

كتاب



مختصر حساب تيار القصر للجهد المنخفض والمتوسط

Short circuit calculations



تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادي جمعة

D e M



الفصل الأول

كابلات القدرة



DEM

4	الفصل الأول.....
4	كابلات القدرة.....
4	التعريف بكابلات القوى الكهربائية.....
4	تصنيف كابلات القوى من حيث الجهود المنقولة.....
4	تصنيف الكابلات.....
4	أولا- عدد (الأطراف) Cores.....
6	ثانيا- مساحة المقطع.....
7	مكونات كابل الجهد المنخفض.....
8	الموصل: CONDUCTOR.....
9	تعريف الموصل.....
9	مادة الموصلات.....
9	أنواع الموصلات.....
10	الموصل المصمت Solid conductor.....
10	الموصل المجدول Stranded conductor.....
11	الموصل الشعيرات Flexible copper conductor.....
12	شكل أو تشكيل الموصلات Conductor Form.....
13	مقارنة بين الموصلات.....
15	العزل Insulation.....
15	التعريف.....
15	أهمية مادة العزل.....
15	مواد العزل Insulation materials.....
15	أولا- اللدائن الحرارية: Thermoplastics.....
16	ثانيا- الجوامد الحرارية: Thermosets.....
16	كابلات بعزل معدنى Mineral Insulated Cable.....
16	تصنيف الكابلات من حيث مادة العزل المستخدمة.....
17	خصائص المادة العازلة.....
18	الحشو أو (الفرشة) FILLING - BEDDING.....
18	التسليح (التدريع) ARMOUR.....
19	تعريفه.....
19	أنواع التسليح.....
20	الغلاف الخارجى OUTER SHEATH.....
20	أغلفة الورقية.....
20	أغلفة بولى فينيل كلوريد P.V.C.....
20	مواصفات وخصائص مادة البولى فينيل كلورايد P.V.C.....
21	عبوب مادة PVC كغلاف خارجى.....
21	أنواع الأغلفة من النوع PVC.....

22	..... Rubber اغلفة من المطاط
23	..... PHASES COLOUR IDENTIFICATION علامات تحديد الأوجه
23	..... وحدة مساحة مقطع كابلات الجهد المنخفض
27	..... العلاقة بين مساحة مقطع النحاس ومساحة مقطع الألومنيوم
28	..... جهد التصنيع لكابلات الجهد المنخفض
29	..... الجهود القياسية العالمية
29	..... كيفية كتابة الكابلات الكهربائية وتصنيفها بالاختصار
30	..... مواصفات كابلات الطاقة الشمسية
31	..... مواصفات الكابل
31	..... الموصفات القياسية
31	..... Conductor الموصل
32	..... Insulation العازل حول الموصل
32	..... Sheath : الغلاف الخارجي
32	..... جهد التشغيل
32	..... درجة الحرارة
32	..... التيار المقنن لكابلات الخلايا الشمسية
33	..... أنواع الكابلات طبقا للمقاييس الألمانية VDE
37	..... العوازل المستخدمة طبقا للمواصفات الأمريكية
42	..... طرق تمديد (فرد) الكابلات
42	..... العلاقة بين نوع الكابل من حيث التسليح وطرق التمديد
43	..... أقل نصف قطر للكابل



