



## كتاب (الجزء الأول)

# حسابات التأسيس والحماية من الصواعق طبقاً للمواصفات العالمية IEEE80 و BS 7430 و BS6651

Grounding and Lightning Calculations



تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادي جمعة



---

# الفصل الأول

---

منظومة الأرضى



**DEM**

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

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

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



---

## الفصل الثاني

---

حسابات تيار القصر



DEM

|    |                                                                                                 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | الفصل الثاني.....                                                                               |
| 4  | حسابات تيارات القصر .....                                                                       |
| 4  | حساب تيار القصر لمحول ثلاثى الأطوار .....                                                       |
| 4  | أولا حساب تيار القصر عند ملفات المحول الابتدائى Short circuit at primary side .....             |
| 4  | معادلة تيار القصر على الملف الابتدائى .....                                                     |
| 6  | العلاقة بين الميجا فولت أمبير للشبكة وتيار القصر لقواطع التيار المتوسط .....                    |
| 7  | استنتاج أقصى ميجا فولت أمبير للشبكة .....                                                       |
| 7  | معادلة أقصى ميجا فولت أمبير فى حالة القصر للشبكة .....                                          |
| 9  | حساب سعة القاطع (بالأمبير ) للوحدات الجهد المتوسط .....                                         |
| 10 | ثانيا حساب تيار القصر عند ملفات المحول الثانوية Short circuit at secondary side .....           |
| 13 | حساب تيار القصر على الثانوى بالمعادلة المختصرة .....                                            |
| 13 | حساب تيار القصر فى حالة أحادى الطور .....                                                       |
| 13 | حساب تيار القصر على الملف الابتدائى .....                                                       |
| 13 | حساب تيار القصر على الملف الثانوى .....                                                         |
| 14 | حساب تيار القصر عند كل نقطة .....                                                               |
| 19 | شروط ربط المحولات على التوازي .....                                                             |
| 19 | حساب تيار القصر لمحول افتراضى .....                                                             |
| 20 | خطوات الحساب .....                                                                              |
| 24 | حساب تيار القصر في حالة المولد .....                                                            |
| 29 | حساب تيار القصر عند أى نقطة .....                                                               |
| 29 | طريقة المقاومة .....                                                                            |
| 29 | معادلة تيار القصر لأى نقطة للتيار المتردد .....                                                 |
| 30 | حساب مقاومة الكابل فى حالة تيار القصر .....                                                     |
| 30 | شرح المعاملات .....                                                                             |
| 33 | المعادلة العامة لتيار القصر بطريقة نقطة - نقطة .....                                            |
| 34 | أولا معادلات حساب تيار القصر على الباسبار فى حالة جهد ثلاثى الطور .....                         |
| 34 | حساب تيار القصر المتمائل للثلاثة فاز ( $ISC_{LLL}$ ) .....                                      |
| 35 | 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 circuit    |
| 36 | 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 .....                                                          |
| 48 | ثانيا حساب تيار القصر على الباسبار فى حالة جهد أحادى الطور 1 فاز .....                          |
| 48 | حساب تيار القصر بين الفاز والمحايد .....                                                        |
| 49 | فى حالة تيار القصر بين الفاز والأرضى .....                                                      |
| 55 | ثالثا حساب تيار القصر على الباسبار فى حالة جهد مستمر DC Voltage .....                           |

|    |                                                                                            |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 55 | حساب تيار القصر بين الموجب والسالب.....                                                    |
| 56 | حساب تيار القصر بين الموجب والأرضى.....                                                    |
| 56 | الفرق بين N و C المذكورة.....                                                              |
| 56 | في حالة كابل متعدد القلوب Multi Core.....                                                  |
| 57 | في حالة كابل أحادى القلب.....                                                              |
| 59 | حسابات تيار القصر على اللوحة الرئيسية فى حالة التوصيل عن طريق البارات المعزولة Busway..... |
| 61 | أولا-حساب سعة البارات المدمجة.....                                                         |
| 67 | ثانيا - معادلات تيار القصر بين المحايد والفاز.....                                         |
| 67 | ثالثا معادلات تيار القصر بين الفاز والأرضى.....                                            |
| 74 | 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.....                                                 |
| 75 | ثالثا في حالة تيار القصر بين فاز و محايد.....                                              |
| 76 | 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.....                                                |
| 77 | 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.....               |
| 78 | ثانيا- في حالة تيار القصر بين فاز وأرضى.....                                               |
| 78 | حالة مساحة مقطع الفاز ضعف مساحة مقطع المحايد أو الأرضى.....                                |



