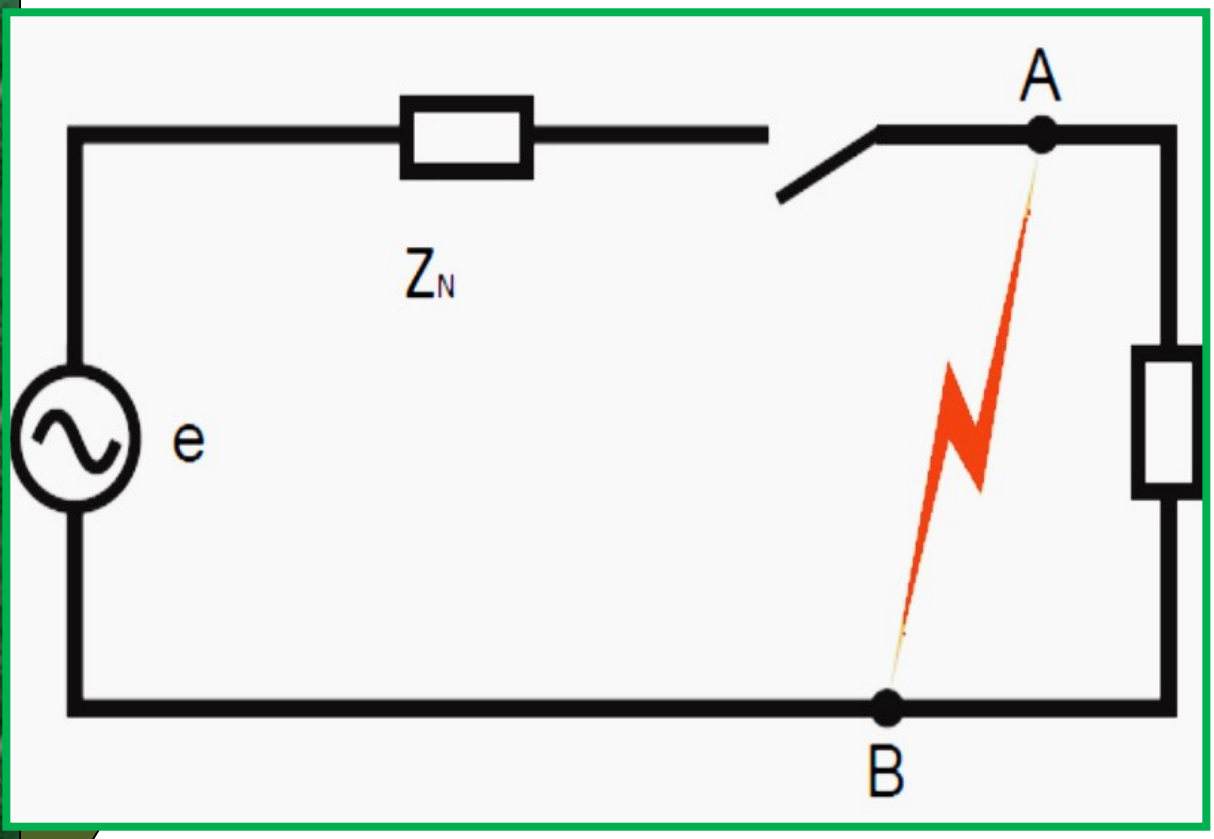
# كتاب (الجزء الأول)

# حسابات تيارالقصر للجهد المنخفض والمتوسط

Short circuit calculations





تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادى جمعة


D e M

# الفصل الأول

## كابلات القدرة

**DEM**

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

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

# الفصل الثاني

## أنواع تيار القصر

**DEM**

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

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

# الفصل الثالث

## حساب تيار القصر للمحولات والمولدات

**DEM**

الفصل الثالث ..... 3

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

# الفصل الرابع

## حساب تيار القصرعند أي نقطة

**DEM**

الفصل الرابع ..... 4
حساب تيار القصر عند أى نقطة ..... 4
أولا-طريقة المقاومة..... 7
معادلة تيار القصر لأى نقطة للتيار المتردد (3 فاز) ..... 7
حساب مقاومة الكابل في حالة تيار القصر ..... 8
معادلة حساب المقاومة للسلك المفرد ..... 8
شرح المعاملات..... 9
معادلة تيار القصر لأى نقطة ..... 12
أولا معادلات حساب تيار القصر على الباسبار في حالة جهد ثلاثى الطور..... 13
حساب تيار القصر المتماثل للثلاثة فاز ( $ISC_{LLL}$ )..... 13
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 أرضى phase to earth short circuit . 14
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..... 15
الخطوات العملية لحساب تيار القصر ..... 16
ثانيا حساب تيار القصر على الباسبار في حالة جهد أحادى الطور 1 فاز ..... 27
حساب تيار القصر بين الفاز والمحايد..... 27
حساب حالة تيار القصر بين الفاز والأرضى ..... 28
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 والأرضى ..... 34
الطريقة الثانية لحسابات تيار القصر (المقاومة وا لمفاعلة ) Impedance Method ..... 38
حساب المقاومة والمفاعلة الحثية فى حالة الشبكة ..... 38
حساب المقاومة والمفاعلة الحثية فى حالة لمحول..... 40
حساب المقاومة والمفاعلة الحثية فى حالة القاطع ..... 42
حساب المقاومة والمفاعلة الحثية فى حالة الكابل..... 43
حساب المقاومة والمفاعلة الحثية فى حالة البارات المدمجه ..... 45
شروط اقصى قيمة لتيار القصر ..... 54
دراسة حساب التيار القصر للقواطع المنمنمة..... 61
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..... 66
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 ..... 67
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..... 68
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 ..... 69
ثانيا- في حالة تيار القصر بين فاز وأرضى..... 70
حالة مساحة مقطع الفاز ضعف مساحة مقطع المحايد أو الأرضي..... 70