الفصل الثاني

أنواع تيار القصر



DEM

4	الفصل الثاني.....
4	أسباب وأنواع تيار القصر.....
4	أسباب حدوث تيار القصر.....
4	الأسباب الخارجية لدوائر القصر.....
4	الأسباب الداخلية لدوائر القصر.....
5	مخاطر وأضرار حدوث قصر دائرة.....
5	معنى تيار القصر Short Circuit.....
5	أنواع تيار القصر Short Circuit.....
5	أولا تيار القصر المتماثل Symmetrical short circuit.....
6	ثانيا تيار القصر الغير متماثل Asymmetrical short circuit.....
7	مصادر تيار القصر.....
7	أولا- الشبكة.....
7	مفهوم الشبكة.....
10	ثانيا- المولدات الاحتياطية.....
12	معاوقة المولد أثناء القصر.....
13	ثالثا- المحركات التزامنية.....
13	رابعا - المحركات الحثية.....
14	زمن مرور تيار القصر Duration time short circuit.....
14	مكونات الشبكة الكهربائية للجهد المنخفض.....
14	متطلبات حساب تيار القصر العملية.....
16	أولا- وجود مصدر رئيسي.....
16	ثانيا- مساحة مقطع الكابلات.....
16	أولا الكابل الرئيسي Cable 1.....
16	ثانيا- الكابلات الفرعية.....
17	أسباب دراسة تيار القصر Short Circuit.....
18	حسابات تيار القصر للكابل.....
18	عوامل حسابات تيار القصر للكابل.....
18	شرح المعاملات.....
19	معادلة حسابات تيار القصر للكابل.....
22	أسباب وضع عدد من الكابلات على الفاز ه.....
28	ملحق (2.1).....
28	أولا حساب تيار القصر في حالة الموصل معزل.....
28	حالة الموصل من النحاس معزول.....
28	حالة الموصل من الألومنيوم معزول.....
31	شرح المعاملات.....
31	زمن تيار القصر (t) Duration time short circuit.....
31	معامل تيار القصر للنحاس K1CU أو الألومنيوم K1AL.....

- 32 Bare Conductor ثانيا حساب تيار القصر فى حالة الموصل غير معزول
- 32 Bare Copper Conductor أولا- حالة النحاس غير معزول
- 32 Bare Aluminum Conductor ثانيا- حالة الألومنيوم



الفصل الثالث

حساب تيار القصر للمحولات والمولدات



DEM

3	الفصل الثالث
3	حسابات تيارات القصر عند أطراف المحول
3	أولا حساب تيار القصر لمحول ثلاثى الأطوار
3	ثانيا حساب تيار القصر عند ملفات المحول الابتدائى Short circuit at primary side
3	معادلة حساب تيار القصر على الملف الابتدائى
5	العلاقة بين الميجا فولت أمبير للشبكة وتيار القصر للقواطع
6	استنتاج أقصى ميجا فولت أمبير للشبكة
6	معادلة أقصى ميجا فولت أمبير فى حالة القصر للشبكة
8	حساب سعة القاطع (بالأمبير) للوحات الجهد المتوسط
8	ثانيا حساب تيار القصر عند ملفات المحول الثانوية Short circuit at secondary side
9	خطوات الحساب
11	حساب تيار القصر على الثانوى بالمعادلة المختصر
12	حساب تيار القصر فى حالة أحادى الطور
12	حساب تيار القصر على الملف الابتدائى
12	حساب تيار القصر على الملف الثانوى
17	شروط ربط المحولات على التوازى
18	حساب تيار القصر للمحول طبقا ل IEC 60909
18	حساب معاوقة المحول بالأوم
19	طريقة حساب تيار القصر لمحول الافتراضى
20	خطوات الحساب
26	ثانيا- حساب تيار القصر فى حالة المولد
35	الطريقة الثانية لحساب تيار القصر للمولد
36	معادلات تيار القصر
37	حساب معاوقة المولد الموجبة والسالبة والصفوية
42	حساب تيار القصر طبقا لشركة Socomec
42	معادلات تيار القصر طبقا ل Socomec