---

## الفصل الثالث

---

حسابات شبكة الأرضى الخارجية



DEM

|          |                                                                             |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 6.....   | الفصل الثالث                                                                |
| 6 .....  | حسابات شبكة الأرضى الخارجية                                                 |
| 6 .....  | مراحل تصميم الشبكة الكهربائية                                               |
| 6 .....  | طرق حساب الشبكة الخارجية                                                    |
| 6 .....  | خطوات حسابات التأريض أو شبكة الأرضى الخارجية طبقا للمعايير العالمية BS 7430 |
| 7 .....  | حساب مساحة مقطع موصل التأريض الرئيسى                                        |
| 7 .....  | أولا- حساب مساحة مقطع موصل التأريض طبقا للمواصفات العالمية IEEE 80          |
| 8 .....  | ثانيا- حساب مساحة مقطع موصل التأريض طبقا للمواصفات العالمية BS 7430         |
| 18 ..... | ثانيا حساب مقاومة إلكتروود التأريض                                          |
| 19 ..... | أولا- حساب مقاومة إلكتروود التأريض الواحد (المفرد)                          |
| 19 ..... | شرح المعاملات                                                               |
| 19 ..... | أولا- طول الكلى للقضيب L                                                    |
| 20 ..... | ثانيا- المقاومة النوعية ( $\rho$ )                                          |
| 21 ..... | حساب مقاومة إلكتروودات التأريض المتوازية الكلية طبقا ل BS7430               |
| 22 ..... | طريقة حساب عدد أقضاب التأريض على الجانب الواحد ( $N_s$ )                    |
| 22 ..... | أولا - الشكل الهندسى للمبنى على شكل المربع أو المثلث                        |
| 22 ..... | ثانيا- الشكل الهندسى للمبنى مستطيل                                          |
| 23 ..... | 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 $\lambda$                                               |
| 25 ..... | حساب قيمة المعامل $\lambda$ فى حالة عدد من الأقضاب على شكل خط               |
| 26 ..... | 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                 |
| 28 ..... | حساب مقاومة قضبان التأريض المتوازية طبقا للمواصفات العالمية IEEE 142-2007   |
| 28 ..... | مقاومة قضيب التأريض الواحد                                                  |
| 29 ..... | مقاومة أقضاب التأريض لكل الأشكال                                            |
| 32 ..... | حساب مقاومة قضبان التأريض المتوازية طبقا للمواصفات العالمية IEC60364        |
| 33 ..... | حساب مقاومة إلكتروود التأريض على شكل مثلث متساوى الأضلاع                    |
| 38 ..... | حساب إلكتروودات تأريض على شكل صفيحة Plate                                   |
| 41 ..... | حساب مقاومة موصل التأريض                                                    |
| 44 ..... | أولا- حساب مقاومة موصل التأريض المستقيم                                     |
| 44 ..... | أولا حساب مقاومة موصل تأريض دائرى Circular earthing conductor               |