# الفصل الخامس

## حساب تيار القصر للبارات المدمجة

**DEM**

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

# الفصل السادس

## حماية المغذيات

**DEM**

الفصل السادس ..... 4
حماية المغذيات (القواطع )..... 4
أنواع الحماية للقاطع..... 4
أولا - حماية المغذى من بداية الكابل ..... 4
الطريقة التقريبية ..... 9
طرق التأريض العالمية ..... 10
ثانيا- الحماية عند نهاية الكابل ..... 11
طرق حماية القاطع للكابل عند نهايته..... 12
أولا- طريقة الفصل المغناطيسى ..... 12
طريقة حساب تيار الفصل المغناطيسى Im1..... 12
معادلة حساب تيار الفصل المغناطيسى ..... 13
معامل التصحيح للقاطع F1..... 16
ثانيا معامل تصحيح درجة حرارة الهواء المحيط للقاطع F2..... 17
ثالثا معامل تصحيح الارتفاع عن مستوى سطح البحر Altitude ( F3 ) ..... 17
حساب أقل تيار للقصر $ISC_{MIN}$ ..... 19
معامل المفاعلة الحثية $K_L$..... 19
معامل توصيل أكثر من كابل على الفازة ( معامل الكابلات المتوازية ) Kp..... 20
المقاومة النوعية ρ..... 20
جهد التشغيل Uo ..... 20
ثانيا- طريقة حساب أقصى طول للكابل Lmax ..... 24
معادلة حساب أقصى طول $L_{MAX}$ فى حالة نظام الأرضى TN ..... 25
شرح المعاملات..... 26
معامل النسبة لمساحة المقطع M..... 26
معامل نسبة مساحة المقطع Km..... 27
تيار الفصل المغناطيسى للقاطع Im..... 27
المعادلات النهائية..... 27
أولا في حالة تساوى مساحة مقطع الفاز مع المحايد ..... 28
في حالة الموصل من النحاس..... 28
في حالة موصل من الألومنيوم ..... 28
ثانيا في حالة مساحة مقطع الفاز ضعف مساحة مقطع المحايد..... 28
في حالة الموصل من النحاس..... 28
في حالة موصل من الألومنيوم ..... 28
حساب أقصى طول فى حالة TN طبقا للجدول..... 29
المعادلة الرئيسية..... 30
حالات توصيل أكثر من كابل على الفازة..... 30
حالة المغذيات وبوادئ الحركة فيما عادا ستار دلتا..... 31
حالة ستار دلتا والكابل متعدد القلوب ..... 31

حالة ستار دلتا والكابل المستخدم احادي القلب ..... 31
أقصى طول للقواطع المنمنمة ..... 33
شرح نظام IT ..... 40
خصائص النظام ..... 40
دراسة جهد اللمس وتيار القصر عند العطل الأول ..... 43
أولا دراسة تيار القصر ..... 43
ثانيا دراسة جهد اللمس ..... 44
دراسة تيار الخطأ الثانى ..... 44
معدلات أقصى طول للكابل لتيار الخطأ الثاني فى حالة IT ..... 44
أولا حساب طول الكابل فى حالة محايد غير موزع(عدم وجود محايد ) non distributed neutral .. 44
ثانيا حساب طول الكابل فى حالة وجود محايد موزع distributed neutral ..... 44
العلاقة بين نطام IT ونظام TN بالنسة لأطوال الكابلات بعد الخطأ الثانى ..... 46
حالة عدم وجود محايد Non distributed Neutral ..... 46
حالة وجود محايد موزع Distributed neutral ..... 46
حساب أقصى طول فى حالة عدم وجود محايد Non distributed Neutral قبل حدوث الخطأ ..... 46
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 ) ..... 47
حساب أقصى طول للكابل ..... 48
أولا - طريقة المعاملات ..... 48
ثانيا - طريقة الجداول ..... 51

# الفصل السابع

## حساب تيار القصر بطريقة الوحدة

**DEM**

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

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

# الفصل الثامن

## حساب تيار القصر بطريقة الميجا فولت أمبير

**DEM**

الفصل الثامن ..... 3
حساب تيار القصر للمحطات والمصانع بطريقة الميجا فولت أمبير **MVA** ..... 3
المعادلات العامة ..... 3
أولا- المحولات ..... 3
ثانيا- المحركات والمولدات ..... 3
ثالثا- الكابلات ..... 3
المعادلة العامة لحساب تيار الخطأ ..... 5
معادلات حساب الميجافولت أمبير لمكونات الرسم الخطى المفرد ..... 5
أولا- الشبكة ..... 5
ثانيا- المحول ..... 6
ثالثا- المولد ..... 7
رابعا- المحركات ..... 7
خامسا الكابلات ..... 9
سادسا- البارات المدمجة Bus way ..... 10
الخطوات العملية ..... 11
الحل بالطريقة التقريبية ..... 30

