كتاب (الجزء الأول)

حسابات التأريض والحماية من الصواعق طبقا للمواصفات العالمية IEEE80 و BS 7430 و BS6651

Grounding and Lightning Calculations

تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادى جمعة

D e M

الفصل الأول

منظومة الأرضى

DEM

الفصل الأول..... 5
منظومة الأرضى 5
أهمية التأريض 5
أنواع التأريض 5
تعاريف عن الجهد 6
الجهد الأسمى Normal Voltage 6
جهد منخفضLow Voltage 6
جهد شديد الانخفاض Extra Low voltage..... 6
جهد آمن شديد الانخفاض Safety Extra Low voltage 6
مفهوم النُظُم الكهربية..... 6
أولا النظام ثلاثى الطور - 3 سلك (بدون محايد) أو 3phase , 3 wire 7
ثانيا النظام ثلاثى الطور - 4 سلك أو 3phase , 4 wire 7
ثالثا النظام ثلاثى الطور - 5 سلك (بدون محايد) أو 3phase , 5 wire 7
مفهوم الشبكة..... 9
منشأ الآرضى 11
تعريف المحايد 11
الفرق بين خط Lineالتعادل Neutral و بين الأرضى Earthing ؟..... 12
أولا- حالة نظام أحادي الطور 12
ثانيا- حالة نظام ثلاثى الطور 12
معنى الأرضي 12
حالة النظام مؤرض 13
حالة النظام غير مؤرض 13
ما هى بداية (منشأ) الأرضى 15
أنواع التلامس 16
التلامس المباشر Direct touching..... 17
التلامس الغير مباشر indirect touching 19
زمن الصدمة الكهربية وعلاقتها بالإنسان 20
كيف يتم التكهرب ؟ هل هو عن طريق الفولت أم عن طريق التيار ؟ 23
إجراءات الوقاية من التلامس المباشر 24
أساليب الحماية للأشخاص من الصعق الكهربى المباشر و الغير مباشر 24
المقاومة النوعية..... 24
أولا -نسبة الرطوبة Humidity ratio 25
ثانيا-التركيب الفيزيائي للتربة..... 25
ثاثا-التركيب الكيماوى..... 26
رابعا-درجة الحرارة 27
خامسا-التغيرات المناخية Climate change 28
مكونات منظومة شبكة التأريض والربط..... 31

موصل التأريض الرئيسى لشبكة الأرضى Earthing conductor 31
نوع المادة الموصلة المستخدمة 31
شكل الموصل 31
طبقا لنوع العزل الخارجى للموصل 31
أقل مساحة مقطع مسموح بها لشبكة الأرضى الرئيسية 31
قضبان التأريض Earthing rod 33
نوع المادة المستخدمة 33
مقاسات قضبان التأريض 33
المواد المستخدمة لزيادة طول قضبان التأريض 33
غرف الفحص Inspection pit 33
نوع المادة المستخدمة 33
الوظيفة 33
المشابك والماسكات الخاصة لإتمام شبكة الأرضى Accessories / Fittings 34
ملحقات لتوصيل الموصلات ببعضها البعض ويتم ذلك بطريقتين 35
بارة الأرضى الموزعة أو بارة تساوى الجهد Equipotential busbare 37
كيفية عمل (تصنيع) غرفة التفتيش 38
عناصر تصميم نظام الأرضي 39
مقاومة شبكة الأرضى 40
العلاقة بين مقاومة الأرضى والتصميم 41
العوامل المؤثرة على حسابات شبكة الأرضى 42
العوامل المساعدة على تقليل مقاومة الشبكة الكهربية 42
علاج المقاومة النوعية العالية high soil resistivity 43
أولا- أستخدام الملح 43
ثانيا - استخدام مادة البنتونيت Bentonite لتقليل مقاومة التربة 44
الخصائص الفنية (الميزات والفوائد) 45
كيفية عمل البئر Borehole 45
كيفية عمل خندق Trench 46
نسبة خلط البنتونيت بالماء 47
حساب عدد الأكياس Bags المطلوبة من البنتوميت 47
ثالثا - استخدام مادة GEM 48
خصائص مادة **GEM** 49
التركيبات في حالة القضبان BoreHole 50
التركيبات في حالة الخندق Trench 52
حساب كميا ت المادة GEM 55
رابعا - زيادة عمق (طول) قضيب التأريض 55
خامسا - زيادة عدد قضبان التأريض 56
سادسا - زيادة طول الموصلات 58

العلاقة بين طول القضيب و قطر قضيب التأريض وبين المقاومة النوعية..... 58
محيط التأثير sphere of influence..... 59

الفصل الثاني

حسابات تيار القصر

DEM

الفصل الثاني..... 4
حسابات تيارات القصر 4
حساب تيار القصر لمحول ثلاثى الأطوار 4
أولا حساب تيار القصر عند ملفات المحول الابتدائىShort circuit at primary side 4
معادلة تيار القصر على الملف الابتدائى 4
العلاقة بيـن الميجا فولت أمبير للشبكة وتيار القصر لقواطع التيار المتوسط..... 6
استنتاج أقصى ميجا فولت أمبير للشبكة..... 7
معادلة أقصى ميجا فولت أمبير فى حالة القصر للشبكة 7
حساب سعة القاطع (بالأمبير) للوحات الجهد المتوسط..... 9
ثانيا حساب تيار القصر عند ملفات المحول الثانوية **Short circuit at secondary side** 10
حساب تيار القصر على الثانوى بالمعادلة المختصرة 13
حساب تيار القصر فى حالة أحادى الطور..... 13
حساب تيار القصر على الملف الابتدائي..... 13
حساب تيار القصر على الملف الثانوى 13
حساب تيار القصر عند كل نقطة..... 14
شروط ربط المحولات على التوازى 19
حساب تيار القصر لمحول افتراضى 19
خطوات الحساب 20
حساب تيار القصر في حالة المولد..... 24
حساب تيار القصر عند أى نقطة..... 29
طريقة المقاومة..... 29
معادلة تيار القصر لأى نقطة للتيار المتردد 29
حساب مقاومة الكابل فى حالة تيار القصر 30
شرح المعاملات..... 30
المعادلة العامة لتيار القصر بطريقة نقطة - نقطة 33
أولا معادلات حساب تيار القصر على الباسبار فى حالة جهد ثلاثى الطور..... 34
حساب تيار القصر المتماثل للثلاثة فاز (ISC_{LLL})..... 34
ثانيا حساب تيار القصر على الباسبار فى حالة تلامس فاز مع فاز phase to phase short circuit .. 35
ثالثا حساب تيار القصر على الباسبار فى حالة تلامس فاز مع محايد phase to neutral short circuit35
رابعا حساب تيار القصر على الباسبار فى حالة تلامس فاز مع أرضى phase to earth short circuit
..... 36
خامسا حساب تيار القصر على الباسبار فى حالة عدم وجود محايد..... 36
الخطوات العملية لحساب تيار القصر 36
ثانيا حساب تيار القصر على الباسبار فى حالة جهد أحادى الطور 1 فاز 48
حساب تيار القصر بيـن الفاز والمحايد..... 48
فى حالة تيار القصر بين الفاز والأرضى..... 49
ثالثا حساب تيار القصر على الباسبار فى حالة جهد مستمر **DC Voltage** 55

حساب تيار القصر بين الموجب والسالب 55
حساب تيار القصر بين الموجب والأرضى 56
الفرق بين N و C المذكورة 56
في حالة كابل متعدد القلوب Multi Core 56
في حالة كابل أحادى القلب 57
حسابات تيار القصر على اللوحة الرئيسية فى حالة التوصيل عن طريق البارات المعزولة Busway 59
أولا-حسا ب سعة البارات المدمجة 61
ثانيا - معادلات تيار القصر بين المحايد والفاز 67
ثالثا معادلات تيار القصر بين الفاز والأرضى 67
ملحق 2.1 74
أولا معادلات تيار القصر 3 فاز 3 PHASE SHORT CIRCUIT 74
أولا -في حالة تيار القصر بين الثلاث فازات 74
ثانيا في حالة تيار القصر بين فاز وفاز 74
ثالثا في حالة تيار القصر بين فاز و محايد 75
حالة تساوى مساحة مقطع الفاز مع المحايد 76
حالة مساحة مقطع الفاز ضعف مساحة مقطع المحايد 76
حالة تيار القصر وعدم وجود محايد 76
رابعا في حالة تيار القصر بين فاز وارضى 76
حالة تساوى مساحة مقطع الفاز مع الأرضى 77
حالة تساوى مساحة مقطع الفاز ضعف مساحة مقطع الأرضى 77
ثانيا معادلات تيار القصر 1 فاز SINGLE PHASE SHORT CIRCUIT 77
أولا في حالة تيار القصر بين فاز ومحايد أو فاز وارضى وتساوى مساحة المقطع 77
ثانيا- في حالة تيار القصر بين فاز وأرضى 78
حالة مساحة مقطع الفاز ضعف مساحة مقطع المحايد أو الأرضي 78

