كتاب (الجزء الأول)

مختصر حسابات كابلات الجهد المنخفض

طبقا للمقاييس العالمية IEC60364-5-52

Low voltage cable 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

كابلات التحكم

DEM

الفصل الثاني..... 5
كابلات التحكم 5
أنواع الاشارات المستخدمة..... 5
الاشارة التناظرية Analog 5
الاشارة الرقمية Digital..... 5
الفرق بين الاشارة التناظرية والاشارة الرقمية..... 6
التحكم المنطقى المبرمج PLC..... 7
المكونات الرئيسية للتحكم المنطقى المبرمج Programmable logic Control..... 7
أولا وحدة المعالجة المركزية Central process Unit (CPU)..... 8
ثانيا وحدة الذاكرةMemory unit 8
ثالثا وحدة مصدرالقدرة 9
أنواع التحكم المنطقى المبرمج..... 9
أولا-اجهزة التحكم المنطقي المبرمج المتكاملة المدمجة (Compact)..... 9
ثانيا- اجهزة التحكم المنطقي المبرمج المجزأة (Moduled)..... 10
أنواع الكروت Modules في التحكم لمنطقى المبرمج 10
أولا- وحدات الآدخال 10
أولا وحدات الإدخال الرقمية Input Digital Input..... 11
ثانيا وحدات الإدخال التماثلية Analogue Input Modules..... 11
وحدات إدخال فرق جهد ضمن نطاق 11
وحدات إدخال تيار ضمن نطاق..... 12
ثانيا- وحدات الاخراج 12
أولا وحدات الإخراج الرقمية Digital Output Modules..... 12
ثانيا - وحدات الخرج التماثلية Analgoue Output Module..... 13
أنواع التحكم من خلال الPLC..... 13
التحكم المحلى local control 13
التحكم المركزي Centralized PLC..... 13
التحكم الموزع Distribution PLC 13
نظام سكادا Scada System..... 13
نظام التخاطب الانسانى HMI..... 14
نظام DCS 15
أولا - كابلات التحكم..... 17
التعريف بكابلات التحكم Control Cable 17
جهد التشغيل لكابلات التحكم..... 17
أمثلة على نقل الإشارات الرقمية..... 18
المواصفات الفنية للكابل 18
نوع الموصل 18

شكل الموصل..... 18
نوع العازل..... 18
نوع التسليح 19
الغلاف الخارجى..... 19
جهد التصنيع للكابل..... 19
مساحة مقطع الموصل 19
عدد أطراف الكابل..... 19
الاستخدامات..... 19
ثانيا -كابلات الجهد المنخفض الخاصة بالأجهزة..... 20
التعريف بكابلات الأجهزة Instruments Cable..... 20
أمثلة على نقل الإشارات المتماثلة..... 20
المواصفات الفنية للكابل 20
نوع الموصل 20
شكل الموصل..... 21
نوع العازل..... 21
نوع التسليح 21
نوع الستارة [Screen [Shield 22
الستارة من حيث التصنيع 22
وظيفة ال Shield المنفصل 22
وظيفة الCollective Screen..... 22
الغلاف الخارجى..... 22
لون الكابل..... 22
جهد التصنيع..... 23
مساحة مقطع الموصل 23
عدد أطراف الكابل..... 23
كيفية كتابة كابلات الأجهزة 24
الطريقة الأولى 24
الطريقة الثانية 24
ثالثا كابلات الجهد المنخفض الخاصة بالحريق Fire Alarm 25
التعريف بكابلات االحريق Fire Alarm Cable..... 25
أنواع كابلات الحريق 25
النوع الاول 25
النوع الثانى 25
نوع الموصل 25
شكل الموصل..... 25
نوع العازل..... 26
نوع التسليح 26

الغلاف الخارجى..... 26
الستارة [Shield] Screen 27
جهد التصنيع..... 27
مساحة مقطع الموصل 27
عدد أطراف الكابل..... 27
كيفية كتابة كابلات الانذار والحريق..... 27

الفصل الثالث

القواطع الكهربية

DEM

الفصل الثالث 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 8
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 9
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 11
أنواع القواطع المقولبه 12
سعة القطع Breaking capacity (KA) 13
ثالثا القواطع الهوائية 14
التيار المقنن للقواطع الهوائية (In) 14
أنواع الحماية التى يوفرها القاطع الهوائي 14

سعة القطع Breaking capacity (KA) 15
أنواعه من حيث التركيب 15
زمن الفصل للقاطع Break Time 15
رابعا قواطع حماية التسريب الأرضىELCB/RCCB 15
أسماء قواطع التسريب الأرضى..... 16
نظرية العمل 16
أولا فى حالة نظام أحادى الطور 17
فى حالة التشغيل العادى Normal Operation 18
فى حالة حدوث خطأ 18
ثانيا فى حالة نظام ثلاثى الطور 18
فى حالة التشغيل العادى Normal Operation 18
فى حالة الخطأ..... 18
دواعى الاستخدام لقواطع التسرب الأرضى..... 19
أنوع الحماية التي يوفرها قاطع التسريب الأضى 19
حماية عامة 19
حماية جزئية 19
التنسيق بين قواطع التسريب الأرضى..... 19
التيار المقنن لقواطع التسريب الأرضى..... 21
فى حالة القواطع المنمنمة..... 21
فى حالة القواطع القولبة..... 22
فى حالة القواطع الهوائية 22
جهد التشغيل لقواطع التسريب الأرضى 22
تيار التشغيل (الفصل) أوالحساسية لقواطع أو ريليهات التسريب الأرضى (IΔN)..... 22
الاستخدام (التركيب) العملى لقواطع التسريب الأرضى 23
استخدام قاطع التسريب الأرضى فى المنازل 24
التركيب..... 24
توصيل القاطع..... 24

عدد الأقطاب..... 24
فى حالة الجهد 1فاز 25
فى حالة الجهد 3 فاز 25
درجات توصيل قاطع التسريب فى اللوحات المنزلية..... 27
الدرجة الأولى 27
الدرجة الثانية 29
الدرجة الثالثة 31
الدرجة الرابعة..... 33
الدرجة الخامسة 35
درجات لوحات الانارة الخارجية (لآنارة الطرق)..... 36
فى حالة مصد الجهد ثلاثى الطور 36
الدرجة الأولى 36
الدرجة الثانية 36
ملاحق الفصل الثالث..... 38
ملحق (3.1) 39
مقارنة بين القواطع 39
ملحق (3.2) 40
تعريفات ومفاهيم عن القواطع 40
تقسيم القواطع الكهربية..... 43
وحدات الفصل الاليكتروني 43
النوع الأول 43
النوع الثاني 44
النوع الثالث..... 45
النوع الرابع..... 45
قيمة ضبط التيار للوحدات الاليكترونية 46
ملحق (2.3) 48
مفاتيح التوصيل والفصل Disconnecting Switches..... 48

التعريف 48
انواعه..... 48
أولا- نوع بلا مصهرات Non Fused Disconnecting switch 48
الخصائص 49
ثانيا -نوع بمصهرات Fused Disconnecting switch 49
التركيب..... 49
أهميته..... 50
التيار المقنن..... 51
عدد الأقطاب..... 51
جهد التشغيل 51
الوظيفة 52
الفرق بين القاطع Circuit Breaker ومفتاح الفصل Disconnecting Switch 52
ملحق (3.4) 54
تداخل القواطع..... 54
متى نستخدم قاطع مقولب MCCB و متى نستخدم قاطع هوائي ACB 54
أولا -المغذيات..... 54
ثانيا -بوادئ الحركة 55
متى نستخدم قاطع منمنم MCB و متى نستخدم مقولب MCCB 55
أولا -المغذيات..... 55
ثانيا -بوادئ الحركة 56

الفصل الرابع

حساب التيار والقواطع

DEM

الفصل الرابع 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 19
أولا -نوع القاطع..... 19
ثانيا-عدد الأقطاب..... 20
ثالث- التيار المقنن Nominal Current..... 20
القواطع من حيث الاستخدام..... 20
القواطع المنمنمة 20

قواطع محركات مزودة بأوفرلود 21
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 23
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 31
حادي عشر - نوع الحمل محول صغير لدوائر الكنترول داخل اللوحات الكهربية 31
ثانى عشر - نوع الحمل - إنارة 32
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 58
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 60
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 62
حساب تيار نظام استمرارية القدرة UPS 68
تعريف نظام استمرارية القدرة 68
فترة عمله 68
نظرية عمله 68
أنواع الجهود على دخل UPSوخرج ال UPS 69
أولا-حساب التيار فى حالة 3 فاز 70

حساب شدة التيار على الدخول 70
حساب شدة التيار على الخروج..... 70
العلاقة بين تيار الدخل والخرج..... 70
ثانيا-حساب التيار فى حالة 1فاز 71
حساب شدة التيار على الدخو ل 71
حساب شدة التيار على الخروج..... 71
العلاقة بين تيار الدخل والخرج..... 71
حساب شدة تيار منظم خطوات الجهد Stabilizer 72
تعريفه..... 72
أنواعه..... 73
مميزاته 73
أستتخدام..... 73
تركيبه..... 73
جهد التشغيل (جهد الخرج)..... 74
سعة منظم الخطوات..... 75
طريقة حسابه 75
فى حالة جهد ثلاثى الطور 75
فى حالة جهد أحادي الطور 75
أولا-حساب شدة التيار لمنظم الجهد فى حالة 3 فاز 75
حساب شدة التيار على الخروج..... 75
حساب شدة التيار على الدخول 76
ثانيا-حساب شدة التيار لمنظم الجهد فى حالة 1 فاز 76
حساب شدة التيار على الخروج..... 76
حساب شدة التيار على الدخول 76
حساب التيارلماكينات اللحام..... 79
أولا-حساب شدة التيار لماكينات اللحام فى حالة 3 فاز 80
ثانيا-حساب شدة التيار لماكينات اللحام فى حالة 1 فاز 80
حساب التيارللشواحن Charger..... 82

أولا-حساب شدة التيار للشاحن فى حالة 3 فاز 83
ثانيا-حساب شدة التيار للشاحن فى حالة 1 فاز 83
حساب شدة تيارمحولات الكنترول 86
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 91
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 105
حساب شدة التيار بمجرد النظر إذا علم جهد التشغيل 106
ملاحق الفصل الرابع 109
ملحق (4.1) 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 **(4.2)** 133
جدول تيار محركات التيار المستمر عند الجهود المختلفة..... 133
جدول تيار محركات التيار المستمر عند الجهود المختلفة..... 134
ملحق (4.3) 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 (4.4) 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..... 153
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 154
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 161

جهد البطاريات 161
عدد خلايا البطاريات 161
حساب عدد البطاريات فى حالة النيكل كادميوم 161
حساب عدد البطاريات فى حالة النوع الرصاصى 162
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 (4.5) 172
حساب المصهرات 172
ملحق (4.6) 174
حساب القاطع في حال الحمل الزائد للمحولات 174
الحمل الزائد للمحولات الزيتية Oil Immersed Transforem 174
الحمل الزائد للمحولات الجافة Dry Transformer 174
زيادة قدرة المحول عن طريق تهوية قسرية 178
معادلة حساب القاطع في حالة التهوية القسرية للمحول 178

الفصل الخامس

هبوط الجهد

DEM

الفصل الخامس 5
هبوط الجهد 5
معاوقة السلك المنفرد 5
معاوقة الكابل طبقا لنوع الجهد 6
معاوقة الكابل في حالة التيار المتردد 3 فاز 6
معاوقة الكابل في حالة التيار المتردد 1 فاز 6
معاوقة الكابل في حالة التيار المستمر 6
علاقة معاوقة الكابل بدرجات الحرارة 7
أولا حساب معاوقة الكابل في حالة التيار المستمر عند أى درجة حرارة 8
قيمة معامل المقاومة الحرارية Resistance temperature coefficient α20 8
ثانيا حساب معاوقة الكابل في حالة التيار المترددAlternating current 10
أنواع تمديدات الكابلات 13
أولا تمديدات الكابل متعدد القلوب Multicore Cable 14
ثانيا كابل أحادي القلب Single core cable 14
أولا نوع التمديد 14
أولا-تمديد فى الهواء Air 14
ثانيا-تمديد فى الأرض Ground 15
شروط تمديد (فرد) عدد من الكابلات على نفس الفازة 15
لماذا نلجأ لوضع عدد من الكابلات على الفازة ؟ 16
حالة خاصة 16
المعاوقة الكلية للكابلات على التوازى Parallel Circuits 16
تعريف الهبوط فى الجهد 17
أولا حالة الجهد أحادى الطور 18
ثانيا حالة ثلاثى الطور 18
العلاقة بين مساحة مقطع المحايد (neutral) والأرضى (Earth) 19
ثالثا في حالة الجهد المستمر (DC) 19
حساب الملى فولت أمبير للتيار المتردد 20
أقصى سماحية للهبوط فى الجهد 22
حساب الهبوط في الجهد في دائرة ثلاثية الأطوار (3 فاز) 24
-أولا حساب الهبوط فى الجهد لدارة 3 فاز عن طريق معاوقة الكبل 24
المعادلة العامة 24
فى حالة العزل PVC 24
فى حالة العزل XLPE 24