# الفصل التاسع

## حساب تيار القصر للخلايا الشمسية

**DEM**

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

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

# الفصل العاشر

## حساب موصل التأريض

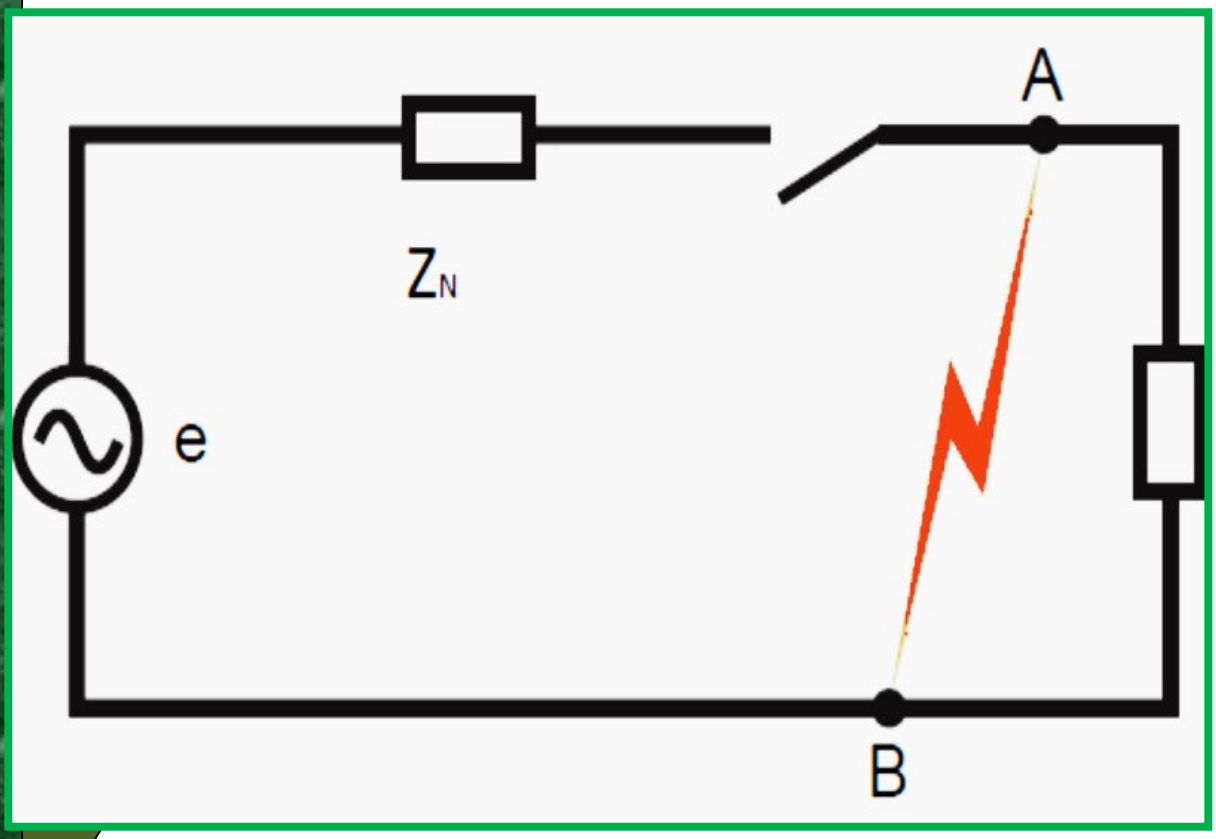
**DEM**

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

# كتاب (الجزء الثاني)

# حسابات تيارالقصر للجهد المنخفض والمتوسط

Short circuit calculations





تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادى جمعة

# الفصل الحادي عشر

## القواطع الكهربية

**DEM**

الفصل الحادي عشر ..... 6
القواطع ..... 6
أولا- لقواطع المنمنمة Miniature Circuit breaker ..... 6
التعريف ..... 6
عدد الأقطاب ..... 6
التيار المقنن للقواطع المنمنمة ( In) ..... 7
جهد التشغيل U ..... 7
سعة القطع (KA) ..... 8
تصنيف القواطع المنمنمة (المصغرة ) ..... 8
المنطقة I ..... 8
المنطقة II ..... 9
المنطقة III ..... 9
حدود التشغيل للفصل المغناطيسى ..... 9
حدود التشغيل للفصل المغناطيسي للفئة B ..... 9
حدود التشغيل للفصل المغناطيسي للفئة C ..... 9
حدود التشغيل للفصل المغناطيسي للفئة D ..... 9
المنطقة IV ..... 10
انهيار القاطع ..... 10
التنسيق بين القواطع ..... 10
ثانيا -القواطع المقولبة Moulded Case Circuit Breaker ..... 10
التيار المقنن للقواطع المقولبة ( In) ..... 11
مقاس الإطار للقاطع Frame size ..... 12
أنواع القواطع المقولبه ..... 12
سعة القطع Breaking capacity (KA) ..... 14
ثالثا- القواطع الهوائية ..... 14
التيار المقنن للقواطع الهوائية ( In) ..... 15
أنواع الحماية التى يوفرها القاطع الهوائي ..... 15

سعة القطع Breaking capacity (KA) ..... 16
أنواعه من حيث التركيب ..... 16
زمن الفصل للقاطع Break Time ..... 16
رابعا- قواطع حماية التسريب الأرضىELCB/RCCB ..... 16
أسماء قواطع التسريب الأرضى..... 17
نظرية العمل ..... 17
أولا فى حالة نظام أحادى الطور ..... 18
فى حالة التشغيل العادى Normal Operation ..... 19
فى حالة حدوث خطأ ..... 19
ثانيا فى حالة نظام ثلاثى الطور ..... 19
فى حالة التشغيل العادى Normal Operation ..... 19
فى حالة الخطأ..... 19
دواعى الاستخدام لقواطع التسرب الأرضى..... 20
أنوع الحماية التي يوفرها قاطع التسريب الأضى ..... 20
حماية عامة ..... 20
حماية جزئية ..... 20
التنسيق بين قواطع التسريب الأرضى..... 21
التيار المقنن لقواطع التسريب الأرضى..... 23
فى حالة القواطع المنمنمة..... 23
فى حالة القواطع القولبة..... 23
فى حالة القواطع الهوائية ..... 24
جهد التشغيل لقواطع التسريب الأرضى ..... 24
تيار التشغيل (الفصل ) أوالحساسية لقواطع أو رياليهات التسريب الأرضى (IΔN)..... 24
الاستخدام (التركيب ) العملى لقواطع التسريب الأرضى ..... 24
استخدام قاطع التسريب الأرضى فى المنازل ..... 26
التركيب..... 26
توصيل القاطع..... 26

عدد الأقطاب..... 26
فى حالة الجهد 1فاز ..... 26
فى حالة الجهد 3 فاز ..... 27
درجات توصيل قاطع التسريب فى اللوحات المنزلية..... 29
الدرجة الأولى ..... 29
الدرجة الثانية ..... 31
الدرجة الثالثة ..... 33
الدرجة الرابعة..... 35
الدرجة الخامسة ..... 37
درجات لوحات الانارة الخارجية (لآنارة الطرق ) ..... 38
فى حالة مصد الجهد ثلاثى الطور ..... 38
الدرجة الأولى ..... 38
الدرجة الثانية ..... 38
ملاحق الفصل الحادي عشر ..... 40
ملحق (11.1 ) ..... 41
مقارنة بين القواطع ..... 41
ملحق (11.2) ..... 42
تعريفات ومفاهيم عن القواطع ..... 42
تقسيم القواطع الكهربية..... 45
وحدات الفصل الاليكتروني ..... 45
النوع الأول ..... 45
النوع الثاني ..... 45
النوع الثالث..... 46
النوع الرابع..... 47
قيمة ضبط التيار للوحدات الاليكترونية ..... 48
ملحق (11.3 ) ..... 50
مفاتيح التوصيل والفصل Disconnecting Switches..... 50