الفصل الثالث

حسابات شبكة الأرضى الخارجية

DEM

الفصل الثالث 6
حسابات شبكة الأرضى الخارجية 6
مراحل تصميم الشبكة الكهربية 6
طرق حساب الشبكة الخارجية 6
خطوات حسابات التأريض أو شبكة الأرضى الخارجية طبقا للمقاييس العالمية BS 7430 6
حساب مساحة مقطع موصل التأريض الرئيسى 7
أولا- حساب مساحة مقطع موصل التأريض طبقا للمواصفات العالمية IEEE 80 7
ثانيا- حساب مساحة مقطع موصل التأريض طبقا للمواصفات العالمية BS 7430 8
ثانيا حساب مقاومة إلكترود التأريض 18
أولا- حساب مقاومة إليكترود التأريض الواحد (المفرد) 19
شرح المعاملات 19
أولا- طول الكلى للقضيب L 19
ثانيا- المقاومة النوعية (ρ) 20
حساب مقاومة إلكترودات التأريض المتوازية الكلية طبقا ل BS7430 21
طريقة حساب عدد أقضاب التأريض على الجانب الواحد (Ns) 22
أولا - الشكل الهندسى للمبنى على شكل المربع أو المثلث 22
ثانيا- الشكل الهندسى للمبنى مستطيل 22
ثالثا الشكل الهندسى خط 23
ما معنى مبنى على شكل خط !!! ؟ 23
الحالة الأولى 23
الحالة الثانية 23
الحالة الثالثة 23
الحالة الرابعة 23
طريقة إيجاد المعامل λ 23
حساب قيمة المعامل λ فى حالة عدد من الأقضاب على شكل خط 25
المقاومة المكافئة لعدد من قضبان التأريض المتوازية طبقا للمواصفات BS7430 26
أولا فى حالة عدد أقضاب التأريض أقل من أو يساوى 20 26
ثانيا فى حالة عدد أقضاب التأريض أى عدد أكبر من 2 على شكل خط 26
حساب مقاومة قضبان التأريض المتوازية طبقا للمواصفات العالمية IEEE 142-2007 28
مقاومة قضيب التأريض الواحد 28
مقاومة أقضاب التأريض لكل الأشكال 29
حساب مقاومة قضبان التأريض المتوازية طبقا للمواصفات العالمية IEC60364 32
حساب مقاومة إليكترود التأريض على شكل مثلث متساوى الأضلاع 33
حساب إليكترودات تأريض على شكل صفيحة Plate 38
حساب مقاومة موصل التأريض 41
أولا- حساب مقاومة موصل التأريض المستقيم 44
أولا حساب مقاومة موصل تأريض دائرى Circular earthing conductor 44

ثانيا حساب مقاومة موصل تأريض شريط Earthing Tape conductor 44
شرح المعاملات..... 45
الطول الكلى لموصل التأريض LC أو Ls 45
فى حالة المبنى مستطيل أو مربع أو على شكل حرف L 45
فى حالة المبنى مستطيل أو مربع بين مبنين 46
فى حالة المبنى مثلث 46
عمق الدفن Laying Depth 46
معامل الموصلات المتوازية Fn 47
شرط تطبيق معامل التوازي Fn..... 47
ثانيا - مقاومة موصلان مستقيمان متساويان فى الطول على زاوية 90..... 52
أولا- موصل تأريض دائرى..... 52
ثانيا- موصل تأريض على شكل شريط Strip 52
ثالثا -مقاومة ثلاث موصلات مستقيمة متساوية على زاوية 120 53
أولا- موصل تأريض دائرى..... 53
ثانيا-موصل تأريض على شكل شريط Strip 53
رابعا - مقاومة أربع موصلات مستقيمة متساوية على زاوية 90 55
أولا- موصل تأريض دائرى..... 55
ثانيا-موصل تأريض على شكل شريط Strip 55
معادلات حساب مقاومة الشبكة الكلية 58
فى حالة موصل وإليكترودات واحدة فقط..... 58
فى حالة أكثر من موصل أو إليكترودات..... 59
فى حالة موصل و إليكترودات واحدة مع أسياخ الحديد والشبكة..... 59
حساب مقاومة الأرض لشبكة أسيا خ الحديد الأفقية Reinforced Steel rod..... 71
خطوات الحساب لشبكة التسليح الأفقية..... 72
حساب مقاومة الأرض لموصلات أسيا خ الحديد الرأسية Vertical Reinforced Steel rod..... 73
شرح معاملات حساب مقاومة الأرض لأسياخ الحديد الرأسية..... 74
حسابات مقاومة الأرضي للخرسانة بصورة تقريبية..... 80
الطريقة الأولى 80
الطريقة الثانية 80
ثانيا حساب مقاومة شبكة الأرضى الكلية بالطريقة التقريبية DEM..... 100
العوامل المؤثرة على أختيار معامل الاستفادة (η) 100
أولا حساب مقاومة إلكترودات (قضبان - مكاهر) التأريض الرأسية (Rv) 101
الطريقة الأولى 101
الطريقة الثانية 101
ثانيا حساب مقاومة الموصلات الأفقية 101
حساب مقاومة الموصلات للمواقع..... 115
تصميم شبكة الأرضى للمواقع..... 115

حساب المقاومة الكلية للموقع 116
الطرق العملية لتقليل المقاومة للمواقع 130
خطوات إضافة إليكترودات (قضبان تأريض) بالشبكة 131
حساب التأريض لبيت القوى(القدرة) Power House 137
تصميم الأرضى لبيت القدرة 137
الحماية الكاثودية وعلاقتها بالتأريض 149
منظومات الحماية الكاثودية Cathodic protection 150
أستخدامات الحماية الكاثودية (الحماية عن طريق الجلفنة) 150
منظومات الحماية باستخدام أقطاب التضحية Sacrificial Anodes 151
منظومات الحماية باستخدام التيار القسري Impressed Current 151
تصميم الأرضى لمحطات البترول 152
حساب مقاومة الشبكة الخارجية للمواقع 158
أسباب استخدام الشبكة 158
طرق حساب مقاومة الشبكة للمواقع 159
أولا- حساب مقاومة الشبكة للمواقع طبقا لمعادلة Schwarz Equation 159
معادلات Schwarz Equations 159
شرح المعاملات 161
معامل الشبكة K_1 161
معامل الشبكة K2 163
حساب مقاومة الشبكة طبقا للمقاييس العالمية BS 7430 167
حساب مقاومة الشبكة طبقا للمقاييس العالمية (EN 50522 Annexure J2) 168
حساب مقاومة الشبكة طبقا للمقاييس العالمية ENA و IEEE 80 169
أولا حساب مقاومة موصلات الشبكة 169
ثانيا حساب مقاومة قضبان التأريض 170
ثالثا حساب مقاومة الحث المتبادل بين قضبان التأريض 172
رابعا- حساب مقاومة الشبكة الكلية 173
حساب مقاومة الأرضى لأبراج خطوط نقل الضغط (الجهد) العالى والمتوسط 177
أنواع الموصلات لمستخدمة فى نقل القوى 177
أولا- الألمنيوم: All Aluminum Conductor AAC 178
ثانيا-الألمنيوم المقوى بالصلب: Aluminum Conductor Steel Reinforced ACSR 179
ثالثا-موصلات سبائك الألمنيوم : All Aluminum Alloy Conductor AAAC 179
رابعا - الألمنيوم المقوى بسبيكة الألمنيوم؛ Aluminum Conductor Alloy Reinforced ACAR 179
خامسا - سبيكة الألمنيوم المقواه بالصلب Aluminum Alloy Conductor Steel Reinforced AACSR 179
تأريض الأبراج وقيمة المقاومة المطلوبة 179
مساحة مقطع موصل التأريض 180
تأثير الموصل الأرضى الوقائي على مقاومة الأبراج إلى الأرض 181

حساب مقاومة الأرضى لأبراج خطوط نقل الضغط (الجهد) المنخفض 188
حساب مقاومة الموصل الحلقى 188
حساب مقاومة الموصل الحلقى طبقا للمواصفات IEEE 142 188
حساب مقاومة الموصل الحلقى طبقا Engineering Recommendation EREC S34 189
حساب مقاومة الموصل الحلقى طبقا للمواصفات EN 50522:2010 189
حساب مقاومة الأرضى لأبراج الضغط (الجهد) المنخفض للاتصالات 193
أنواع الأبراج والصواري Types of Towers and Masts 194
أولا- البرج الأحادي 195
تأريض البرج الأحادي Monopole 195
ثانيا- البرج المدعوم ذاتيا 196
تأريض البرج المدعوم ذاتيّاً Self-Supporting Tower 196
ثالثا- الصواري المشدودة Guyed Masts 197
تأريض الصواري المشدودة Guyed Masts 197
المقاومة الكلية المطلوبة 199
قاعدة الأبراج Tower Base 200
الخطوات العملية للحساب 203
ملاحق الفصل الثالث 219
ملحق (3.1) 220
معامل كثافة تيار الخطأ 220
ملحق (3.2) 224
معادلات حساب مقاومة الأرضى للموصلات المختلفة طبقا IEEE 142 224
ملحق (3.3) 226
حساب معاملات تيار القصر الذى يتحمله الموصل 226
أولا حساب تيار القصر فى حالة الموصل معزل 226
حالة الموصل من النحاس معزول 226
حالة الموصل من الألومنيوم معزول 226
شرح المعاملات 229
زمن تيار القصر (t) Duration time short circuit 229
معامل تيار القصر للنحاس K1CU أو الألومنيوم K1AL 229
ثانيا حساب تيار القصر فى حالة الموصل غير معزول Bare Conductor 230
أولا- حالة النحاس غير معزول Bare Copper Conductor 230
ثانيا- حالة الألومنيوم Bare Aluminum Conductor 230

الفصل الرابع

تصميم شبكة الأرضى والربط الداخلية والخارجية

DEM

الفصل الرابع 11
تصميم شبكة الأرضى والربط الداخلية والخارجية..... 11
مفهوم بارة توزيع الأرضى (بارة تساوى الجهد)..... 13
نظرية الجهد المتساوى Equipotential Bonding 13
المعدات الكهربية الحاملة للتيار..... 17
التعريف 17
المعدات الكهربية الغير حاملة للتيار 18
التعريف الأول..... 18
التعريف الثاني 18
الفرق بين المعدات الكهربية الحاملة والغير حاملة للتيار (عمليا)..... 18
الخطوات العملية لتصميم الشبكة الداخلية..... 19
بارة توزيع (تساوى جهد) الرئيسية (MEB)Master Earth bar..... 19
تعريفها..... 19
مساحة مقطع كابلات الدخول على البارة وعددها..... 19
أرقام الكابلات الأرضى الرئيسية 19
مساحة مقطع كابلات الخروج من البارة..... 20
مكان تركيبها..... 21
طريقة ربط الكابلات مع شبكة الأرضى..... 22
طريقة ربط الكابلات مع بارة التوزيع (تساوى الجهد) الرئيسية..... 22
ثانيا بارة (بارات) توزيع فرعية (SEB) sub earth bar 23
تعريفها..... 23
مساحة مقطع كابلات الدخول على بارة وعددها..... 23
مكان تركيبها..... 24
ثانيا- كابلات الربط الوقائية (PBC) Protective Bonding Cables..... 26
تعريف الربط Bonding 26
أولا : كابلات الأرضى و الربط مع كابلات القوى (أى الحاملة للتيار) 27
أولا- طبقا للمواصفات البريطانية BS 7671 27
مواصفات كابل الربط..... 29
ثانيا : كابلات الأرضى طبقا للمقاييس الأمريكية NEC 250.122..... 29
أولا : كابلات الأرضى و الربط داخل المنشآت السكنية 31
أولا- البرايز (المقابس) Sockets و مفاتيح الاناره Switches..... 32
مساحة مقطع الأرضى (EC) 32
مساحة مقطع الربط (PBC)..... 32
ثانيا -الانارة (المصابيح) 33
مساحة مقطع الأرضى (EC) 33
مساحة مقطع الربط (PBC)..... 33
ثالثا-اللوحات الكهربية الرئيسية 35
مساحة مقطع الأرضى (EC) 35

