي

1.1.A مبدأ الحساب

يمكن استنباط مسافة التأثير المرجعية (RID) المتعلقة بخطوط شبكات الطاقة الكهربائية وشبكات السحب المكهربة من فلطيات الإدارة U_m مع مراعاة قيمة التيار الحاث وأقصى طول حاث محتمل واختلاف طريقة الحجب. وتتمثل الخطوة الأولى في حساب القيمة المقيسة الواردة أدناه u_m لفلطيات الإدارة بتطبيق التعبير التالي:

$$u_m = \frac{U_m}{l_m}\frac{1}{k_t}\frac{1}{k_u}\frac{1}{k_p}\frac{1}{I_p} \qquad \left[\frac{V}{km \cdot kA}\right] \tag{1-A}$$

حيث:

U_m القيمة المناسبة لفلطية الإدارة فيما يخص الحالة الحاثة (حالة عطب أو تشغيل عادي) ونمط فلطية الإدارة (ضرر، مقاومة نوعية) مقيسة بالفولت (V)

l_m أقصى طول حاث ذو صلة بالمحطة لحالة حث معينة مقيساً بالكيلومترات (km).

k_t عامل الحجب المصاحب للخط المستحث، (مقدار عديم الأبعاد)

k_u عامل الحجب الذي تسببه الهياكل المعدنية المدفونة (عامل حضري)، (مقدار عديم الأبعاد)

k_p عامل الحجب المصاحب للخط الكهربائي الحاث، (مقدار عديم الأبعاد)

I_p التيار العائد إلى الأرض لخط الطاقة الكهربائية الحاث مقيساً بالكيلو أمبير (kA)

وتساوي القيمة العددية u_m الواردة في التعبير أعلاه القيمة العددية للمعاوقة المتبادلة z_m لكل وحدة طول بين الخط الحاث والخط الافتراضي الممتدين بالتوازي مع الخط الحاث على مسافة التأثير المرجعية، وذلك كالآتي:

$$u_m = z_m \left[\frac{m\Omega}{km}\right] \tag{2-A}$$

وقيمة z_m هي دالة للمقادير التالية:

f: تردد التيار الحاث مقيساً بالهرتز (Hz)

ρ: المقاومة النوعية المكافئة للتربة

d: مسافة التأثير المرجعية للاقتران الحثي

وبالتالي نحصل على ما يلي:

$$z_m = f(f, \rho, d) \left[\frac{m\Omega}{km}\right] \tag{3-A}$$

ويكون كل من التردد f والمقاومة النوعية للتربة ρ معروفين بالنسبة لأي حالة حث معينة من أجل دراسة البيئة، وبالتالي يمكن تقييم مسافة التأثير المرجعية d بواسطة العلاقة المذكورة أعلاه. وبسبب الطابع المعقد الذي يتسم به التعبير الرياضي للعلاقة الخاصة بالقيمة z_m، يتعذر الخروج بتعبير واضح لحساب قيمة مسافة التأثير المرجعية d، غير أنه يمكن تحديد هذه القيمة (d) باتباع إحدى الطرائق الواردة أدناه.

2.1.A تحديد مسافة التأثير المرجعية

1.2.1.A طريقة الحساب

يمكن من حيث المبدأ تطبيق أي تعبير يبين العلاقة بين المعاوقة المتبادلة z_m العائدة إلى الأرض والمقادير الواردة في التعبير (3-A) من أجل حساب قيم المسافة (RID) (d) للاقتران الحثي. وترد هذه العلاقات في المجلد الثاني من التوجيهات (الفقرة 1.4 من الباب [6]). ونظراً إلى الطابع التقديري لتقييم المسافة RID، لا يلزم تعبير متناهي الدقة لحساب قيمة z_m. وعليه، يمكن تطبيق التعابير الواردة أدناه في أشكال متعددة الحدود، وهي:

بالنسبة للمقدار $x \leq 10$:

$$|z_m| = 2\pi f \cdot 10^{-3}\left(142.5 + 45.96x - 1.413x^2 - 198.4 \ln x\right) \quad \left[\frac{m\Omega}{km}\right] \tag{4a-A}$$

وبالنسبة للمقدار $x > 10$:

$$|z_m| = 2\pi f \cdot 10^{-3} \frac{400}{x^2} \quad \left[\frac{m\Omega}{km}\right] \tag{4b-A}$$

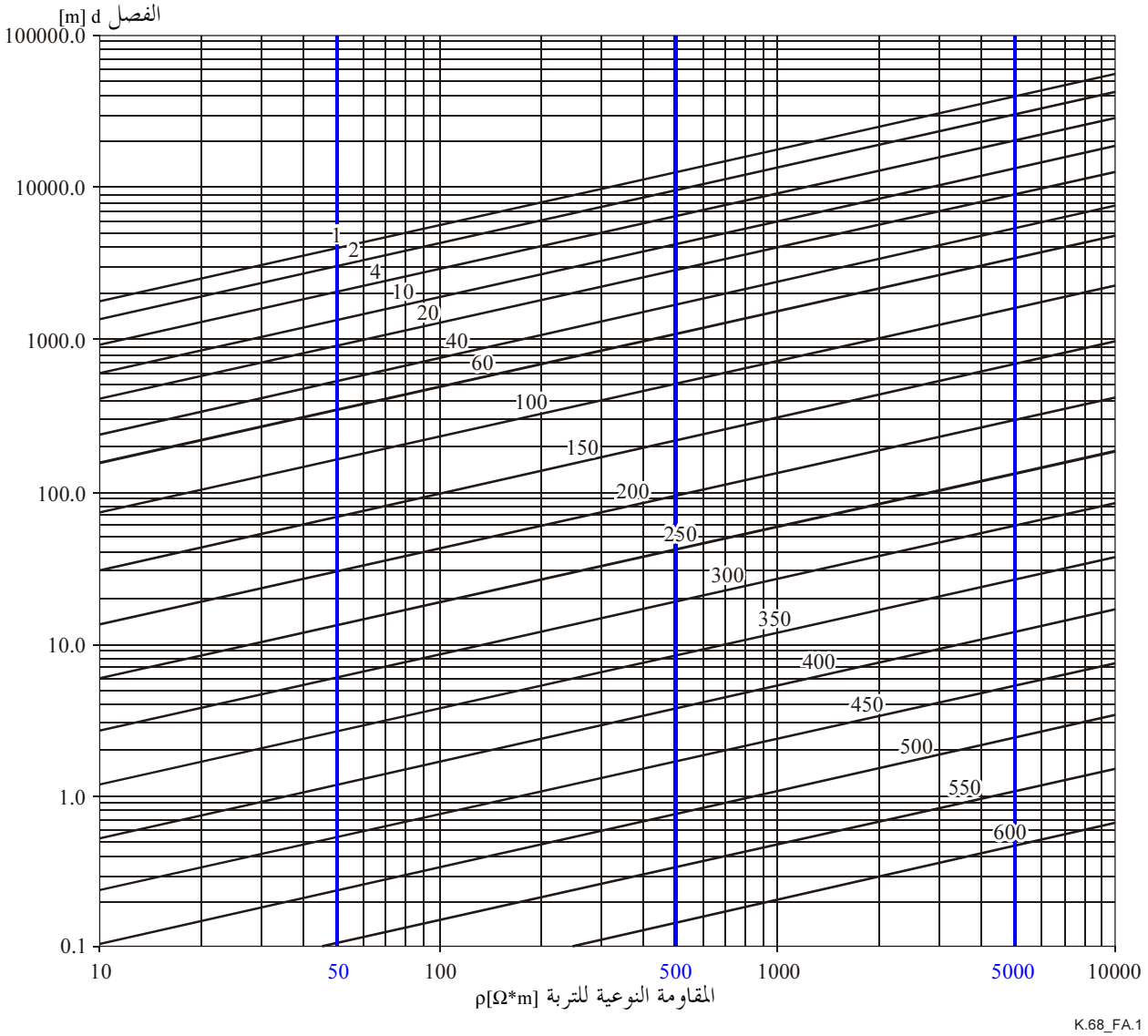
حيث:

$$x = \alpha \cdot d = \sqrt{\mu_o \frac{\omega}{\rho}} \cdot d = 2.81 \cdot 10^{-3} \sqrt{\frac{f}{\rho}} \cdot d \quad [-] \tag{5-A}$$

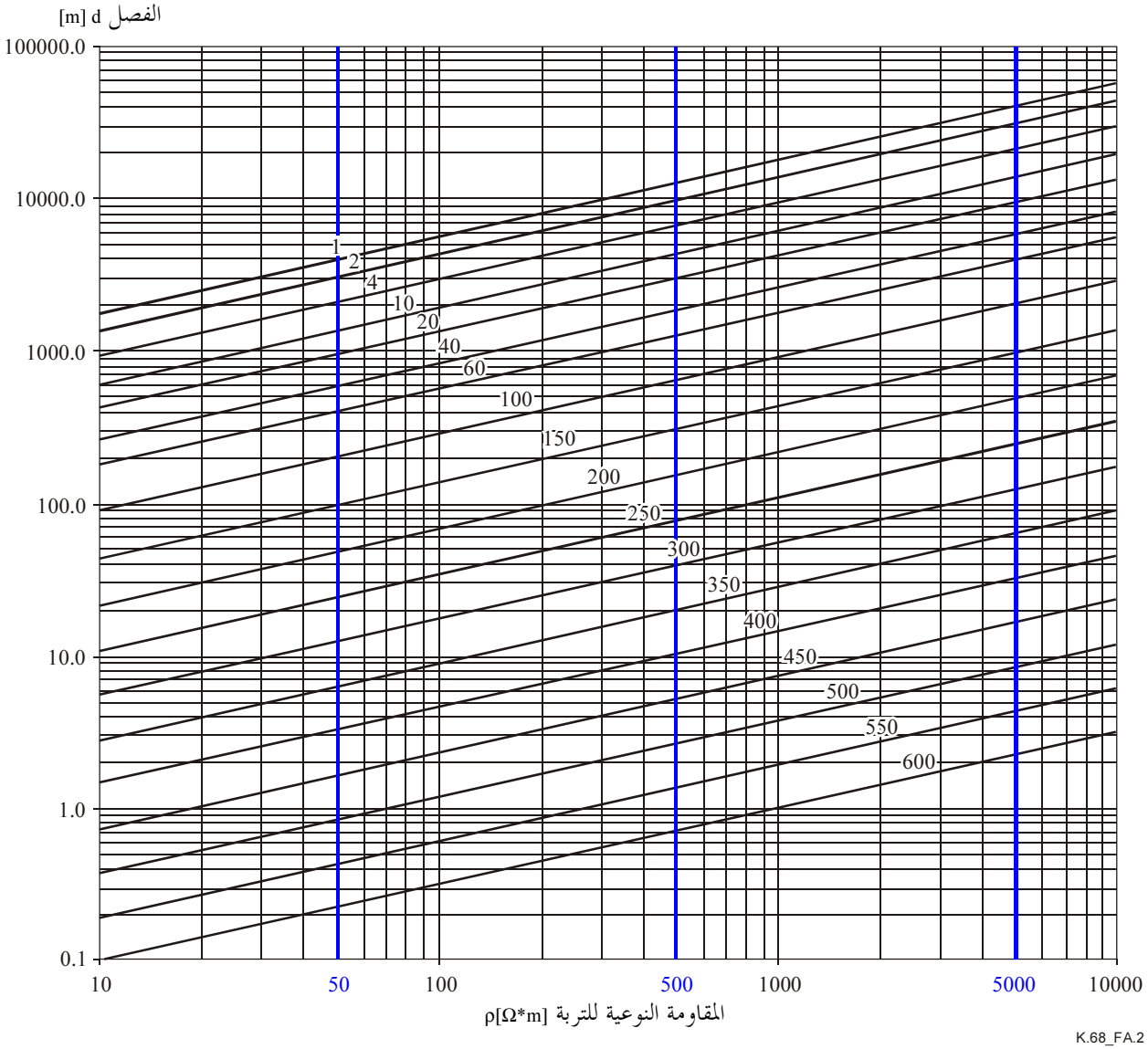
وعندما يُنتقى التردد f والمقاومة النوعية للتربة ρ وفقاً للظروف الحقيقية القائمة، ترد قيمة x في شكل دالة للمسافة d بواسطة المعادلة (5-A). ويتم الحصول على العلاقة بين المعاوقة $|z_m|$ والمسافة d باستبدال قيمة x في المعادلة (4-A) وتحديد قيمة $|z_m|$ طبقاً لما يرد في المعادلتين (1-A) و(2-A). وبناءً على ذلك، يمكن حساب قيمة ، d أي القيمة المطلوبة لمسافة التأثير المرجعية (RID). ولأغراض عملية، يتطلب هذا الحساب تطبيق برنامج حاسوبي متخصص (من قبيل تطبيق تقنية لتكرار الحساب).