التعريف ..... 50
انواعه..... 50
أولا- نوع بلا مصهرات Non Fused Disconnecting switch ..... 50
الخصائص ..... 51
ثانيا -نوع بمصهرات Fused Disconnecting switch ..... 51
التركيب..... 51
أهميته ..... 52
التيار المقنن..... 53
عدد الأقطاب..... 53
جهد التشغيل ..... 53
الوظيفة ..... 54
الفرق بين القاطع Circuit Breaker ومفتاح الفصل Disconnecting Switch ..... 54
ملحق (11.4 ) ..... 56
تداخل القواطع..... 56
متى نستخدم قاطع مقولب MCCB و متى نستخدم قاطع هوائي ACB ..... 56
أولا -المغذيات..... 56
ثانيا -بوادئ الحركة ..... 57
متى نستخدم قاطع منمنم MCB و متى نستخدم مقولب MCCB ..... 57
أولا -المغذيات..... 57
ثانيا -بوادئ الحركة ..... 58

# الفصل الثاني عشر

## حساب التيار والقواطع

**DEM**

الفصل الثاني عشر ..... 10
حساب تيار المعدات الكهربية..... 10
عوامل حساب شدة التيار ..... 10
عوامل أختيار القاطع..... 11
شرح المعاملات المستخدمة فى حساب التيار ..... 11
أولا جهد التشغيل ..... 11
تعريف الجهد ..... 11
تقسيم الجهد ..... 11
كيفية الانتقال بين مستويات الجهد المختلفة..... 11
نسبة الانخفاض فى الجهد المسموح بها ..... 11
العلاقة بين جهد ثلاثى الأطوار وجهد أحادي الطور..... 11
الجهود القياسية العالمية..... 12
أنواع إشارة الجهد ..... 13
القيم المختلفة لجهد التشغيل المتولد عنها تيار متردد ..... 13
القيم المختلفة لجهود التشغيل المستمرة المتولد عنها تيار مستمر ..... 13
كيفية الحصول على جهد مستمر ؟..... 13
ثانيا الكفاءة Efficiency ..... 14
ثالثا معامل القدرة..... 15
أولا :القدرة ال الظاهرية أو القدرة الكلية(S) ..... 15
ثانياً :القدرة الفعالة(P) ..... 16
ثالثا :القدرة الغير فعالة(Q) ..... 16
أختيار الكفاءة ومعامل القدرة للمحركات..... 17
العوامل المؤثرة على أختيار القاطع ..... 18
أولا -نوع القاطع..... 19
ثانيا-عدد الأقطاب..... 19
ثالث- التيار المقنن Nominal Current..... 20
القواطع من حيث الاستخدام..... 20
القواطع المنمنمة ..... 20

قواطع محركات مزودة بأوفرلود ..... 20
القواطع المقولبة ..... 21
القواطع الهوائية ..... 21
المعادلات العامة لحساب تيار القاطع ..... 21
معادلة حساب تيار القاطع فى حالة قاطع مقولب MCCB أو هوائي ACB ..... 21
معادلة حساب تيار القاطع فى حالة MCB ..... 21
معاملات التصحيح للقواطع ..... 22
أولاً معامل التصحيح الخاص بحماية القاطع للحمل F1 ..... 23
أولا - نوع الحمل محول توزيع ..... 23
ثانيا - نوع الحمل مولد ..... 26
ثالثا - نوع الحمل لوحة كهربية (حمل عام ) ..... 26
رابعا - نوع الحمل محركات ..... 27
خامسا -نوع الحمل مكثفات ..... 28
سادسا - نوع الحمل - مكيفات Air Conditioning ..... 28
سابعا - نوع الحمل - مصدر استمرارية القدرة uninterrupted Power Supply ..... 29
ثامنا -نوع الحمل - منظم الجهد ..... 29
تاسعا - نوع الحمل - ماكينة لحام ..... 30
عاشرا - نوع الحمل - شاحن ..... 30
حادي عشر - نوع الحمل محول صغير لدوائر الكنترول داخل اللوحات الكهربية ..... 31
ثانى عشر - نوع الحمل - إنارة ..... 31
ثالث عشر - نوع الحمل - (مقابس - فيش) Sockets ..... 32
رابع عشر - نوع الحمل - أجهزه ..... 33
ثانيا معامل تصحيح درجة حرارة الهواء المحيط للقاطع F2 ..... 35
ثالثا معامل تصحيح الارتفاع عن مستوى سطح البحر Altitude ( F3 ) ..... 35
رابعا معامل التجاورعلى أختيار القاطع المنمنم Influence of adjacent devices ..... 36
حساب أقل وأقصى تيار القصر للقواطع ..... 36
خطوات حساب التيار المقنن للقواطع ..... 38
أولا حساب التيار للمعدات تعمل على جهد متردد ..... 38

حساب تيار لمحول أو مولد أو لوحة كهربية ..... 38
أولا -فى حالة 3 فاز ..... 38
ثانيا- فى حالة 1 فاز ..... 39
حساب التيار لمحرك كهربى يعمل بأى بادئ حركة غير مغير سرعات ..... 43
أولا -فى حالة جهد 3 فاز ..... 43
ثانيا-فى حالة جهد 1 فاز ..... 43
حساب التيار لمحرك كهربي يعمل ببادئ حركة مغير سرعات ..... 52
أولا-حساب التيار لمغير السرعات فى حالة جهد 3 فاز ..... 52
ثانيا-حساب التيا لمغير السرعات فى حالة جهد 1 فاز ..... 52
حساب التيار للمكثفات ( لتحسين معامل القدرة ) ..... 56
أولا -في حالة جهد 3 فاز ..... 56
ثانيا- في حالة جهد 1 فاز ..... 56
حساب التيار للمكيفات ..... 59
أولا- حساب تيار المكيفات فى حالة جهد 3 فاز ..... 59
ثانيا-حساب تيار المكيفات فى حالة جهد 1 فاز ..... 59
طريقة عمل المكيفات ..... 60
قيمة كل من EER و COP ..... 61
حساب القدرة المستهلكة في حالة معرفة عدد أطنان التبريد ..... 61
فى حالة المكيف شباك Window أو منفصل (سبليت ) Split ..... 61
فى حالة المكيف مركزى ..... 61
معادلات التحويل فى المكيفات ..... 61
حالة خاصة للتكييف المركزي ..... 63
حساب تيار نظام استمرارية القدرة UPS ..... 69
تعريف نظام استمرارية القدرة ..... 69
فترة عمله ..... 69
نظرية عمله ..... 69
أنواع الجهود على دخل UPSوخرج ال UPS ..... 70
أولا-حساب التيار فى حالة 3 فاز ..... 71