ثانيا حساب الهبوط فى الجهد لدارة 3 فاز عن طريق ملى فولت أمبير 28
أولا استخدام [mV/A/ M] لكابلات متعددة القلوب Multicore Cable 28
معادلة هبوط الجهد لجهد ثلاثى الطور 28
ثانيا - استخدام [mV/A/ M]لكابلات أحادية القلب Single Core Cable..... 30
أولا-طريقة ملى فولت /أمبير / متر [mV/A/ M] لكابلات أحادية القلب متلامسة Flat 30
ثانيا- ملى فولت /أمبير / متر [mV/A/ M] لكابلات أحادية القلب مثلثى Trefoil 31
هبوط الجهد لمحرك ثلاثي الطور يعمل ستار / دلتا 35
أولا-حالة استخدام [mV/A/ M] لكابلات متعددة القلوب Multicore Cable..... 35
ثانيا-حالة استخدام [mV/A/ M] لكابلات أحادي القلب لمحرك يعمل ستار دلتا 37
أولا-ملى فولت /أمبير / متر [mV/A/ M] لكابلات أحادية القلب متلامسة Flat..... 37
ثانيا -ملى فولت /أمبير / متر [mV/A/ M] لكابلات أحادية القلب مثلثى Trefoil 37
النسبة المؤية للهبوط في الجهد في حالة الجهد ثلاثى الأوجه (الطور) (3 فاز) 38
حساب الهبوط في الجهد في حالة جهد أحادى الطور(1 فاز) 40
-أولا حساب الهبوط فى الجهد لدارة 1 فاز عن طريق معاوقة الكبل 40
فى حالة العزل PVC..... 40
فى حالة العزل XLPE..... 40
ثانيا حساب الهبوط فى الجهد لدارة 1 فاز بطريقة (mV/A/m) 40
أولا- فى حالة استخدام كابل متعدد القلوب..... 40
الحالة الأولى..... 41
الحالة الثانية..... 41
ثانيا- فى حالة استخدام كابل أحادي القلب 44
النسبة المؤية للهبوط في الجهد في حالة الجهد أحادى (الطور) (1 فاز) 46
الهبوط فى الجهد لمحركات 2 فاز 47
المعادلة العامة لانخفاض الجهد..... 47
استنتاج معادلة هبوط الجهد لمحرك 2 فاز بالنسبة لمحرك 1 فاز 48
الهبوط في الجهد للدوائر الحلقية الخاصة بالمقابس (البرايز) Socket..... 49
الطريقة الأولى 55
معادلة هبوط الجهد 56
معادلات التيار..... 56
المقاومة من نقطة اتصال الحمل إلى المصدر..... 56
فى حالة القدرة بالفولت أمبير 58
فى حالة القدرة بالوات..... 59
الطريقة الثانية..... 61

حساب الهبوط فى الجهد بطريقة نقطة نقطة Point to Point للانارة الداخلية 61
حساب الهبوط في الجهد في حالة DC 66
حساب الهبوط فى الجهد DC بطريقة المعاوقة المباشرة 66
أولا فى حالة الموصل من النحاس 67
فى حالة موصل من النحاس وعزل XLPE 67
فى حالة موصل من النحاس وعزل PVC 67
ثانيا فى حالة الموصل من الألومنيم 67
فى حالة موصل من الألومنيوم وعزل XLPE 67
فى حالة موصل من الألومنيوم وعزل PVC 67
حساب الهبوط فى الجهد DC بطريقة الملى فولت لكل أمبير لكل متر 68
الفرق بين N و C المذكورة في المعادلات 68
في حالة كابل متعدد القلوب Multi Core 68
في حالة كابل أحادى القلب 69
النسبة المؤية للهبوط في الجهد في حالة الجهد مستمر 71
حساب هبوط الجهد التراكمىAccumulative Voltage drop 75
القيمة المسموح بها لأقصى هبوط جهد تراكمى 75
حالات الجهد التراكمى 76
الحالة الأولى للجهد التراكمي 76
الحالة الثانية للجهد التراكمي 76
الهبوط فى الجهد التراكمى فى حالة الانارة 77
الهبوط في الجهد عند بداية المحركات (تيار الإقلاع) Starting Current 83
أولا القيمى القصى للهبوط في الجهد عند بدء المحرك 83
ثانيا معادلة نسبة تيار البدء Is إلى تيار المقنن In 83
ثالثا معادلة هبوط الجهد أثناء البدء 83
الهبوط فى الجهد اثناء الاقلاع فى حالة الجهد 3 فاز 83
الهبوط في الجهد المؤوي اثناء الإقلاع وجهد 3 فاز 83
الهبوط فى الجهد اثناء الاقلاع فى حالة الجهد 1 فاز 84
الهبوط في الجهد المؤوي اثناء الإقلاع وجهد 1 فاز 84
حساب تيار البدء طبقا للمقاييس الأمريكية 91
فى حالة الحمل ثلاثى الطور 92
فى حالة الحمل أحادي الطور 93

الفصل السادس

معاملات التصحيح

DEM

الفصل السادس 6
معاملات التصحيح وأعداد الكابلات 6
تعريف معامل التصحيح الكلى Total Correction Factor 6
معاملات التصحيح المؤثرة على معامل التصحيح الكلى 7
الشروط القياسية للكابلات 9
الظروف القياسية IEC 60287 لكابلات السويدي 10
شرح عوامل الظروف القياسية للتصنيع 10
درجة حرارة لهواء المحيط بالكابل Ambient air temperature 10
درجة حرارة التربة المحيطة بالكابل Ground temperature 10
عمق الدفن للكابل فى الأرض Burial Depth 10
المقاومة الحرارية للتربة Soil thermal resistivity 11
تعريف المقاومة الحرارية للتربة Soil thermal resistivity 11
كيفية تكون الطبقات المجففة حول الكابل ات الأرضية 11
معادلة حساب معامل التربة الحرارية Soil thermal resistivity 12
كيفية تأثير معامل التصحيح الكلى على أختيار مساحة مقطع الكبل (Cross Section Area) 14
أهمية حساب التيار الاعتبارى Considerable current 14
أولا حساب مساحة مقطع الكابل 15
معامل التحميل على الفازات 15
نسبة التحميل على الفازات 16
تعريف التيار التصميمى للكابل (I_K) Design current cable rating 16
أولا كابل متعدد القلوب 16
ثانيا كابل أحادي القلب Single core cable 17
أولا - تمديد فى الهواء Air 17
ثانيا- تمديد فى الأرض Ground 17
جداول التيار التصميمى للكابلات 19
تعريف معامل التصحيح التجميعى (correction factor) Grouping (formation 42
العلاقة بين معامل التصحيح التجميعى وعدد الدارات الممدودة أثناء التشغيل 44
كابلات فى الخدمة Duty 44
كابلات أحتياطيه Standby 44
كابلات مجاورة Adjacent 44
حالات الكابلات المجاورة 44
أهمية معرفة عدد الكابلات الكلى 47
عدد الكابلات للأحمال التقديرى 48
كيفية معرفة عدد الكابلات للأحمال 48
أولا فى حالة العزل XLPE وجهد 3 فاز 400 فولت وموصل نحاس 50
ثانيا فى حالة العزل PVC وجهد 3 فاز 400 فولت وموصل نحاس 53

ثالثا في حالة العزل XLPE أو PVC وجهد 1 فاز 230 فولت وموصل نحاس..... 58
رابعا - حساب عدد الكابلات في حالة موصل من الألومنيوم وجهد 400 فولت 58
خامسا عدد الكابلات في حالة موصل من النحاس وجهد 690 فولت 60
المعادلات العامة للتصميم 62
أولا حساب التيار والتيار الاعتبارى و التيار التصميمى والتحميل على الفازات جهد 3 فاز 63
أولا -حساب التيار 3 فاز 63
أولا-اللوحات والمولدات والمحولات 63
ثانيا-المحركات مباشر على الخط أو بادئ حركة تدريجى ناعم أو محول ذاتى أو ستار دلتا 64
ثالثا- المحركات ببادئ حركة مغير سرعات 64
أولا-قدرة المحرك أقل من أويساوى 5.5 كيلووات 64
ثانيا- قدرة المحرك أكبر من 5.5 كيلووات..... 64
رابعا- المكثفات 65
ثانيا -حساب التيار الاعتباري..... 65
أولا-جميع الحالات فيما عدا ستار دلتا 65
ثانيا-حالة ستار دلتا 65
حساب التيار المار في الكابلات 65
التيار الاعتبارى في حالة ستار دلتا..... 66
ثالثا -حساب التيار التصميمى للكابل 66
أولا-جميع الحالات فيما عدا ستار دلتا 66
ثانيا-حالة ستار دلتا 66
حساب التيار التصميمى للكابل في حالة كابل متعدد القلوب 66
حساب التيار التصميمى للكابل في حالة كابل أحاي القلب 66
رابعا -التحميل على الفازات 67
أولا-جميع الحالات ماعدا ستار دلتا..... 67
ثانيا-حالة محركات ستار دلتا 67
حساب التحميل على الفازات في حالة كابل متعدد القلوب 67
حساب التحميل على الفازات في حالة كابل أحادي القلب 67
ثانيا- حساب التيار والتيار الاعتبارى و التيار التصميمى والتحميل على الفازات جهد 1 فاز 68
أولا- حساب التيار 1 فاز 68
أولا-اللوحات والمولدات والمحولات 68
ثانيا-المحركات مباشر على الخط..... 68
ثالثا- المحركات ببادئ حركة مغير سرعات 69
أولا-حالة قدرة المحرك أقل من أويساوى 5.5 كيلووات 69
ثانيا-حالة قدرة المحرك أكبر من 5.5 كيلووات 69
رابعا- حالة المكثفات 69
ثانيا -حساب التيار الاعتباري..... 69
جميع الحالات 69

ثالثا -حساب التيار التصميمى للكابل 70
جميع الحالات 70
رابعا- التحميل على الفازات 70
جميع الحالات 70
ثانيا- حساب التيار والتيار الاعتبارى و التيار التصميمى والتحميل على الفازات جهد مستمر 70
أولا- حساب التيار 70
أولا- أى حمل عدا المحركات 71
ثانيا- المحركات وتيار مستمر 71
ثانيا- حساب التيار الاعتبارى 71
ثالثا- التيار التصميمى 71
حساب التيار التصميمى فى حالة كابل متعدد القلوب (4 طرف متساوية المقطع) 71
حساب التيار التصميمى فى حالة كابل أحادى أو كابل 1/2 3 72
رابعا - التحميل على الفازات 72
حساب التحميل على الفازات فى حالة كابل متعدد القلوب (4 طرف متساوية المقطع) 72
حساب التحميل على الفازات فى حالة كابل أحادى أو كابل 1/2 3 72
حساب اقصى طول للكابل 74
أهمية حساب أقصى طول للكابل 74
الخطوات الحسلبية لحساب أقصى طول للكابل للتحقيق أو للاطمئنان 74
أولا فى حالة المغذيات (اللوحات) 74
ثانيا فى حالة المحركات 74
معادلة أقصى مسافة لهبوط الجهد 2.5% 74
حالة المغذيات والمحركات وتيار متردد وكابل متعدد القلوب أو أحادي القلب 74
الطريقة الأولى 74
الطريقة الثانية في حالة عزل XLPE وكل الحالات فيما عدا ستار دلتا 75
الطريقة الثانية في حالة عزل PVC وكل الحالات فيما عدا ستار دلتا 75
فى حالة محركات ستار دلتا واستخدام كابل متعدد القلوب (عدد زوجي) 75
فى حالة عزل XLPE 75
فى حالة عزل PVC 75
فى حالة محركات ستار دلتا واستخدام كابل أحادي القلب (عدد فردي أو زوجي) 75
فى حالة عزل XLPE 75
فى حالة عزل PVC 75
حالة المغذيات والمحركات وتيار مستمر 75
الطريقة الأولى 75
الطريقة الثانية فى حالة عزل XLPE 76
الطريقة الثانية فى حالة عزل PVC 76
معادلة أقصى مسافة لهبوط الجهد 10% للمحركات تعمل بتيار متردد 76
الطريقة الأولى 76