مساحة مقطع الربط (PBC) للوحة (حاملة للتيار) 35
مساحة مقطع الربط (PBC) للأجزاء الغير حاملة للتيار 35
رابعا-اللوحات الكهربية الفرعية 36
مساحة مقطع الأرضى (EC) 37
خامسا -المصاعد Elevator /Lift 37
مساحة مقطع الأرضى (EC) 37
مساحة مقطع كابل الربط (PBC) 37
سادسا - الخدمات 38
مساحة مقطع كابل الربط (PBC) 38
الرسم الخطي المفرد للمنشآت السكنية 38
شروط منظومة الأرضى للمنشآت كما في شكل (4.11) 38
ثانيا : كابلات الأرضى و الربط الوقائي Protective Bonding داخل المحطات والمصانع 41
1. المحولات الكهربية 43
مساحة مقطع الأرضى (EC) 43
مساحة مقطع كابل الربط (PBC) 43
2. المولدات الكهربية 45
مساحة مقطع الأرضى (EC) 45
مساحة مقطع كابل الربط (PBC) 45
كيفية التأريض طبقا لاستخدام المولد 47
أولا- مولدات تعمل مستقلة عن شبكة الكهرباء العمومية 47
ثانيا - مولد واحد يعمل بالتوازي كاحتياطي مع مصدر تغذية آخر (الشبكة العمومية 47
ثالثا - مولدات تعمل بالتوازي كاحتياطي مع مصدر تغذية آخر (الشبكة العمومية) 48
رابعا -المولدات النقالية (المحمولة) ثلاثية الأطوار 49
3. لوحات الجهد المتوسط 50
مساحة مقطع الأرضى (EC) 50
مساحة مقطع كابلات الوقاية (PBC) 50
4. لوحات الجهد المنخفض الرئيسية 51
مساحة مقطع الأرضى (EC) 51
مساحة مقطع كابلات الوقاية (PBC) 52
5. البارات المدمجة Busway 53
مساحة مقطع الأرضى (EC) 53
مساحة مقطع كابلات الوقاية (PBC) 54
6. اللوحات الكهربية الفرعية 56
أولا نوع يحتاج كابل قدرة 56
ثانيا لوحات لا تحتاج كابل قدرة 56
مساحة مقطع الأرضى (EC) 57
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 57
7. المحركات الكهربية 58

مساحة مقطع الأرضي (EC) 58
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 58
حالات خاصة 59
الحالة الأولى 59
الحالة الثانية 59
مساحة مقطع الأرضي (EC) 59
أخطاء التوصيل على التوالي 60
8. المكيفات Air Conditioning 62
أولا- المكيفات 3 فاز 62
مساحة مقطع الأرضي (EC) 62
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 62
ثانيا- المكيفات 1 فاز 62
مساحة مقطع الأرضي (EC) 62
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 62
9. البرايز (المقابس) Sockets و المفاتيح الكهربية الخاصة بالإنارة 62
مساحة مقطع الأرضي (EC) 62
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 63
10. الجمالونات Steel Structure 63
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 63
11. الحامل المتعدد 64
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 64
12. حوامل الكابلات 66
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 66
أولا مواضع ربط حوامل الكابلات Tray Joints 66
الطريقة الأولى 67
الطريقة الثانية 68
الطريقة الثالثة 68
أقل مساحة مقطع لموصل للربط بين حوامل الكابلات Cable tray Jumper 68
ثانيا -تأريض حامل الكابلات نفسه 69
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 69
أقل مساحة مقطع للربط الوقائي لحامل الكابلات نفسه 70
ثالثا- طرق تأريض حامل الكابلات 70
13. المواسير المعدنية الكهربية Electrical Conduit 72
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 72
الطريقة الأولى 72
الطريقة الثانية 72
الطريقة الثالثة 73
14. المواسير المعدنية الميكانيكية mechanical pipe 75

مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 75
15. الحوامل المعدنية Supports 77
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 77
أولا- حالة الحامل لا يحتوى على لوحات 78
ثانيا حالة الحامل يحتوى على لوحات 78
مساحة مقطع الأرضى (EC) 78
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 79
16. الخزانات Tanks 79
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 79
17. الجلاندات المعدنية Metal Glands 80
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 80
18. صندوق الوظائف Junction Box 81
أولا- صندوق وظائف به قاطع 82
ثانيا- لا يوجد به قاطع 82
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 82
19. أجهزة نظام استمرارية القدرة uninterrupted power supply (UPS) 83
20. كابلات التحكم Control cables 85
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 85
21. أجهزة القياس والتحليل 86
أولا : أجهزة القياس 86
ثانيا : أجهزة اتحاليل Analyzers 87
مساحة مقطع الأرضى Earthing Conductor (EC) 89
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 89
22. تأريض الشيلد Sheild لكابلات الأجهزة 90
تعريف Instruments Cable 90
أمثلة على نقل الإشارات المتماثلة 90
نوع الستارة [Screen [Shield 90
الستارة من حيث التصنيع 90
وظيفة الستارة [Screen [Shield 92
وظيفة التدريع (التسليح) الكلي Collective Screen 92
كيفية تأريض الستارة [Screen [Shield 92
نظرية توصيل ال Shield لكابلات الأجهزة من مكان واحد فقط 92
23. لوحات التحكم المنطقى المبرمج Programmable logic control (PLC) 93
أنواع التأريض داخل لوجات التحكم المنطقى المبرمج PLC 93
أولا - الأرضى النظيف 93
ثانيا-الأرضى المتسخ Dirty Earth 94
ثالثا-أرضى الأمان الذاتي Intrinsic safety Earth 98
وظيفة المانع الآمن Intrinsic Safety Barrier 98

24. شبكة الترابط للوحات نظم المعلومات Data Center 102
تعريفه 102
خصائصه 102
25. إنارة الشوارع Street light 104
مساحة مقطع كابل التأريض (EC) 104
أنواع التأريض لانارة الشوارع 105
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 105
26. تأريض لوحة التغذية للانارة الخارجية Feeder Pillar 108
مساحة مقطع كابل التأريض (EC) 108
الطريقة الأول 109
الطريقة الثانية 109
الطريقة الثالثة 109
حالة الأرضى صخرية 110
تاريض لوحة الانارة الخارجية عن طريق شبكة MET 111
27. مساحة مقطع كابل الربط بين قضبان التأريض للمباني المختلفة 113
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 113
28. مساحة مقطع كابل الربط للسياج Fence 115
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 115
29. الوصلات الوقائية Bonding Jumper 116
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 117
أهمية الوصلة Jumper 118
استخدامات الوصلة Bonding Jumper 118
30. مجارى الهواء Ductwork الخاصة بالتكييف المركزي 120
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 121
31. مقابس ماكينات اللحام 122
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 122
32. الشواحن Charges 123
مساحة مقطع الأرضي (EC) 124
مساحة مقطع الربط الوقائي (PBC) 124
كابلات الأرضى والربط فى محطات الكهرباء 124
ثالثا كابلات الأرضى (الوقاية) 130
أنواع الكابلات 130
التسلـــيح (التدريع) ARMOUR للكابلات 131
تعريفه 131
أنواع التسليح 131
تصنيف الكابلات من حيث مادة العزل المستخدمة 133
كيفية حساب مساحة مقطع الوقاية (الأرضى) 134
حساب مساحة مقطع موصل الأرضى طبقا لموصل الحى Live 135

أولا -في حالة نوع موصل الأرضي من نفس نوع موصل الحى 135
متى يكون كابل الأرضي(الوقاية) متصل ومتى يكون منفصل ؟ 137
ثانيا في حالة نوع موصل الأرضي ليس من نفس نوع موصل الحى 138
ثانيا -حساب مساحة مقطع موصل الأرضي طبقا لتسليح الكابل 142
ثالثا-حساب مساحة مقطع موصل الوقاية طبقا لتيار الخطأ و زمن فصل القاطع أو المصهر 145
الاستفادة من المعادلة الاديباتيه 148
استخدام المعادلة الاديابايديه Adiabatic Equation في حماية منظومة الجهد المنخفض 152
لماذا تم فصل كل من تأريض محايد المحول وتأريض جسم المحول ؟ 152
دراسة الجهد في حالة توصيل المحايد وجسم المحول على نقطة واحدة (بئر ارضى واحد) 153
الشروط الواجب توافرها في التصميم 154
دراسة الجهد في حالة توصيل المحايد على نقطة وجسم المحول على نقطة أخرى 154
حساب مقطع كابل تأريض المحايد Neutral للمحول 155
حساب مقطع كابل تأريض جسم المحول Equipment Earthing 156
الطريقة الأولى 156
الطريقة الثانية 156
رابعا- حساب مساحة مقطع التسليح للعمل كموصل وقاية (أرضي) 159
شروط استخدام تسليح الكابل كموصل وقاية 159
حساب قطر التسليح 162
تأثير كابلات ربط الأرضى على تقليل المقاومة الكلية للتربة 168
خطوات حساب تأثير تسليح الكابل على مقاومة الأرضي الكلية 171
الرسم الخطى المفرد للتأريض Earthing Single line Diagram 174
أولا مساحة مقطع كابلات الأرضى الرئيسية 175
ثانيا حساب عدد غرف التفتيش (عدد الأقطاب الرأسية) 176
ثالثا حساب عدد بارات تساوى الجهد الرئيسية والفرعية 176
شبكة الأرضي الخالية من الصيانة Maintenance-free earth-termination systems 179
أولا- موصلات الربط الوظيفية Functional bonding conductors (FB) 179
طريقة الربط 179
أبعاد موصلات الشبكة الأرضية Mesh داخل قاعدة التسليح 181
مساحة مقطع موصلات الربط Functional bonding conductors (FB) 181
ثانيا - موصلات الأرضى الحلقية Ring earth electrodes 181
تعريف 181
مساحة المقطع 182
عدد ابيار الارضى Earth pits المربوطة على الـ Ring earth electrodes 182
ثالثا - القطب الأرضى السطحى Surface earth electrodes 182
تاريض التسليح في المباني السكنية 189
شبكة حمامات السباحة 190
الربط Bonding 191
مواصفات الشبكة 191