الفصل الرابع

حساب تيار القصر عند أي نقطة



DEM

4	..... الفصل الرابع
4	..... حساب تيار القصر عند أي نقطة
7	..... أولا-طريقة المقاومة
7	..... معادلة تيار القصر لأي نقطة للتيار المتردد (3 فاز)
8	..... حساب مقاومة الكابل في حالة تيار القصر
8	..... معادلة حساب المقاومة للسلك المفرد
9	..... شرح المعاملات
12	..... معادلة تيار القصر لأي نقطة
13	..... أولا معادلات حساب تيار القصر على الباسبار في حالة جهد ثلاثي الطور
13	..... حساب تيار القصر المتماثل للثلاثة فاز (ISC _{LLL})
14	..... ثانيا حساب تيار القصر على الباسبار في حالة تلامس فاز مع فاز phase to phase short circuit
14	..... ثالثا حساب تيار القصر على الباسبار في حالة تلامس فاز مع محايد phase to neutral short circuit
14	..... رابعا حساب تيار القصر على الباسبار في حالة تلامس فاز مع أرضي phase to earth short circuit
15	..... خامسا حساب تيار القصر على الباسبار في حالة عدم وجود محايد
15	..... في حالة اهمال معاوقة المصدر
15	..... في حالة مساحة مقطع الفاز = مساحة مقطع المحايد أو الأرضي
15	..... في حالة مساحة مقطع الفاز = ضعف مساحة مقطع المحايد أو الأرضي
16	..... الخطوات العملية لحساب تيار القصر
27	..... ثانيا حساب تيار القصر على الباسبار في حالة جهد أحادي الطور 1 فاز
27	..... حساب تيار القصر بين الفاز والمحايد
28	..... حساب حالة تيار القصر بين الفاز والأرضي
34	..... ثالثا حساب تيار القصر على الباسبار في حالة جهد مستمر DC Voltage
34	..... حساب تيار القصر بين الموجب والسالب
34	..... حساب تيار القصر بين الموجب والأرضي
38	..... الطريقة الثانية لحسابات تيار القصر (المقاومة والمفاعلة) Impedance Method
38	..... حساب المقاومة والمفاعلة الحثية في حالة الشبكة
40	..... حساب المقاومة والمفاعلة الحثية في حالة لمحول
42	..... حساب المقاومة والمفاعلة الحثية في حالة القاطع
43	..... حساب المقاومة والمفاعلة الحثية في حالة الكابل
45	..... حساب المقاومة والمفاعلة الحثية في حالة البارات المدمجه
54	..... شروط اقصى قيمة لتيار القصر
61	..... دراسة حساب التيار القصر للقواطع المنمنمة
66	..... ملحق 4.1
66	..... أولا معادلات تيار القصر 3 فاز 3 PHASE SHORT CIRCUIT
66	..... أولا -في حالة تيار القصر بين الثلاث فازات
66	..... ثانيا في حالة تيار القصر بين فاز وفاز
67	..... ثالثا في حالة تيار القصر بين فاز و محايد

- 67 حالة تساوى مساحة مقطع الفاز مع المحايد
- 67 حالة مساحة مقطع الفاز ضعف مساحة مقطع المحايد
- 68 حالة تيار القصر وعدم وجود محايد
- 68 رابعا في حالة تيار القصر بين فاز وارضى
- 68 حالة تساوى مساحة مقطع الفاز مع الأرضى
- 68 حالة تساوى مساحة مقطع الفاز ضعف مساحة مقطع الأرضى
- 69 ثانيا معادلات تيار القصر 1 فاز SINGLE PHASE SHORT CIRCUIT
- 69 أولا في حالة تيار القصر بين فاز ومحايد أو فاز وارضى وتساوى مساحة المقطع
- 70 ثانيا- في حالة تيار القصر بين فاز وأرضى
- 70 حالة مساحة مقطع الفاز ضعف مساحة مقطع المحايد أو الأرضى



الفصل الخامس

حساب تيار القصر للبارات المدمجة



DEM

3	الفصل الخامس.....
3	تيار القصر عن طريق البارات المعزولة Busway
3	عوامل اختيار البارات المدمجة.....
4	أولا- حساب سعة البارات المدمجة.....
11	ثانيا-حساب الهبوط في الجهد على الباسبارات المعزولة Busway
11	معادلة الهبوط في الجهد في حالة تغذية مركزة Concentrated
11	معادلة الهبوط في الجهد في حالة تغذية موزعة Distributed
11	حساب الملى فولت /أمبير /متر.....
11	معادلة الهبوط في الجهد المؤي.....
12	العلاقة بين الزاوية بالدرجات والراديان.....
16	ثالثا تيار القصر للبارات المدمجة.....
16	أولا معادلات تيار القصر بين المحايد والفاز.....
18	ثانيا معادلات تيار القصر بين الفاز والأرضى.....
28	استخدام الجداول لإيجاد سعة البارات و تيار القصر والهبوط في الجهد للمحولات والمولدات.....