الطريقة الثانية 76
فى حالة 3 فاز 76
فى حالة 1 فاز 76
العلاقة بين أقصى طول للكابل وأقصى طول يستطيع القاطع حمايته 77
قواعد تحديد العلاقة بين أقصى طول للكابل وأقصى طول يستطيع القاطع حمايته 78
خطوات حسابات مساحة مقطع الكابلات للمشاريع 79
الخطوات التمهيدية 79
الخطوات العملية لحساب مساحة مقطع الكابلات..... 80

الفصل السابع

حساب الكابلات الممدودة في الهواء

DEM

الفصل السابع 4
حساب الكابلات الممدودة فى الهواء على حوامل الكابلات 4
معاملات التصحيح الكلى فى حالة فرد الكابل في الهواء 4
معادلة معامل التصحيح الكلى للكابلات الممتدة في الهواء 4
معامل التصحيح الكلى فى حالة كابلات متعددة القلوب 4
معامل التصحيح الكلى لكابلات أحادية القلب 4
تعريف وشرح معاملات التصحيح 5
معامل التصحيح لدرجة حرارة الهواء المحيط بالكابل 5
معامل التصحيح التجميعية لكابلات متعددة القلوب 9
شرح الجدول **(7.3)** 10
طرق تمديدات الكابلات متعددة القلوب على حوامل الكابلات (Cable tray) 11
متى يساوى معامل التجاور 1 ؟ 11
أولا- طبقا للمواصفات العالمية BS 7671 11
ثانيا- طبقا للمواصفات العالمية IEC 60287 12
معامل التصحيح التجميعي لكابلات أحادى القلب 14
شرح الجدول **(7.4)** 15
طرق تمديدات الكابلات أحادية القلب على حوامل الكابلات (Cable tray) 16
معامل التصحيح لطبقات الكابلات متعددة وأحادي القلب 16
المعادلة العامة لحساب عدد الطبقات 17
فى حالة الكابلات متعددة القلوب 17
فى حالة الكابلات أحادية القلب 17
الخطوات العملية 20
الأمثلة الحسابية 26
حالة 1 فاز 26
حساب الكابلات للمنشآت سكنية وفندقية وإدارية 91
حساب الفقد الحرارى للكابلات 105
المعادلات العامة 105
حالة تيارمتردد وعزل PVC وجهد ثلاثى الطور 106
حالة تيارمتردد وعزل XLPE وجهد ثلاثى الطور 106
حالة تيارمتردد وعزل PVC وجهد أحادي الطور 106
حالة تيارمتردد وعزل XLPE وجهد أحادي الطور 106
حالة تيارمستمر DC 106
متوسط معامل الفقد الحراري 107
حالة تيار متردد ثلاثي الطور (3 فاز) 109
حالة تيار متردد أحادي الطور (1 فاز) أو تيار مستمر DC 110
حساب الفقد الحراري للدور المسحور Cellar 110

حسابت الطاقة المفقودة فى الساعة 111
حساب عدد أطنان التبريد 111

كتاب (الجزء الثاني)

مختصر حسابات كابلات الجهد المنخفض

طبقا للمقاييس العالمية IEC60364-5-52

Low voltage cable calculations

تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادى جمعة

D e M

الفصل الثامن

حساب البارات المدمجة

DEM

الفصل الثامن 3
حساب البارات المدمجة للمحولات والمولدات 3
البارات المعزولة Bus Duct أو ال Busway 3
التعريف 3
المكونات 3
الاستخدام 5
السعة التيارية Current caring Capacity 5
سعة القطع لتيار القصر Breaking Capacity 5
التركيب 6
الملحقات 7
درجات الحماية Ingress protection 8
أولا درجات الحماية ضد الأجسام الصلبة والسائلة 8
الرقم الأول X 8
الرقم الثاني Y 9
تأثير الرقمين Y and X 9
أشهر الحمايات فى اللوحات الكهربية 11
الفرق فى درجة الحماية بين المقايس العالمية NEMA و IEC 11
ثانيا درجات حماية الصدمات Impact Protection (IK) 12
عوامل اختيار البارات المدمجة 14
أولا- حساب سعة البارات المدمجة Busway 14
ثانيا- حساب الهبوط فى الجهد على الباسبارات المعزولة Busway 20
معادلة الهبوط فى الجهد فى حالة تغذية مركزة Concentrated 20
معادلة الهبوط فى الجهد فى حالة تغذية موزعة Distributed 20
حساب الملى فولت /أمبير /متر في حالة التغذية المركزة 20
حساب الملى فولت /أمبير /متر في حالة التغذية المركزة 20
معادلة الهبوط فى الجهد المؤوي 20
العلاقة بين الزاوية بالدرجات والراديان 22
ثالثا- تيار القصر عن طريق البارات المعزولة Busway 28
أولا معادلات تيار القصر بين المحايد والفاز 30
ثانيا معادلات تيار القصر بين الفاز والأرضى 31
حساب تيار القصر على ثانوي المحول 32
استخدام الجداول لإيجاد سعة البارات و تيار القصر والهبوط في الجهد للمحولات والمولدات 39

الفصل التاسع

حساب الكابلات المدفونة مباشرة في الأرض

DEM

الفصل التاسع..... 3
حساب مقاطع الكابلات المدفونة في الأرض..... 3
شروط تمديد ا الكابلات المدفونة مباشرة فى الأرض 3
مواصفات خندق (Trench) الكابلات المدفونة مباشرة فى الأرض..... 3
معاملات التصحيح فى حالة فرد الكابل مدفون مباشرة في الأرض..... 7
معامل التصحيح الكلى للكابلات المدفونة مباشرة فى الأرض 7
معامل التصحيح الكلى لكابلات متعددة القلوب 7
معامل التصحيح الكلى لكابلات أحادية القلب 7
شرح معاملات التصحيح..... 7
معامل التصحيح لدرجة الحرارة للأرض 7
معامل التصحيح التجميعي لكابلات متعددة القلوب..... 11
المسافة الفاصلة بين الكابلات متعددة القلوب..... 11
معامل التصحيح التجميعي لكابلات أحادية القلب..... 12
المسافة الفاصلة بين الكابلات أحادية القلب..... 13
شرح الجداول 14
حساب هبوط الجهد بالملى فولت /أمبير/متر..... 17
أولا فى حالة الكابلات متعددة القلوب 17
ثانيا فى حالة الكابلات أحادية القلب 18
المسافة الفاصلة بين الكابلات L 18
معامل التصحيح لطبقات الكابلات متعددة أوأحادي القلب 19
معامل التصحيح لعمق الدفن Ground Burial Depth Correction Factor..... 20
معامل التصحيح لمقاومة التربة الحرارية 21
الخطوات العملية..... 23
حالة عدد كابلات أقل من أو يساوى 8..... 34
حالة عدد كابلات أكبر من 20 37

الفصل العاشر

حساب كابلات انارة الطريق

DEM

الفصل العاشر 7
حساب كابلات إنارة الطريق 7
حساب معامل التصحيح الكلى التقريبي 7
حساب التحميل على الفازات 8
أقسام حسابات كابلات إنارة الطرق 9
أولا حساب الكابل الواصل بين أعمدة الانارة 9
حساب مساحة مقطع كابلات إنارة الطرق Street (Road) light 9
شرح المعاملات 10
تيار عمود الانارة الواحد 10
أكبر عدد من أعمدة الانارة على الفازة Nm 10
في حالة جهد 1 فا ز 10
في حالة جهد 3 فا ز 11
المفاعلة الحثية للكابل XL 11
أقصى جهد مسموح به VD 11
التوصيلية للموصل طبقا لنوع عزل الكابل σ 12
الطول الكلى (LT) 13
أولا- حالة 1 فاز 13
ثانيا - حالة 3 فاز 14
معامل القدرة 15
المعادلات النهائية 15
فى حالة موصل نحاس وعزل XLPE 15
فى حالة الهوبط فى الجهد = 2.5 % 15
فى حالة الهوبط فى الجهد = 3% 15
فى حالة موصل نحاس وعزل PVC 16
فى حالة الهوبط فى الجهد = 2.5 % 16
فى حالة الهوبط فى الجهد = 3 % 16
فى حالة موصل أومنيوم وعزل XLPE 16
فى حالة الهوبط فى الجهد = 2.5 % 16
فى حالة الهوبط فى الجهد = 3 % 16
فى حالة موصل ألومنيوم وعزل PVC 16
فى حالة الهوبط فى الجهد = 2.5 % 16
فى حالة الهوبط فى الجهد = 3 % 16
الخطوات العملية لحساب كابل انارة الطريق بين الأعمدة 17
حساب الهبوط في الجهد 26
أولا- حساب الهبوط في الجهد لانارة الطرق 1 فاز 26
أولا- حساب الهبوط في الجهد بطريقة نقطة - نقطة Point to point 27

أولا- حساب تيار عمود (بفرض تساوى الأعمدة في القدرة)..... 27
ثانيا- حساب التيار الكلى 27
ثالثا- حساب الهبوط في الجهد بيـن كل نقطتيـن 28
أولا- معادلة الهبوط في الجهد بيـن كل نقطتيـن بالطريقة الأساسية الأولى 28
ثانيا-- حساب الهبوط في الجهد بيـن كل نقطتيـن بالطريقة الأساسية الثانية..... 31
رابعا- حساب الهبوط في الجهد التراكمى 32
معادلات الهبوط في الجهد 33
خامسا- حساب الهبوط في الجهد التراكمى كنسبة مئوية 33
المعادلة الأولى..... 33
المعادلة الثانية..... 33
ثانيا حساب الهبوط فى الجهد الكلى بالطرق التجميعية التقريبية 34
أولا- الطريقة التقريبية الأولى..... 34
فى حالة كابل عزل PVC 34
فى حالة كابل عزل XLPE..... 34
الطريقة التقريبية الثانية..... 35
فى حالة كابل عزل PVC 35
فى حالة كابل عزل XLPE..... 35
حساب التيار الكلى والطول الكلى للطرق التقريبية 36
حساب الهبوط فى الجهد التراكمى بالطريقة التقريبية 36
ثانيا -حساب هبوط الجهد في إنارة الطريق Street Light في حالة مصدر 3 فاز 44
الكابلات المستخدمة 44
أولا- كابل القدرة بيـن الأعمدة..... 44
ثانيا- كابل القدرة داخل العمود إلى الكشاف..... 45
معادلات الحسابات 46
أولا -ترتيب الأعمدة من حيث الفازات 48
ترتيب الأعمدة على الفازة الأولى 48
ترتيب الأعمدة على الفازة الثانية 48
ترتيب الأعمدة على الفازة الثالثة..... 48
ثانيا -المسافات 48
أولا- حساب الهبوط في الجهد بطريقة نقطة - نقطة Point to point 48
أولا- حساب عدد الأعمد ة على كل فازة 49
ثانيا-حساب التيار المار في عمود الإنارة الواحد..... 50
ثالثا- حساب أطول مسار للكابل..... 50
رابعا- حساب تيار كل فازة 50
خامسا -حساب الهبوط في الجهد..... 51
أولا حساب الهبوط في الجهد بالطريقة الأساسية الأولى 51
أولا- الهبوط في الجهد على الفازة الأولى R 51