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

|     |                                                                                             |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 116 | حساب المقاومة الكلية للموقع .....                                                           |
| 130 | الطرق العملية لتقليل المقاومة للمواقع .....                                                 |
| 131 | خطوات إضافة إليكترودات (قضبان تأريض ) بالشبكة .....                                         |
| 137 | حساب التأريض لبيت القوى (القدرة) Power House .....                                          |
| 137 | تصميم الأرضى لبيت القدرة .....                                                              |
| 149 | الحماية الكاثودية وعلاقتها بالتأريض .....                                                   |
| 150 | منظومات الحماية الكاثودية Cathodic protection .....                                         |
| 150 | أستخدامات الحماية الكاثودية (الحماية عن طريق الجلفنة) .....                                 |
| 151 | منظومات الحماية باستخدام أقطاب التضحية Sacrificial Anodes .....                             |
| 151 | منظومات الحماية باستخدام التيار القسري Impressed Current .....                              |
| 152 | تصميم الأرضى لمحطات البترول .....                                                           |
| 158 | حساب مقاومة الشبكة الخارجية للمواقع .....                                                   |
| 158 | أسباب استخدام الشبكة .....                                                                  |
| 159 | طرق حساب مقاومة الشبكة للمواقع .....                                                        |
| 159 | أولا- حساب مقاومة الشبكة للمواقع طبقا لمعادلة Schwarz Equation .....                        |
| 159 | معادلات Schwarz Equations .....                                                             |
| 161 | شرح المعاملات .....                                                                         |
| 161 | معامل الشبكة $K_1$ .....                                                                    |
| 163 | معامل الشبكة $K_2$ .....                                                                    |
| 167 | حساب مقاومة الشبكة طبقا للمقاييس العالمية BS 7430 .....                                     |
| 168 | حساب مقاومة الشبكة طبقا للمقاييس العالمية (EN 50522 Annexure J2) .....                      |
| 169 | حساب مقاومة الشبكة طبقا للمقاييس العالمية ENA و IEEE 80 .....                               |
| 169 | أولا حساب مقاومة موصلات الشبكة .....                                                        |
| 170 | ثانيا حساب مقاومة قضبان التأريض .....                                                       |
| 172 | ثالثا حساب مقاومة الحث المتبادل بين قضبان التأريض .....                                     |
| 173 | رابعا- حساب مقاومة الشبكة الكلية .....                                                      |
| 177 | حساب مقاومة الأرضى لأبراج خطوط نقل الضغط (الجهد) العالى والمتوسط .....                      |
| 177 | أنواع الموصلات لمستخدمة فى نقل القوى .....                                                  |
| 178 | أولا- الألمنيوم: All Aluminum Conductor AAC .....                                           |
| 179 | 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 ACSR ..... |
| 179 | تأريض الأبراج وقيمة المقاومة المطلوبة .....                                                 |
| 180 | مساحة مقطع موصل التأريض .....                                                               |
| 181 | تأثير الموصل الأرضى الوقائي على مقاومة الأبراج إلى الأرض .....                              |

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



---

## الفصل الرابع

---

تصميم شبكة الأرضى والربط الداخلية والخارجية



DEM

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

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

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

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

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

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 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 الاديباديه Adiabatic Equation في حماية منظومة الجهد المنخفض.....   | 152 |
| لماذا تم فصل كل من تأريض محاييد المحول وتأريض جسم المحول ؟.....                     | 152 |
| دراسة الجهد في حالة توصيل المحاييد وجسم المحول على نقطة واحدة (بئر ارضى واحد).....  | 153 |
| الشروط الواجب توافرها في التصميم.....                                               | 154 |
| دراسة الجهد في حالة توصيل المحاييد على نقطة وجسم المحول على نقطة أخرى.....          | 154 |
| حساب مقطع كابل تأريض المحاييد 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 (FB) Functional bonding conductors.....                 | 179 |
| طريقة الربط.....                                                                    | 179 |
| أبعاد موصلات الشبكة الأرضية Mesh داخل قاعدة التسليح.....                            | 181 |
| مساحة مقطع موصلات الربط (FB) Functional bonding conductors.....                     | 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 |
| تأريض التسليح في المباني السكنية.....                                               | 189 |
| شبكة حمامات السباحة.....                                                            | 190 |
| الربط Bonding.....                                                                  | 191 |
| مواصفات الشبكة.....                                                                 | 191 |