ملاحق الفصل الرابع 193
ملحق (4.1) 194
ملخص عام لكابلات التأريض والربط 194
ما هو الفرق بين كابل الأرضى وكابل الربط ؟ 194
الفروقات التطبيقية بين كابلات الأرضى وكابلات الربط 195
ملحق (4.2) 198
الرسم التخطيطى لتأريض لمحطة 198
ملحق (4.3) 200
أقل واكبر مساحة مقطع لكابلات الأرضى والربط 200
ملحق (4.4) 202
أختيار بارة تساوى الجهد 202
عدد المسامير Ways 202
أنواعها 202
أبعادها 202
ملحق (4.5) 204
العلاقة بين مساحة مقطع الكابل AWG وبين مم2 204
مساحة المقطع طبقا للمواصفات الأوربية (البريطانية) 204
مساحة المقطع طبقا للمواصفات الأمريكية 204
ملحق (4.6) 208
حساب كابلات الأرضى لماكينات اللحام 208
العوامل المؤثرة فى حساب كابلات ماكينات اللحام 209
دورة العمل Duty Cycle 209
معامل التصحيح لدرجة حرارة الهواء المحيط 209
نوع الكابل 210
طول الكابل 210
الهبوط فى الجهد 210
إستنتاج مساحة مقطع الكابل الخاص بماكينة اللحام 210
مقاومة الموصل منفردا 211
مقاومة كابل إلكترود اللحام + كابل الأرضى 211
معادلة هبوط الجهد 211
مساحة مقطع الموصل النهائي 213
شرح المعاملات 213
قيمة التوصيلة () σ_{20} للموصلات 213
قيمة المقاومة النوعية () $\rho 20$ للموصلات 213
معامل الضرب Multiplying Factor (MF) 214
التيار المستمر الفعلى IDC 214
معامل فرق درجات الحرارة KT 214
معامل التصحيح لدرجة حرارة الهواء المحيط 215

القيمة المسموح بها للهبوط فى الجهد Voltage Drop (VD) 215
الطريقة الثانية لحساب مساحة مقطع كابلات ماكينة اللحام 217
ملحق (4.7) 225
أجهزة التحكم المبرمج..... 225
أنواع الاشارات المستخدمة..... 225
الاشارة التناظرية Analog 225
الاشارة الرقمية Digital..... 225
الفرق بين الاشارة التناظرية والاشارة الرقمية..... 226
التحكم المنطقى المبرمج PLC..... 227
المكونات الرئيسية للتحكم المنطقى المبرمج Programmable logic Control..... 227
أولا وحدة المعالجة المركزية Central process Unit (CPU) 228
ثانيا وحدة الذاكرةMemory unit 228
تقسيم الذاكره ROM..... 228
الوسائل المختلفة لبرمجة أجهزة الPLC..... 228
ثالثا وحدة مصدرالقدرة..... 229
أنواع التحكم المنطقى المبرمج..... 229
أولا-اجهزة التحكم المنطقي المبرمج المتكاملة المدمجة (Compact) 229
ثانيا- اجهزة التحكم المنطقي المبرمج المجزأة (Moduled) 229
أنواع الكروت Modules في التحكم لمنطقى المبرمج 230
أولا- وحدات الآدخال 230
أولا وحدات الإدخال الرقمية Input Digital Input..... 230
ثانيا وحدات الإدخال التماثلية Analogue Input Modules 231
وحدات إدخال فرق جهد ضمن نطاق..... 231
وحدات إدخال تيار ضمن نطاق 231
ثانيا- وحدات الاخراج..... 232
أولا وحدات الإخراج الرقمية Digital Output Modules 232
ثانيا - وحدات الخرج التماثلية Analgoue Output Module 232
أنواع التحكم من خلال الPLC..... 233
التحكم المحلى local control 233
التحكم المركزي Centralized PLC..... 233
التحكم الموزع Distribution PLC 233
نظام سكادا Scada System..... 233
نظام التخاطب الانسانى HMI..... 234
نظام DCS 235
العلاقة بين عدد الاشارات الرقمية والتناظرية وبين ال PLC..... 236
الرموز..... 238
أنواع التلامسات Contacts..... 238
الحمايات الداخلية 239

ملحق (4.8) 240
مقاسات الجلاندات النحاسية 240
ملحق (4.9) 242
حساب القواطع لنظام استمرارية القدرة والشواحن 242
أنوع القاطع 242
المعادلات العامة لحساب تيار القاطع 243
معادلة حساب تيار القاطع فى حالة قاطع مقولب MCCB أو هوائي ACB 243
معادلة حساب تيار القاطع فى حالة MCB 243
معاملات التصحيح للقواطع 245
أولاً معامل التصحيح الخاص بحماية القاطع للحمل F1 245
نوع الحمل - مصدر استمرارية القدرة uninterrupted Power Supply 245
عاشرا - نوع الحمل - شاحن 245
ثانيا معامل تصحيح درجة حرارة الهواء المحيط للقاطع F2 246
ثالثا معامل تصحيح الارتفاع عن مستوى سطح البحر Altitude (F3) 246
رابعا معامل التجاورعلى أختيار القاطع المنمنم Influence of adjacent devices 247
أولا حساب التيار حساب تيار نظام استمرارية القدرة UPS 248
تعريف نظام استمرارية القدرة 248
فترة عمله 248
نظرية عمله 248
أنواع الجهود على دخل UPSوخرج ال UPS 249
أولا-حساب التيار فى حالة 3 فاز 250
حساب شدة التيار على الدخول 250
حساب شدة التيار على الخروج 250
العلاقة بين تيار الدخل والخرج 250
ثانيا-حساب التيار فى حالة 1فاز 250
حساب شدة التيار على الدخو ل 250
حساب شدة التيار على الخروج 250
العلاقة بين تيار الدخل والخرج 250
حساب التيارللشواحن Charger 254
أولا-حساب شدة التيار للشاحن فى حالة 3 فاز 254
ثانيا-حساب شدة التيار للشاحن فى حالة 1 فاز 254
ملحق (4.10) 260
تصميم الارضى بطريقة الاحتياطي 260

كتاب (الجزء الثاني)

حسابات التأريض والحماية من الصواعق طبقا للمواصفات العالمية IEEE80 و BS 7430 و BS6651

Grounding and Lightning Calculations

تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادى جمعة

D e M

الفصل الخامس

أنظمة الأرضى وحماية المغذيات

DEM

الفصل الخامس 11
أنظمة الأرضى المختلفة وحماية المغذيات 11
أولا طرق تأريض عند الشبكة (المصدر) 11
أولا تاريض المباشر(solid grounding) 11
ثانيا : تاريض بمقاومة(resistance grounding) 11
ثالثا : تاريض بمفاعلة(reactance grounding) 12
رابعا : تاريض عن طريق كابح للقوس(arc-suppression coil) 12
خامسا : التاريض باستخدام محولات التاريضGrounding Transformer 12
طرق التأريض العالمية 13
تعريفات هامة..... 15
الفولطية الآمنة Safty voltgae 15
مقاومة الجسم البشرى Human resistance 15
أقصى تيار يتحمله الجسم البشري..... 15
فى حالة فولطية آمنة = 50 فولت..... 15
فى حالة فولطية آمنة = 25 فولت..... 15
فى حالة فولطية آمنة = 12 فولت..... 15
تيار القصر Fault Current 15
الحماية Protection 16
أنواع الحماية Protection Type..... 16
التلامس الغير مباشر indirect touching..... 16
مسار تيار الخطأ Fault Current loop..... 16
فازة phase 17
أولا فى حالة الجهد ثلاثى الطور 17
ثانيا فى حالة الجهد أحادى الطور 17
العطل Fault..... 17
أولا فى حالة الجهد ثلاثى الطور 17
ثانيا فى حالة الجهد أحادى الطور 17
أولا شرح نظام TT 18
التعريف بالنظام من حيث عدد الأسلاك..... 18
العلاقة بين أرضى المستهلك وأرضى الشبكة..... 19
أولا- فى حالة المستهلك منزل 19
ثانيا- فى حالة المستهلك محطة أو مصنع..... 19
حساب جهد اللمس غير المباشر VF فى حالة القصر للنظام TT..... 19
معادلة تيار الحطأ 19
معادلة جهد اللمس (ناحية المستهلك) 20
حساب التيار فى حالة القصر 20
النتائج 20