2.2.1.A تحديد المسافة RID باستعمال مخططات بيانية

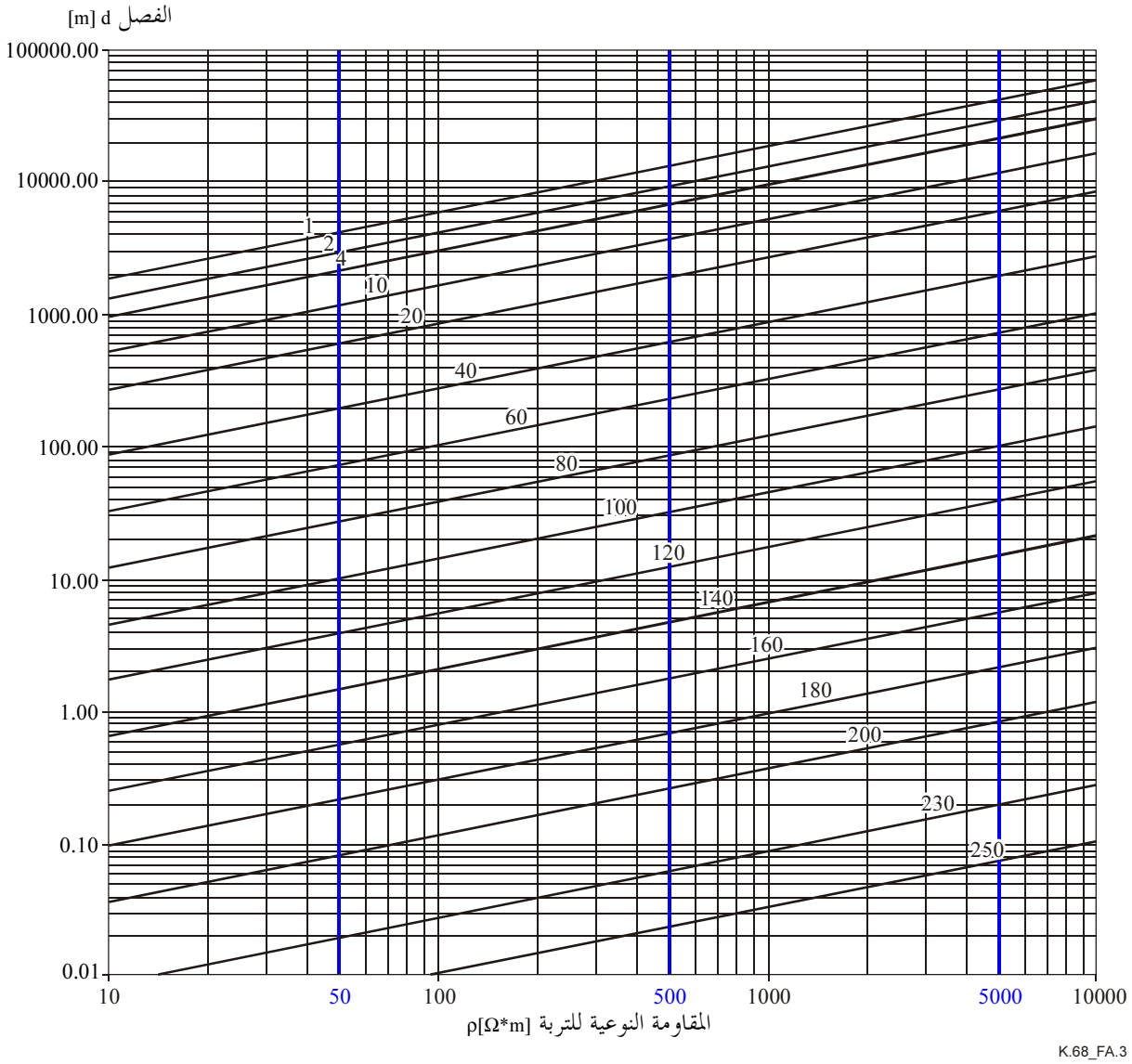
ترد في الأشكال 1.A و2.A و3.A و4.A مجموعة منحنيات في شكل خرائط تبين قيمة المسافة RID بوصفها دالة للمقاومة النوعية للتربة وفلطية الإدارة المقيسة التي تمثل معلمات منحنيات محددة بقيم التردد 50 Hz و60 Hz و16⅔ Hz و800 Hz، على التوالي. وتوفر هذه المخططات وسيلة بيانية سهلة الإدارة لتحديد المسافة RID المقيسة بالكيلومترات (km) وذات الصلة بفلطية إدارة مقيسة معينة ومحسوبة بالكيلو أمبير (kA)، ويتم الحصول عليها من التعبير (1-A) بالنسبة إلى القيمة الفعلية للمقاومة النوعية للتربة تحديداً ρ المقيسة بالوحدة Ωm.



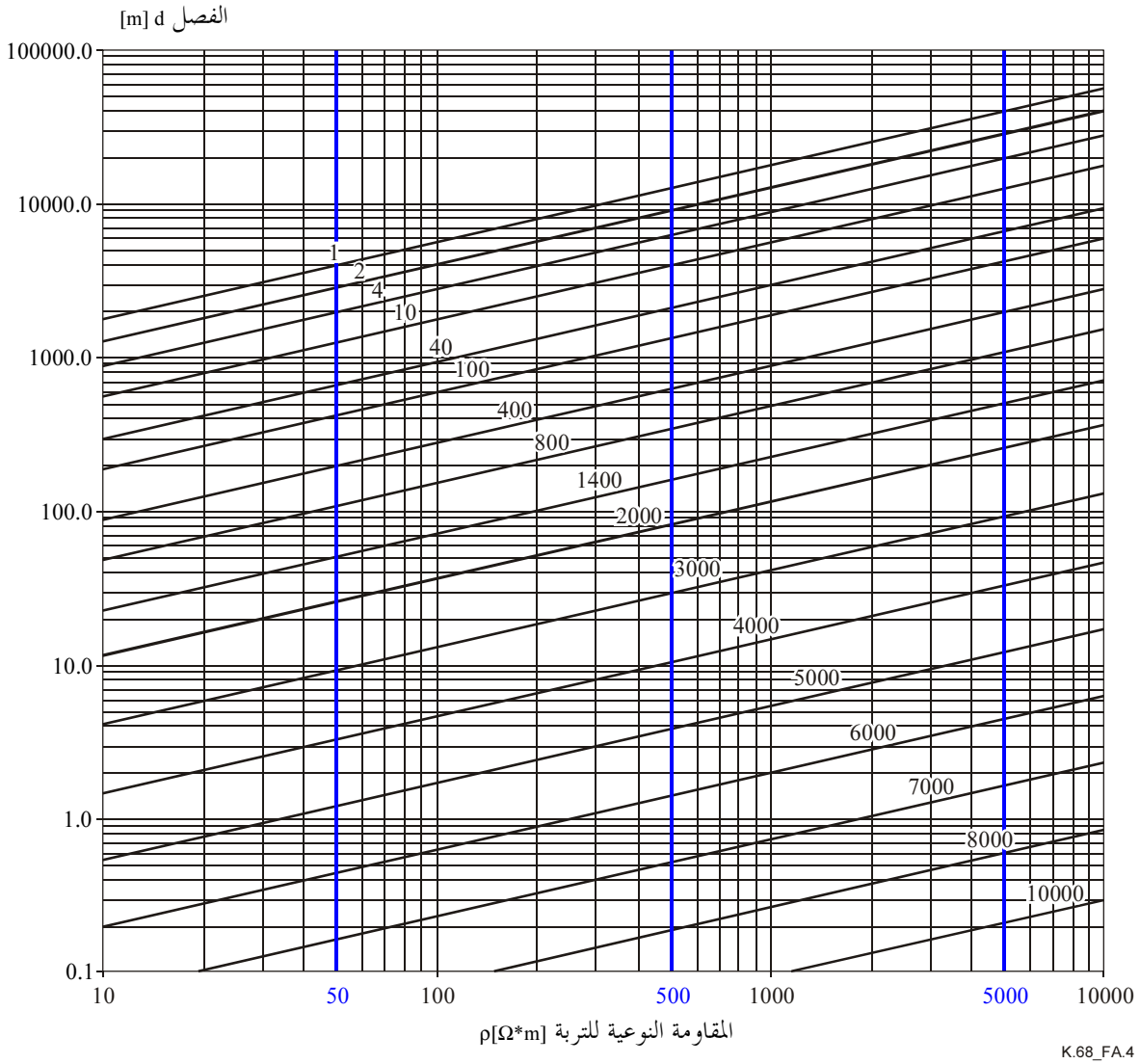
الشكل K.68/1.A – العلاقة البيانية بين مسافة الفصل والمقاومة النوعية للتربة لفلطيات مستحثة معينة مبينة كعلم للمنحنيات الواردة في التعبير [V/(km.kA)] بتردد: 50 [Hz]



الشكل K.68/2.A – العلاقة البيانية بين مسافة الفصل والمقاومة النوعية للتربة لفلطيات مستحثة معينة مبينة كعلم للمنحنيات الواردة في التعبير [V/(km.kA)] بتردد: 60 [Hz]



الشكل K.68/3.A – العلاقة البيانية بين مسافة الفصل والمقاومة النوعية للتربة لفلطيات مستحثة معينة مبينة كعلم للمنحنيات الواردة في التعبير [V/(km.kA)] بتردد: ⅔16 [Hz]



الشكل K.68/4.A – العلاقة البيانية بين مسافة الفصل والمقاومة النوعية للتربة لفلطيات مستحثة معينة مبينة كعلم للمنحنيات الواردة في التعبير [V/(km.kA)] بتردد: 800 [Hz]

2.A الاقتران التوصيلي

1.2.A حساب المسافة RID في حالة شبكة تأريض المحطة الفرعية

يؤدي التيار المار خلال المقاومة النوعية للتربة لشبكة تأريض إحدى المحطات الأرضية إلى زيادة طاقة الشبكة بحد ذاتها (زيادة طاقة القطب) ونتيجة لذلك، تحدث في المنطقة المحيطة بالمحطة الفرعية زيادة في طاقة الأرض (EPR، "نفق الطاقة"). ويمكن نقل هذه الطاقة بواسطة الاقتران التوصيلي إلى المحطة المستحثة عند دخول المحطة الفرعية أو إلى نفق الطاقة على مسافة أقرب من المسافة RID بالنسبة للاقتران التوصيلي.