ثانيا- الهبوط في الجهد على الفازة الثانية Y 51
ثالثا- الهبوط في الجهد على الفازة الثالثة B 51
ثانيا- حساب الهبوط في الجهد بالطريقة الأساسية الثانية 52
أولا- الهبوط في الجهد على الفازة الأولى R 52
ثانيا- الهبوط في الجهد على الفازة الثانية Y 52
ثالثا- الهبوط في الجهد على الفازة الثالثة B 53
سادسا -حساب الهبوط في الجهد التراكمى 53
سابعا - حساب الهبوط في الجهد التراكمى كنسبة مئوية 53
المعادلة الأولى 53
المعادلة الثانية 53
ثانيا حساب الهبوط في الجهد بالطرق التقريبية 53
الطريقة التقريبية الأولى 53
فى حالة كابل عزل XLPE 53
فى حالة كابل عزل PVC 53
الطريقة التقريبية الثاينة 54
فى حالة كابل عزل PVC 54
فى حالة كابل عزل XLPE 54
حساب التيار الكلى والطول الكلى للطرق التقريبية 55
الهبوط فى الجهد التراكمى بالطريقة التقريبية 55
الطريقة المختصرة لحساب مساحة مقطع كابلات الانارة في المدن والمواقع 75
أولا فى حالة المدينة 75
ثانيا- فى حالة المواقع 76
الكابل الواصل بين الأعمدة 78
أولا- حساب الطول الفعلى LA 81
فى حالة 3 فاز 81
فى حالة 1فاز 81
معامل الجهد KV 82
معامل الضرب F 82
حساب عدد الأعمدة على الفازة 82
أولا- حالة 3 فاز 82
ثانيا- حالة 1 فاز 82
ثانيا حساب أقصى تيار للأعمدة على الفازة 84
أولا- حساب اقصى تيار للأعمدة بمعرفة تيار الكشاف 84
ثانيا حساب اقصى تيار للأعمدة بحساب التيار الكلي للأعمدة 84
أولا- في حالة 3 فاز 84
ثانيا في حالة 1 فاز 85
الخطوات العملية لحساب مساحة مقطع الكابل 85

حسابات وتوزيع الأعمدة عن طريق عمل جدول 92
شرح الجدول (10.26) 94
طريقة توصيف ووضع الكشافات فى الجدول Circuit description 95
أولا- أعمدة تحمل كشاف واحد 95
ثانيا-أعمدة تحمل كشافين 96
ثالثا-أعمدة تحمل ثلاث كشافات او أكثر 96
رابعا -أعمدة مختلطة 97
حساب التيار الكلى 97
حساب الهبوط فى الجهد 97
حساب الهبوط فى الجهد في حالة 1 فاز 97
فى حالة كابل عزل PVC 97
فى حالة كابل عزل XLPE 98
حساب الهبوط فى الجهد في حالة 3 فاز 98
فى حالة كابل عزل PVC 98
فى حالة كابل عزل XLPE 98
حساب الهبوط في الجهد المؤوي 98
حساب تيار القواطع الفرعية 109
ثانيا - حساب الكابل من اللوحة الرئيسية للوحة توزيع الانارة 117
حساب التيار الكلى 117
حساب التيار الاعتباري 117
حساب التيار التصميمى للكابل فى حالة الانارة 117
حساب التيار التصميمى للكابل فى حالة 3 فاز 118
حساب التيار التصميمى للكابل فى حالة 1 فاز 118
استنتاج معادلة لحساب الكابل المنفرد 118
في حالة 3 فاز 119
في حالة 1 فاز 119
حساب مساحة مقطع الكابل 119
حساب التحميل على الفازات 122
حساب الهبوط فى الجهد 122
فى حالة كابل عزل PVC 122
فى حالة كابل عزل XLPE 122
حساب الهبوط في الجهد المؤوي 123
فى حالة 3 فاز 123
فى حالة 1 فاز 123
هبوط الجهد التراكمى 124
معادلة أقصى مسافة لهبوط الجهد 2.5% 129
ثالثا حساب الكابل الواصل من الكشاف إلى القاطع داخل العمود (فى الهواء) 145

حساب تيار الحمل (الكشاف) 145
معادلة التيار الاعتباري..... 145
حساب التيار التصميمى للكابل فى حالة الانارة 146
حساب مساحة المقطع..... 147
حساب التحميل على الفازات 147
حساب الهبوط في الجهد..... 147
التركيبات 152
أنواع دوائر التحكم..... 152
الدرجة الأولى..... 152
الدرجة الثانية..... 152
الدرجة الثالثة..... 153
شرح دائرة التحكم..... 153
أولا - الوضع اليدوى 153
ثانيا- الوضع الاتوماتيكى..... 153
تأريض لوحة التغذية للانارة الخارجية Feeder Pillar..... 159
مساحة مقطع كابل التأريض (EC) 159
الطريقة الأولى..... 160
الطريقة الثانية..... 160
الطريقة الثالثة..... 161
حالة الأرضى صخرية 162
تاريض لوحة الانارة الخارجية عن طريق شبكة MAT..... 164
تركيب صندوق الترامل داخل العمود Terminal box 167
تصميم الداكت المدفون فى الخرسانة..... 170
ملحق (10.1)..... 172
إثبات معادلة الهبوط في الجهد في حالة 1فاز و3 فاز بصيغة N Formula 172

الفصل الحادي عشر

حساب الكابلات المدفونة في مواسير

DEM

الفصل الحادي عشر 3
كابلات ممدودة في مواسير في الأرض 3
معاملات التصحيح فى حالة فرد الكابل مدفون فى مواسير في الأرض 4
معاملات التصحيح الكلى لمواسير مدفونة مباشرة فى الأرض 4
معامل التصحيح الكلى فى حالة كابلات متعددة القلوب 4
معامل التصحيح الكلى فى حالة كابلات أحادية القلب 4
شرح معاملات التصحيح 4
معامل التصحيح في درجة الحرارة للأرض 4
معامل التصحيح التجميعي لكابلات متعددة القلوب داخل ماسور 5
الطرق الاعتيادية لترتيب المواسير المدفونة فى الأرض فى حالة كابلات متعددة القلوب 5
معامل التصحيح التجميعي لكابلات أحادية القلوب داخل ماسور 7
الطرق الاعتيادية لترتيب المواسير المدفونة فى الأرض فى حالة كابلات أحادي القلب 8
حساب هبوط الجهد بالملى فولت /أمبير/متر 9
أولا فى حالة الكابلات متعددة القلوب 9
ثانيا فى حالة الكابلات أحادية القلب 10
المسافة الفاصلة بين المواسير S 10
معامل التصحيح التجميعى 11
أولا فى حالة دارة واحدة داخل الماسورة 11
..... 11
ثانيا فى حالة أكثر من دارة واحدة داخل الماسورة 11
حساب عدد المواسير 12
معادلة حساب عدد المواسير 12
معادلة للمغذيات وبوادئ الحركة وكابل متعدد القلوب أو أحادي القلب 12
المعادلة لبوادئ الحركة ستار دلتا وكابل أحادي القلب 12
المعادلة الخاصة لمغذيات وأحمال قدرة كبيرة 12
معامل التصحيح لتلامس الكابلات داخل الماسورة 18
كيفية تحديد معامل التلامس 21
معامل التصحيح لعمق الدفن 22
معامل التغير للمقاومة الحرارية للتربة 22
خطوات حساب كابلات المدفونة فى المواسير 28

الفصل الثاني عشر

حساب الكابلات الممدودة في مواسير في الخرسانة

DEM

الفصل الثاني عشر 3
حساب الكابلات الممتدة في ماسورة في الخرسانة 3
أنواع الداكت بنك 4
طريقة تصميم الDuct Bank 4
مقاس الDuct Bank Size 5
تحديد أبعاد ال Duct bank 5
كيفية تحديد عدد الأعمدة والصفوف 6
الاستخدام 8
أسباب وضع غرف التفتيش Manholes في مسار تمديد الكابلات ؟ 10
ما هى المسافة البينية المقبولة بين غرف التفتيش 10
حساب ابعاد غرف التفتيش Manhole 10
أولا- العرض الداخلى 11
ثانيا - الارتفاع الداخلى 12
ثالثا- فتحة غرف التفتيش العلوية 13
أولا- في حالة فتحة غرفة التفتيش دائرية 13
ثانيا - ابعاد فتحة غرفة التفتيش المستطيلة 15
رابعا طول غرفة التفتيش 15
في حالة غرفة التفتيش مربعة 16
في حالة غرفة التفتيش مستطيلة 16
حساب ابعاد غرفة التفتيش في حالة وجود انحناءات 16
حساب المسافات المسموح بها داخل غرف التفتيش 16
في حالة الكابل يمر مستقيم Straight 16
في حالة الكابل مسلح 16
في حالة الكابل غير مسلح 16
في حالة الكابل يمر على شكل زاوية أي حرف L 17
في حالة الكابلات shielded 17
في حالة الكابلات غير مسلحة NON shielded 17
معامل التصحيح الكلى فى حالة كابلات متعددة القلوب 21
معامل التصحيح الكلى لكابلات أحادية القلب 21
معامل التصحيح لعمق الدفن 22
معامل التصحيح التجميعي فى حالة الDuct Bank 23
الطريقة الأولى 23
الطريقة الثانية 24
معامل التصحيح للمقاومة الحرارية للخرسانة 25
خطوات حساب كابلات المدفونة فى المواسير 27

الفصل الثالث عشر

حساب الكابلات ممدودة في مجرى خرساني

DEM

الفصل الثالث عشر 3
حساب الكابلات الممتدة في مجرى خرساني 3
تصميم المجرى الخرسانى الخاص بالكابلات 4
أولا من حيث الأبعاد 4
الأبعاد فى حالة حامل الكابلات على مثبت على جانب واحد فقط 4
الأبعاد فى حالة حامل الكابلات على مثبت على على الجانبين 4
ثانيا من حيث المكان 5
ثانيا من حيث الغطاء Covers 6
معاملات التصحيح 10
معامل التصحيح الكلى فى حالة كابلات متعددة القلوب 10
معامل التصحيح الكلى لكابلات أحادية القلب 10

الفصل الرابع عشر

حساب الكابلات مع وجود التوافقيات

DEM

الفصل الرابع عشر 3
حساب الكابلات في حالة وجود توافقيات 3
تعريف التوافقيات 4
أنواع التوافقيات 4
توافقيات زوجية Even Harmonics 5
توافقيات فردية ODD Harmonics 5
توافقيات وسطية (الكسرية) 5
التوافقيات فى الأنظمة المتزنة 5
التوافقيات فى الأنظمة غير المتزنة 6
أسباب ظهور التوافقيات 7
مصادر التوافقيات (الهرمونيك) 8
تاثيرات التوافقيات 9
معامل التصحيح للتوافقيات 10
شرح جدول التوافقيات 10
فى حالة التوافقيات من الدرجة الثالثة بين 15% – 0 10
فى حالة التوافقيات Harmonics من الدرجة الثالثة بين 33% – 15 10
فى حالة التوافقيات Harmonics من الدرجة الثالثة بين 45% – 33 11
فى حالة التوافقيات Harmonics من الدرجة الثالثة أكبر من 45% 11
كيف نستخدم معامل التوافقيات فى الحسابات ؟ 15

كتاب (الجزء الثالث)

مختصر حسابات كابلات الجهد المنخفض

طبقا للمقاييس العالمية IEC60364-5-52

Low voltage cable calculations

تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادى جمعة

D e M

الفصل الخامس عشر

حساب كابلات التيار المستمر

DEM

الفصل الخامس عشر 4
حساب كابلات التيار المستمر 4
حساب عدد الدارات 4
أولا فى حالة كابل رباعى القلب متساوى مساحة المقطع لجميع القلوب 4
ثانيا فى حالة كابل ثلاثى القلب او أحادى القلب أو رباعى القلب غير متساوى مساحة المقطع 6
مثال على محرك 10
مثال على شاحن 14
حساب كابلات ماكينات اللحام 21
العوامل المؤثرة فى حساب كابلات ماكينات اللحام 22
دورة العمل Duty Cycle 22
معامل التصحيح لدرجة حرارة الهواء المحيط 22
نوع الكابل 22
طول الكابل 23
الهبوط فى الجهد 23
إستنتاج مساحة مقطع الكابل الخاص بماكينة اللحام 23
مقاومة الموصل منفردا 23
مقاومة كابل إلكترود اللحام + كابل الأرضى 24
معادلة هبوط الجهد 24
مساحة مقطع الموصل النهائي 26
شرح المعاملات 26
قيمة التوصيلة (σ_{20}) للموصلات 26
قيمة المقاومة النوعية (ρ_{20}) للموصلات 26
معامل الضرب Multiplying Factor (MF) 26
التيار المستمر الفعلى IDC 27
معامل فرق درجات الحرارة KT 27
معامل التصحيح لدرجة حرارة الهواء المحيط Ambient temperature correction factor (ATCF) 28
القيمة المسموح بها للهبوط فى الجهد Voltage Drop (VD) 28
الطريقة الثانية لحساب مساحة مقطع كابلات ماكينة اللحام 31
الخطوات 31
حساب كابل البطارية للمولد 35
مكونات نظام البد الكهربي 36
أولا البطاريات 36
أنواع لبطاريات المستخدمة 36
تأثير درجة الحرارة على البطاريات 36
حساب البطاريات 36
شرح المعاملات 37