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

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

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ملحق (4.8) .....                                                                  | 240 |
| مقاسات الجالندات 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 هوائى 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 التجاور على 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 UPS وخارج 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 1 فاز.....                                              | 250 |
| حساب شدة التيار على الدخول .....                                                  | 250 |
| حساب شدة التيار على الخروج.....                                                   | 250 |
| العلاقة بين تيار الدخل والخرج.....                                                | 250 |
| حساب التيار للشواحن 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 التأسيس والحماية من الصواعق طبقاً للمواصفات  
العالمية IEEE80 و BS 7430 و BS6651

Grounding and Lightning Calculations



تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادي جمعة



---

## الفصل الخامس

---

أنظمة الأرضى وحماية المغذيات



**DEM**

|    |                                                               |
|----|---------------------------------------------------------------|
| 11 | الفصل الخامس                                                  |
| 11 | أنظمة الأرضى المختلفة وحماية المغذيات                         |
| 11 | أولا طرق تأريض عند الشبكة (المصدر)                            |
| 11 | أولا تأريض المباشر (solid grounding)                          |
| 11 | ثانيا : تأريض بمقاومة (resistance grounding)                  |
| 12 | ثالثا : تأريض بمفاعلة (reactance grounding)                   |
| 12 | رابعا : تأريض عن طريق كاجب للقوس (arc-suppression coil)       |
| 12 | خامسا : التأريض باستخدام محولات التأريض Grounding Transformer |
| 13 | طرق التأريض العالمية                                          |
| 15 | تعريفات هامة                                                  |
| 15 | الفولطية الأمنة Safty voltage                                 |
| 15 | مقاومة الجسم البشرى Human resistance                          |
| 15 | أقصى تيار يتحمله الجسم البشرى                                 |
| 15 | فى حالة فولطية أمنة = 50 فولت                                 |
| 15 | فى حالة فولطية أمنة = 25 فولت                                 |
| 15 | فى حالة فولطية أمنة = 12 فولت                                 |
| 15 | تيار القصر Fault Current                                      |
| 16 | الحماية Protection                                            |
| 16 | أنواع الحماية Protection Type                                 |
| 16 | التلامس الغير مباشر indirect touching                         |
| 16 | مسار تيار الخطأ Fault Current loop                            |
| 17 | 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                               |
| 18 | أولا شرح نظام TT                                              |
| 18 | التعريف بالنظام من حيث عدد الأسلاك                            |
| 19 | 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 الخطأ                                             |
| 20 | معادلة جهد اللمس (ناحية المستهلك)                             |
| 20 | حساب التيار فى حالة القصر                                     |
| 20 | النتائج                                                       |

|    |                                                                                         |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 21 | كيفية تحقيق الفلطفية الأمانة فى نظام TT                                                 |
| 21 | أولا-فى الأماكن الجافة                                                                  |
| 21 | ثانيا-فى الأماكن الرطبة                                                                 |
| 23 | تصميم اللوحة الكهربائية فى حالة النظام TT                                               |
| 24 | شرح نظام TN-S                                                                           |
| 25 | 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                                  |
| 26 | حساب معاوقة تيار الخطأ $Z_F$ طبقا لمسار الخطأ                                           |
| 27 | أولا حساب تيار القصر فى حالة جهد أحادى الطور                                            |
| 27 | أولا- مساحة مقطع الفاز (الحى) = مساحة مقطع كابل الأرضى                                  |
| 27 | معادلة تيار الخطأ                                                                       |
| 28 | معادلة جهد اللمس                                                                        |
| 28 | دراسة حالة جهد اللمس فى 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 فى حالة $R_{PH} = 2 R_E$ وجهد 230 فولت                                 |
| 29 | دراسة تيار العطل Fault Current فى حالة TN-S                                             |
| 29 | أولا- فى حالة حدوث خطأ بين الفاز والمحايد                                               |
| 29 | ثانيا- فى حالة حدوث خطأ بين الفاز والأرضى                                               |
| 31 | النتائج لحالة 1 فاز                                                                     |
| 31 | ثانيا دراسة حالة تيار قصر و جهد 3 فاز                                                   |
| 32 | معادلة تيار القصر                                                                       |
| 32 | دراسة حالة الجهد فى حالة $R_{PH} = R_E$ وجهد 230 / 400 فولت                             |
| 33 | دراسة حالة الجهد فى حالة $R_{PH} = 2R_E$ وجهد 230 / 400 فولت                            |
| 33 | حساب تيار القصر فى حالة 3 أوجه                                                          |
| 34 | حساب تيار القصر عدديا                                                                   |
| 34 | النتائج                                                                                 |
| 34 | العلاقة بين تيار الخطأ فى حالة ثلاثى الطور و أحادي الطور                                |
| 35 | طرق تحقيق الحماية فى حالة النظام TNS                                                    |
| 35 | أولا طريقة الممانعة (المعاوقة) فى حالة القواطع المنمنمة (MCB) Miniature Circuit breaker |
| 36 | أولا- حساب معاوقة الخطأ $Z_F$                                                           |
| 36 | حساب معاوقة المصدر الخارجية $Z_e$                                                       |
| 37 | قيمة معاوقة مساحة مقطع الفاز والأرضى $Z_C$                                              |
| 39 | ثانيا- معاوقة القاطع $Z_s$                                                              |
| 39 | أولا الطريقة الحسابية                                                                   |
| 39 | شرح المعاملات                                                                           |