كيفية تحقيق الفلطية الآمنة فى نظام TT 21
أولا-فى الأماكن الجافة 21
ثانيا-فى الأماكن الرطبة 21
تصميم اللوحة الكهربية فى حالة النظام TT 23
شرح نظام TN-S 24
التعريف بالنظام من حيث عدد الأسلاك 25
العلاقة بين أرضى المستهلك وأرضى الشبكة 25
حساب جهد اللمس غير المباشر VF فى حالة القصر لنظام TN-S 25
حساب معاوقة تيار الخطأ Z_F طبقا لمسار الخطأ 26
أولا حساب تيار القصر فى حالة جهد أحادى الطور 27
أولا- مساحة مقطع الفاز (الحى) = مساحة مقطع كابل الأرضى 27
معادلة تيار الخطأ 27
معادلة جهد اللمس 28
دراسة حالة جهد اللمس في حالة $R_{PH} = R_E$ وجهد 230 فولت 28
ثانيا-مساحة مقطع الفاز (الحى) = ضعف مساحة مقطع كابل الأرضى 28
معادلة جهد اللمس 28
دراسة حالة الجهد في حالة $R_{PH} = 2 R_E$ وجهد 230 فولت 28
دراسة تيار العطل Fault Current فى حالة TN-S 29
أولا- فى حالة حدوث خطأ بين الفاز والمحايد 29
ثانيا- في حالة حدوث خطأ بين الفاز والأرضى 29
النتائج لحالة 1 فاز 31
ثانيا دراسة حالة تيار قصر و جهد 3 فاز 31
معادلة تيار القصر 32
دراسة حالة الجهد في حالة RPH = RE وجهد230 / 400 فولت 32
دراسة حالة الجهد في حالة RPH = 2RE وجهد230 / 400 فولت 33
حساب تيار القصر فى حالة 3 أوجه 33
حساب تيار القصر عدديا 34
النتائج 34
العلاقة بين تيار الخطأ فى حالة ثلاثى الطور و أحادي الطور 34
طرق تحقيق الحماية في حالة النظام TNS 35
أولا طريقة الممانعة (المعاوقة) فى حالة القواطع المنمنمة Miniature Circuit breaker (MCB) 35
أولا- حساب معاوقة الخطأ Z_F 36
حساب معاوقة المصدر الخارجية Ze 36
قيمة معاوقة مساحة مقطع الفاز والأرضى ZC 37
ثانيا- معاوقة القاطع Zs 39
أولا الطريقة الحسابية 39
شرح المعاملات 39

المعامل K 39
حساب تيار الحمل بالأمبير 40
فى حالة 1 فاز 40
فى حالة 3 فاز 40
معاملات التصحيح للقاطع 40
معامل التغيير للقاطع F1 41
معامل التصحيح لدرجة حرارة الهواء المحيط F2 41
معامل تصحيح الارتفاع عن سطح البحر F3 41
معامل التجاور F4 41
ثانيا - معاوقة الفصل (الاعتاق) Z_S للقواطع عن طريق الجداول 41
الخطوات العملية لحساب الكابلات (الأسلاك) 42
حساب التيار الاعتباري 43
حساب التيار التصميمى للكابل 43
حساب التحميل على الفازات 44
حساب الهبوط في الجهد 44
حساب أُقصى طول للكابل 49
معادلة أقصى طول للكابل فى حالة 1 فاز 49
معادلة أقصى طول للكابل فى حالة 3 فاز 50
ثانيا طريقة الحماية المغناطيسية فى حالة القواطع المقولبة والهوائية 52
شرط تحقيق الحماية المغناطيسية 53
الطريقة الأولى للحماية 53
أولا- حساب تيار الفصل المغناطيسى Im1 53
معادلة حساب تيار الفصل المغناطيسيى 54
شرح المعاملات 57
معامل التصحيح للقاطع F1 57
ثانيا معامل تصحيح درجة حرارة الهواء المحيط للقاطع F2 58
ثالثا معامل تصحيح الارتفاع عن مستوى سطح البحر Altitude (F3) 58
ثانيا حساب أقل تيار للقصر ISC_{MIN} 59
شرح المعاملات 60
معامل المفاعلة الحثية K_L 60
معامل توصيل أكثر من كابل على الفازة (معامل الكابلات المتوازية) Kp 60
المقاومة النوعية ρ 61
جهد التشغيل Uo 61
الطريقة الثانية للحماية 65
معادلة حساب أقصى طول L_{MAX} فى حالة نظام الأرضى TN 65
شرح المعاملات 66
معامل النسبة لمساحة المقطع M 66

معامل نسبة المساحة Km 67
مختصر معادلات الخاصة بالطول..... 68
أولا في حالة موصل من النحاس وتساوى مساحة مقطع الفاز مع المحايد 68
ثانيا في حالة موصل من النحاس و مساحة مقطع الفاز ضعف مساحة مقطع المحايد..... 68
في حالة موصل من الألومنيوم وتساوى مساحة مقطع الفاز مع المحايد..... 68
في حالة موصل من الألومنيوم و مساحة مقطع الفاز ضعف مساحة مقطع المحايد 68
حساب أقصى طول فى حالة TN طبقا للجدول..... 70
المعادلة الرئيسية 70
حالات توصيل أكثر من كابل على الفازة..... 71
حالة المغذيات وبوادئ الحركة فيما عادا ستار دلتا..... 71
حالة ستار دلتا والكابل متعدد القلوب 71
حالة ستار دلتا والكابل المستخدم احادي القلب 71
الشكل التنفيذى للعلاقة بين الشبكة والمستهلك..... 81
شرح نظام TN – C..... 84
التعريف بالنظام من حيث عدد الأسلاك..... 84
العلاقة بين أرضى المستهلك وأرضى الشبكة..... 84
نتائج جهد اللمس وتيار القصر الناتج عن النظام..... 84
تصميم اللوحة الكهربية فى حالة النظام TNC 85
شرح نظام TN – C - S 86
التعريف بالنظام من حيث عدد الأسلاك..... 86
العلاقة بين أرضى المستهلك وأرضى الشبكة..... 87
نتائج جهد اللمس وتيار القصر الناتج عن النظام..... 87
دراسة حالة قطع خط التعادل على المستهلك 90
تصميم اللوحة الكهربية فى حالة النظام TNC-S 90
شرح نظام IT..... 92
خصائص النظام..... 92
دراسة جهد اللمس وتيار القصر عند العطل الأول 95
أولا دراسة تيار القصر 95
ثانيا دراسة جهد اللمس..... 96
دراسة تيار الخطأ الثانى 96
معدلات أقصى طول للكابل لتيار الخطأ الثاني فى حالة IT..... 96
أولا حساب طول الكابل فى حالة محايد غير موزع(عدم وجود محايد) non distributed neutral .. 96
ثانيا حساب طول الكابل فى حالة وجود محايد موزع distributed neutral 96
العلاقة بين نطام IT ونظام TN بالنسة لأطوال الكابلات بعد الخطأ الثانى..... 98
حالة عدم وجود محايد Non distributed Neutral..... 98
حالة وجود محايد موزع Distributed neutral..... 98

حساب أقصى طول فى حالة عدم وجود محايد Non distributed Neutral قبل حدوث الخطأ 98
أولا-مساحة مقطع الفاز = مساحة مقطع الأرضى (SPH = SE) أى (m = 1) 99
ثانيا-مساحة مقطع الفاز = ضعف مساحة مقطع الأرضى ($S_{PH} = 2\ S_E$) أى (m = 2) 99
حساب أقصى طول للكابل 100
أولا - طريقة المعاملات 100
ثانيا - طريقة الجداول 103
تصميم اللوحة الكهربية فى حالة النظام IT 106
العلاقة بين أنظمة التأريض المختلفة للشبكة والمستهلك 108
كيف اختيار نظام الأرضى عمليا 110
أولا - المنشآت الصناعية والتجارية والسياحية 110
أولا- في حالة وجود محول /محولات في المشروع 110
ثانيا- في حالة عدم وجود محول 111
الحالة الأولى 111
الحالة الثانية 111
ثانيا - المنشآت الهامة 112
أولا المستشفيات 112
ثانيا- مراكز المعلومات والمنشآت الهامة 112
تعليق ختامي 113
ملاحق الفصل الخامس 114
ملحق (5.1) 115
(القواطع) 115
أولا لقواطع المنمنمة Miniature Circuit breaker 115
التعريف 115
عدد الأقطاب 115
التيار المقنن للقواطع المنمنمة (In) 116
جهد التشغيل U 116
سعة القطع (KA) 117
تصنيف القواطع المنمنمة (المصغرة) 117
المنطقة I 117
المنطقة II 117
المنطقة III 117
حدود التشغيل للفصل المغناطيسى 118
حدود التشغيل للفصل المغناطيسي للفئة B 118
حدود التشغيل للفصل المغناطيسي للفئة C 118
حدود التشغيل للفصل المغناطيسي للفئة D 118
المنطقة IV 118
انهيار القاطع 119

التنسيق بيـن القواطع 119
ثانيا القواطع المقولبة Moulded Case Circuit Breaker 119
التيار المقنن للقواطع المقولبة (In) 120
مقاس الإطار للقاطع Frame size 120
أنواع القواطع المقولبه 121
سعة القطع Breaking capacity (KA) 122
ثالثا القواطع الهوائية 122
التيار المقنن للقواطع الهوائية (In) 123
أنواع الحماية التى يوفرها القاطع الهوائي 123
سعة القطع Breaking capacity (KA) 124
أنواعه من حيث التركيب 124
زمن الفصل للقاطع Break Time 124
رابعا قواطع حماية التسريب الأرضىELCB/RCCB 124
أسماء قواطع التسريب الأرضى..... 125
نظرية العمل 125
أولا فى حالة نظام أحادى الطور 125
فى حالة التشغيل العادى Normal Operation 126
فى حالة حدوث خطأ 126
ثانيا فى حالة نظام ثلاثى الطور 126
فى حالة التشغيل العادى Normal Operation 126
فى حالة الخطأ..... 127
دواعى الاستخدام لقواطع التسرب الأرضى..... 127
أنوع الحماية التي يوفرها قاطع التسريب الأضى 127
حماية عامة 127
حماية جزئية..... 127
التنسيق بين قواطع التسريب الأرضى..... 128
التيار المقنن لقواطع التسريب الأرضى..... 130
فى حالة القواطع المنمنمة..... 130
فى حالة القواطع القولبة..... 130
فى حالة القواطع الهوائية 130
جهد التشغيل لقواطع التسريب الأرضى 131
تيار التشغيل (الفصل) أوالحساسية لقواطع أو ريليهات التسريب الأرضى (IΔN)..... 131
الاستخدام (التركيب) العملى لقواطع التسريب الأرضى 131
استخدام قاطع التسريب الأرضى فى المنازل 132
التركيب..... 132
توصيل القاطع..... 133
عدد الأقطاب..... 133