الفصل السادس

حماية المغذيات



DEM

4	الفصل السادس
4	حماية المغذيات (القواطع)
4	أنواع الحماية للقواطع
4	أولا - حماية المغذى من بداية الكابل
9	الطريقة التقريبية
10	طرق التأريض العالمية
11	ثانيا- الحماية عند نهاية الكابل
12	طرق حماية القاطع للكابل عند نهايته
12	أولا- طريقة الفصل المغناطيسى
12	طريقة حساب تيار الفصل المغناطيسى I_{m1}
13	معادلة حساب تيار الفصل المغناطيسى
16	معامل التصحيح للقواطع $F1$
17	ثانيا معامل تصحيح درجة حرارة الهواء المحيط للقواطع $F2$
17	ثالثا معامل تصحيح الارتفاع عن مستوى سطح البحر ($F3$)
19	حساب أقل تيار للقصر ISC_{MIN}
19	معامل المفاعلة الحثية K_L
20	معامل توصيل أكثر من كابل على الفازة (معامل الكابلات المتوازية) K_p
20	المقاومة النوعية ρ
20	جهد التشغيل U_o
24	ثانيا- طريقة حساب أقصى طول للكابل L_{max}
25	معادلة حساب أقصى طول L_{MAX} فى حالة نظام الأرضى TN
26	شرح المعاملات
26	معامل النسبة لمساحة المقطع M
27	معامل نسبة مساحة المقطع K_m
27	تيار الفصل المغناطيسى للقواطع I_m
27	المعادلات النهائية
28	أولا فى حالة تساوى مساحة مقطع الفاز مع المحايد
28	فى حالة الموصل من النحاس
28	فى حالة موصل من الألومنيوم
28	ثانيا فى حالة مساحة مقطع الفاز ضعف مساحة مقطع المحايد
28	فى حالة الموصل من النحاس
28	فى حالة موصل من الألومنيوم
29	حساب أقصى طول فى حالة TN طبقا للجدول
30	المعادلة الرئيسية
30	حالات توصيل أكثر من كابل على الفازة
31	حالة المغذيات وبوادمى الحركة فيما عدا ستار دلتا
31	حالة ستار دلتا والكابل متعدد القلوب

31	حالة ستار دلنا والكابل المستخدم احادي القلب
33	أقصى طول للقواطع المنمنمة.....
40	شرح نظام IT.....
40	خصائص النظام.....
43	دراسة جهد اللمس وتيار القصر عند العطل الأول.....
43	أولا دراسة تيار القصر
44	ثانيا دراسة جهد اللمس.....
44	دراسة تيار الخطأ الثاني.....
44	معدلات أقصى طول للكابل لتيار الخطأ الثاني في حالة IT.....
44	أولا حساب طول الكابل في حالة محايد غير موزع(عدم وجود محايد) non distributed neutral ..
44	ثانيا حساب طول الكابل في حالة وجود محايد موزع distributed neutral
46	العلاقة بين نظام IT ونظام TN بالنسبة لأطوال الكابلات بعد الخطأ الثاني.....
46	حالة عدم وجود محايد Non distributed Neutral.....
46	حالة وجود محايد موزع Distributed neutral.....
46	حساب أقصى طول في حالة عدم وجود محايد Non distributed Neutral قبل حدوث الخطأ.....
47	أولا-مساحة مقطع الفاز = مساحة مقطع الأرضى (SPH = SE) أى (m = 1).....
47	ثانيا-مساحة مقطع الفاز = ضعف مساحة مقطع الأرضى (S _{PH} = 2 S _E) أى (m = 2).....
48	حساب أقصى طول للكابل.....
48	أولا - طريقة المعاملات
51	ثانيا - طريقة الجداول.....