التيار المكافئ لحجم المحرك Ie 37
الزمن اللازم لبدء التشغيل Starting time (t) 38
عدد مرات المحاولات للتشغيل (n) 39
معامل تصحيح درجة الحرارة TCF وهو كمايلى 39
معامل التقادم Aging Factor (AF) 40
ثانيا حسابات الشاحن 44
شرح المعاملات 44
ثابت إعادة الشحن (عدم الكفاءة) R 44
زمن الشحن للبطارية TC 45
ثالثا حساب الكابل من منظم الشحن للبطاريات (DC) 46
رابعا حساب مساحة مقطع الكابل من البطارية للمحرك (عمود المحرك Crank) 47
شرح المعاملات 48
قيمة التوصيلية 20 σ 48
مقاومة البطارية بالأوم RB 48
المعامل الحرارى للموصل20α 48
درجة الحرارة التصميمية للبطارية بالسليزية Tc 48
توصيل البطاريات 50

الفصل السادس عشر

حساب كابلات الخلايا الشمسية

DEM

الفصل السادس عشر 5
حساب كابلات الخلايا الضوئية..... 5
منظومة الخلايا الشمسية..... 6
اللوح الشمسى Photovoltaic Module 6
أنواع الألواح الشمسية 7
مفاهيم خاصة بمنظومة الخلايا الشمسية 8
السلسلة STG..... 8
الخط Line..... 8
المصفوفة Array 8
المولد الشمسى Solar Generation 9
صندوق التجميع Combined Box 9
جهد الدائرة المفتوحة Open Circuit Voltage (Voc) 10
تيار دائرة القصر Short Circuit Current (Isc)..... 10
نقطة أكبر قدرة Maximum Power Point (Pmax)..... 10
منظم الشحن 11
أولا-منظم الشحن من نوع PWM..... 11
ثانيا-منظم الشحن MPPT..... 11
جهد نقطة القدرة الأكبر Maximum Power Point Voltage (Vmp) 12
تيار نقطة القدرة الأكبر Maximum Power Point Current (Imp).....12
خاصية تتبع نقطة الطاقة القصوى Maximum power point Tracker MPPT..... 12
تعريف الانفرتر 13
ظروف الاختبار الموحدة(Standard test conditions STC) 13
الجهد المقنن للوح الشمسى..... 13
جهد النظام 15
التيار المقنن لكابلات الخلايا الشمسية 16
المعادلة العامة لحساب الكابلات فى حالة DC 21
معامل التصحيح الكلى للكابلات..... 22
شرح المعاملات..... 22
أولا- معامل التصحيح لتيار الخلايا الشمسية..... 22
ثانا- معامل التصحيح للتشميسى Irradiance Factor أو Solar Factor 22
ثالثا - معامل التصحيح لدرجة الحرارة Air temperature Correction Factor.....23
أولا - إذا كانت الكابلات غير معرضة للشمس (Indoor)..... 23
ثانيا - إذا كانت الكابلات معرضة للشمس (Outdoor) 24
رابعا - معامل التجاور Grouping Factor 24
أولا- معامل التجاور لكابلات ممتدة فى الهواء 24
ثانيا- معامل التجاور لكابلات ممتدة داخل ماسورة..... 24

حساب مساحة مقطع الكابلات لمنظومة الخلايا الشمسية المختلفة 25
التماثل وعدم التماثل 25
تعريف التماثل 26
تعريف عدم التماثل 26
حساب الكابلات الخاصة بالمنظومة الشمسية 26
أولاحساب الكابلات منظومة خلايا شمسية بمنظم شحن منفصل وانفرتر منفصل 26
حساب الكابل من سلسلة الألواح STG إلى صندوق توصيل التيار المستمر 29
حساب الكابل من خط من الألواح Line إلى صندوق توصيل التيار المستمر 31
حساب الكابل الرئيسى Main من صندوق التجميع إلى منظم الشحن Charge Controller 34
حساب تيار المصفوفة I_{ARRAY} 34
أولا- حالة وجود سلاسل متماثلة فقط (وهى الأشهر) 34
ثانيا- حالة وجود سلاسل وخطوط 34
حساب الكابل من منظم الشحن للبطاريات 37
حساب الكابل من البطاريات للأنفرتر 38
حساب تيار الانفرتر 39
القدرة القياسية P_{STD} 40
فى حالة معرفة أحمال البدء 40
فى حالة عدم معرفة أحمال البدء 40
فى حالة عدم وجود أحمال بدء 40
ثانيا فى حالة الانفرتر يحتوى على منظم شحن والانفرتر مزود بنظام تتبع أقصى نقطة MPPT 41
حساب الكابل من سلسلة الألواح STG إلى صندوق توصيل التيار المستمر 43
حساب الكابل الرئيسى من صندوق التجميع إلى الانفرتر 43
فى حالة الانفرتر يحتوى على نقطة واحدة فقط لتتبع أقصى قدرة للنقطة MPPT 43
فى حالة الانفرتر يحتوى على عدد من النقاط لتتبع أقصى قدرة للنقطة MPPT 47
حساب الكابل من الانفرتر لبنك البطاريات 49
حساب الكابلات من االانفرتر إلى لوحة التوزيع الرئيسية 50
معامل التصحيح الكلى للكابلات الممتدة في الهواء معرضة لخلايا ضوئية 50
أولا- كابلات متعددة القلوب 50
ثانيا- كابلات أحادية القلب 50
عدد الكابلات (N) 51
معامل التصحيح الكلى الداخلى والخارجي 51
أولا معامل التصحيح الكلى الخارجي Outdoor 51
ثانيا معامل التصحيح الكلى الداخلي Indoor 52
أولا - في حالة كابلات مخصصة للخلايا الشمسية (جدول 16.4) من الانفرتر للوحة التوزيع النهائية. 52
ثانيا - في حالة كابلات عادية من الانفرتر للوحة التوزيع النهائية 52
حساب تيار الكابل من الأنفرتر إلى لوحة الأحمال AC 53
أولا- فى حالة الخرج Output 3 فاز 53

ثانيا فى حالة خرج الانفرتر 1 فاز 54
حساب مساحة المقطع مباشرة في حالة 1 فاز 54
حساب التيار الاعتباري 55
حساب التيار التصميمى 55
حساب التحميل على الفازات 55
حساب الهبوط في الجهد 55
حساب الهبوط في الجهد المؤوي 56
..... 56
خطوات حساب الكابلات من الانفرتر للوحة التوزيع الرئيسية 56
ملخص لمساحة مقطع الكابلات 64

الفصل السابع عشر

حساب الأسلاك

DEM

الفصل السابع عشر 4
حساب الأسلاك 4
أولا- حساب الأسلاك في التمديدات المنزلية طبقا IEC 60364-4-43 4
قواعد أساسية للحسابات 4
خطوات الحساب الأساسية 6
خطوات التحقيق الأساسية 6
أولا - حساب تيار الحمل بالأمبير 7
فى حالة 1 فاز 7
فى حالة 3 فاز 7
ثانيا -عدد الكابلات 8
ثالثا- معامل التصحيح الكلى 8
رابعا- حساب التيار الاعتبارى 8
خامسا -حساب قيمة التيار التصميمى للكابل I_{CAL} 8
سادسا -تحديد مساحة مقطع السلك 9
سابعا - حساب التحميل على الفازات 9
ثامنا-حساب الهبوط فى الجهد 9
معادلة هبوط فى الجهد حالة 1 فاز 9
معادلة هبوط فى الجهد حالة 3 فاز 10
معادلة هبوط فى الجهد المؤوي 10
في حالة جهد ا فاز 10
في حالة جهد 3 فاز 10
العلاقة بين سعة القاطع ونوعه وبين طول الكابل 11
أولا- حساب القاطع 11
شرح المعاملات 12
معامل التصحيح لقواطع الانارة 12
معامل التصحيح لقواطع المقابس (بما فى ذلك التكييف) 12
حماية المغذى (القاطع) 12
ثانيا حساب أقصى طول يحميه القاطع 13
ثالثا حساب أقصى طول للكابل (السلك) 17
معادلة أقصى طول للكابل فى حالة 1 فاز 17
معادلة أقصى طول للكابل فى حالة 3 فاز 17
الخطوات العملية لحساب الأسلاك 19
الخطوات العملية الأساسية 19
خطوات التحقيق 20
الطريقة التقريبية الأولى لحساب مساحة المقطع في حالة 1 فاز 35
الطريقة التقريبية الثانية لحساب مساحة المقطع في حالة 1 فاز 36
ثانيا- حساب الأسلاك فى التمديدات المنزلية طبقا IEC-60364-5-52 & BS7671 42

معامل طريقة التمديد F0 50
معامل التصحيح لدرجة حرارة الهواء A1 50
معامل التصحيح لوضع اكثر من طبقة على حامل الكابلات A4 51
معامل التجاور F2 51
معامل تمديد كابلات في الهواء داخل مواسير فوق الأرض F6 53
معامل تمديد كابلات في الهواء داخل داكت F7 53
الخطوات العملية 54
العوامل المؤثرة على تمديد الكابل داخل الحائط 64
الخطوات العملية 73
تأثير درجة حرارة التشغيل على الملى فولت أمبير للكابل 77
حساب الأسلاك فى اللوحات الكهربية 80
أولا حساب الأسلاك من البارة الرئيسية للقواطع أو لبوادئ الحركة 80
حساب التيار التصميمى للسلك 80
خطوات حساب العملية 82
الخطوات العملية لحساب مقطع السلك للمكثفات داخل اللوحة 86

الفصل الثامن عشر

حساب كابلات التحكم

DEM

الفصل الثامن عشر 5
حساب كابلات التحكم 5
المعادلة العامة لهبوط الجهد لكابلات التحكم و الأجهزة و إنذار الحريق 5
حساب المعاوقة فى حالة التيار المتردد 6
حساب المعاوقة فى حالة التيار المستمر 7
حساب مقاومة للسلك R_{DC20} 8
أولا -هبوط الجهد في كابلات الكنترول (التحكم) 9
أقصى هبوط فى الجهد لكابلات التحكم 9
أولا- أقصى هبوط لجهد تشغيل 110 -220 فولت 10
ثانيا - أقصى هبوط لجهد تشغيل 24 -48 فولت 11
معادلات هبوط فى الجهد 11
هبوط الجهد لكابلات التحكم فى حالة التيار المتردد 11
هبوط الجهد لكابلات التحكم فى حالة التيار المستمر 11
معادلة هبوط فى الجهد المؤوي 11
أولا -فى حالة تيار متردد لكابلات قدرة (110 - 240 فولت) 12
حالة عزل PVC وموصل نحاس 12
فى حالة عزل XLPE 13
ثانيا فى حالة تيار مستمر لكابلات تحكم (110 - 240 فولت) 13
حالة عزل PVC وموصل نحاس 13
فى حالة عزل XLPE وموصل نحاس 13
ثالثا -فى حالة تيار متردد لكابلات تحكم (24 - 48 فولت) 14
حالة عزل PVC أو XLPE وموصل نحاس 14
رابعا- فى حالة تيار مستمر لكابلات تحكم (24 - 48 فولت) 14
فى حالة عزل PVC أو XLPE وموصل نحاس 15
حساب أقصى طول لكابلات التحكم 16
أولا فى حالة الأجهزة التى تعمل على تيار متردد ككابلات قدرة (110 - 240 فولت) 16
فى حالة كابلات كنترول نحاس وعزل PVC 17
فى حالة كابلات كنترول نحاس وعزل XLPE 17
ثانيا فى حالة الأجهزة التى تعمل على تيار مستمر (110 - 240 فولت) 17
فى حالة كابلات كنترول نحاس وعزل PVC 17
فى حالة كابلات كنترول نحاس وعزل XLPE 17
ثالثا فى حالة الأجهزة التى تعمل على تيار متردد (24 - 48) 18
فى حالة كابلات كنترول نحاس وعزل PVC أو XLPE 18
رابعا فى حالة الأجهزة التى تعمل على تيار مستمر (24 - 48) 18
فى حالة كابلات كنترول نحاس وعزل PVC أو XLPE 18
حساب تيار كابل كنترول متعدد القلوب 25