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

|            |                                                                                      |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 67         | معامل نسبة المساحة Km                                                                |
| 68         | 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                 |
| 70         | حساب أقصى طول فى حالة TN طبقا للجدول                                                 |
| 70         | المعادلة الرئيسية                                                                    |
| 71         | حالات توصيل أكثر من كابل على الفازة                                                  |
| 71         | حالة المغذيات وبوادي الحركة فيما عدا ستار دلتا                                       |
| 71         | حالة ستار دلتا والكابل متعدد القلوب                                                  |
| 71         | حالة ستار دلتا والكابل المستخدم احادي القلب                                          |
| 81         | الشكل التنفيذي للعلاقة بين الشبكة والمستهلك                                          |
| 84         | 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                                         |
| 85         | تصميم اللوحة الكهربائية فى حالة النظام TNC                                           |
| TN - C - S | شرح نظام                                                                             |
| 86         |                                                                                      |
| 86         | التعريف بالنظام من حيث عدد الأسلاك                                                   |
| 87         | العلاقة بين أرضى المستهلك وأرضى الشبكة                                               |
| 87         | نتائج جهد اللمس وتيار القصر الناتج عن النظام                                         |
| 90         | دراسة حالة قطع خط التعادل على المستهلك                                               |
| 90         | تصميم اللوحة الكهربائية فى حالة النظام TNC-S                                         |
| 92         | شرح نظام IT                                                                          |
| 92         | خصائص النظام                                                                         |
| 95         | دراسة جهد اللمس وتيار القصر عند العطل الأول                                          |
| 95         | أولا دراسة تيار القصر                                                                |
| 96         | ثانيا دراسة جهد اللمس                                                                |
| 96         | دراسة تيار الخطأ الثانى                                                              |
| 96         | معدلات أقصى طول للكابل لتيار الخطأ الثانى 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                    |
| 98         | العلاقة بين نظام IT ونظام TN بالنسبة 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     |
| 99  | أولاً-مساحة مقطع الفاز = مساحة مقطع الأرضى ( $SPH = SE$ ) أى ( $m = 1$ )        |
| 99  | ثانياً-مساحة مقطع الفاز = ضعف مساحة مقطع الأرضى ( $SPH = 2 SE$ ) أى ( $m = 2$ ) |
| 100 | حساب أقصى طول للكابل                                                            |
| 100 | أولاً - طريقة المعاملات                                                         |
| 103 | ثانياً - طريقة الجداول                                                          |
| 106 | تصميم اللوحة الكهربائية فى حالة النظام IT                                       |
| 108 | العلاقة بين أنظمة التأريض المختلفة للشبكة والمستهلك                             |
| 110 | كيف اختيار نظام الأرضى عملياً                                                   |
| 110 | أولاً - المنشآت الصناعية والتجارية والسياحية                                    |
| 110 | أولاً- فى حالة وجود محول /محولات فى المشروع                                     |
| 111 | ثانياً- فى حالة عدم وجود محول                                                   |
| 111 | الحالة الأولى                                                                   |
| 111 | الحالة الثانية                                                                  |
| 112 | ثانياً - المنشآت الهامة                                                         |
| 112 | أولاً المستشفيات                                                                |
| 112 | ثانياً- مراكز المعلومات والمنشآت الهامة                                         |
| 113 | تعليق ختامى                                                                     |
| 114 | ملاحق الفصل الخامس                                                              |
| 115 | ملحق ( 5.1 )                                                                    |
| 115 | (القواطع)                                                                       |
| 115 | أولاً لقواطع المنمنمة Miniature Circuit breaker                                 |
| 115 | التعريف                                                                         |
| 115 | عدد الأقطاب                                                                     |
| 116 | التيار المقتن للقواطع المنمنمة ( $I_n$ )                                        |
| 116 | جهد التشغيل U                                                                   |
| 117 | سعة القطع (KA)                                                                  |
| 117 | تصنيف القواطع المنمنمة (المصغرة)                                                |
| 117 | المنطقة I                                                                       |
| 117 | المنطقة II                                                                      |
| 117 | المنطقة III                                                                     |
| 118 | حدود التشغيل للفصل المغناطيسى                                                   |
| 118 | حدود التشغيل للفصل المغناطيسى للفئة B                                           |
| 118 | حدود التشغيل للفصل المغناطيسى للفئة C                                           |
| 118 | حدود التشغيل للفصل المغناطيسى للفئة D                                           |
| 118 | المنطقة IV                                                                      |
| 119 | انهيار القاطع                                                                   |