ومن الممكن حساب زيادة طاقة شبكة التأريض بواسطة التعبير التالي [7]:

$$U_e = R_e I_e = \frac{\rho}{4}\sqrt{\frac{\pi}{A}}\, k_p I_p \quad [\text{V}] \tag{6-A}$$

حيث:

$R_e = \frac{\rho}{4}\sqrt{\frac{\pi}{A}}$ مقاومة تأريض الشبكة محسوبة بالأوم (Ω)

ρ المقاومة النوعية للتربة تحديداً (على السطح) مقيسة بالوحدة Ω.m

A مساحة شبكة التأريض محسوبة بالأمتار المربعة (m^2)

$I_e = k_p I_p$ التيار الأرضي للمحطة الفرعية، أي بعبارة أخرى، الجزء من تيار العطب المار من الشبكة إلى الأرض والمقيس بالأمبير (A)

k_p عامل تيار الأرض الذي يحدد ذلك الجزء من تيار العطب المار من الشبكة إلى الأرض، (مقدار عديم الأبعاد)

I_p تيار العطب بنمط غير تماثلي (صفري السلسلة) الحادث في المحطة الفرعية والمحسوب بالأمبير (A)

ومن الجدير بالذكر أن طاقة المحطة الأرضية تزداد خطياً بزيادة قيمة المقاومة ρ وتنخفض بزيادة مساحة شبكة التأريض.

ويساوي تيار الأرض I_e الفرق بين تيار عطب المحطة الفرعية والتيار العائد عبر الموصل المحايد لمحول (محولات) المحطة الفرعية وعبر السلك (الأسلاك) الأرضية لخط (خطوط) الطاقة الكهربائية وعبر درع (دروع) الكبل (الكبلات) الموصولة بالمحطة الفرعية. ويمكن التعبير عن المصطلحين الأخيرين بواسطة عامل حجب الخطوط المعنية.

وتتسم خصائص الزيادة EPR بتوزيع الطاقة *k(a)* الذي يشكل بحسب تعريفه القيمة المقيسة لطاقة الأرض *V(a)*، والقيمة الأساسية هي طاقة الشبكة U_e

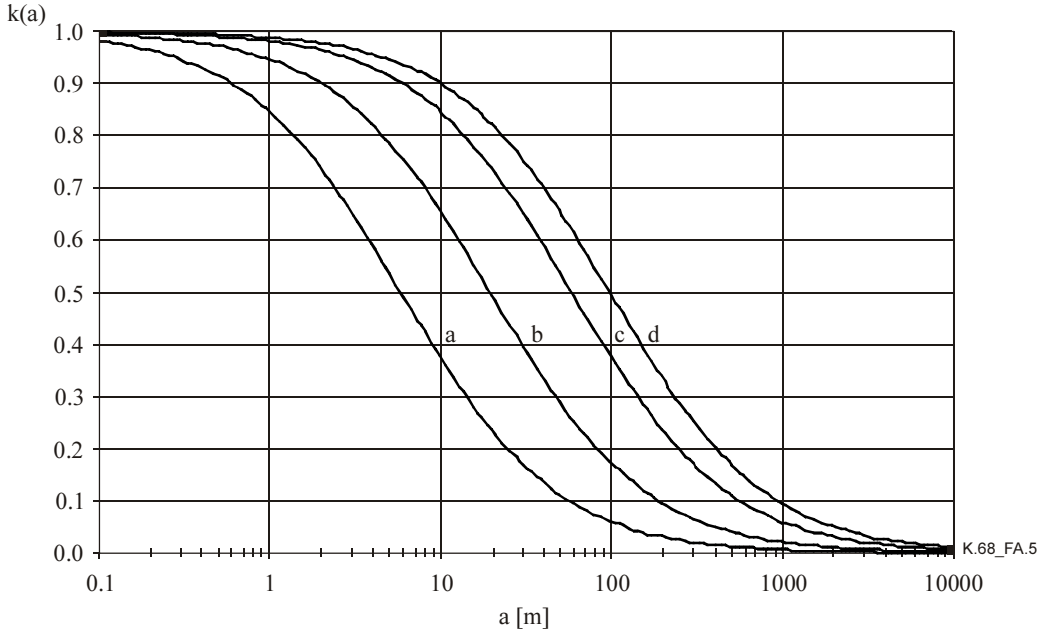
$$k(a) = \frac{V(a)}{U_e} \quad [-] \tag{7-A}$$

حيث *V(a)* هي الزيادة EPR على بعد مسافة a المقيسة من الحافة إلى الشبكة.

ويمكن التعبير عن دالة طاقة الأرض بالعلاقة التالية:

$$k(a) = 0.674 \ln \frac{a + 0.815\sqrt{A}}{a + 0.185\sqrt{A}} \quad [-] \tag{8-A}$$

ودالة توزيع طاقة الأرض *k(a)* مبينة بوصفها دالة المسافة a المقيسة من حافة الشبكة الأرضية في الشكل 5.A.



الوسم	منطقة الشبكة
a	225 = A
b	2500 = A
c	22500 = A
d	62500 = A

الشكل K.68/5.A – دالة توزيع طاقة الأرض *k(a)* بوصفها دالة على المسافة *a* المقيسة من حافة الشبكة الأرضية

واستناداً إلى التعبير (8-A)، يمكن التعبير عن المسافة a على أنها دالة التوزيع $k(a)$ بواسطة المعادلة الآتية:

$$a = \frac{0.815 - 0.185 \times 4.41^{k(a)}}{4.41^{k(a)} - 1} \sqrt{A} \quad [\text{m}] \tag{9-A}$$

وعند تقليل طاقة الأرض $V(a)$ *وفقاً* لتأثيرات التعويض، ينبغي أن تكون الطاقة مساوية لفلطية الإدارة U_m على مسافة a المطابقة للمسافة RID، وذلك كالآتي:

$$U_m = k_u \, k_t \, V(a) \quad [\text{V}] \tag{10-A}$$

حيث:

k_u العامل الحضري

k_t عامل حجب الخط المستحث

وفي حال التعبير عن الطاقة $V(a)$ بموجب العلاقة (10-A):

$$V(a) = \frac{U_m}{k_u k_t} \quad [\text{V}] \tag{11-A}$$

وعند استبدال العلاقتين (6-A) و(11-A) في العلاقة (7-A)، يتم الحصول على التعبير الآتي المتعلق بالطاقة $k(a)$:

$$k(a) = \frac{\dfrac{U_m}{k_p k_u k_t}}{\dfrac{\rho}{4}\sqrt{\dfrac{\pi}{A}}\, I} = \frac{u_m}{U_e(A_k)} \quad [-] \tag{12-A}$$

حيث u_m القيمة المقيسة لفلطية الإدارة المقابل للاقتران التوصيلي لشبكة تأريض محطة فرعية معينة.

وباستعمال قيمة $k(a)$ التي يتم الحصول عليها من العلاقة (12-A)، يتسنى تحديد المسافة RID المساوية للمسافة a إما بواسطة دالة توزيع طاقة الأرض المبينة في الشكل 5.A أو بتطبيق التعبير (9-A).

2.2.A حساب المسافة RID لجهاز تأريض برج خط الطاقة الكهربائية

1.2.2.A خط الطاقة الكهربائية بدون سلك مدرع

زيادة طاقة الأرض في حالة وجود خط طاقة كهربائية من دون سلك مدرع مبينة بالتعبير الوارد أدناه والمطبق على قطب التأريض نصف الكروي، والتعبير هو:

$$U_e = R_e I_{p-ef} = \frac{\rho}{2\pi . r_e} I_{p-ef} \quad [V] \tag{13-A}$$

حيث:

r_e نصف القطر المكافئ لتأريض أسس البرج المحسوب بالأمتار (m)

I_{p-ef} تيار عطب طور الدارة القصيرة إلى الأرض المقيس بالأمبيرات (A)

وتتسم زيادة الطاقة EPR $V(a)$ بتوزيع الطاقة الوارد أدناه والمناسب لتشكيلة ترسيخ أسس البرج الممثلة بقطب التأريض نصف الكروي [7]، وهي كالآتي:

$$V(a) = 2.9 \frac{U_e}{a} \quad [V] \tag{14-A}$$

حيث $V(a)$ هي الزيادة EPR على مسافة a المقيسة اعتباراً من مركز أساس البرج.

وبالتعبير عن المسافة a ومراعاة التعبيرين (10-A) و(11-A)، أي، إذا كانت الزيادة $V(a) = u_m$، تكون المسافة a اعتباراً من مركز هيكل القطب مساوية للمسافة RID، وذلك كالتالي:

$$RID = a = 2.9 \frac{U_e}{V(a)} = 2.9 \frac{U_e}{\frac{U_m}{k_u k_t}} = 2.9 \frac{U_e}{u_m} \quad [m] \tag{15-A}$$

وعوضاً عن ذلك، فعند استبدال قيمة U_e من العلاقة (13-A)، يتم الحصول على قيمة المسافة RID بواسطة التعبير الآتي:

$$RID = 2.9 \frac{\rho \; k_u k_t}{2\pi . r_e \; U_m} I_{p-ef} \quad [m] \tag{16-A}$$

2.2.2.A خط طاقة كهربائية بسلك مدرع

زيادة طاقة الأرض في حالة خطوط الطاقة الكهربائية المزودة بسلك مدرع هي زيادة تُحددها أساساً العناصر التالية:

- أهمية تيار عطب الأرض؛
- متوسط مقاومة تأريض الأبراج؛
- تشكيلة الأسلاك المدرعة؛
- متوسط المدى.

وقيم زيادة طاقة البرج التي يتم الحصول عليها من عمليات المحاكاة هي قيم مبينة للحالات المرجعية المحددة في الجدول 1.A [7].