الفصل السابع

حساب تيار القصر بطريقة الوحدة



DEM

4	..... الفصل السابع
4	..... حساب تيار القصر للمحطات والمصانع بطريقة الوحدة Per Unit Calculations
4	..... مفاهيم كهربية
4	..... المحرك التزامنى: Synchronous motor
5	..... المحرك الحثى : Induction motor
6	..... المفاعل Reactor
6	..... معامل اللاتماثل Asymmetry Factor
7	..... X/R ratio
8	..... مفاعلة الحالة دون العابرة للمولد [X'd] sub- transient reactance
8	..... مفاعلة الحالة العابرة (x'd) transient reactance
8	..... مفاعلة التزامن للمولد synchronous reactance(x _s)
9	..... باسبار لا نهائي Infinity Source أو Infinity busbar
9	..... باسبار نهائي Non Infinity busbar
9	..... تعريف النظام بالوحدة
10	..... فروض حسابات تيار القصر
11	..... المعادلات العامة للحسابات
11	..... معادلات حساب التيار
11	..... معادلات حساب المعاوقة
12	..... معادلات حساب الجهد
13	..... الخطوات العملية لحساب تيار القصر بطريقة المرجع الأساسى Per unit
13	..... المرحلة الأولى
13	..... المرحلة الثانية (إعداد البيانات) كما يلى
21	..... كيفية رسم الرسم الخطى المفرد على هيئة معاوقات
25	..... المعادلات العامة لحساب المعاوقات لجميع أجزاء (معدات) الرسم الخطى المفرد
25	..... أولا- الشبكة الرئيسية Utility
25	..... ثانيا - المحولات Transformer
26	..... ثالثا - المولدات Generator
27	..... رابعا - الكابلات Cables
28	..... خامسا - البارات النحاسية المعزولة Busway
29	..... سادسا- المحركات Motors
31	..... اختزال المعاوقات
31	..... التحويل من دلتا لستار ومن ستار لدلتا
32	..... حساب المعاوقة المكافئة لعدد من المعاوقات فى حالة التوازى
32	..... حساب المعاوقات فى حالة التوازى فى حالة المقاومة $R = 0.0$
32	..... حساب المعاوقة المكافئة فى حالة توازي معاوقتين فقط
32	..... حساب المعاوقات فى حالة التوازى فى حالة تساوى المعاوقات
33	..... العلاقة بين عدد الدخولات بحساب تيار القصر

33	..... Automatic Transfer Switch (ATS) مفهوم التحويل الأتوماتيكي
33	..... Manual Transfer Switch (MTS) مفهوم التحويل اليدوي
33	..... Electrical and Mechanical interlock مفهوم الربط الميكانيكي والكهربى
34	..... Electrical Interlock الربط الكهربى
34	..... Mechanical Interlock الربط الميكانيكي
37	..... Bus coupler مفهوم موصل البارات الرئيسية أو (دامج القضبان)
37	..... Bus coupler (disconnecting) أولاً حالة الفصل أى أن دامج البارات غير موصل
37	..... Bus coupler (connecting) ثانياً حالة التوصيل أى أن ال موصل
39	..... أهمية دامج البارات لعملية الصيانة
39	..... أهمية دامج البارات لعملية الفصل بين البارات
40	..... Possible interlock table or truth table مفهوم جدول الربط أو جدول التشغيل الحقيقى للوحات
41	..... one out of two حالة 1 من 2 ويطلق عليها
41	..... two out of three حالة 2 من 3 ويطلق عليها
41	..... one out of three حالة 1 من 3 ويطلق عليها
41	..... Two Out Of Four حالة 2 من 4 ويطلق عليها
41	..... One or Two Out Of Four حالة 1 أو 2 من 4 ويطلق عليها
41	..... Two Out Of Five حالة 2 من 5 ويطلق عليها
42	..... الحالات الخاصة بتوازي المحولات
42	..... One Or Two Of Two حالة 1 أو 2 من 2 ويطلق عليها
42	..... One Or Two Of Three حالة 1 أو 2 من 3 ويطلق عليها
42	..... Two Or Three Out Of Five حالة 2 أو 3 من 5 ويطلق عليها
42	..... Two Or Three Out Of Seven حالة 1 أو 2 أو 3 من 7 ويطلق عليها
	مفهوم وضع القاطع من حيث التوصيل Normally Closed (NC) ووضع القاطع مفصول Normally Open
46	..... (NO)



الفصل الثامن

حساب تيار القصر بطريقة الميغا فولت أمبير



DEM

3	الفصل الثامن
3	حساب تيار القصر للمحطات والمصانع بطريقة الميغا فولت أمبير MVA
3	المعادلات العامة
3	أولاً- المحولات
3	ثانياً- المحركات والمولدات
3	ثالثاً- الكابلات
5	المعادلة العامة لحساب تيار الخطأ
5	معادلات حساب الميغافولت أمبير لمكونات الرسم الخطى المفرد
5	أولاً- الشبكة
6	ثانياً- المحول
7	ثالثاً- المولد
7	رابعاً- المحركات
9	خامساً الكابلات
10	سادساً- اليارات المدمجة Bus way
11	الخطوات العملية
30	الحل بالطريقة التقريبية