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

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

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

|     |                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------------------|
| 195 | ..... ثانيا حالة ال UPS الذي لا يحتوي على محول Transformer less UPS |
| 195 | ..... خصائص                                                         |
| 195 | ..... المميزات                                                      |
| 196 | ..... خامسا- الحالات القابلة لربط المحايد بالأرضى                   |
| 198 | ..... خصائص المسار الجانبى المزود بمحول عزل                         |
| 199 | ..... 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                                                 |
| 200 | ..... الحالة الثانية                                                |
| 200 | ..... تاسعا- مساحة مقطع موصل التأريض                                |
| 201 | ..... ملحق (5.6)                                                    |
| 201 | ..... الفرق في الاستخدام بين قاطع 3P وبين قاطع 4P للمولدات          |
| 201 | ..... أرضى النظام System Grounding                                  |
| 201 | ..... أرضى المعدات Equipment Grounding                              |
| 201 | ..... نظام الأرضى المحايد Neutral Grounding System                  |
| 202 | ..... نظام المحايد الصلب Solid neutral system                       |
| 207 | ..... 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       |
| 208 | ..... ثالثا - الحماية من التيار المتسرب Residual current protection |
| 208 | ..... رابعا - حالة خاصة للمباني الهامة                              |
| 208 | ..... خامسا - المولدات                                              |
| 209 | ..... أنواع القواطع المنمنمة                                        |
| 211 | ..... اختيار القاطع طبقا لنظام الأرضى                               |
| 211 | ..... أنواع أنظمة الأرضى                                            |
| 211 | ..... العلاقة بين القاطع المنمنم و نظام الأرضى المستخدم             |
| 213 | ..... شرح الرموز المتعلقة بالجدول (5.6.2)                           |
| 214 | ..... خامسا-علاقة المولد باختيار القاطع ثلاثى او رباعي              |