ويمكن حساب هذه القيم مجدداً لتيارات تختلف عن التيار 10 kA حساباً يتناسب مع أهمية التيار، وذلك كالتالي:

$$U_e = U_{10}\frac{I_{p-ef}}{10} \quad [\text{V}] \tag{17-A}$$

حيث:

U_{10} هي زيادة طاقة البرج المقيسة بالوحدة V/10 kA بالنسبة للحالة المرجعية المبينة في الجدول 1.A

$I_{p\text{-}ef}$ تيار عطب الأرض المقيس بالكيلو أمبير (kA)

الجدول K.68/1.A – زيادة طاقة البرج المعطوب المقابلة للحالات والمعلمات المرجعية لكل تيار عطب أرضي بمقدار 10-kA

مقاومة الأرض [Ω]	زيادة طاقة البرج U_{10}، [V/10 kA]		
	تشكيلة أسلاك مدرعة		
	1 sw [kV]	2 sw [kV]	1 sw + cp [kV]
8	4663	3237	872
25	8208	5589	2290
50	11413	7432	4316
sw سلك مدرع cp الثقل المقابل			

وعند استبدال قيمة U_e التي يتم الحصول عليها بواسطة العلاقة (17-A) في التعبير (15-A)، يُعبر عن قيمة المسافة RID بواسطة العلاقة التالية:

$$RID = 2.9\frac{U_{10}}{u_m}\frac{I_{p-ef}}{10} = 2.9\,k_u k_t \frac{U_{10}}{U_m}\frac{I_{p-ef}}{10} \quad [\text{m}] \tag{18-A}$$

3.2.A حساب المسافة RID في حالة الاقتران التوصيلي لشبكات السحب المكهربة المتناوبة التيار

يتولد أثر الاقتران التوصيلي في حالة شبكات السحب الكهربائي المتناوبة التيار بفعل زيادة طاقة السكك الحديدية (بوصفها طاقة الأقطاب) الحادثة في مواقع حقن التيار في السكك أو مواقع سحبه منها (مثلاً في القطار، في اتصال محول التعزيز (BT)، في موقع المحول الأوتوماتي (AT)، عند نقطة التغذية).

وتتسم زيادة طاقة السكك الحديدية بالاتجاهات التالية:

1) تعتمد الزيادة بشكل كبير للغاية على مواصلة تسريب طاقة السكك إلى الأرض G (فهي تنخفض بزيادة المواصلة G).

2) تختلف هذه الزيادة بالنسبة لشبكات التردد 50 Hz (زيادة أكبر) وشبكات التردد ⅔16 Hz (زيادة أقل).

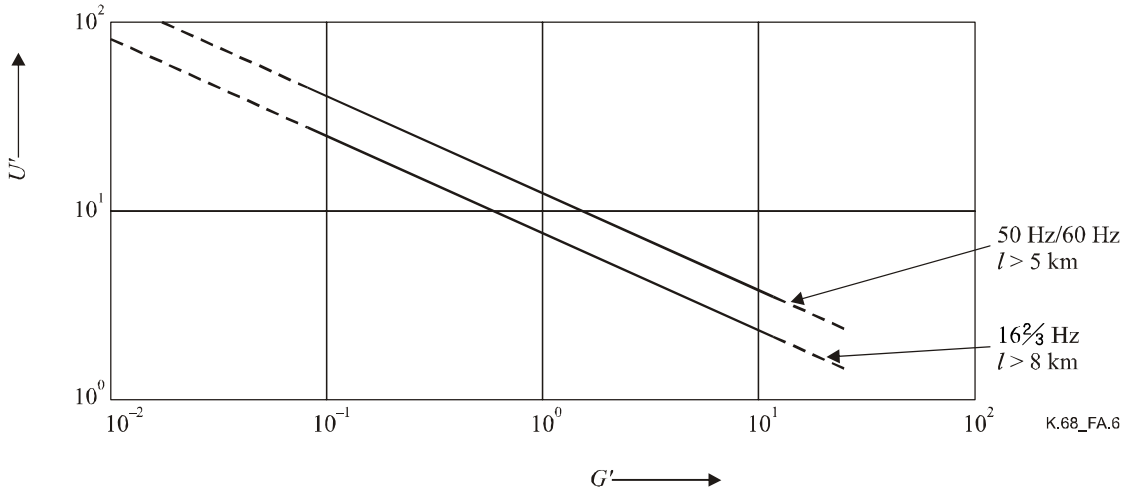
3) تتعاظم هذه الزيادة بتعاظم طول المسافة بين النقاط التي يُحقن عندها التيار في السكك ويُسحب منها (لا يُلاحظ هذا الاتجاه إلا عندما يصل الطول المعني إلى أقل من ضعف طول منطقة الأثر النهائي للعروة السكك–الأرض). ونتيجة لذلك، تكون زيادة طاقة السكك أقل في شبكات التغذية الخاصة (محول AT أو محول BT) منها في شبكات RR البسيطة، ولاسيما في حالة ضآلة المباعدة بين أجهزة AT وBT. وتبلغ نسبة الفرق حوالي 20% ولا تُراعى في حساب المسافة RID مما يؤدي بالتالي إلى الحصول على أقصى قيم للمسافة (RID) بالنسبة لشبكات التغذية الخاصة.

ويمكن الرجوع إلى الشكل 6.A [8] للاطلاع على الاتجاهات المذكورة في النقطتين 1) و2).

وبالنسبة للقيمة المرجعية G = 0,25 S/km لتسريب طاقة السكك–الأرض، تنطبق القيم المقيسة الواردة أدناه لطاقة السكك والمأخوذة من الشكل 6.A، وهي:

- U_{e50} = 25 V لتيار قدره 100 A بالنسبة لشبكة تردد بمقدار 50 Hz؛
- و$U_{e16⅔}$ = 15 V لتيار قدره 167 A بالنسبة لشبكة تردد بمقدار 16⅔ Hz.

وتجدر الإشارة إلى أن تيار السحب المقترن بطاقة سحب معينة قدرها 2500 kVA مثلاً، يسبب زيادة متطابقة من الناحية العملية لطاقة السكك في شبكات السحب بفلطية تبلغ 25 و15 kV، أي، في حالة شبكات السحب بفلطية 25 kV، يبلغ مقدار التيار 100 A ويسبب زيادة في الطاقة قدرها 25 V = 25V × 1، أما في حالة شبكات السحب 15 kV، فيبلغ مقدار التيار 167 A ويسبب زيادة في طاقة السكك بمقدار 25,05 V = 15 V × 1,67.



الشكل K.68/6.A – قيم إرشادية للطاقة المقيسة للسكك 'U، V لكل 100 A، في شبكة سحب متناوبة التيار فيما يتعلق بمواصلة تسريب طاقة السكك إلى الأرض المقيسة بالوحدة S/km

ويُعبر عن طاقة السكك المقابلة لطاقة سحب S kVA بالعلاقة التالية:

$$U_e = U_{RE} = 25\frac{S}{2500} = \frac{S}{100} \quad [V] \tag{19-A}$$

والقيمة المقيسة لزيادة طاقة الأرض U_{PE} (EPR)، المتعلقة بالفلطية الأساسية هي طاقة السكك U_{RE}، وهي مبنية تبعاً للمسافة الجانبية a بالنسبة لخط السحب المكهرب المتناوب التيار والمزدوج السكك المبين في الشكل 7.A [8].

وعند تخفيض طاقة الأرض U_{PE} وفقاً لآثار التعويض، ينبغي أن تكون مساوية لفلطية الإدارة U_m على مسافة تطابق المسافة RID، وذلك كالآتي:

$$U_m = k_u\, k_t\, U_{PE}(a) \quad [V] \tag{20-A}$$

حيث:

ku العامل الحضري

kt عامل حجب الخط المستحث

وفي حال التعبير عن الطاقة U_{PE} بموجب العلاقة (20-A):

$$U_{PE}(a) = \frac{U_m}{k_u k_t} \quad [V] \tag{21-A}$$

وباستعمال العلاقتين (A-19) و(A-21)، يمكن التعبير عن النسبة U_{PE}/U_{RE} كالتالي:

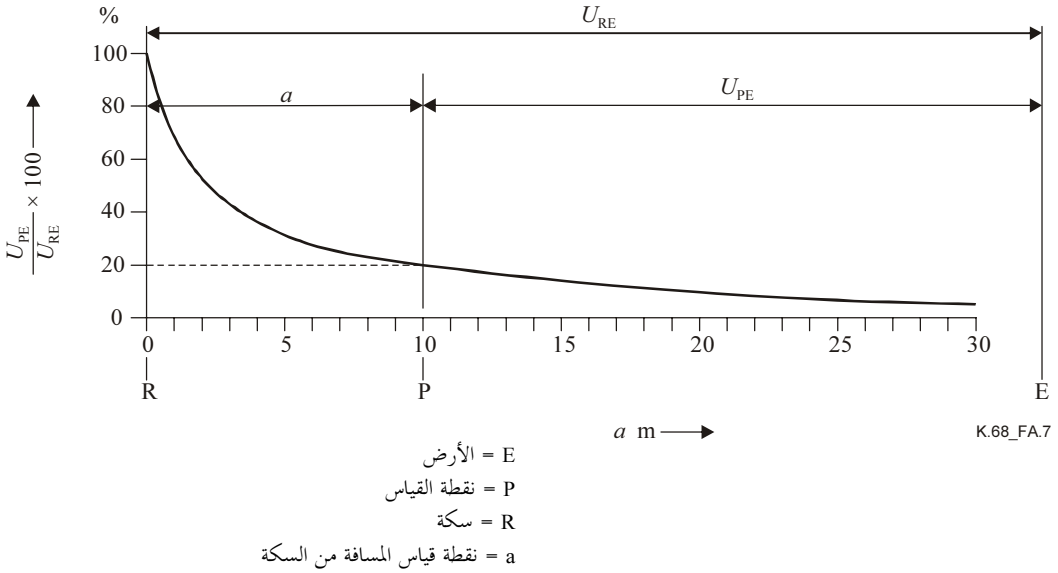
$$100\frac{U_{PE}(a)}{U_{RE}} = \frac{10^4}{S}\frac{U_m}{k_u k_t} \quad [\%] \tag{22-A}$$

حيث:

U_m فلطية الإدارة المقيسة بالفولط (V)

S طاقة السحب المقيسة بالوحدة kVA

وبالإمكان قراءة قيمة المسافة من الشكل 7.A إذا استعملنا القيمة المُعبر عنها بنسبة مئوية في العلاقة (A-22).



E = الأرض
P = نقطة القياس
R = سكة
a = نقطة قياس المسافة من السكة

الشكل K.68/7.A – القيمة المقيسة لزيادة طاقة الأرض (EPR) U_{PE}، المتصلة بالفلطية الأساسية وطاقة السكك U_{RE}، تبعاً للمسافة الجانبية a لخط سحب مكهرب متناوب التيار ومزدوج السكك

ومن الجدير بالذكر أن الطريقة المبينة أعلاه، يُفترض أن القيمة الصارمة للمسافة RID هي قيمة ناشئة عن تيار التشغيل وليس عن تيار الدارة القصيرة.