معادلة تيار كابل متعدد الأطراف 26
حساب مساحة المقطع لكابلات التحكم..... 29
الطريقة الأولى 29
مقاومة كابل 1 فاز 29
معادلة هبوط الجهد 29
مساحة مقطع الموصل النهائي..... 30
فى حالة الجهد DC..... 30
فى حالة الجهد AC..... 31
الطريقة الثانية 32
الطريقة الثالثة 34
حساب مساحة مقطع الكابل فى حالة الجهاز 3 فاز 35
حساب أقصى مسافة لكابلات التحكم الخاصة بفصل ووصل الكونتاكتور الخاص بالمحرك..... 36
وظيفة الكونتاكتور 37
سعة الكونتاكتور 37
الخصائص الرئيسية للكوناكتور 37
مبدأ عمل الكونتاكتور 37
دائرة التحكم..... 38
حساب أقصى مسافة (طول للكبل)..... 38
في حالة تحكم 2wire..... 38
في حالة تحكم 3wire..... 38
ثانيا - حساب كابلات الأجهزة 42
الأجهزة من حيث التصنيف 42
أولا : أجهزة القياس 42
الأجهزة من حيث التكوين 45
الأجهزة من حيث الإشارات المرسلة..... 46
أجهزة ترسل إشارات تناظرية Analogue 46
أجهزة ترسل إشارات رقمية Digital 46
أجهزة ترسل إشارات رقمية وتناظرية (أحدهما أو كلاهما) 47
الأجهزة من حيث الجهد 49
الأجهزة من حيثWires..... 49
توصيل الأجهزة بلوحة التحكم..... 53
التطبيق العملى 55
استنتاج أقصى هبوط الجهد في كابلات الأجهزة 56
معادلة حساب هبوط الجهد 57
أولا- حالة العزل PVC 58
ثانيا- حالة العزل XLPE..... 58
حساب مساحة المقطع مباشرة طبقا لطول الكبل..... 58

حساب أقصى طول لكابلات الأجهزة..... 59
أولا- حالة موصل نحاس وعزل PVC..... 59
ثانيا- حالة موصل نحاس وعزل XLPE 60
ثالثا- حسابات كابلات الحريق 61
مكونات منظومة الانذار من الحريق 61
جهد التشغيل الفعلي..... 62
أقل جهد عند آخر جهاز..... 63
أقصى هبوط للجهد 63
معادلة اقصى هبوط للجهد لكابلات انذار الحريق 63
تيار أجهزة الانذار والحريق 63
حساب أقصى طول لكابلات أجهزة الانذار (الأجراس) بمعلومية التيار الكلى..... 64

الفصل التاسع عشر

مختصر حساب كابلات الجهد المنخفض

DEM

الفصل التاسع عشر 5
حساب كابلات الجهد المنخفض 5
المواصفات القياسية لحساب الكابلات طبقا ل DeM 5
معامل التصحيح الكلي 5
حساب كابلات الجهد المنخفض 5
تكوين الكابل 5
تصنيف كابلات القوى الكهربية للجهد المنخفض من حيث عدد (الأطراف) Cores 7
أو لا-كابل جهد المنخفض أحادى القلب Single Core 7
ثانيا-كابل جهد المنخفض متعدد القلوب (الأطراف) Multicore 7
تصنيف كابلات القوى من حيث مساحة المقطع 8
جهد التصنيع لكابلات الجهد المنخفض 9
كيفية كتابة الكابلات الكهربية وتصنيفها بالاختصار 10
الخطوات الأساسية لحساب الكابلات 11
أولا -حساب التيار 3 فاز 12
أولا-اللوحات والمولدات والمحولات 12
ثانيا-المحركات مباشر على الخط أو بادئ حركة تدريجى ناعم أو محول ذاتى أو ستار دلتا 12
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 13
رابعا-المكيفات 15
أقل من 50 طن 15
أكبر من 50 طن 15
خامسا- المكثفات 15
ثانيا -حساب التيار 1 فاز 16
أولا-اللوحات والمولدات والمحولات 16
ثانيا-المحركات مباشر على الخط 16
ثالثا- المحركات ببادئ حركة مغير سرعات 16
حالة قدرة المحرك أقل من أويساوى 5.5 كيلووات 16
حالة قدرة المحرك أكبر من 5.5 كيلووات 16
رابعا-المكيفات فى حالة جهد 1 فاز 17
خامسا- المكثفات 17
ثانيا- معرفة عدد الكابلات (N) 18
أولا -عدد الكابلات للمحولات والمولدات 19
ثانيا-الكابلات الخاصة بالممغذيات 20
ثالثا-الكابلات الخاصة ببوادئ الحركة 21
رابعا - عدد الكابلات للوحات المكثفات 23
خامسا - عدد الكابلات لحالة 1 فاز 24

ثالثا- متوسط معامل التصحيح الكلى Average Total correction Factor (TCF) 25
أولا- متوسط معامل التصحيح الكلى لكابلات ممدودة فى الهواء 26
ثانيا - معامل التصحيح الكلى لكابلات ممدودة فى الهواء داخل مجرى خرسانى Concrete Trench 30
ثالثا- معامل التصحيح الكلى لكابلات مدفوفة فى الأرض Buried cables 34
جداول معامل التصحيح للكابلات المدفونة في الأرض..... 34
تحديد عرض الترنش..... 41
رابعا - معامل التصحيح الكلى لكابلات مدفونة فى الأرض فى مواسير DUCT..... 42
خامسا - معامل التصحيح الكلى لكابلات مدفونة فى الأرض فى مواسير فى الخرسانة Duct Bank 44
استخراج متوسط معامل التصحيح للكابلات..... 51
مفهوم الفرق بين عدد الكابلات وعدد الدارات 51
العلاقة بين معامل التصحيح التجميعى وعدد الدارات الممدودة أثناء التشغيل 52
كابلات فى الخدمة Duty 52
كابلات أحتياطيه Standby 52
كابلات مجاورة Adjacent 52
حالات الكابلات المجاورة 53
استخدام عدد الكابلات الكلي 55
ثالثا - حساب التيار الاعتبارى..... 58
جميع الحالات ماعدا ستار دلتا..... 58
فى حالة الحمل محرك يعمل ستار دلتا 58
خامسا - حساب التيار التصميمى للكابل 58
جميع الحالات وكابل متعدد القلوب أو أحادي القلب فيما عدا ستار دلتا..... 58
حالة الحمل محرك يعمل ستار دلتا وكابل متعدد القلوب 58
فى حالة الحمل محرك يعمل ستار دلتا وكابل أحادي القلب..... 59
أولا كابل متعدد القلوب 59
ثانيا كابل أحادي القلب Single core cable..... 60
سادسا- حساب مساحة مقطع الكابل..... 60
سابعا- حساب التحميل الفعلي على الفازات 71
جميع الحالات وكابلات متعددة القلوب أو أحادية القلب فيما عدا محركات ستار دلتا 71
حالة محركات ستار دلتا وكابل متعدد القلب..... 71
حالة محركات ستار دلتا وكابل أحادي القلب..... 71
ثامنا - حساب الهبوط فى الجهد 71
جميع الحالات وكابلات متعددة القلوب أو أحادية القلب فيما عدا ستار دلتا 71
حساب الهبوط فى الجهد بالفولت في حالة ستار دلتا وكابل متعدد القلوب..... 72
حساب الهبوط فى الجهد بالفولت في حالة ستار دلتا وكابل أحادي القلب..... 72
الملى فولت لكل أمبير لكل متر 72
أولا القيمى القصى للهبوط في الجهد عند بدء المحرك 76
ثانيا معادلة نسبة تيار البدء Is إلى تيار المقنن In..... 76

الهبوط فى الجهد فى حالة الجهد 3 فاز 77
فى حالة الجهد 1 فاز 77
حساب الهبوط فى الجهد المؤوي 80
في حالة جهد ثلاثي الطور (3 فاز) 80
في حالة جهد أحادي الطور (1 فاز) 81
أقصى هبوط فى الجهد 81
الهبوط في الجهد التراكمي 81
تحديد أقصى مسافة لهبوط الجهد 82
معادلة أقصى مسافة لهبوط الجهد 2.5% 82
الطريقة الأولى (معادلة عامة) 82
الطريقة الثانية 83
في حالة ستار دلتا وكابل متعدد القلب 83
في حالة ستار دلتا وكابل أحادي القلب 83
الخطوات العملية لحسابات الكابلات 84
مقارنة النتائج 97
ختام 112

الفصل العشرون

تيار القصر

DEM

الفصل العشرون 7
تيار القصر 7
أسباب حدوث تيار القصر 7
الأسباب الخارجية لدوائر القصر 7
الأسباب الداخلية لدوائر القصر 7
مخاطر وأضرار حدوث قصر دائرة 8
معنى تيار القصر Short Circuit 8
أنواع تيار القصر Short Circuit 8
أولا تيار القصر المتماثل Symmetrical short circuit 8
ثانيا تيار القصر الغير متماثل Asymmetrical short circuit 9
مصادر تيار القصر 10
أولا- الشبكة 10
مفهوم الشبكة 10
ثانيا- المولدات الاحتياطية 13
معاوقة المولد أثناء القصر 15
ثالثا- المحركات التزامنية 16
رابعا - المحركات الحثية 16
زمن مرور تيار القصر Duration time short circuit 17
مكونات الشبكة الكهربية للجهد المنخفض 17
متطلبات حساب تيار القصر العملية 17
أولا- وجود مصدر رئيسى 19
ثانيا- مساحة مقطع الكابلات 19
أولا الكابل الرئيسى Cable 1 19
ثانيا- الكابلات الفرعية 19
أسباب دراسة تيار القصر Short Circuit 20
حسابات تيار القصر للكابل 21
عوامل حسابات تيار القصر للكابل 21
شرح المعاملات 21
معادلة حسابات تيار القصر للكابل 22
أسباب وضع عدد من الكابلات على الفاز ه 25
حسابات تيارات القصر عند أطراف المحول 31
أولا حساب تيار القصر لمحول ثلاثى الأطوار 31
أولا حساب تيار القصر عند ملفات المحول الابتدائى Short circuit at primary side 31
معادلة حساب تيار القصر على الملف الابتدائى 31
العلاقة بين الميجا فولت أمبير للشبكة وتيار القصر للقواطع 33
استنتاج أقصى ميجا فولت أمبير للشبكة 34

معادلة أقصى ميجا فولت أمبير فى حالة القصر للشبكة 34
حساب سعة القاطع (بالأمبير) للوحات الجهد المتوسط 36
ثانيا حساب تيار القصر عند ملفات المحول الثانوية Short circuit at secondary side 37
خطوات الحساب 37
حساب تيار القصر على الثانوى بالمعادلة المختصر 39
حساب تيار القصر فى حالة أحادى الطور 40
حساب تيار القصر على الملف الابتدائي 40
حساب تيار القصر على الملف الثانوى 40
شروط ربط المحولات على التوازى 45
حساب تيار القصر للمحول طبقا ل IEC 60909 45
حساب معاوقة المحول بالأوم 46
طريقة حساب تيار القصر لمحول الافتراضى 48
خطوات الحساب 48
ثانيا- حساب تيار القصر في حالة المولد 54
الطريقة الثانية لحساب تيار القصر للمولد 3 فاز وفاز-فاز و فاز - أرضي 63
معادلات تيار القصر 64
حساب معاوقة المولد الموجبة والسالبة والصفرية 65
حساب تيار القصر طبقا لشركة Socomec 71
معادلات تيار القصر طبقا لSocomec 71
حساب تيار القصر عند أى نقطة 74
أولا-طريقة المقاومة 77
معادلة تيار القصر لأى نقطة للتيار المتردد (3 فاز) 77
حساب مقاومة الكابل فى حالة تيار القصر 78
معادلة حساب المقاومة للسلك المفرد 78
شرح المعاملات 79
معادلة تيار القصر لأى نقطة 82
أولا معادلات حساب تيار القصر على الباسبار فى حالة جهد ثلاثى الطور 83
حساب تيار القصر المتماثل للثلاثة فاز ($I_{SC\ LLL}$) 83
ثانيا حساب تيار القصر على الباسبار فى حالة تلامس فاز مع فاز phase to phase short circuit 84
ثالثا حساب تيار القصر على الباسبار فى حالة تلامس فاز مع محايد phase to neutral short circuit .. 84
رابعا حساب تيار القصر على الباسبار فى حالة تلامس فاز مع أرضى phase to earth short circuit . 84
خامسا حساب تيار القصر على الباسبار فى حالة عدم وجود محايد 85
في حالة اهمال معاوقة المصدر 85
في حالة مساحة مقطع الفاز = مساحة مقطع المحايد أو الأرضي 85
في حالة مساحة مقطع الفاز = ضعف مساحة مقطع المحايد أو الأرضي 85
الخطوات العملية لحساب تيار القصر 86
ثانيا حساب تيار القصر على الباسبار فى حالة جهد أحادى الطور 1 فاز 98