الفصل التاسع

حساب تيار القصر للخلايا الشمسية



DEM

4	الفصل التاسع
4	تيار القصر للخلايا الشمسية
4	مكونات نظام الخلايا الشمسية Photovoltaic cell System
4	أولا الخلايا الشمسية
5	وظيفة الخلايا الشمسية
5	أشكال الخلية Cell
5	خصائص الخلية الشمسية
6	مكونات اللوح الشمسى Solar Panel أو Photovoltaic Module
6	أنواع الألواح الشمسية
7	خلايا الكريستالات النقية Mono-crystalline Silicon
7	الخلايا متعددة الكريستالات Polycrystalline Silicon
7	الألواح الشمسية الرقيق Thin Film
8	تدرج القدرة للألواح
8	السلسلة String
8	المصفوفة Array
8	المولد الشمسى Solar Generation
9	كيف تقرأ بيانات اللوحات أو الألواح الشمسية
11	جهد الدائرة المفتوحة (Voc) Open Circuit Voltage
11	تيار دائرة القصر (Isc) Short Circuit Current
11	نقطة أقصى قدرة (Pmax) Maximum Power Point
12	جهد أكبر نقطة للقدرة (Vmpp) Maximum Power Point Voltage
12	تيار نقطة القدرة الأكبر (الأقصى) (Impp) Maximum Power Point Current
12	ظروف الاختبار الموحدة (Standard test conditions STC)
13	ظروف الاختبار الواقعية (NOCT) Normal Operating Cell Temperature
13	معامل الملء (FF) Fill Factor
14	كفاءة الخلية الشمسية Solar photovoltaic efficiency
15	انواع منظومات الخلايا الشمسية
15	ثانيا- منظم الشحن
15	انواع الشواحن المستخدمة في الأنظمة الفوتو فولتية
16	أولا منظم الشحن القديم من نوع PWM
16	سعة الشاحن
16	ثانيا منظم الشحن MPPT
17	نظرية عمل MPPT
17	مزايا استخدام النوع MPPT
17	ثالثا- بطاريات الخلايا الشمسية
18	وظيفة بطارية الخلية الشمسية
18	استخدامات البطاريات فى نظم الخلايا الشمسية

18	جهد التصنيع للبطاريات
18	سعة البطاريات
18	رابعا- الانفرتر
19	العلاقة بين الجهد والتيار للمنظومة الشمسية Photovoltaic System
20	حساب القواطع والفيوزات
21	العلاقة بين الألواح الشمسية والقاطع
21	وظيفة القاطع العمومي
23	التيار المقتن للقواطع
23	التيار المقتن للقواطع المنمنمة (In)
23	التيار المقتن للقواطع المقولبه (In)
23	التيار المقتن للقواطع الهوائية (In)
24	جهود التصنيع للقواطع DC
24	التيار المقتن للمصهرات
24	الجهد المقتن للمصهرات
24	معادلات حساب القواطع والمصهرات
27	حساب جهد القاطع أو المصهر
27	حساب المصهر على خرج السلسلة أو الخط رقم (1) وقاطع المصفوفة رقم (2) من النوع DC
28	حساب القاطع على خرج السلسلة أو الخط رقم (1) وقاطع المصفوفة رقم (2) من النوع DC
29	شرح المعاملات
29	معامل تصحيح درجة الحرارة K2
29	معامل تصحيح الارتفاع عن مستوى سطح البحر Altitude (K3)
31	حساب قاطع البطاريات رقم (3) على خرج منظم الشحن من النوع DC لبنك البطاريات
31	المعادلة العامة
31	حساب تيار القاطع بين منظم الشحن المنفصل من النوع PWM و بنك البطاريات
31	حساب تيار القاطع بين منظم الشحن المنفصل من النوع MPPT و بنك البطاريات
33	حساب قاطع البطاريات رقم (4) على خرج الانفرتر (العاكس) أو بين البطارية والانفرتر من النوع DC
37	حساب القاطع رقم (5) بين الانفرتر ولوحة أحمال التيار المتردد من النوع AC
46	حسابات تيار القصر للخلايا الشمسية فى المحطات الكبيرة (الهجين Hybrid)
47	حساب تيار القصر
51	تيار القصر لبنك البطاريات Battery Bank



الفصل العاشر

حساب موصل التآريض



DEM

3	..... الفصل العاشر
3	..... حساب مساحة مقطع موصل التأريض الرئيسي
3	..... حساب مساحة مقطع موصل التأريض طبقا للمواصفات العالمية IEEE 80
4	..... حساب مساحة مقطع موصل التأريض طبقا للمواصفات العالمية BS 7430