التذييل I

عوامل الموازنة المستعملة في تحديد الفلطية الضجيجية الموازنة

تبين الجداول الواردة أدناه قيما عددية لعوامل موازنة تندرج ضمن مدى تردد يتراوح بين ⅔16 إلى 6000 Hz، وهي عوامل تستعمل في تحديد الفلطية الضجيجية الموازنة (انظر التعريف 32.3).

التردد [Hz]	عامل الموازنة
16,66	0,056
50	0,71
100	6,91
150	35,5
200	89,1
250	178
300	295
350	376
400	484
450	582
500	661
550	733
600	794
650	851
700	902
750	955
800	1000
850	1035
900	1072
950	1109
1000	1122
1050	1109
1100	1072
1150	1035
1200	1000
1250	977
1300	955
1350	928
1400	905
1450	881
1500	861
1550	842
1600	824
1650	807

التردد [Hz]	عامل الموازنة
1700	791
1750	775
1800	760
1850	745
1900	732
1950	720
2000	708
2050	698
2100	689
2150	679
2200	670
2250	661
2300	652
2350	643
2400	634
2450	626
2500	617
2550	607
2600	598
2650	590
2700	580
2750	571
2800	562
2850	553
2900	543
2950	534
3000	525
3100	501
3200	473
3300	444
3400	412
3500	376
3600	335
3700	292
3800	251
3900	214
4000	178
4100	144,5
4200	116
4300	92,3
4400	72,4

التردد [Hz]	عامل الموازنة
4500	56,2
4600	43,7
4700	33,9
4800	26,3
5000	20,4
5000 <	15,9
6000 <	7,1

التذييل II

قيم المقادير المؤثرة على مسافة التأثير المرجعية في الاقتران الحثي

1.II قيم إرشادية

1.1.II الجوانب العامة

يتضمن هذا التذييل قيماً إرشادية بشأن المقادير المؤثرة على مسافة التأثير المرجعية (RID) في الاقتران الحثي (انظر الملحق 1.A) التي يستند إليها بالتالي التقييم الفعلي لقيم المسافة RID.

وتُصنف القيم الإرشادية أساساً وفقاً للفئات الرئيسية التالية:

- المقادير التي تحدد خصائص البيئة الكهرمغنطيسية؛
- المقادير التي تحدد خصائص المحطات الحاثة؛
- المقادير التي تحدد خصائص المحطات المستحثة.

وتوجد تصنيفات أخرى ترتكز إلى نمط المحطة وظروف المحطات المعنية.

2.1.II المقادير التي تحدد خصائص البيئة الكهرمغنطيسية

تُصنف ضمن هذه الفئة المقادير التي يتعذر ربطها بالمحطات الحاثة أو المحطات المستحثة بسبب تأثيرها على عملية الحث ككل.

1.2.1.II فلطيات الإدارة، U_m

ترد في الفقرة 6 قيمة فلطية الإدارة المقابلة للقيمة المناسبة.

2.2.1.II المقاومة النوعية المحددة للتربة، ρ

المقاومة النوعية للطبقات العميقة للتربة (المطمورة على بعد بضعة مئات إلى عدة آلاف من الأمتار تحت سطح الأرض) في الاقتران الحثي المنخفض التردد هي مقاومة تكتسي أهمية كبيرة بسبب التغلغل العميق في أغوار الأرض.

ولأغراض عملية، لا تراعي هذه الوثيقة سوى القيم الواردة في الجدول 1.II.

الجدول K.68/1.II – قيم إرشادية بالنسبة للمقاومة النوعية للتربة

	المقاومة النوعية للتربة [Ω.m]		
القيمة	50	500	5000 (ملاحظة)
مدى التباين	150-10	1500-150	15000-1500 (ملاحظة)
ملاحظة – للمناطق التي توجد فيها طبقات عميقة مكونة من صخور بدائية.			

3.2.1.II عامل حجب الهياكل المدفونة (العامل الحضري)، k_u

يوجد في المناطق الريفية تأثير حجب كامل تسببه الهياكل المعدنية المدفونة. ويمكن مراعاة هذه الظاهرة باستعمال العامل الحضري k_u. وترد قيمتة المقترحة في الجدول 2.II.

الجدول K.68/2.II – قيم إرشادية بالنسبة للعامل الحضري، k_u

	البيئة	
	المنطقة الحضرية	**المنطقة الريفية**
العامل الحضري k_u	0,7-0,4-0,1	1,0
ملاحظة – القيمة 0,1 لمدينة كبيرة تربتها عالية المقاومة النوعية.		

ومن الجدير بالذكر أن أثر الحجب في المناطق الريفية يضعف شيئا فشيئا بسبب تدني استعمال الشبكة المعدنية للمرافق العامة.

3.1.II المقادير التي تحدد خصائص المحطات الحاثة

1.3.1.II قيم إرشادية تتعلق بمحطات التغذية بالكهرباء المتناوبة التيار

1.1.3.1.II محطات التغذية بالكهرباء بموصل محايد مؤرض مباشرة

تشمل الشبكات المؤرضة مباشرة شبكات بموصل محايد يؤرض مباشرة أو بواسطة معاوقة صغيرة أو توليفة تجمع بينهما. وتضم هذه الفئة الشبكات العالية الفلطية (التي تشمل الشبكات العالية الفلطية والشبكات العالية الفلطية للغاية والشبكات العالية الفلطية بشكل فائق).

1.1.1.3.1.II التيار الحاث

أ) تيار الدارة القصيرة بطور أرضي، $I_{p\text{-}sc}$

يؤدي سريان تيار الدارة القصيرة بطور أرضي في الشبكات العالية الفلطية (HV) بموصل محايد مؤرض مباشرة إلى حدوث تيار عطب أرضي عالي. ويتسرب جزء كبير من تيار العطب إلى الأرض مسبباً ظاهرة استحثاث في المحطات المستحثة المجاورة. ومن جهة أخرى، يسهل الكشف عن الأعطاب الأرضية الحاصلة في هذه الشبكات بواسطة أجهزة الحماية المزودة بمرحلات ومن السهل إزالتها في وقت قصير يتراوح عادة بين 60 إلى 100 مللي ثانية.

وتزداد أهمية تيار العطب بزيادة طاقة الدارة القصيرة للمحطة (المحطات) الفرعية المغذية وتقل بقصر المسافة الفاصلة بين المحطة الفرعية والنقطة المعطوبة.

ولأغراض عملية، فإن القيم الإرشادية الواردة في الجدول 3.II هي قيم مقترحة لتيار عطب الأرض الذي يؤثر على خطوط شبكات بموصل محايد مؤرض مباشرة في حال كانت قيمة مقاومة عطب الأرض المأخوذة في الحسبان بمقدار 0 أو 15 Ω.

الجدول K.68/3.II – القيم الإرشادية لتيار عطب الأرض $I_{p\text{-}ef}$ في خطوط شبكات بموصل محايد مؤرض مباشرة

قيم مقاومة عطب الأرض [Ω]	تيار عطب الأرض [kA]		
	عطب بعيد جداً، طاقة منخفضة للدارة القصيرة		عطب بعيد جداً، طاقة منخفضة للدارة القصيرة
0	10	20	40
15	7	10	15

ب) *تيار دارة قصيرة بطور أرضي لخط عالي الفلطية بتردد ⅔16 Hz، $I_{p\text{-}sc}$*

التيار الحاث المرجعي هو أيضاً تيار الدارة القصيرة بطور أرضي في حالة الشبكات العالية الفلطية (الذي يكون عادة بسوية قدرها 110-130 (2x65) kV) والشبكات الثنائية الطور بتردد ⅔16 Hz، والمغذية لشبكات السحب المكهربة. وترد في الجدول 4.II القيم الإرشادية لتيار عطب الأرض $I_{p\text{-}rw}$ عبر خطوط النقل العالية الفلطية والثنائية الطور المستعملة في تغذية شبكات السكك الحديدية بتردد ⅔16 Hz.

الجدول K.68/4.II – القيم الإرشادية لتيار عطب الأرض $I_{p\text{-}rw}$ عبر خطوط النقل العالية الفلطية والثنائية الطور المستعملة في تغذية شبكات السكك الحديدية بتردد ⅔16 Hz

نمط تغذية شبكة السكك الحديدية العالية الفلطية بتردد ⅔16 Hz	تيار عطب الأرض $I_{p\text{-}rw}$ [kA]
تُغذى حصراً بمحولات يبلغ ترددها ⅔16/50 Hz	8-5-3
تُغذى بمولدات ترددها ⅔16 Hz	30-10-4

ج) *تيار عطب الأرض عبر معاوقة عالية العطب، $I_{p\text{-}imp}$*

يمكن في حالات معينة أن ينجم عن خط شبكة عالية الفلطية بموصل محايد مؤرض مباشرة تيار عطب للأرض عبر معاوقة عالية، مثلاً، بإحداث قوس كهربائي باتجاه الأشجار. ومن الممكن أن تسبب هذه الظاهرة تياراًت عطب للأرض قليلة الأهمية. وقد يتعذر على أجهزة الحماية الأساسية أن تكشف هذا النوع من الأعطاب وتزيله في وقت قصير. وعليه، فإن مدة عطب الأرض بمعاوقة عالية يمكن أن تصل إلى عدة ثواني، وبالتالي تنطبق عليها في هذه الحالة قيم حدود المدد التي تستغرق أكثر من ثانية واحدة. وترد في الجدول 5.II القيم الإرشادية لتيار عطب الأرض لخطوط عالية الفلطية $I_{p\text{-}imp}$ في حالات المعاوقة العالية لعطب الأرض.

الجدول K.68/5.II – القيم الإرشادية لتيار عطب الأرض لخطوط عالية الفلطية $I_{p\text{-}imp}$ في حالات المعاوقة العالية لعطب الأرض

	عطب أرض عالي المعاوقة
تيار عطب الأرض، kA	1,5

د) *تيار عطب بطور واحد مفصول، $I_{p\text{-}off}$*

يمكن تشغيل خط عالي الفلطية لشبكة بموصل محايد مؤرض مباشرة في حالة وجود عطب بطور واحد مفصول. وهذا التشغيل بطور مفصول مقصور عموماً على الشبكات العاملة بسوية فلطية تتراوح بين 110 إلى 130 kV. (يحدث ذلك في الواقع عندما لا يغلق الفاصم أحد الطورين أثناء تبديل الخط) ويمكن أحياناً استبقاء هذا النوع من التشغيل المعطوب لعدة ساعات. ويحل التيار العائد إلى الأرض في هذه الحالة محل الطور المفصول، وعليه، يكون تيار الأرض مطابقاً عملياً للتيار الساري في الأطوار الخالية من الأعطاب. وعند التشغيل بطور واحد مفصول، تكون نسبة الطاقة المنقولة والتيار الساري كذلك مقصورة على نسبة 70-80 في المائة من الحمولة المسموح بها عادة.

ولأغراض عملية، فإن القيم الواردة في الجدول 6.II هي قيم مقترحة لتيار العطب الساري في خطوط تعمل في حالة فصل أحد الأطوار.