حساب شدة التيار على الدخول ..... 71
حساب شدة التيار على الخروج..... 71
العلاقة بين تيار الدخل والخرج..... 71
ثانيا-حساب التيار فى حالة 1فاز ..... 71
حساب شدة التيار على الدخو ل ..... 71
حساب شدة التيار على الخروج..... 72
العلاقة بين تيار الدخل والخرج..... 72
حساب شدة تيار منظم خطوات الجهد Stabilizer ..... 73
تعريفه..... 73
أنواعه..... 73
مميزاته ..... 74
أستتخدام..... 74
تركيبه..... 74
جهد التشغيل (جهد الخرج )..... 75
سعة منظم الخطوات..... 75
طريقة حسابه ..... 76
فى حالة جهد ثلاثى الطور ..... 76
فى حالة جهد أحادي الطور ..... 76
أولا-حساب شدة التيار لمنظم الجهد فى حالة 3 فاز ..... 76
حساب شدة التيار على الخروج..... 76
حساب شدة التيار على الدخول ..... 76
ثانيا-حساب شدة التيار لمنظم الجهد فى حالة 1 فاز ..... 77
حساب شدة التيار على الخروج..... 77
حساب شدة التيار على الدخول ..... 77
حساب التيارلماكينات اللحام..... 80
أولا-حساب شدة التيار لماكينات اللحام فى حالة 3 فاز ..... 81
ثانيا-حساب شدة التيار لماكينات اللحام فى حالة 1 فاز ..... 81
حساب التيارللشواحن Charger..... 83

أولا-حساب شدة التيار للشاحن فى حالة 3 فاز ..... 84
ثانيا-حساب شدة التيار للشاحن فى حالة 1 فاز ..... 84
حساب شدة تيارمحولات الكنترول ..... 87
حساب تيار الانارة ..... 88
أولا-حساب شدة التيار لإنارة فى حالة 3 فاز ..... 88
ثانيا-حساب التيار للانارة فى حالة 1 فاز ..... 88
حساب تيار الانارة للمصابيح الليد LED ..... 92
حساب التيار للمقابس ..... 95
أولا-حساب شدة التيار للمقابس فى حالة 3 فاز ..... 95
ثانيا-حساب شدة التيار للمقابس فى حالة 1 فاز ..... 95
حساب شدة التيار للمعدات تعمل على تيار مستمر ..... 103
حساب شدة التيار في حالة الحمل لوحة كهربية ..... 103
حساب شدة التيار في حالة الحمل محرك ..... 103
حساب القواطع الفرعية طبقا للحمل المتصل (المستمر) والغير مستمر ..... 104
حساب شدة التيار بمجرد النظر إذا علم جهد التشغيل ..... 106
ملاحق الفصل الثاني عشر ..... 109
ملحق (12.1) ..... 109
جدول القواطع المقولبة والهوائية للمحولات و المولدات واللوحات ..... 110
جدول حساب القاطع المنمنم لأكبر خطوة فى المكثفات ..... 111
جدول حساب القواطع المقولبة والهوائية للمكثفات ..... 112
جدول التيار المقنن للقواطع المقولبة للمحركات بجهد 380 فولت ..... 113
جدول التيار المقنن للقواطع المنمنمة للمحركات بجهد 380 فولت نوع Type C ..... 114
جدول التيار المقنن للقواطع المقولبة للمحركات بجهد 220 فولت ..... 116
جدول التيار المقنن للقواطع المنمنمة للمحركات بجهد 220 فولت نوع Type C ..... 117
جدول القواطع لأنظمة استمرارية التيار UPS ..... 119
جدول حساب القواطع المنمنمة MCB لمحولات الكنتبرول من 30 – 5000 فولت أمبير ..... 124
جدول قواطع ماكينات التكييف المنمنمة MCB لجهد 1 فاز 230 فولت و 3 فاز 380 فولت 125
جدول قواطع المقولبة MCCB لماكينات التكييف لجهد 3 فاز بجهد 400 فولت ..... 126

جدول القواطع المنمنة لأحمال دوائر الانارة ..... 127
جدول القواطع المنمنة لأحمال الأجهزة من 100 وات إلى 10000 وات بجهد 220..... 128
جدول القواطع المنممنة و مساحة مقطع السلك وطوله للأجهزة المنزلية..... 129
جدول قواطع ماكينات اللحام عند جهد 400 فولت ..... 131
جدول قواطع ماكينات اللحام عند جهد 230 فولت ..... 132
ملحق **(12.2)** ..... 133
جدول تيار محركات التيار المستمر عند الجهود المختلفة..... 133
جدول تيار محركات التيار المستمر عند الجهود المختلفة..... 134
ملحق (12.3 ) ..... 135
أنواع لحام المقاومة..... 135
أولا- اللحام التناكبى Butt welding ..... 135
ثانيا - لحام نقطى Spot welding ..... 136
ثالثا-لحام درزي Seam Welding..... 136
رابعا- اللحام بالقوس الكهربي Electric Arc Welding..... 137
ملحق (12.4) ..... 139
مصدر استمرارية القدرة ..... 139
نظرية عمل نظام استمرارية القدرة UPS ..... 139
أسباب (خصائص ) استخدام أجهزة استمرارية الطاقة..... 140
مكونات أجهزة استمرارية القدرة UPS ..... 140
أولا مقوم الدخول السليكوني Silicon Controlled Rectifiers (SCR)..... 141
التوافقيات الناتجة عن الثيرستور..... 141
الترانزستور ثنائي الوصلة ذو البوابة المعزولة:Insulated Gate Bipolar Transistor ..... 142
ثانيا البطاريات ..... 143
أهم العوامل المؤثرة على اختيار البطارية..... 144
ثالثا : المبدل Inverter..... 144
أنواع الجهود على دخل UPSوخرج ال UPS ..... 144
تصنف أنظمة استمرارية القدرة..... 144
أحادي Single..... 144