حساب تيار القصر بين الفاز والمحايد 98
حساب حالة تيار القصر بين الفاز والأرضى 99
ثالثا حساب تيار القصر على الباسبار فى حالة جهد مستمر DC Voltage 104
حساب تيار القصر بين الموجب والسالب 104
حساب تيار القصر بين الموجب والأرضى 105
الطريقة الثانية لحسابات تيار القصر (المقاومة وا لمفاعلة) Impedance Method 109
حساب المقاومة والمفاعلة الحثية فى حالة الشبكة 110
حساب المقاومة والمفاعلة الحثية فى حالة لمحول 111
حساب المقاومة والمفاعلة الحثية فى حالة القاطع 114
حساب المقاومة والمفاعلة الحثية فى حالة الكابل 114
حساب المقاومة والمفاعلة الحثية فى حالة البارات المدمجه 115
شروط اقصى قيمة لتيار القصر 124
دراسة حساب التيار القصر للقواطع المنمنمة 132
حماية المغذيات (القواطع) 136
أنواع الحماية للقاطع 136
أولا - حماية المغذى من بداية الكابل 136
الطريقة التقريبية 140
طرق التأريض العالمية 141
ثانيا- الحماية عند نهاية الكابل 143
طرق حماية القاطع للكابل عند نهايته 143
أولا- طريقة الفصل المغناطيسى 144
شرط تحقيق الحماية المغناطيسية 144
طريقة حساب تيار الفصل المغناطيسى Im1 144
معادلة حساب تيار الفصل المغناطيسى 144
معامل التصحيح للقاطع F1 146
ثانيا معامل تصحيح درجة حرارة الهواء المحيط للقاطع F2 146
ثالثا معامل تصحيح الارتفاع عن مستوى سطح البحر Altitude (F3) 147
حساب أقل تيار للقصر ISC_{MIN} 148
معامل المفاعلة الحثية K_L 149
معامل توصيل أكثر من كابل على الفازة (معامل الكابلات المتوازية) Kp 149
المقاومة النوعية ρ 150
جهد التشغيل Uo 150
ثانيا- طريقة حساب أقصى طول للكابل Lmax 154
معادلة حساب أقصى طول LMAX فى حالة نظام الأرضى TN 155
شرح المعاملات 156
معامل النسبة لمساحة المقطع M 156
معامل نسبة مساحة المقطع Km 157

تيار الفصل المغناطيسى للقاطع Im 157
المعادلات النهائية 157
أولا في حالة تساوى مساحة مقطع الفاز مع المحايد 158
في حالة الموصل من النحاس 158
في حالة موصل من الألومنيوم 158
ثانيا في حالة مساحة مقطع الفاز ضعف مساحة مقطع المحايد 158
في حالة الموصل من النحاس 158
في حالة موصل من الألومنيوم 158
حساب أقصى طول فى حالة TN طبقا للجدول 159
المعادلة الرئيسية 160
حالات توصيل أكثر من كابل على الفازة 161
حالة المغذيات وبوادئ الحركة فيما عادا ستار دلتا 161
حالة ستار دلتا والكابل متعدد القلوب 161
حالة ستار دلتا والكابل المستخدم احادي القلب 161
أقصى طول للقواطع المنمنمة 163
شرح نظام IT 170
خصائص النظام 170
دراسة جهد اللمس وتيار القصر عند العطل الأول 173
أولا دراسة تيار القصر 173
ثانيا دراسة جهد اللمس 174
دراسة تيار الخطأ الثانى 174
معدلات أقصى طول للكابل لتيار الخطأ الثاني فى حالة IT 174
أولا حساب طول الكابل فى حالة محايد غير موزع(عدم وجود محايد) non distributed neutral 174
ثانيا حساب طول الكابل فى حالة وجود محايد موزع distributed neutral 174
العلاقة بين نظام IT ونظام TN بالنسة لأطوال الكابلات بعد الخطأ الثانى 176
حالة عدم وجود محايد Non distributed Neutral 176
حالة وجود محايد موزع Distributed neutral 176
حساب أقصى طول فى حالة عدم وجود محايد Non distributed Neutral قبل حدوث الخطأ 176
أولا-مساحة مقطع الفاز = مساحة مقطع الأرضى (SPH = SE) أى (m = 1) 177
ثانيا-مساحة مقطع الفاز = ضعف مساحة مقطع الأرضى ($S_{PH} = 2\ S_E$) أى (m = 2) 177
حساب أقصى طول للكابل 178
أولا - طريقة المعاملات 178
ثانيا - طريقة الجداول 182
أمثلة متنوعة على حساب القاطع للكابلات 186
الطريقة الأولى 186
الطريقة الثانية 187
حل آخر 191

ملحق (20.1) 202
حساب معاملات تيار القصر الذى يتحمله الموصل 202
أولا حساب تيار القصر فى حالة الموصل معزل 202
حالة الموصل من النحاس معزول 202
حالة الموصل من الألومنيوم معزول 202
شرح المعاملات 205
زمن تيار القصر (t) Duration time short circuit 205
معامل تيار القصر للنحاس K1CU أو الألومنيوم K1AL 205
ثانيا حساب تيار القصر فى حالة الموصل غير معزول Bare Conductor 206
أولا- حالة النحاس غير معزول Bare Copper Conductor 206
ثانيا- حالة الألومنيوم Bare Aluminum Conductor 206
ملحق 20.2 210
أولا معادلات تيار القصر 3 فاز 3 PHASE SHORT CIRCUIT 210
أولا -في حالة تيار القصر بين الثلاث فازات 210
ثانيا في حالة تيار القصر بين فاز وفاز 210
ثالثا في حالة تيار القصر بين فاز و محايد 211
حالة تساوى مساحة مقطع الفاز مع المحايد 211
حالة مساحة مقطع الفاز ضعف مساحة مقطع المحايد 211
حالة تيار القصر وعدم وجود محايد 212
رابعا في حالة تيار القصر بين فاز وارضى 212
حالة تساوى مساحة مقطع الفاز مع الأرضى 212
حالة تساوى مساحة مقطع الفاز ضعف مساحة مقطع الأرضى 212
ثانيا معادلات تيار القصر 1 فاز SINGLE PHASE SHORT CIRCUIT 213
أولا في حالة تيار القصر بين فاز ومحايد أو فاز وارضى وتساوى مساحة المقطع 213
ثانيا- في حالة تيار القصر بين فاز وأرضى 214
حالة مساحة مقطع الفاز ضعف مساحة مقطع المحايد أو الأرضي 214

كتاب (الجزء الرابع)

مختصر حسابات كابلات الجهد المنخفض

طبقا للمقاييس العالمية IEC60364-5-52

Low voltage cable calculations

تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادى جمعة

D e M

الفصل الحادي والعشرون

حماية محركات الجهد المنخفض

DEM

الفصل الحادي والعشرون 5
الحماية على المحركات 5
أنواع الحمايات على محركات الجهد المنخفض 5
أولا -الحمايات الخارجية 5
حماية ضد أنخفاض الجهد Under voltage 6
حماية ضد زيادة الجهد Over Voltage 6
حماية ضد اتعكاس الفازات Phase sequence 6
حماية ضد سقوط أحد الفازات phase failure 6
حماية ضد التسريب الأرضى Eearth leakage 7
حماية ضد زيادة التيار overload 8
حماية ضد انخفاض التيار under current 8
حماية ضد التشغيل الجاف Dry run 9
حماية ضد زيادة عدد مرات التشغيل فى الساعة 11
حساب عدد مرات التشغيل 11
كيفية استخدام الجدول (21.2) 15
الطريقة الأولى 16
الطريقة الثانية 16
ثانيا الحمايات الداخلية 18
أولا-حماية حرارية على الملفات Winding 19
ثانيا-حماية حرارية على كراسى التحميل (رولمان البلى) Bearing 19
ثالثا-حماية ضد الرطوبة Moisture 19
أولا-حماية ضد الرطوبة الخارجية External Moisture 19
ثانيا- حماية ضد الرطوبة الداخلية Internal Moisture 19
الريليهات المستخدمة فى الحماية من الرطوبة 19
رابعا-حماية ضد زيادة عزم الدورن High Torque 20
خامسا- حماية ضد نقصان الزيت Low oil Protection 20
خصائص الحماية الداخلية الحرارية على الملفات 21
أولا حماية بحساس الازدواج الحرارى Bimetal 21
تعريف 21
الوظيفة 21
نوع الريلاى المستخدم فى دائرة التحكم لاستقبال الإشارة 22
نوع الإشارة المرسلة من ال Bimetal 22
ثانيا حساس ارتفاع المقاومة الحرارية (Resistance Temperature Detector (RTD 23
تعريف 23
التركيب 24
مكونات 24
أنوع ال RTD 24

أولا النوع 2 سلك 2 Wire 25
حساب نسبة الخطأ فى القراءة 27
أقصى نسبة خطأ مسموح بها 30
العلاقة بين طول الكابل ومساحة مقطعه 31
ثانيا فى حالة 3 سلك 3 Wire 35
حساب المقاومة الكلية فى حالة 3 سلك 3Wire 35
ثالثا : فى حالة 4 سلك 4 Wire 36
ضبط درجة الحرارة للريليهات 36
أولا ضبط درجة حرارة الحساسات على ملفات العضو الساكن 36
ثانيا- ضبط درجة حرارة الحساسات على كراسي التحميل 36
ألوان أسلاك التصنيع للRTD 37
ثالثا حساس معامل الحماية الحرارية الموجبة عن طريق PTC 39
التعريف بالـ PTC 39
تركيبPTC 39
نظرية العمل 40
العَدَّد المُخَصص للتركيب على ملفات الStator 41
فى حالة التوصيل للفصل فقط 42
فى حالة التوصيل للإنذار ثم الفصل 42
منحنى العلاقة بين مقاومة الداخلية ودرجة الحرارة لل PTC 42
الريليهات (المرحلات) المستخدمة فى دوائر التحكم و الخاصة بال PTC 45
الكابل المستخدم فى حالة الحماية PTC 47
رابعا السخان Heater 49
التركيب والتشغيل 49
الخصائص الكهربية 49
حساب التيار المسحوب للسخان 50
حساب مساحة مقطع كابل السخان 51
تصنيف الحمايات طبقا للتركيبات 55
أولا الحماية على المحركات الكهربية مركبة فى الهواء 55
ثانيا الحماية على المحركات الكهربية الدوارة للكبارى Bridge rotating machine 56
ثالث الحماية على المحركات الكهربية الغاطسة Submersible (المغمورة فى الماء) 56
رابعا الحماية على المحركات الكهربية فى الآبار Well 57
الحماية من التوافقيات Harmonics 58
أسباب الحماية 58
شروط الحماية 58
وظيفة المرشح أو المفاعل Reactor 58
مكان تركيبه Installation 58
أنواع المفاعلات Reactors المستخدمة فى الحماية 59

العلاقة بيـن نوع المفاعل Reactor المستخدم وطول الكابل..... 59

كتاب (الجزء الخامس)