الجدول K.68/6.II – القيم الإرشادية لتيار عطب في خط يعمل في حالة فصل أحد الأطوار، $I_{p\text{-}off}$

	نقل الطاقة الكهربائية		
	طاقة منخفضة (20 MVA) (ملاحظة)	**طاقة متوسطة (60 MVA) (ملاحظة)**	**طاقة عالية (120 MVA) (ملاحظة)**
التيار الحاث، A	100	300	600
ملاحظة – سوية الفلطية 110-130 kV.			

وينبغي اعتبار ظاهرة الحث الناشئة عن تيار بطور مفصول ظاهرة حث طويلة الأجل تنطبق عليها فلطية الإدارة المقترنة بالتشغيل الاعتيادي.

2.1.1.3.1.II عامل الحجب، k_p

هياكل الحجب المقترنة بالمحطة الحاثة، أي سلك تدريع خطوط الطاقة الكهربائية الهوائية وتدريع كبلات الكهرباء المدفونة تحت سطح الأرض، هي هياكل بمثابة تيار عائد إلى الأرض، وبالتالي، فهي تقلل الجزء العائد من التيار إلى الأرض. ويُعبر عن مقدار التخفيض بعامل الحجب.

أ) *عامل حجب أسلاك تدريع خطوط الطاقة الكهربائية الهوائية*

ترد في الجدول 7.II قيم دلالة عامل حجب أسلاك تدريع خطوط الكهرباء الهوائية.

الجدول K.68/7.II – القيم الإرشادية لعامل حجب أسلاك تدريع خطوط الطاقة الكهربائية الهوائية

سلك التدريع	**مقاومة سلك (أسلاك) التدريع [Ω/km]**		
	0,1 >	**0,5 >**	**1,0 > (ملاحظة)**
Single	0,70-0,55	0,75-0,65	0,90-0,80
Double	0,50-0,40	0,65-0,5	0,75-0,65
ملاحظة – مكون من جديلة فولاذية.			

ب) *عامل حجب تدريع الكبلات الكهربائية العالية الفلطية*

في حالة الكبلات الكهربائية العالية الفلطية، يعود جزء كبير جداً من تيار عطب الأرض عبر درع الكبل بسبب الاقتران المحكم بين موصل الكبل والدرع. ولذلك، يؤمن درع الكبل العالي الفلطية عوامل حجب (صغيرة) جيدة للغاية.

ويبين الجدول 8.II قيم دلالة عامل حجب درع كبلات الكهرباء العالية الفلطية.

الجدول K.68/8.II – القيم الإرشادية لعامل حجب درع كبلات الطاقة الكهربائية العالية الفلطية

	نمط الدرع	
	درع رصاصي	**درع من الألمنيوم أو درع متحد المركز بسلك نحاسي**
عامل الحجب	0,30-0,25-0,15	0,15-0,1-0,04

2.1.3.1.II محطات الطاقة الكهربائية بموصل محايد غير مؤرض مباشرة

تجدر الإشارة بداية إلى وجود مناطق يكون فيها الموصل المحايد وفقاً للسياسة المتبعة في تأريضه موصلاً مؤرضاً مباشرة في جميع أنواع الشبكات، مثل الممارسة المتبعة في أمريكا الشمالية.

ويمكن أن تتسم الشبكات ذات الموصل المحايد غير المؤرض مباشرة بالخصائص الثلاث التالية:

1) موصل محايد معزول؛

2) موصل محايد بجهاز رنان للتأريض؛

3) موصل محايد بمعاوقة تأريض عالية (هي مقاومة عادة).

ولا يستعمل الخيار 1 عموماً إلا في شبكات المحطات الصناعية ولا يُستخدم في شبكات التوزيع العمومية.

أما الخيار 2 فيُستعمل عادة في شبكات التوزيع الريفية المتوسطة الفلطية والمكونة من خطوط هوائية. وقد يؤرض هذا النوع من الشبكات مؤقتاً (لفترة تستغرق عدة ثواني) بواسطة مقاوم موصول بين الموصل المحايد والأرض كذلك، الأمر الذي يتيح لمرحلات الحماية تمييز هوية الخط المعطوب انتقائياً.

ويُستعمل الخيار 3 في حالة الكبلات المتوسطة الفلطية أو في حالة الجمع بين شبكات الكبلات والشبكات الحضرية بخطوط هوائية أو شبكات التوزيع الواقعة في ضواحي المناطق الحضرية عندما يكون التيار السعوي لعطب الأرض عالياً، ويصبح بالتالي احتمال إخماد تيار عطب الأرض ذاتياً احتمالاً ضعيفاً للغاية بالرغم من اللجوء إلى التأريض الرنان.

1.2.1.3.1.II التيار الحاث

أ) تيار عطب الأرض، $I_{p\text{-}sef}$

عطب الأرض هو نمط العطب الاعتيادي لشبكات بموصل محايد غير مؤرض مباشرة، وهو ليس عطب من نمط الدارة القصيرة، وعليه، يكون تيار العطب أقل بكثير من تيار التشغيل. وتتمثل هذه الحالة تحديداً في شبكات التأريض الرنان. وبناء على ذلك، لا يُراعى الاستحثاث الناشئ عن تيار عطب أرض الشبكات المذكورة.

ويبقى أيضاً تيار عطب أرض شبكات التأريض العالية المعاوقة/المقاومة تياراً متدنياً، وتتوقف قيمته على أهمية معاوقة التأريض، والمسافة من العطب بالنسبة إلى المحطة الفرعية للتغذية، وعلى معاوقة العطب (مقاومة القوس والتأريض). وترد في الجدول 9.II القيم الإرشادية لتيار عطب أرض شبكات التأريض العالية المعاوقة/المقاومة.

الجدول K.68/9.II – القيم الإرشادية لتيار عطب الأرض $I_{p\text{-}sef}$ في شبكات التأريض العالية المعاوقة/المقاومة

درجة معاوقة/مقاومة تأريض المحايد	**تيار عطب الأرض، $I_{p\text{-}sef}$**
عالية شبكات خليطة هوائية وكبلية	150-100-70
متوسطة العلو شبكات كبلات	40-250-150

ب) *تيار الأرض المزدوج العطب*، $I_{p\text{-}dbf}$

عطب الأرض المزدوج، وهو بعبارة أخرى عطباً الأرض الحادثان في آن معاً بطورين في موقعين مختلفين، هو عطب أقل تواتراً، لكنه يسبب تيار عطب أعلى بكثير ويعود مكونه المتسلسل الصفري القيمة عبر مسير الأرض بين النقطتين المعطوبتين. وتتأثر أهمية هذا التيار الأرضي المزدوج العطب بالعناصر التالية:

1) طاقة الدارة القصيرة للمحطة الفرعية المغذية للعطب (قد تصل مبدئياً القيمة القصوى لتيار الأرض المزدوج العطب إلى نسبة 86% من تيار الدارة القصيرة الثلاثي الأطوار)؛

2) معاوقة كل وحدة طول في خط الطاقة الكهربائية المعني في مسير العطب؛

3) المسافة الفاصلة بين موقعي النقطتين المعطوبتين؛

4) معاوقات العطب (مقاومة القوس زائداً مقاومة التأريض) في النقطتين المعطوبتين (قد تكون هذه المعاوقات مهمة جداً في حالات العطب الحادثة في خط هوائي قطبي غير مزود بسلك تدريع).

ويبين الجدول 10.II القيم الإرشادية لتيار الأرض المزدوج العطب $I_{p\text{-}dbf}$ في شبكات بموصل محايد غير مؤرض مباشرة.

الجدول K.68/10.II – القيم الإرشادية لتيار الأرض المزدوج العطب $I_{p\text{-}dbf}$ في شبكات بموصل محايد غير مؤرض مباشرة

	نمط الخط المعطوب	
	هوائي	**كبلي**
تيار الأرض المزدوج العطب [kA]	5-2,5-1	7-4-2

ويُزال التيار المزدوج العطب عموماً في فترة قصيرة ($t < 0,2$ s)، فيما عدا حالة تيارات الأرض المزدوجة العطب والقليلة الأهمية ($I_{p\text{-}dbf} < 1,5$ kA) التي قد يستغرق وقت فصلها عدة ثواني، وبالتالي تنطبق عليها قيم حدود فلطية المدد التي تستغرق أكثر من ثانية واحدة.

2.2.1.3.1.II عامل حجب تدريع كبلات الطاقة الكهربائية المتوسطة الطاقة

ترد في الجدول 11.II القيم الإرشادية لعامل حجب تدريع كبلات الكهرباء المتوسطة الطاقة.

الجدول K.68/11.II – القيم الإرشادية لعامل حجب تدريع كبلات الطاقة الكهربائية المتوسطة الطاقة

نمط التدريع	**عامل الحجب، k_p**
صفيحة رقيقة من الألمنيوم	0,9-0,8-0,7
درع رصاصي	0,6-0,5-0,4
درع ألمنيوم أو عازل متحد المركز بسلك نحاسي	0,3-0,2-0,15

2.3.1.II القيم الإرشادية لمحطات السحب الكهربائي المتناوبة التيار

1.2.3.1.II تيار التشغيل

نسبة تيار الدارة القصيرة في حالة شبكات السحب المكهربة المتناوبة التيار إلى القيمة القصوى لتيار التشغيل هي نسبة تقل عادة عن نسبة فلطيات الإدارة المتعلقة بحالات الحث القصيرة الأجل والحالات الطويلة الأجل. وعليه، يتعين تحديد مسافة التأثير المرجعية للاقتران السعوي بالاستناد إلى الحث الناشئ عن تيار التشغيل.

ويبين الجدول 12.II قيم دلالة تيار تشغيل $I_{p\text{-}rw}$ شبكات السكك الحديدية المكهربة المتناوبة التيار. وتساوي قيم التيارات هذه طاقة سحب بذروة قدرها 20000 kVA تقريباً.

الجدول K.68/12.II – القيم الإرشادية لتيار تشغيل $I_{p\text{-}rw}$ شبكات السكك الحديدية المكهربة المتناوبة التيار

شبكة التغذية	تيار التشغيل [A]	
	تغذية أحادية الطرف	تغذية ثنائية الطرف
kV 15 Hz 16⅔	(600)	1200
kV 25 Hz 50	800	–

2.2.3.1.II التيار الضجيجي

ترد في الجدول 13.II القيم الإرشادية للتيار الضجيجي $I_{p\text{-}ps}$ لشبكات السكك الحديدية المكهربة المتناوبة التيار.

الجدول K.68/13.II – القيم الإرشادية للتيار الضجيجي $I_{p\text{-}ps}$ لشبكات السكك الحديدية المكهربة المتناوبة التيار

نمط وحدة السحب	تيار اضطرابي مكافئ (ضجيجي) [A]
وحدة بمعكاس تردد ومحرك لا تزامني	1,5
قاطرة ثنائية المساري (ثايرستور) بمرشاح	4
قاطرة بتحكم مختلط بالثايرستور وثنائية المساري من دون مرشاح	16

ولا يُراعى الاقتران السعوي بسبب التيار الضجيجي إلا عبر شبكة النفاذ، أي، عبر الخطوط القصيرة.