ثنائي (Dual ) or Redundancy ..... 144
تصنيف أنظمة استمرارية القدرة من حيث السعة..... 145
حساب مصدر استمرارية القدرة Uninterrupted power supply ( UPS) ..... 145
فى حالة جهد ثلاثى الطور ..... 145
فى حالة جهد أحادي الطور ..... 145
حساب نظام استمرارية القدرة فى حالة المحركات..... 150
أولاحساب تيار المحرك In..... 150
في حالة مباشر على الخط أو ستار دلتا أو بادئ حركة تدريجي ناعم أو محول ذاتي ..... 150
فى حالة ثلاثى الطور ..... 150
فى حالة أحادي الطور ..... 150
ثانيا فى حالة مغير سرعة ..... 151
فى حالة ثلاثى الطور ..... 151
فى حالة أحادي الطور ..... 151
ثانيا حساب تيار البدء المحرك IS..... 152
فى حالة مباشر على الخط أوستار دلتا أو بادئ حركة تدريجى ناعم أو محول ذاتى ..... 153
فى حالة مغير سرعة..... 153
ثالثا حساب القدرة الظاهرية فى حالة البدء SKVA ..... 153
فى حالة جهد ثلاثى الطور ..... 153
فى حالة جهد أحادي الطور ..... 153
رابعا حساب القدرة الظاهرية لجهاز نظام استمرارية القدرة UPS..... 154
فى حالة بادئ حركة مباشر على الخط أو ستار دلتا ..... 154
فى حالة بادئ حركة مغير سرعات..... 154
حساب نظام استمرارية القدرة فى حالة المحركات المتوازية..... 158
فى حالة جهد ثلاثى الطور ..... 158
فى حالة جهد أحادي الطور ..... 158
قيمة التيار الكلي..... 158
حساب بطاريات نظام القدرة المستمرة UPS..... 160
أنواع البطاريات ..... 160

جهد البطاريات ..... 161
عدد خلايا البطاريات ..... 161
حساب عدد البطاريات فى حالة النيكل كادميوم ..... 161
حساب عدد البطاريات فى حالة النوع الرصاصى ..... 161
حساب سعة البطاريات بالأمبير ساعة AH ..... 163
أولا - حساب سعة البطاريا ت المحطات والمصانع والفنادق والمشافى والمكاتب الإدارية ..... 163
ثانيا - حساب سعة البطاريا ت للمنازل والمكاتب الصغيرة ..... 165
قواعد توصيل البطاريات ..... 166
حساب الشاحن لبطاريات نظام استمرارية القدرة UPS ..... 168
معادلات حساب تيار الشاحن ..... 168
ملحق (12.5 ) ..... 171
حساب المصهرات ..... 171
ملحق (12.6 ) ..... 173
حساب القاطع في حال الحمل الزائد للمحولات ..... 173
الحمل الزائد للمحولات الزيتية Oil Immersed Transforem ..... 173
الحمل الزائد للمحولات الجافة Dry Transformer ..... 173
زيادة قدرة المحول عن طريق تهوية قسرية ..... 177
معادلة حساب القاطع في حالة التهوية القسرية للمحول ..... 177
ملحق (12.7) ..... 181
أولا-القواطع الفراغية Vacuum Circuit breaker ..... 181
ثانيا-قواطع سادس فلوريد الكبريت ( SF6 Circuit Breaker ) ..... 181
التيار المقنن لقواطع الجهد المتوسط ..... 182
تيار القصر لقواطع الجهد المتوسط ..... 182
حساب تيار القاطع فى حالة SF6 والقاطع الفراغي ..... 183
شرح معاملات التصحيح ..... 184
أولاً معامل التصحيح الخاص بتيار الحمل k1 ..... 184
ثانيا معامل تصحيح درجة حرارة الهواء المحيط للقاطع k2 ..... 184
ثالثا معامل تصحيح الارتفاع عن مستوى سطح البحر( k3 ) Altitude ..... 185

# الفصل الثالث عشر

## حساب كابلات الجهد المنخفض

DEM

الفصل الثالث عشر ..... 5
حساب كابلات الجهد المنخفض ..... 5
حساب كابلات الجهد المنخفض ..... 5
تكوين الكابل ..... 5
تصنيف كابلات القوى الكهربية للجهد المنخفض من حيث عدد (الأطراف) Cores ..... 6
أو لا-كابل جهد المنخفض أحادى القلب Single Core ..... 6
ثانيا-كابل جهد المنخفض متعدد القلوب (الأطراف) Multicore ..... 6
تصنيف كابلات القوى من حيث مساحة المقطع ..... 7
جهد التصنيع لكابلات الجهد المنخفض ..... 9
كيفية كتابة الكابلات الكهربية وتصنيفها بالاختصار ..... 10
المواصفات القياسية لحساب الكابلات ..... 10
الخطوات الأساسية لحساب الكابلات ..... 11
أولا -حساب التيار 3 فاز ..... 11
أولا-اللوحات والمولدات والمحولات ..... 11
ثانيا-المحركات مباشر على الخط أو بادئ حركة تدريجى ناعم أو محول ذاتى أو ستار دلتا ..... 11
ثالثا- المحركات ببادئ حركة مغير سرعات ..... 12
حالة قدرة المحرك أقل من أويساوى 5.5 كيلووات ..... 12
حالة قدرة المحرك أكبر من 5.5 كيلووات ..... 12
رابعا-المكيفات ..... 14
أقل من 50 طن ..... 14
أكبر من 50 طن ..... 14
خامسا- المكثفات ..... 14
ثانيا -حساب التيار 1 فاز ..... 14
أولا-اللوحات والمولدات والمحولات ..... 15
ثانيا-المحركات مباشر على الخط ..... 15
ثالثا- المحركات ببادئ حركة مغير سرعات ..... 15
حالة قدرة المحرك أقل من أويساوى 5.5 كيلووات ..... 15
حالة قدرة المحرك أكبر من 5.5 كيلووات ..... 15
رابعا-المكيفات فى حالة جهد 1 فاز ..... 16
خامسا- المكثفات ..... 16
ثانيا- معرفة عدد الكابلات ( N ) ..... 17
أولا -عدد الكابلات للمحولات والمولدات ..... 18
ثانيا-الكابلات الخاصة بالممغذيات ..... 19
ثالثا-الكابلات الخاصة ببوادئ الحركة ..... 20
رابعا - عدد الكابلات للوحات المكثفات ..... 22
خامسا - عدد الكابلات لحالة 1 فاز ..... 23
ثالثا- متوسط معامل التصحيح الكلى Average Total correction Factor (TCF) ..... 24