فى حالة الجهد 1فاز 133
فى حالة الجهد 3 فاز 133
درجات توصيل قاطع التسريب فى اللوحات المنزلية..... 136
الدرجة الأولى 136
الدرجة الثانية 138
الدرجة الثالثة 140
الدرجة الرابعة..... 142
الدرجة الخامسة 143
درجات لوحات الانارة الخارجية (لأنارة الطرق)..... 145
فى حالة مصد الجهد ثلاثى الطور 145
الدرجة الأولى 145
الدرجة الثانية 145
مقارنة بين القواطع 147
تعريفات ومفاهيم عن القواطع 148
تقسيم القواطع الكهربية..... 151
وحدات الفصل الاليكتروني 151
النوع الأول 151
النوع الثاني 152
النوع الثالث 152
النوع الرابع..... 153
قيمة ضبط التيار للوحدات الاليكترونية 154
مفاتيح التوصيل والفصل Disconnecting Switches..... 157
التعريف 157
انواعه..... 157
أولا- نوع بلا مصهرات Non Fused Disconnecting switch 157
الخصائص 157
ثانيا -نوع بمصهرات Fused Disconnecting switch 158
التركيب..... 158
أهميته..... 159
التيار المقنن..... 160
عدد الأقطاب..... 160
جهد التشغيل 160
الوظيفة 160
الفرق بين القاطع Circuit Breaker ومفتاح الفصل Disconnecting Switch 160
تداخل القواطع..... 162
متى نستخدم قاطع مقولب MCCB و متى نستخدم قاطع هوائي ACB..... 162
أولا -المغذيات..... 162

ثانيا -بوادئ الحركة 163
متى نستخدم قاطع منمنم MCB و متى نستخدم مقولب MCCB 163
أولا -المغذيات 163
ثانيا -بوادئ الحركة 164
ملحق 5.2 165
حساب معاوقة المصدر الخارجى External source impedance 165
حساب معاوقة الشبكة Total Source Impedance 167
حساب المقاومة والمفاعلة الحثية فى حالة الشبكة 168
حساب المقاومة والمفاعلة الحثية فى حالة لمحول 169
حساب المقاومة والمفاعلة الحثية فى حالة القاطع 174
حساب المقاومة والمفاعلة الحثية فى حالة الكابل 175
حساب المقاومة والمفاعلة الحثية فى حالة البارات المدمجه 176
ملحق 5.3 180
تقسيم الأجهزة الكهربائية من حيث الوقاية 180
ملحق (5.4) 182
مساحة مقطع المحايد 182
ملحق (5.5) 184
تأريض مصدر استمرارية القدرة Uninterrupted Power Supply (UPS) 184
تعريف 184
أولا مكونا ت نظام استمرارية القدرة 184
المقوم (المعدل) Rectifirer 185
ثالثا : المبدل Inverter 185
المسار الجانبى Bypass Switch 185
البطاريات 185
مفتاح تبديل Transfer Switch 185
الحمل Load 186
ثانيا -نظرية عمل نظام استمرارية القدرة UPS 186
ثالثا- تأريض أجهزة استمرارية القدرة 186
أولا-النوع TN-C 187
ثانيا-النوع :TN-C-S 187
ثالثا-النوع TN-S 187
رابعا-النوع TT 187
رابعا- مفهوم عدم التأريض في حالة المسار الجانبى Bypass Switch 192
أولا نوع استمرارية القدرة مع محول Transformer based UPS 192
مميزات مصدر استمرارية القدرة المزود بمحول Transformer- based UPS 193
الاستخدام 194
العيوب 194

ثانيا حالة ال UPS الذي لا يحتوي على محول Transformer less UPS 195
خصائص 195
المميزات 195
خامسا- الحالات القابلة لربط المحايد بالأرضى 196
خصائص المسار الجانبى المزود بمحول عزل 198
سادسا- حالات فصل المحايد عن الأرضى 199
سابعا- تأريض جسم جهاز مصدر استمرارية القدرة 199
ثامنا- متى يتم عمل أرضى منفصل لجهاز استمرارية القدرة ؟ 199
الحالة الأولى 199
الحالة الثانية 200
تاسعا- مساحة مقطع موصل التأريض 200
ملحق (5.6) 201
الفرق في الاستخدام بين قاطع 3P وبين قاطع 4P للمولدات 201
أرضي النظام System Grounding 201
أرضى المعدات Equipment Grounding 201
تظام الأرضي المحايد Neutral Grounding System 201
نظام المحايد الصلب Solid neutral system 202
ما هى الحالات التى يستخدم فيها القاطع 4 قطب 207
أولا- الأحمال غير المتوازنة Unbalanced loads 207
ثانيا -وجود معدات تنتج تيارات توافقية Harmonic currents 207
ثالثا - الحماية من التيار المتسرب Residual current protection 208
رابعا - حالة خاصة للمباني الهامة 208
خامسا - المولدات 208
أنواع القواطع المنمنمة 209
اختيار القاطع طبقا لنظام الأرضى 211
أنواع أنظمة الأرضى 211
العلاقة بين القاطع المنمنم و نظام الأرضى المستخدم 211
شرح الرموز المتعلقة بالجدول (5.6.2) 213
خامسا-علاقة المولد باختيار القاطع ثلاثى او رباعي 214

الفصل السادس

حساب نظام حصيرة الأرضي

DEM

الفصل السادس 4
تصميم حصيرة الأرضى 4
تصميم حصيرة الأرضى Grounding Mesh (Grid) 4
تعريف جهد اللمس Touch Potential 5
جهد الخطوةStep Potential 6
جهد الانتقال Transfer Voltage 7
حسابات الحصيرة..... 9
1. حساب تيار القصر short circuit..... 14
أولا حساب تيار الخطأ بين الثلاث فازات 14
استنتاج معادلة تيار الخطأ بين فاز وأرضى Phase to Ground Fault..... 16
2. حساب مساحة مقطع الموصل التأريض Grounding cable cross section 17
3. حساب معامل التغيير السطحى 20
4. حساب جهد الخطوة Step Voltage..... 21
أولا لشخص يزن 70 كيلو 21
ثانيا لشخص يزن 50 كيلو 21
5. حساب جهد اللمس Touch Voltage 22
أولا-لشخص يزن 70 كيلو 22
ثانيا-لشخص يزن 50 كيلو 22
6. وضع أبعاد الحصيرةالمبدئى mesh dimension..... 22
7. حساب محيط الحصيرة mesh perimeter..... 23
8. حساب عدد الموصلات فى اتجاه X و الاتجاه Y no of Conductors 24
9. حساب الطول الكلى Total Lengthفى اتجاه X و الاتجاه Y..... 24
10.حساب الطول الكلى لكل من X و الاتجاه Y..... 25
11.حساب الطول الكلى لقضبان التأريض Earthing rod 25
12.حساب الطول الكلى لكل من قضبان التأريض والموصلات 27
13.حساب مساحة الحصيرة Mesh Area..... 27
14.حساب مقاومة الحصيرة Resistance of grounding system 27
15.حساب معامل التناقص (الاضمحلال)Decrement factor 28
16.حساب تيار المار فى شبكة التأريض 31
17.حساب جهد شبكة التأريض 32
18.خطوة تحقيق أولى 32
19.حساب معاملات الشكل الهندسى للشبكة 33
20.حساب معامل التصحيح الهندسي للشبكة Correction factor for grid geometry, ... 34
21.حساب معامل عدم الانتظام الجهد على أركان الشبلكة Corrective weighting factor 34

22.حساب معامل عدم الانتظام لعمق الحصيرة Corrective weighting factor 34
23.حساب قطر موصل التأريض 35
فى حالة الموصل دائري 35
فى حالة الموصل على شكل شريط 35
24.حساب معامل التباعد لجهد الشبكة Spacing factor for mesh voltage, ... 36
25.حساب الطول الفعال لجهد الشبكة Effective length of mesh voltage 36
26.حساب جهد الشبكة 37
27.خطوة تحقيق ثانية 37
28.حساب معامل الخطوة Spacing factor for step voltage, ... 38
29.حساب الطول الفعال لجهد الخطوة 38
30.حساب جهد الخطوة للشبكة 38
31.خطوة تحقيق ثالثة 39
مساحة مقطع الكابلات الرئيسية والفرعية 62

كتاب (الجزء الثالث)

حسابات التأريض والحماية من الصواعق طبقا للمواصفات العالمية IEEE80 و BS 7430 و BS6651

Grounding and Lightning Calculations

تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادى جمعة

D e M

الفصل السابع

تأريض الشيلد ومحولات التيار وال NGR

DEM

الفصل السابع 3
تأريض الشيلد ومحولات التيار و NGR..... 3
أولا- تأريض الشيلد 3
أولا فى حالة كابلات الجهد المتوسط ثلاثى القلب 3
ثانيا فى حالة كابلات أحادية القلب 3
حساب التيار الدائر المار فى الستارة 5
ثانيا- تأريض محولات التيار 6
أولا فى حالة التشغيل..... 7
ثانيا فى حالة التوقف 8
مساحة مقطع الكابل الأرضى..... 8
ثالثا - حساب مقاومة الأرضى والكابل NGR فى حالة الجهد المتوسط 8
حساب جهد المحايد - الأرضي..... 9
فى حالة المحول..... 9
فى حالة المولد..... 10
حساب تيار المحايد - الأرضي 10
حساب مقاومة المحايد - الأرضي..... 10
حساب محول التيار..... 10
رابعا - حساب مساحة مقطع بارات الأرضى Earthing Busbar داخل لوحات الكهرباء للجهد المنخفض 17