3.2.3.1.II عامل حجب سكك العودة

يبين الجدول 14.II القيم الإرشادية لعامل حجب السكك $k_{p\text{-}rr}$ لشبكات السكك الحديدية المكهربة المتناوبة التيار بسكة وموصل عائدين إلى الأرض في حالة أنظمة التغذية البسيطة بسكة وموصل عائدين إلى الأرض (RR).

الجدول K.68/14.II – القيم الإرشادية لعامل حجب السكك $k_{p\text{-}rr}$ لشبكات السكك الحديدية المكهربة المتناوبة التيار بسكة وموصل عائدين إلى الأرض (النظام RR)

نظام التغذية	تردد التشغيل [Hz]		
	16⅔	50 أو 60	800
عامل الحجب (ملاحظة)	0,4	0,50	0,55
ملاحظة – خط أحادي المسلك بسكة عودة مزدوجة.			

4.2.3.1.II عامل التعويض المكافئ لشبكات التغذية الخاصة

تعمل الشبكات الخاصة لتغذية السكك الحديدية مثل نظام محول التعزيز بسكة عودة (BTRR) أو الأنظمة ذات موصل العودة (BTRC) أو ذات المحول الأوتوماتي (AT) على تقليل ظواهر الحث بواسطة آلية معقدة نسبياً.

وقيمة عامل التعويض المطبقة على قسم من الخط الحاث بين محولي تعزيز (BT) أو محولين أوتوماتيين (AT) متجاورين هي قيمة مختلفة في الحالتين التاليتين:

1) عندما يكون القسم المستحث داخل القطعة.

2) عندما يكون القسم المستحث خارج القطعة.

وترد في الجدول 15.II القيم الإرشادية لعوامل التعويض المتعلقة بأنظمة التغذية الخاصة.

الجدول K.68/15.II – القيم الإرشادية لعوامل التعويض المتعلقة بأنظمة التغذية الخاصة

التيار الحاث	التردد [Hz]	عامل التعويض k_p	
		الطول المستحث	
		داخل القطعة	خارج القطعة
بتردد أساسي	16⅔	0,1	0,04
	50	0,15	0,05
ضجيجي	(800)	0,25	0,06

4.1.II المقادير التي تحدد خصائص المحطات المستحثة

1.4.1.II عامل حجب كبلات الاتصالات المستحثة

من أجل تحديد هوية مسافة التأثير المرجعية، يرد عامل حجب k_t تدريع كبلات الاتصالات المستحثة في شكل ثلاثة أصناف مبينة في الجدول 16.II.

وعامل حجب خطوط الأسلاك العارية أو الكبلات غير المحجوبة هو عامل بقيمة واحد.

الجدول K.68/16.II – القيم الإرشادية لعامل حجب k_t تدريع كبلات الاتصالات المستحثة

	نمط التدريع		
	درع بلاستيكي بصفيحة رقيقة من الألمنيوم $R_{dc} > 2,5\ \Omega/km$	درع رصاصي $R_{dc} < 0,5\ \Omega/km$	درع من الألمنيوم أو عازل متحد المركز بسلك نحاسي $R_{dc} < 0,1\ \Omega/km$
عامل الحجب	0,9 <	0,5 >	0,15 >

2.4.1.II الأطوال المرجعية للخط المستحث

يبين الجدول 17.II القيم الإرشادية للأطوال المرجعية l_m لكبلات الاتصالات المستحثة المطبقة على مختلف أنماط شبكات الاتصالات.

الجدول K.68/17.II – القيم الإرشادية للأطوال المستحثة l_m لمختلف أنماط كبلات الاتصالات المستحثة

البيئة	الأطوال المستحثة [km]	
	نمط شبكة الاتصالات	
	خطوط قصيرة (مثل شبكة النفاذ) (ملاحظة)	خطوط طويلة (مثل شبكة مسافات طويلة)
منطقة ريفية	7-5-3	20-15-10
منطقة حضرية	5-3-1	15-10-5
ملاحظة – تنطبق على أقسام قصيرة من كبلات السكك الحديدية المستحثة بواسطة أنظمة تغذية بمحول تعزيز (BT) أو محول أوتوماتي (AT).		

2.II قيم المعلمات المطبقة على تقييم مسافة التأثير المرجعية (RID): الاقتران السعوي

استناداً إلى المعطيات الإرشادية الواردة في الجدول 1.II، جرى تقدير قيم المسافة RID المبينة في الفقرة 2.5 على أساس قيم المعلمات التالية:

- العامل الحضري k_u لتحديد خصائص التأثير الإجمالي حجب البيئة:
  - في البيئة الريفية: $k_u = 1$
  - في البيئة الحضرية: $k_u = 0{,}45$ for $\rho = 50$ Ωm
    $k_u = 0{,}35$ for $\rho = 500$ Ωm
    $k_u = 0{,}25$ for $\rho = 5000$ Ωm
- الطول المستحث l_m:
  - للخطوط القصيرة في المناطق الريفية: $l_m = 5$ km
  - للخطوط القصيرة في المناطق الحضرية: $l_m = 3$ km
  - للخطوط الطويلة في المناطق الريفية: $l_m = 15$ km
  - للخطوط الطويلة في المناطق الحضرية: $l_m = 10$ km
- أصناف المقاومة النوعية للتربة:
  - لأصناف المقاومة النوعية المنخفضة: $\rho = 50$ Ω.m
  - لأصناف المقاومة النوعية المتوسطة: $\rho = 500$ Ω.m
  - لأصناف المقاومة النوعية العالية: $\rho = 5000$ Ω.m
- عامل حجب المحطة الحاثة k_p:
  - خط طاقة كهربائية متناوب التيار وعالي الفلطية:
    - خط هوائي بتردد 50/60 Hz: $k_p = 0{,}5$
    - خط مدفون تحت سطح الأرض بتردد 50/60 Hz: $k_p = 0{,}1$
    - خط هوائي 16⅔ Hz: $k_p = 0{,}75$
  - خط طاقة كهربائية متناوب التيار ومتوسط الفلطية:
    - خط هوائي بتردد 50/60 Hz: $k_p = 1$
    - خط مدفون تحت سطح الأرض بتردد 60/50 Hz: $k_p = 0{,}5$
  - خط سحب مكهرب متناوب التيار
    - خط هوائي في نظام تغذية RR بتردد 50 Hz: $k_p = 0{,}5$
    - خط هوائي في نظام تغذية RR بتردد 16⅔ Hz: $k_p = 0{,}4$
    - خط هوائي في نظام تغذية RR بتردد 800 Hz: $k_p = 0{,}55$
    - خط هوائي في نظام تغذية خاص بتردد 16⅔ Hz: $k_p = 0{,}1$
    - خط هوائي في نظام تغذية خاص بتردد 50 Hz: $k_p = 0{,}15$
    - خط هوائي في نظام تغذية خاص بتردد 800 Hz: $k_p = 0{,}25$
- عامل حجب المحطة المستحثة k_t:
  - خط غير مدرع $k_t = 1$

وجرى تقدير قيم التيار الحاث في أسوأ الحالات واقعية بالنسبة إلى شبكة طاقة كهربائية متناوبة التيار وشبكة سحب مكهربة متناوبة التيار؛ وترد هذه القيم في الجدول 18.II إلى جانب قيم فلطيات الإدارة المقابلة U_m.

ملاحظة – يُفترض أن المنحنيات المبينة في الشكل 1.A هي منحنيات تنطبق على تردد بمقدار 60 Hz أيضاً.

الجدول K.68/18.II – قيم فلطية الإدارة والتيار الحاث لتقييم المسافة RID

شبكة كهربائية بتردد 60/50 Hz	الحالة	U_m [V]	I_p [kA]	الملاحظة
شبكة عالية الفلطية بموصل محايد مؤرض مباشرة	عادية	1000	10	حالة مساوية الخطورة أو أقل خطورة مقارنة بحالة عطب الأرض العالي المعاوقة
	خطِرة	430		
عطب أرض عالي المعاوقة لشبكة عالية الفلطية بموصل محايد مؤرض مباشرة	عادية	150	1,5	قيم المسافة RID المحسوبة والمبينة في الفقرة 2.5
	خطِرة	60		
حالة فصل طور واحد لشبكة عالية الفلطية بموصل محايد مؤرض مباشرة	عادية/خطِرة	60	0,3	حالة أقل خطورة
عطب أرض شبكة متوسطة الفلطية بموصل محايد غير مؤرض مباشرة	عادية	430	0,1	قيم المسافة RID المحسوبة والمبينة في الفقرة 2.5
	خطِرة	300		
عطب أرض شبكة متوسطة الفلطية بموصل محايد غير مؤرض مباشرة: خط مدفون تحت سطح الأرض	عادية	430	0,25	حالة أقل خطورة بالمقارنة مع حالة الخط المدفون تحت سطح الأرض
	خطِرة	300		
عطب أرض مزدوج لشبكة متوسطة الفلطية بموصل محايد غير مؤرض مباشرة: خط هوائي	عادية	430	2,5	لا تُبحث الحالة لضعف احتمال حدوث هذا الحدث
	خطِرة	300		
عطب أرض مزدوج لشبكة متوسطة الفلطية بموصل محايد غير مؤرض مباشرة: خط مدفون تحت سطح الأرض	عادية	430	4	
	خطِرة	300		
شبكة طاقة كهربائية متناوبة التيار بتردد 16⅔ Hz				
دارة قصيرة بطور أرضي لشبكة سكك حديدية عالية الفلطية (2x65 kV) بتردد 16⅔ Hz ونقطة وسطية مؤرضة مباشرة	عادية	1000	5	خطوط هوائية فقط في المناطق الريفية
	خطِرة	300		
شبكة سحب مكهربة متناوبة التيار				
تيار تشغيل خط السحب المكهرب	عادية/خطِرة	60	1,2	شبكة بتردد 16⅔ Hz
			0,8	شبكة بتردد 50 Hz
تيار ضجيجي (800 Hz) لوحدة سحب بمعكاس تردد ومحرك لا تزامني	عادية/خطِرة	0.2	0,0015	حالة أقل خطورة بالمقارنة مع حالة الحث بتردد الطاقة
تيار ضجيجي (800 Hz) لقاطرة ثنائية المساري (ثايرستور) بمرشاح			0,004	حالة أشد خطورة بالمقارنة مع حالة الحث بتردد الطاقة
تيار ضجيجي (800 Hz) لقاطرة بتحكم مختلط بالثايرستور وثنائية المساري من دون مرشاح			0,015	حالة أشد خطورة بالمقارنة مع حالة الحث بتردد الطاقة

3.II قيم معلمات تقدير المسافة RID: الاقتران التوصيلي

استناداً إلى المعطيات الإرشادية الواردة في الجدول 1.II، جرى تقدير قيم المسافة RID المبينة في الفقرة 4.2.5 على أساس قيم المعلمات التالية:

- العامل الحضري k_u لتحديد خصائص تأثير حجب البيئة ككل:
  - في البيئات الريفية: $k_u = 1$
  - في البيئات الحضرية: $k_u = 0.45$ for $\rho = 50\ \Omega m$
    $k_u = 0.35$ for $\rho = 500\ \Omega m$
    $k_u = 0.25$ for $\rho = 5000\ \Omega m$
- أصناف المقاومة النوعية للتربة:
  - لأصناف المقاومة النوعية المنخفضة: $\rho = 50\ \Omega.m$
  - لأصناف المقاومة النوعية المتوسطة: $\rho = 500\ \Omega.m$
  - لأصناف المقاومة النوعية العالية: $\rho = 5000\ \Omega.m$
- المحطات الفرعية
  - أبعاد شبكة التأريض وتيار العطب المصاحب:
    - $A = 225\ m^2$ $I_p = 10\ kA$
    - $A = 2500\ m^2$ $I_p = 15\ kA$
    - $A = 22500\ m^2$ $I_p = 20\ kA$
- برج خطوط الطاقة الكهربائية
  - تيار عطب قدره 10 kA مصاحب للقيم الواردة أدناه للمقاومة النوعية للتربة:
    - $\rho = 50\ \Omega m$ $R_E = 8\ \Omega$
    - $\rho = 500\ \Omega m$ $R_E = 25\ \Omega$
    - $\rho = 5000\ \Omega m$ $R_E = 50\ \Omega$
- عامل حجب المحطة الحاثة k_p:
  - خط كهربائي متناوب التيار وعالي الفلطية:
    - خط هوائي بتردد 60/50 Hz: $k_p = 0{,}5$
    - خط مختلط (هوائي ومدفون تحت سطح الأرض) بتردد 60/50 Hz: $k_p = 0{,}2$
    - خط مدفون تحت سطح الأرض بتردد 60/50 Hz: $k_p = 0{,}1$
    - خط هوائي ⅔16 Hz: $k_p = 0{,}75$
- تيار الشغيل I_p:
  - خط سحب مكهرب متناوب التيار:
    - تيار تشغيل بتردد 50 Hz: $I_p = 800\ A$
    - تيار تشغيل بتردد ⅔16 Hz: $I_p = 1200\ A$

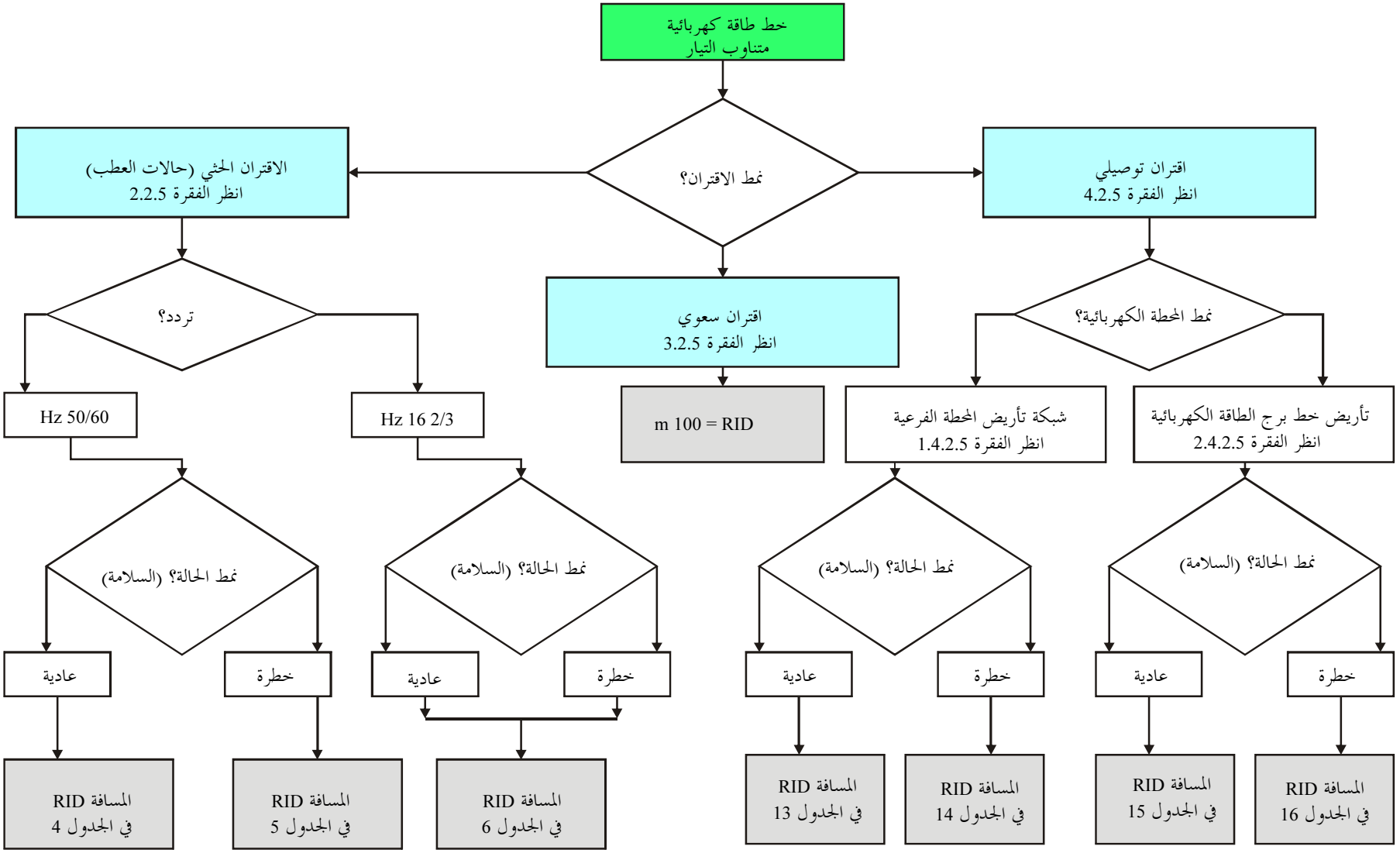
ملاحظة – تنطبق نفس تيارات التشغيل على شبكات التغذية البسيطة وشبكات التغذية الخاصة.

- فلطية الإدارة U_m:
  - خط طاقة كهربائية بتردد 60/50 Hz في الحالات العادية: U_m = 1000 V
  - خط طاقة كهربائية بتردد 60/50 Hz في الحالات الخطِرة: U_m = 430 V
  - خط سحب بتردد 60/50 Hz أو ⅔16 Hz في الحالات العادية والخطِرة على حد سواء: U_m = 60 V
- عامل حجب المحطة المستحثة k_t:
  - خط غير مدرع k_t = 1

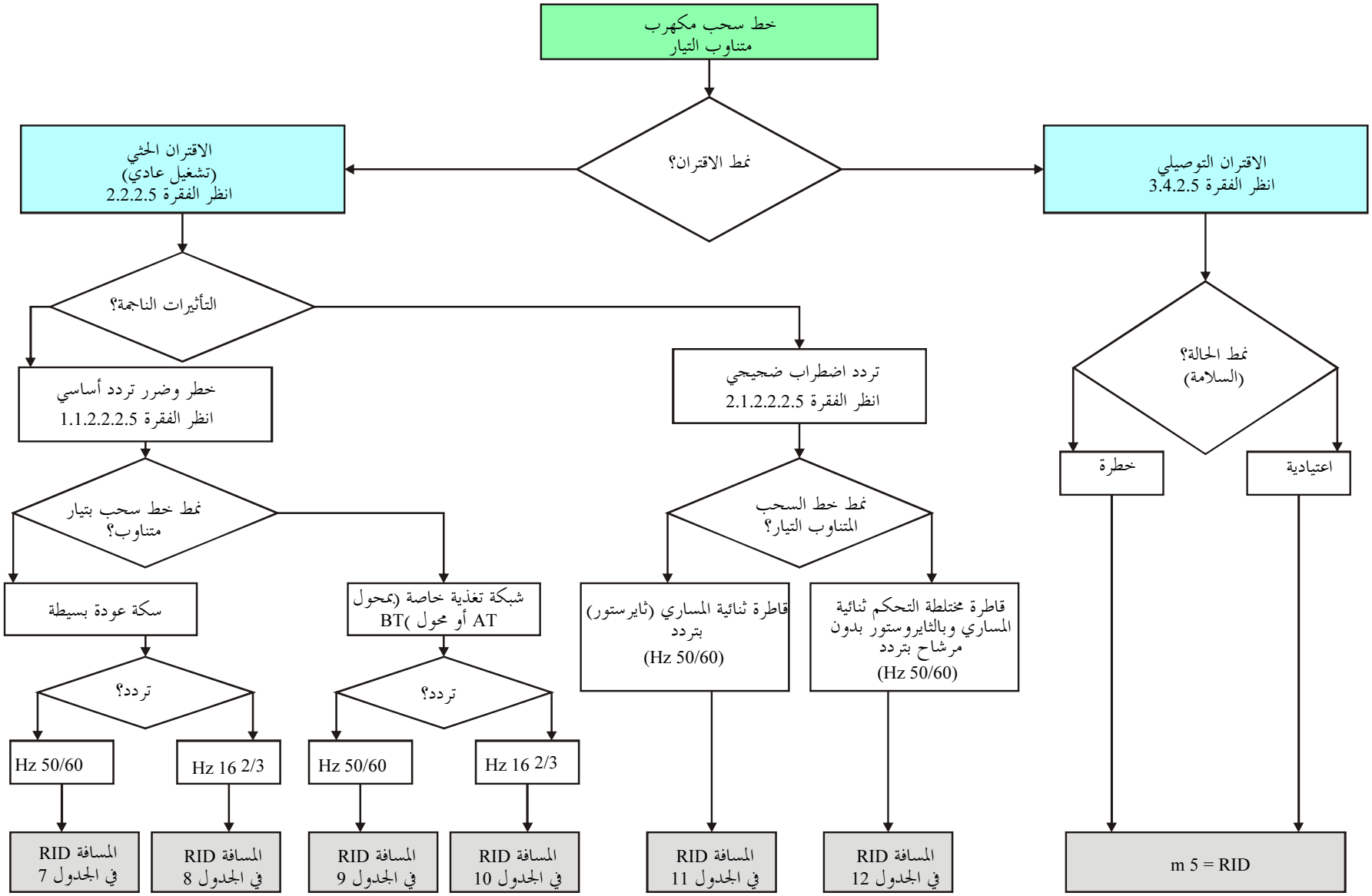
التذييل III

الخطوات اللازمة لتحديد قيم المسافة RID الناشئة عن خط طاقة كهربائية أو خط سحب مكهرب متناوب التيار

يبين الشكلان III.1 وIII.2 مختلف الخطوات اللازمة لتحديد المسافة RID في خط طاقة كهربائية أو خط سحب مكهرب متناوب التيار، على التوالي.



الشكل K.68/1.III – مخطط انسيابي لتحديد قيم المسافة RID الناشئة عن خط طاقة كهربائية متناوب التيار



الشكل K.68/2.III – مخطط انسيابي لتحديد قيم المسافة RID الناشئة عن خط سحب مكهرب متناوب التيار

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	المبادئ العامة للتعريفة
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	إنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات (TMN) 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
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التلماتية
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 وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2006