أولا- متوسط معامل التصحيح الكلى لكابلات ممدودة فى الهواء ..... 25
ثانيا - معامل التصحيح الكلى لكابلات ممدودة فى الهواء داخل مجرى خرسانى Concrete Trench ..... 29
ثالثا- معامل التصحيح الكلى لكابلات مدفوفة فى الأرضBuried cables ..... 33
جداول معامل التصحيح للكابلات المدفونة في الأرض..... 33
تحديد عرض الترنش..... 40
خامسا - معامل التصحيح الكلى لكابلات مدفونة فى الأرض فى مواسير فى الخرسانة Duct Bank ..... 43
استخراج متوسط معامل التصحيح للكابلات..... 50
مفهوم الفرق بين عدد الكابلات وعدد الدارات ..... 50
العلاقة بين معامل التصحيح التجميعى وعدد الدارات الممدودة أثناء التشغيل ..... 51
كابلات فى الخدمة Duty ..... 51
كابلات أحتياطيه Standby ..... 51
كابلات مجاورة Adjacent ..... 51
حالات الكابلات المجاورة ..... 52
استخدام عدد الكابلات الكلي ..... 54
ثالثا - حساب التيار الاعتبارى..... 57
جميع الحالات ماعدا ستار دلتا..... 57
فى حالة الحمل محرك يعمل ستار دلتا ..... 57
خامسا - حساب التيار التصميمى للكابل ..... 57
جميع الحالات وكابل متعدد القلوب أو أحادي القلب فيما عدا ستار دلتا..... 57
حالة الحمل محرك يعمل ستار دلتا وكابل متعدد القلوب ..... 57
فى حالة الحمل محرك يعمل ستار دلتا وكابل أحادي القلب..... 58
أولا كابل متعدد القلوب ..... 58
ثانيا كابل أحادي القلب Single core cable..... 59
سادسا- حساب مساحة مقطع الكابل..... 59
سابعا- حساب التحميل الفعلي على الفازات ..... 66
جميع الحالات وكابلات متعددة القلوب أو أحادية القلب فيما عدا محركات ستار دلتا ..... 66
حالة محركات ستار دلتا وكابل متعدد القلب..... 66
حالة محركات ستار دلتا وكابل أحادي القلب..... 66
ثامنا - حساب الهبوط فى الجهد ..... 66
جميع الحالات وكابلات متعددة القلوب أو أحادية القلب فيما عدا ستار دلتا ..... 66
حساب الهبوط فى الجهد بالفولت في حالة ستار دلتا وكابل متعدد القلوب..... 67
حساب الهبوط فى الجهد بالفولت في حالة ستار دلتا وكابل أحادي القلب..... 67
الملى فولت لكل أمبير لكل متر ..... 67
أولا القيمى القصى للهبوط في الجهد عند بدء المحرك ..... 71
ثانيا معادلة نسبة تيار البدء Is إلى تيار المقنن In..... 71
الهبوط فى الجهد فى حالة الجهد 3 فاز ..... 72
فى حالة الجهد 1 فاز ..... 72

حساب الهبوط فى الجهد المؤوي ..... 76
في حالة جهد ثلاثي الطور (3 فاز) ..... 76
في حالة جهد أحادي الطور (1 فاز) ..... 76
أقصى هبوط فى الجهد ..... 76
الهبوط في الجهد التراكمي ..... 76
تحديد أقصى مسافة لهبوط الجهد ..... 77
معادلة أقصى مسافة لهبوط الجهد 2.5% ..... 77
الطريقة الأولى ( معادلة عامة ) ..... 78
الطريقة الثانية ..... 78
في حالة ستار دلتا وكابل متعدد القلب ..... 78
في حالة ستار دلتا وكابل أحادي القلب ..... 78
الخطوات العملية لحسابات الكابلات ..... 79

# الفصل الرابع عشر

## حساب الأسلاك الكهربية

**DEM**

الفصل الرابع عشر ..... 3
حساب الأسلاك الكهربية ..... 3
أولا-حساب الأسلاك فى التمديدات المنزلية ..... 3
خطوات الحساب الأساسية ..... 5
خطوات التحقيق الأساسية ..... 5
أولا - حساب تيار الحمل بالأمبير ..... 6
فى حالة 1 فاز ..... 6
فى حالة 3 فاز ..... 6
ثانيا -عدد الكابلات ..... 7
ثالثا- معامل التصحيح الكلى ..... 7
رابعا- حساب التيار الاعتبارى ..... 7
خامسا -حساب قيمة التيار التصميمى للكابل $I_{CAL}$ ..... 7
سادسا -تحديد مساحة مقطع السلك ..... 8
سابعا - حساب التحميل على الفازات ..... 8
ثامنا-حساب الهبوط فى الجهد ..... 8
معادلة هبوط فى الجهد حالة 1 فاز ..... 8
معادلة هبوط فى الجهد حالة 3 فاز ..... 9
معادلة هبوط فى الجهد المؤوي ..... 9
في حالة جهد ا فاز ..... 9
في حالة جهد 3 فاز ..... 9
العلاقة بين سعة القاطع ونوعه وبين طول الكابل ..... 10
أولا- حساب القاطع ..... 10
شرح المعاملات ..... 11
معامل التصحيح لقواطع الانارة ..... 11
معامل التصحيح لقواطع المقابس (بما فى ذلك التكييف ) ..... 11
حماية المغذى (القاطع ) ..... 11
ثانيا حساب أقصى طول يحميه القاطع ..... 12
ثالثا حساب أقصى طول للكابل (السلك ) ..... 16
معادلة أقصى طول للكابل فى حالة 1 فاز ..... 16
معادلة أقصى طول للكابل فى حالة 3 فاز ..... 16
الخطوات العملية لحساب الأسلاك ..... 18
الخطوات العملية الأساسية ..... 18
خطوات التحقيق ..... 19
الطريقة التقريبية الأولى لحساب مساحة المقطع في حالة 1 فاز ..... 34
الطريقة التقريبية الثانية لحساب مساحة المقطع في حالة 1 فاز ..... 35