الفصل الثامن

منظومة الصواعق

DEM

الفصل الثامن 3
(منظومة الصواعق) 3
ماهى الصاعقة 4
النوع الأول تسمى بسحب عواصف الحمل..... 4
النوع الثاني من السحب وتسمى السحب الركامية 4
مواصفات الصواعق 5
شرح نظرية الكرة المتدحرجة Rolling Sphere Theory 8
تأثيرا ت الصواعق 10
أولا- التأثيرات الكهربائية 11
ثانيا-التأثيرت الحرارية 11
ثالثا-التأثيرأت لميكاذيكية 12
الخصائص الكهربية للصاعقة 12
أنظمة الحماية من الصواعق Lightning protection system (LPS) 13
أنظمة الحماية من الصواعق من حيث نوع العزل 13
أنظمة غير معزولة Non Isolated..... 13
أنظمة معزولة Isolated..... 13
مكونات منظومة الحماية من الصواعق..... 15
أولا- التوصيلات الهوائية Air Termination 16
مواصفات الموصلات..... 17
أولا- من حيث التصنيع 17
ثانيا- من حيث نوع المادة 18
ثالثا- من حيث نوع العزل..... 18
رابعا - من حيث مساحة المقطع..... 18
ثانيا - الموصلات الهابطة (النازلة) Down Conductor..... 19
ثالثا- تجهيزات الربط والتوصيل Joint and bonding fitting..... 19
رابعا - نظام أرضى Earthing System 20

الفصل التاسع

حساب منظومة الحماية من الصواعق

DEM

الفصل التاسع 4
حساب منظومة الصواعق 4
حساب منظومة الحماية من الصواعق 4
أولا حساب معامل المخاطرة الكلى Risk Factor 5
أولا حساب المساحة المجمعة التأثيرية للمبنى (AC) 5
ثانيا حساب عدد الصواعق المحتملة (P) 6
ثاللثا حساب معاملات المبنى الكلى WF 13
رابعا معادلة معامل الخطورة (RF) 15
ثانيا -تصميم (مقاس) الشبكة Mesh Size 16
الموصلات الأفقية للشبكة Horizontal Conductor Grid 16
مقاس الشبكة طبقا للمواصفا البريطاينة 17
الأماكن العادية 17
الأماكن الخطرة 17
علاقة زاوية الحماية بالموصلات الأفقية 17
تعريف زاوية الحماية 17
أهمية الحماية الزاوية أو زاوية الحماية للموصلات الأفقية 20
ثالثا تصميم الموصلات الهابطة Down Conductor (DC) 21
أولا الموصلات الهابطة الخارجية Outdoor down conductor 21
ثانيا الموصلات الهابطة الداخلية 23
رابعا -تصميم شبكة الأرضى 24
تحديد أقصى مقاومة لمنظومة الصواعق 26
أولا مقاومة منظومة الحماية من الصواعق 26
ثانيا مقاومة قضيب التأريض المنفرد 26
طريقة حساب شبكة الأرضى 27
أولا فى حالة الحساب بطريقة **BS6651** 27
ثانيا فى حالة الحساب طبقا IEEE80 28
ظاهرة الشرر الجانبى Side flashing ومسافة الأمان 31
تعريف الشرر الجانبى 31
طرق منع الشرر الجانبى 32
العلاقة بين الموصلات الهابطة وحدوث الشرر الجانبى 32
العلاقة بين الموصلات الهابطة والهبوط في الفولطية 33
معادلة هبوط الفولطية فى المقاومة الأرضية 33
معادلة هبوط الفولطية فى الموصل الهابط 34
معادلة الهبوط في الفولطية 34
مسافة الأمان Safety Distance 36
أولا -مسافة الأمان في الهواء 37
أولا- مسافة الأمان فى الهواء للأبواب والنوافذ 38

ثانيا-مسافة الأمان فى الهواء [Dair] للخزانات..... 38
ثانيا مسافة الأمان فى التربة [Dsoil] 39
أولا - مسافة الأمان من المواسير والانابيب والكابلات..... 39
ثانيا- مسافة الأمان بالنسبة للأشجار 40
خصائص التمديدات للموصلات الهابطة Down Conductor..... 43
تغيير مسار الموصل الهابط..... 43
العلاقة بين أقصى أرتفاع والبروزات فى المبانى ومسار الموصل الهابط 43
العلاقة بين المسار المغلق Close loop و مسار الموصل الهابط..... 45
حساب أطوال الموصلات 47
حساب الطول الكلى للموصلات الأفقية الخاصة بالصواعق..... 47
حساب الطول الكلى للموصلات الهابطة..... 48
حساب الطول الكلى للموصلات الأفقية (المدفونة) الخاصة بالأرضى 48
حساب الطول الكلى للموصلات الأفقية والهابطة والأرضى 49
ملخص الخطوات التجميعية لتصميم شبكة الصواعق..... 49

الفصل العاشر

نظام الكرة المتدحرجة والحماية الزاوية

DEM

الفصل العاشر 3
الكرة المتدحرجة والحماية الزاوية 3
تصميم الشبكة بطريقة الكرة المتدحرجةRolling sphere method 3
مستويات الحماية من الصواعق Lightnenig protection level (LPL) 4
متطلبات تصميم نظام الصاعقة المستخدم بطريقة الكرة المتدحرجة 5
أولا شبكة الموصلات الأفقية والموصلات الهابطة 6
ثانيا -تحديد نصف قطر الكرة المتدحرجة طبقا لطبيعة المنشأ (المبنى) 7
ثالثا- شبكة القضبان العمودية (اللواقط) Air Vertical Rod 7
أولا -حساب مسافة الهبوط فى حالة القضبان العمودية فى النظام الغير معزول 8
ثانيا- فى حالة النظام المعزول Isolated 11
ثانيا- طريقة الحماية الزاوية Protective Angel Method 21
استنتاج المساحة المحيمة طبقا لزاوية الحماية 21
تطبيقات نظام الحماية الزاوية 23
أولا فى النظام الغير معزول 24
ثانيا فى النظام المعزول وله ثلاث حالات 24
أولا حالة أستخدام قضيب منفرد 24
خصائصه 24
حساب مسافة الأمان Separation Distance (S) 25
طبقا للمواصفات IEC 62305-3, ... 25
طبقا للمواصفات BS 6651 26
الطريقة الهندسية لحساب طول العمود ونصف القطر 26
المعادلة الرياضية لإيجاد نصف قطر المخروط وارتفاع العمود 28
فى حالة زاوية 30 29
فى حالة زاوية 45 29
فى حالة زاوية 60 29
ثانيا حالة أستخدام قضيبان عمودين بدون سلك 33
فى حالة زاوية 30 33
فى حالة زاوية 45 33
فى حالة زاوية 60 34
ثالثا حالة استخدام قضبان منفردة عمودية مع سلك معلق Catenary wires 38
خصائصه 38
حساب مسافة الترخيم Sag 39
منطقة الحماية للنظام المعزول مع سلك معلق Catenary wires 42
مانعة الصواعق الاشعاعية Radio active lightning Conductors 49
الربط Earghing and bonding 50

الفصل الحادي عشر

محددات الجهد المفاجئ

DEM

الفصل الحادى عشر 3
محددات موجات الجهد المفاجئة (العابرة) **Surge Protection Device (SPD** 3
التعريف بمحددات الجهد المفاجئ (العابر) 3
الجهود المؤثرة على تحديد محددات موجات الجهد المفاجئة (العابرة)..... 3
الجهد المقنن Rated voltage (Un) 3
جهد التصميم Design voltage 4
جهد الصمودPower Frequency Voltage 4
جهد الصمود الدفعى المقنن Impulse Withstand Voltage..... 4
فئات الجهد Voltage Category 4
أنواع محددات الجهد SPD 5
النوع الأول 1 - SPD Type 5
خصائص النوع الأول..... 5
النوع الثانى 2 - SPD Type 6
العلاقة بين محددات الجهد المفاجئة (العابرة) وكثافة الوميض الضوئى Ng 6
النوع الثالث 3 - SPD Type 7
قيمة تيار الصعق الأقصى المصمم عليه محددات موجات الجهد المفاجئة (العابرة) 8
أنواع الحماية الناتجة عن محددات الجهد المفاجئة (العابرة)..... 9
أولا- حماية عامة Common Mode 9
ثانيا- حماية تفاضلية Differential Mode 9
الملائمة مع أنظمة الأرضى بالنسبة لنوعى الحماية العامة والتفاضلية 10
أنواع الحماية الواجبة لمحددات الجهد المفاجئة (العابرة) 10
الطرق العامة لحماية محددات الجهد المفاجئ 11
نظرية عمل محددات الجهد المفاجئ 12

الفصل الثاني عشر

التأريض والحماية من الصواعق للخلايا الشمسية

DEM

الفصل الثاني عشر 5
التأريض والحماية من الصواعق..... 5
العلاقة بين نظام التأريض DC ونظام التأريض AC..... 5
الحماية العامة لأنظمة الخلايا الشمسية..... 6
أولا نظام التأريض 8
مقاومة نظام التأريض فى حالة DC 9
نظام التأريض طبقا للمواصفات الأمريكية NEC250.122 9
حساب مساحة مقطع الأرضى فى حالة السلسلة String 10
حساب مساحة مقطع الأرضى فى حالة المصفوفة Array..... 10
حساب مساحة مقطع الأرضى فى حالة منظم الشحن Charge Controller..... 11
حساب مساحة مقطع الأرضى فى حالة العاكس Inverter 11
حساب مساحة مقطع الأرضى على الدخل DC..... 11
حساب مساحة مقطع الأرضى على الخرج AC..... 12
معادلة تيارجهاز الحماية على الخرج AC فى حالة 1 فاز 12
معادلة تيار جهاز الحماية على الخرج AC فى حالة 3 فاز 12
حساب مساحة مقطع موصل التأريض طبقا للمعادلة الأدياباتية..... 13
مختصر منظومة الأرضى للخلايا الشمسية طبقا لـ NEC 14
مكونات منظومة الأرضى..... 14
قضبان التأريض 15
صندوق تجميع أرضى رئيسى 15
صندوق تجميع أرضى فرعى 15
موصلات الأرضى..... 15
كابلات تأريض الخلايا الشمسية (A)..... 15
كابلات الربط بين الخلايا الشمسية..... 16
كابلات تأريض قواعد الخلايا الشمسية (B)..... 16
كابلات تأريض منظم الشحن (C)..... 16
كابلات تأريض الانفرتر (D)..... 17