مختصر حسابات كابلات الجهد المنخفض

طبقا للمقاييس العالمية IEC60364-5-52

Low voltage cable calculations

تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادى جمعة

D e M

الفصل الثاني والعشرون

حوامل الكابلات

DEM

الفصل الثاني والعشرون 5
حوامل الكابلات 5
أنواع حوامل الكابلات 5
مادة التصنيع 5
أنواع الجلفنة Galvanization لحوامل الكابلات 5
الجلفنة على البارد 6
الجلفنة على الساخن 6
أطوال حوامل الكابلات 6
كيفية كتابة مقاسات حوامل الكابلات ؟ 6
مقاسات حوامل الكابلات 6
أنظمة حوامل الكابلات 9
نظام الترای السلمی Ladder Cable Tray system 9
نظام الترای المثقب Slot (perforated) cable tray system 9
حساب حوامل الكابلات 11
عوامل حساب عرض حامل الكابلات 12
تعريف معامل الإشغال أو التعبئة Filling Factor ratio [FFR] 12
استنتاج معادلة حساب عرض حوامل الكابلات 13
أولا حساب مساحة مقطع الكابلات 13
ثانيا مساحة مقطع حامل الكابلات 14
المعادلة النهائية 16
حالات حساب عرض حامل الكابلات 16
الحالة الأولى 16
الحالة الثانية 16
الحالة الثالثة 16
حساب عرض حامل الكابلات باستخدام متوسط الأقطار Average Cross Section (Dav) 17
عدد حوامل الكابلات التصميمة 18
العوامل المؤثرة على أختيار حوامل الكابلات 20
خطوات حساب عرض الترای بطريقة عملية 21
حساب الأحمال على دعائم الكابلات 51
دعائم داخلية Indoor installation 51
دعائم خارجية Outdoor Installation 51

حساب الأوزان..... 51
أولا حسابات الأحمال الخارجية على دعامات حوامل الكابلات..... 64
أولا حساب أحمال الكابلات Cables Load..... 65
ثانيا حساب أحمال الرياح Wind Load 65
ثالثا حساب أحمال المطر والثلج Ice (Rain) Load..... 67
رابعا حساب الأحمال المركزة Concentrated Load..... 67
تصنيف حوامل الكابلات طبقا للمواصفات الأمريكية NEMA..... 72
طرق تثبيت الكابل تراى 74
أولا التثبيت الأفقى..... 74
أولا التثبيت أفقيا على حوامل مثبته على الحائط (الجدران) Wall bracket Support 74
كيفية التركيب..... 74
ثانيا تثبيت حوامل الكابلات أفقيا على حوامل من مسامير قلاووظ Threaded Rod مثبيتة فى السقف 76
كيفية التركيب 76
ثالثا تثبيت حوالم اكابلات أفقيا على عوارض I beam مثبية فى السقف أو الأرض..... 77
كيفية التركيب..... 80
التثبيت الرأسى 81
أولا تثبيت حامل الكابلات رأسيا من النوع المثقب 81
ثانيا فى حالة التراى من النوع السلمى Ladder 83
توصيل حومل الكابلات ببعضها البعض 86
كيفية التركيب..... 86
أرضى حوامل الكابلات 87
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC)..... 87
أولا مواضع ربط حوامل الكابلات Tray Joints..... 87
الطريقة الأولى..... 89
لطريقة الثانية 89
الطريقة الثالثة..... 90
أقل مساحة مقطع لموصل للربط بين حوامل الكابلات Cable tray Jumper..... 90
ثانيا -تأريض حامل الكابلات نفسه..... 91
مساحة مقطع الربط الوقائي Protective Bonding Conducor (PBC) 91
أقل مساحة مقطع للربط الوقائي لحامل الكابلات نفسه..... 93

ثالثا- طرق تأريض حامل الكابلات 94
المسافات بين دعامات حوامل الكابلات عند التركيب 96
أولا المسافة الأفقية 96
ثانية المسافة الرأسية 96
المسافات بين الكابلات على التراى 97
طريقة تمديد الكابلات أحادية القلب 98
صناديق الكوابل Cable Trunking 109
أنواع صناديق الكوابل 109
أولا صندوق الكوابل البلاستيكية PVC Trunking 109
التعريف 109
أهم التجهيزات (ملحقات) 109
تقسيم الترنكات البلاستيكية 110
الترنكات المصغره 110
الترنكات الاطارية Skirting trunking 111
الترنكات سهلة التشكيل 112
حساب مقاس صندوق الكوابل 112
أولا فى حالة مساحة مقطع الكابل من 1.5 إلى 10 مم 2 112
ثانيا فى حالة مساحة مقطع الكابل من 16 إلى 240 مم 2 **(أحادي القلب)** 114

الفصل الثالث والعشرون

حساب مواسير الكهرباء

DEM

الفصل الثالث والعشرون 5
حسابات مواسير الكهرباء..... 5
أنواع مواسير الكهرباء 5
أولا-مواسير معدنية 5
ثانيا- مواسير بلاستيكية..... 6
ثالثا - المواسير المرنة 7
أولا مواسير معدنية من النوع Flexible metal conduit (FMC)..... 7
خصائص 7
ثانيا مواسير معدنية مرنة Liquidtight Flexible Metal Conduits (LFMC)..... 8
خصائص 8
ثالثا- مواسير معدنية مرنة Liquidtight Flexible Non Metal Conduits (LFNC) 8
خصائص 8
ثالثا- مواسير معدنية مرنة Electrical Non Metal Conduits (ENT) 9
خصائص 9
أنواع تركيبات مواسير الكهرباء 10
مقاسات (أقطار) مواسير الكهرباء..... 10
مقاسات (أقطار) مواسير الكهرباء المستخدمة كمواسير للدفن تحت الأرض أو داخل خرسانة Duct bank... 10
مقاسات (أقطار) خراطيم الكهرباء..... 11
مقاسات (أقطار) المواسير PVC..... 11
العلاقة بين المقاييس الإمبراطورية Imperical والمترية Metric..... 11
حساب مواسير الكهرباء..... 11
تعريف معامل الإشغال أو التعبئة أو الملء Filling Factor ratio [FFR]..... 12
أولا - حالة تمديد كابل واحد فقط داخل ماسورة 12
أولا- حالة الماسورة مستقيمة لكابل واحد فقط..... 13
ثانيا- حالة ماسورة بإنحنائات Bends لكابل واحد فقط..... 13
ثانيا - حالة تمديد كابلين متماثلين فقط داخل ماسورة 14
أولا- حالة ماسورة مستقيمة لكابلين متماثلين 14
ثانيا- حالة ماسورة بإنحنائات Bends لكابلين متماثلين 14
ثالثا-حالة تمديد كابلين غير متماثلين فقط داخل ماسورة..... 15
أولا- حالة ماسورة مستقيمة لكابلين ليس لهما نفس مساحة المقطع 15
ثانيا- حالة ماسورة مستقيمة بانحناءات لكابلين ليس لهما نفس مساحة المقطع..... 15
رابعا- حالة ثلاث كابلات أو أكثر متماثلين أو غير متماثلين فقط داخل ماسورة..... 16
مجموع مساحة مقطع الكابلات 16

أولا- حالة ثلاث كابلات أو أكثر متماثلين أو غير متماثلين فقط داخل ماسورة مستقيمة 16
ثانيا- حالة ثلاث كابلات أو أكثر متماثلين أو غير متماثلين فقط داخل ماسورة بانحنائات 16
حساب المواسير المدفونة فى الخرسانة Duct bank 17
أولا- حالة الماسورة مستقيمة 17
ثانيا- حالة الماسورة بها إنحناءات 18
حساب عدد الكابلات المتماثلة فى مساحة المقطع بمعلومية قطر الماسورة ومعامل الإشغال..... 21
أولا- حالة FF % = 40 % وماسورة مستقيمة..... 22
ثانيا- حالة FF % = 40 % وماسورة باحناءات 22
ثالثا- حالة FF % = 40 % وانحناء واحد..... 22
حساب القطر المتوسط للكابلات Average diameter (Dav)..... 32
خطوات الحساب..... 33
حساب المواسير المنزلية طبقا للمواصفات البريطانية 34
معادلة إيجاد الحد الكلى للكابلات Total Cables Term 35
حد الكوابل..... 35
التركيبات 41
تأريض المواسير المعدنية الكهربية Electrical Conduit 53
مساحة مقطع الربط الوقائي Protective Bonding Conducor (PBC)..... 53
الطريقة الأولى..... 53
الطريقة الثانية 53
الطريقة الثالثة..... 54
تأريض المواسير المعدنية الميكانيكية mechanical pipe 56
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC)..... 56
تمديد الخراطيم والمواسير فى الأسقف الخرسانية 58
الأنواع المستخدمة فى التمديدات الكهربية..... 58
أولا الخراطيم..... 58
مقاسات (أقطار) خراطيم الكهرباء 58
أنواعه 59
التوصيلات Fittings..... 59
ثانيا مواسير الكهرباء..... 60
مواسير الكهرباء..... 60
التوصيلات Fittings..... 61
حساب عدد الآسلاك داخل ماسورة الكهرباء 61
حالات تمديد (المواسير) فى الأسقف..... 66

أولا -حالة وضع الخراطيم (المواسير) قبل حديد التسليح 67
ثانيا-حالة وضع الخراطيم (المواسير) فى وجود حديد التسليح طبقة واحدة..... 67
ثالثا- حالة وضع الخراطيم (المواسير) فى وجود حديد التسليح طبقتين 68
أنواع مفاتيح الانارة 69
مفاتيح إنارة بمسار واحد one Way 69
الرسم التخطيطى الكهربي للمفاتيح..... 70
مفتاح الدرج (السلم) One Gang Two way..... 71
مفتاح التصالب Intermediate Switch..... 72
الرسم التخطيطى 72
طرق تمديد (رمى) الخراطيم على الأسقف..... 73
أولا الطريقة المقسمة Dividing Method 74
خصائص الطريقة المقسمة Dividing Method 76
التوصيلات الداخلية للطريقة المقسمة..... 82
ثانيا الطريقة المجمعة 85
خصائص الطريقة المجمعة..... 85
تمديد الاسلاك الكهربية للانارة..... 87
توصيل شفاط الحمام 91
توصيل شفاط المطبخ 92
مراحل تركيبات المواسير البلاستيك فى الأسقف والجدران الخاصة بالانارة والمقابس..... 95
المرحلة الأولى..... 95
المرحلة الثانية..... 96
المرحلة الثالثة..... 97
ملحق (23.1)..... 101
العلاقة بين مساحة مقطع الكابل AWG وبين مم2 101
مساحة المقطع طبقا للمواصفات الأوربية (البريطانية)..... 101
مساحة المقطع طبقا للمواصفات الأمريكية 101

الفصل الرابع والعشرون

تصميم غرفة الكهرباء

DEM

الفصل الرابع والعشرون 4
تصميم غرفة الكهرباء للجهد المنخفض 4
أبعاد الغرفة 4
أولا- طول الغرفة Room Lenght 4
ثانيا-عرض الغرفة 5
أولا المسافة خلف اللوحة D1 كما يلى 5
ثانيا عمق اللوحة D2 5
ثالثا - أكبر عرض لخلية داخل اللوحة D3 5
رابعا -المسافة الأمامية D4 5
ثالثا-أرتفاع الغرفة 7
حساب جلاندات الكابلات 7
أنواع الجلاندات 7
أولا الجلاندات البلاستيك 8
النظام المتري للجلاندات 10
ثانيا - الجلاندات المعد نية 11
المكونات 11
الخصائص 12
العلاقة بين الجلانادات البلاستيك والنحاس 15
تحقيق معامل الجلندات 15
أولا معرفة معامل الجلندات بالرسومات 16
ثانيا - الطريقة الحسابية لمعرفة KGL 17
حساب أقصى عدد من الجلاندات المتساوية في المقاس 18
علاقة نوع الجلاندة بالكابلات أحادية القلب 21
حساب الفراغات حول اللوحة طبقا للمواصفات الأمريكية NEC 22
أولا - عمق مساحة العمل Depth of working Space 22
حالات عمق مساحة العمل Depth of working Space 25
حالة اللوحة أمامية فقط Front Only 25

حالة اللوحة أمامية وخلفية Front and Rear Panel 25
حالة لوحة أمامية مع عمل توسعات مستقبلية 26
ثانيا - عرض مساحة العمل Width of working Space 27
ثالثا - أرتفاع مساحة العمل Height of working Space 27
الفراغ المخصص فوق اللوحة Dedicated Electrical Space 28
الدخول والخروج لغرفة اللوحات Entrance and Egress 29
أبعاد الفتحات في غرفة الكهرباء العلوية 34