# الفصل الخامس عشر

## كابلات الجهد المتوسط

**DEM**

الفصل الخامس عشر ..... 4
كابلات الجهد المتوسط ..... 4
الاستخدام ..... 4
عدد القلوب ..... 4
مكونات الكابل ..... 4
تفصيل هيكل الكابل ..... 5
تركيب الكابل ..... 5
الموصل Conductor ..... 5
ستارة الموصل Inner Conductor Screen ..... 5
العـــزل Insulation ..... 6
مادة شبه الموصل ( الثانى ) Outer semi conductor ..... 6
ستارة العازل المعدنية Metallic Sheath ..... 6
ستارة العازل االنحاسية Copper wire Screen ..... 6
الحشـــو أو ( الفرشة ) Filling ( Bedding) ..... 7
الغلاف التجميعى الداخلى Inner Jacket ..... 7
التسلـــيح ( التدريع ) Armored ..... 7
شريط من الصلب ..... 7
الغلاف الخارجى Outer sheath (Jacket) ..... 7
الخصائص ..... 8
جهود كابلات الجهد المتوسط ..... 8
كيفية كتابة الكابلات الكهربية وتصنيفها بالاختصار ..... 8
العلاقة بين نوع الكابل من حيث التسليح وطرق التمديد ..... 9
أقل نصف قطر للكابل ..... 10
معادلات حسابات كابلات الجهد المتوسط ..... 11
تحديد عدد كابلات ..... 11
أولا- عدد كابلات المحولات و المولدات ..... 11
حساب التيار ..... 20
فى حالة اللوحات والمولدات والمحولات ..... 20
فى حالة المحركات مباشر على الخط أو بادئ حركة تدريجى ناعم أو محول ذاتى ..... 20
فى حالة المحركات مباشر مغير سرعات ..... 21
فى حالة المكثفات ..... 22
حساب التيار الاعتبارى ..... 22
حساب التيار التصميمى للكابل ..... 23
حساب التحميل على الفازات ..... 23
تيار الكابل التصميمى الفعلى IK ..... 24
أولا كابل متعدد القلوب ..... 25
ثانيا كابل أحادي القلب Single core cable ..... 25

تمديد فى الهواء Air ..... 25
تمديد فى الأرض Ground ..... 25
كيفية أختيار كابل الجهد المتوسط ..... 47
أولا- جهد التصميم للكابل ..... 47
ثانيا- جهد التشغيل ..... 47
شرح جدول (3.54 ) ..... 48
الهبوط في الجهد ..... 49
معاوقة السلك المنفرد ..... 49
معاوقة الكابل طبقا لنوع الجهد ..... 50
شروط تمديد (فرد) عدد من الكابلات على نفس الفازة ؟ ..... 50
لماذا نلجأ لوضع عدد من الكابلات على الفازة ؟ ..... 51
معادلات حسابات الهبوط فى الجهد على كابلات الجهد المتوسط ..... 51
الطريقة الأولى ..... 51
أقصى طول للكابل ..... 69
حساب أقصى طول والطول الحرج للكابلات ..... 69
معادلة الطول الحرج ..... 69
معادلة حساب تيار الشحن للكابل ..... 71
معادلة تيار القصر عند نهاية الكابل ..... 79

# الفصل السادس عشر

## حساب باسبارات اللوحات الكهربية

**DEM**

الفصل السادس عشر ..... 4
معاملات حساب باسابارات لوحات الجهد المنخفض ..... 4
أولا مساحة (مقاسات ) الباسبارات القياسية ..... 4
أولا- السمك Thickness ..... 4
ثانيا - العرض Width ..... 4
ثالثا - مقاسات الباسبارات الأكثر استخداما Common use ..... 5
ثانيا -تيار القصر على الباسبارات ..... 5
ثالثا درجة حرارة الهواء المحيط ..... 5
رابعا عدد البارات على الفازة ..... 6
حساب بارات لوحات الجهد المنخفض ..... 6
أولا-حساب مساحة مقطع البارات الأفقية Horizontal Busbar للوحات الكهربية ..... 7
المعادلة العامة للتيار المار فى الباسبار ..... 7
أولا عند درجة حرارة 40C ..... 7
ثانيا- المعادلة العامة فى حالة تغيير درجة الحرارة الهواء الجوى عن 40C ..... 8
المعادلة النهائية للبارات عند أي درجة حرارة ..... 9
حساب معامل التغيير عند درجات الحرارة المختلفة TDF ..... 10
حساب المعامل الثابت ..... 10
حساب المعامل المتغير طبقا لدرجة الحرارة ..... 10
ثانيا-حساب كثافة التيار Current Density ..... 16
ثالثا-حساب الهبوط فى الجهد على طول الباسبار ..... 16
العلاقة بين الزاوية بالدرجات والراديان ..... 17
خطوات حساب مساحة مقطع البارات الأفقية العملية ..... 18
رابعا- حساب مساحة مقطع البارات الرأسية Vertical Bus bar ..... 21
خامسا-حساب تيار القصر على الباسبارات الحية Live Busbar ..... 24
حساب أقل مساحة مقطع يحقق تيار القصر المطلوب ..... 27
سادسا- حساب مساحة مقطع بارات الأرضى Earthing Busbar داخل لوحات الكهرباء ..... 28
سابعا- حساب مساحة مقطع بارات المحايد Neutral ..... 30
ملاحق الفصل السادس عشر ..... 32

ملحق 16.1 ..... 33
جدول مساحة مقطع البارات للوحات طبقا لتيار القصر الناتج عن محول القوى والتوزيع بكثافة تيار 1.5 أمبير / مم2 ..... 33
ملحق 16.2 ..... 34
جدول مساحة مقطع البارات للوحات طبقا لتيار القصر لا يقل عن 25 كيلو أمبير وبكثافة تيار 1.6 أمبير /مم2 ..... 34
ملحق (16.3) ..... 35
جدول الهبوط فى الجهد على الباسبار طبقا لطول اللوحة ..... 35
ملحق 16.4 ..... 36
حساب معامل التصحيح طبقا ل IEC 60439-1 ..... 36
ملحق 16.5 ..... 38
جدول العلاقة بين مساحة مقطع بارات الجهد المتوسط وتيار القصر ..... 38