مساحة مقطع كابلات تأريض (E) 19
مساحة مقطع كابلات تأريض (F) 19
مساحة مقطع كابلات الصواعق (G) 19
نظام التأريض طبقا لشركة الكهرباء NEDECO حتى 5 كيلووات (للمنشآت السكنية) للخلايا الشمسية... 20
الربط بين قواعد الخلايا الشمسية 22
مواصفات صندوق التجميع 22
تأريض الأجزاء المعدنية 23
الحماية من الصواعق 24
محددات موجات الجهد المفاجئة (العابرة) Surge Protection Device (SPD 24
الجهود المؤثرة على تحديد محددات موجات الجهد المفاجئة (العابرة) Surge Protection Device (SPD) 25
الجهد المقنن Rated voltage (Un) 25
جهد التصميم Design voltage 25
جهد الصمود power frequency voltage 25
جهد الصمود الدفعى المقنن impulse withstand voltage 25
فئات الجهد Voltage Category 25
أنواع محددات الجهد SPD 26
النوع الأول 1 - SPD Type 26
خصائص النوع الأول 26
النوع الثانى 2 - SPD Type 27
النوع الثالث 3 - SPD Type 27
تركيب جهاز الحماية من الجهود العابرة 28
أولا فى حالة الجهد DC 28
ثانيا-فى حالة الجهد AC 30
أنواعه 30
كيفية اختيار جهاز تحديد الجهد العابر 31
نظام الحماية من الصواعق للمبانى 33

مساحة مقطع الموصل الأفقى 33
مساحة مقطع الموصلات الرأسية الهابطة 34
أولا الموصلات الهابطة الخارجية Outdoor down conductor 34
ثانيا الموصلات الهابطة الداخلية 35
تصميم شبكة الأرضى 36
حماية التسريب الأرضى Earth leakage protection 37
نظرية العمل 38
أولا فى حالة نظام أحادى الطور 38
فى حالة التشغيل العادى Normal Operation 39
فى حالة حدوث خطأ 39
ثانيا فى حالة نظام ثلاثى الطور 39
فى حالة التشغيل العادى Normal Operation 39
فى حالة الخطأ 39
دواعى الاستخدام لقواطع التسرب الأرضى 40
التركيب 40
توصيل القاطع 40
فى حالة الجهد 1فاز 40
فى حالة الجهد 3 فاز 40
تحقيق مقاومة الأرضى لنظام الخلايا الشمسية 44
مقاومة موصلات التأريض طبقا BS6651 48

الفصل الثالث عشر

الربط بين أنظمة التأريض المختلفة

DEM

الفصل الثالث عشر 3
الربط بين أنظمة التأريض المختلفة 3
الأرضى المتسخ أو الملوث Dirty Earth 3
الأرضي النظيف Clean Earth 3
أولا- الأنظمة العامة 4
ثانيا-أنظمة التيار الخفيف 4
الربط بين الأنظمة Intersystem Bonding Termination (IBT) 4
أسباب ربط أنظمة الأرضى المختلفة الجهد 6
مميزاته 6
العيوب 7
أخطاء التوصيل بين أنظمة الأرضى للجهود المختلفة طبقا ل IEC 61000-5-2 7
توصيل كل نظام منفردا 7
توصيل كل الأنظمة على نظام ارضى واحد 8
توصيل كل الأنظمة منفصلة مع ربط بين الأنظمة مع عدم ربط بارات تساوى الجهد 9
التوصيل الصحيح بين أنظمة الأرضى المختلفة 9
مثال على الربط الصحيح بين أنظمة الأرضى المختلفة 10
لماذا بعض المواصفات الفنية تطلب فصل الأرضى النظيف عن باقى منظومات الأرضى ؟ 13
عيوب هذا النظام 13

الفصل الرابع عشر

علاقة التوافق المغناطيسى بالتأريض

DEM

الفصل الرابع عشر 4
علاقة التوافق الكهرومغناطيسى بنظام التأريض 4
تعريف التوافق الكهرومغناطيسى Electromagnetic Compatibility (EMC) 4
أمثلة على عدم التوافق الكهرومغناطيسي 4
علاقة التوافق الكهرومغناطيسى بنظام التأريض 4
التوصيات الصحيحة لنظام تأريض صحيح بتوافق مغناطيسى 5
أولا- بارات تساوى الجهد 5
ثانيا - عدم فصل الأرضى النظيف عن الأرضى المتسخ 5
ثالثا-تقليل المقاومة وتحسين مستوى الجهد عن طريق شبكات الترابط 5
أولا- شبكات الترابط المعزولة Isolated Bonding Network (IBN) 6
خصائصها 6
ثانيا -شبكات الترابط المشتركة Common Bonding Network (CBNs) 6
خصائصها 6
ثالثا - شبكة الترابط للشبكة Mesh Bonding Network (MESH-BN) 7
خصائصها 7
رابعا - شبكات الترابط المعزولة للشبكة Mesh Isolated Bonding Network (MESH-iBN) 8
خصائصها 8
خامسا - شبكات الترابط المشتركة للشبكة Common Bonding Network (CBNs) 9
خصائصها 9
رابعا - استخدام موصل التأريض المتوازي Parallel Earthing Conductor (PEC) 13
ما هو الموصل المتوازي ؟ 13
خامسا - استخدام الأرض المرتفعة Raised Floor 15
سادسا - تمديدات الكابلات بطريقة صحيحة 16
أولا - الكابلات الممتدة في الهواء 16
أولا- -المسافة الفاصلة بين حوامل الكابلات 16
ثانيا- المسافة الفاصلة بين الكابلات 18
ثالثا - نوع حامل الكابلات 19
رابعا - معامل الملء أو الاشغال داخل حامل الكابلات 20
خامسا- الالتزام بتمديد نوع واحد على حامل الكابلات 21
سادسا- زيادة عمق حامل الكالابلا وتغطية حامل الكابلات 21
سابعا - مادة حامل الكابلات وتوفير مسار للأرضى 22
ثامنا - إضافة كابل أرضى في حالة الكابل غير شيلد 22
تاسعا- يجب ان يكون حامل الكابلات متصلا 22
ثانيا -الكابلات المدفونة في الأرضى 24
شروط تمديد ا الكابلات المدفونة مباشرة فى الأرض 24
مواصفات خندق (Trench الكابلات المدفونة مباشرة فى الأرض 24
سابعا - استخدام الكابلات الشيلد و المسلحة 28
ثامنا - استخدام مصدر استمرارية القدرة ups 30

تاسعا - استخدام محددات موجات الجهد المفاجئة (العابرة) Surge Protection Device (SPD 30

الفصل الخامس عشر

تصميم منظومة الحماية من الصواعق والأرضى لمحطات البنزين

DEM

الفصل الخامس عشر 4
تصميم منظومة الحماية من الصواعق والأرضى لمحطات البنزين 4
تصنيف المنشآت طبقا للحماية من الصواعق 5
المباني العادية 5
المباني الخاصة 5
درجات الموثوقية 7
أولا الأماكن العادية 7
ثانيا- الأماكن الخاصة 7
منظومة الحماية من الصواعق والتأريض لمحطات البنزين 7
اعتبارات عامة 7
مانعات الصواعق الطبيعية 8
الموصلات الهابطة Down Conductor 9
مناطق الحماية النموذجية لقضبان الصواعق والكابلات 10
أولا منطقة الحماية من قضيب واحد 10
ثانيا- منطقة الحماية من قضيبين بينهما سلك معلق catenary wire 13
حساب المعاملات 13
ثالثا- منطقة حماية مانعة الصواعق المزدوجة Double Rod 15
حساب المعاملات 16
حساب الحد الأدنى لارتفاع المنطقة في المنتصف بين مانعات الصواعق 17
أولا- في حالة $L \leq Lc$ 17
ثانيا- حالة $L c \leq L \leq Lmax$ 17
حساب ابعاد المقاطع الأفقية 17
حساب المقطع الأفقى Lx 17
أولا في حالة $hx \geq hc$ 17
ثانيا في حالة $(hx < hc)$ 17
حساب عرض المقطع الأفقي في المنتصف بين مانعات الصواعق 18
حساب نصف القطر R0 18
رابعا- مناطق الحماية لقضبان الصواعق ذات الكابل المزدوج Double Catenry 19
حساب المعاملات 19
مناطق الحماية لمانعة الصواعق المغلقة 20
معادلة حساب ارتفاع مانع الصواعق 21
أولا- في حالة الموثوقية 0.99 21
ثانيا- في حالة الموثوقية 0.999 22
معادلات حسابات منظومة الأرضي لمحطات البنزين (البترول) 24
أولا- مقاومة الموصلات الأفقية 24
ثانيا- مقاومة قضبان الأرضى الرأسية 24
ثالثا-حساب المقاومة الكلية 25
درجات التصميم لمحطات البترول 26

الخطوات العملية 27
أولا -منظومة التأريض 27
ثانيا- منظومة الحماية من الصواعق 27
أولا -مظلة البنزين 27
أولا - حالة قضبان مع الأسلاك وحساب r0 28
ثانيا - حالة قضبان فقط بدون اسلاك ومعرفة r0 28
ثانيا -المباني الخدمية 42
حساب الحماية من الصواعق للخزانات الأرضية بطريقة Lmax-Ro 57
خطوات الحساب 57