---

## الفصل السادس

---

حساب نظام حصيرة الأرضي



DEM

|    |                                                                                  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | ..... الفصل السادس                                                               |
| 4  | ..... تصميم حصيرة الأرضي                                                         |
| 4  | ..... Grounding Mesh (Grid) تصميم حصيرة الأرضي                                   |
| 5  | ..... Touch Potential تعريف جهد اللمس                                            |
| 6  | ..... Step Potential جهد الخطوة                                                  |
| 7  | ..... Transfer Voltage جهد الانتقال                                              |
| 9  | ..... حسابات الحصيرة                                                             |
| 14 | ..... short circuit حساب تيار القصر                                              |
| 14 | ..... أولاً حساب تيار الخطأ بين الثلاث فازات                                     |
| 16 | ..... Phase to Ground Fault استنتاج معادلة تيار الخطأ بين فاز وأرضي              |
| 17 | ..... Grounding cable cross section حساب مساحة مقطع الموصل التأريض               |
| 20 | ..... حساب معامل التغيير السطحي                                                  |
| 21 | ..... Step Voltage حساب جهد الخطوة                                               |
| 21 | ..... أولاً لشخص يزن 70 كيلو                                                     |
| 21 | ..... ثانياً لشخص يزن 50 كيلو                                                    |
| 22 | ..... Touch Voltage حساب جهد اللمس                                               |
| 22 | ..... أولاً لشخص يزن 70 كيلو                                                     |
| 22 | ..... ثانياً لشخص يزن 50 كيلو                                                    |
| 22 | ..... mesh dimension وضع أبعاد الحصيرة المبدئي                                   |
| 23 | ..... mesh perimeter حساب محيط الحصيرة                                           |
| 24 | ..... no of Conductors Y حساب عدد الموصلات في اتجاه X والاتجاه Y                 |
| 24 | ..... Total Length في اتجاه X والاتجاه Y حساب الطول الكلي                        |
| 25 | ..... Y حساب الطول الكلي لكل من X والاتجاه Y                                     |
| 25 | ..... Earthing rod حساب الطول الكلي لقضبان التأريض                               |
| 27 | ..... حساب الطول الكلي لكل من قضبان التأريض والموصلات                            |
| 27 | ..... Mesh Area حساب مساحة الحصيرة                                               |
| 27 | ..... Resistance of grounding system حساب مقاومة الحصيرة                         |
| 28 | ..... Decrement factor (الاضمحلال) حساب معامل التناقص                            |
| 31 | ..... حساب تيار المار في شبكة التأريض                                            |
| 32 | ..... حساب جهد شبكة التأريض                                                      |
| 32 | ..... خطوة تحقيق أولى                                                            |
| 33 | ..... حساب معاملات الشكل الهندسي للشبكة                                          |
| 34 | ..... Correction factor for grid geometry حساب معامل التصحيح الهندسي للشبكة      |
| 34 | ..... Corrective weighting factor حساب معامل عدم الانتظام الجهد على أركان الشبكة |

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



## كتاب (الجزء الثالث)

# حسابات التأسيس والحماية من الصواعق طبقاً للمواصفات العالمية IEEE80 و BS 7430 و BS6651

Grounding and Lightning Calculations



تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادي جمعة



---

## الفصل السابع

---

تأريض الشيلد ومحولات التيار وال NGR



DEM

|    |                                                                                              |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3  | ..... الفصل السابع                                                                           |
| 3  | ..... تأريض الشيلد ومحولات التيار و NGR                                                      |
| 3  | ..... أولا- تأريض الشيلد                                                                     |
| 3  | ..... أولا في حالة كابلات الجهد المتوسط ثلاثى القلب                                          |
| 3  | ..... ثانيا في حالة كابلات أحادية القلب                                                      |
| 5  | ..... حساب التيار الدائر المار في الستارة                                                    |
| 6  | ..... ثانيا- تأريض محولات التيار                                                             |
| 7  | ..... أولا في حالة التشغيل                                                                   |
| 7  | ..... ثانيا في حالة التوقف                                                                   |
| 8  | ..... مساحة مقطع الكابل الأرضى                                                               |
| 8  | ..... ثالثا - حساب مقاومة الأرضى والكابل NGR في حالة الجهد المتوسط                           |
| 9  | ..... أولا- حساب المقاومة                                                                    |
| 9  | ..... حساب جهد المحايد - الأرضى                                                              |
| 9  | ..... أولا- حالة المحول                                                                      |
| 10 | ..... ثانيا- حالة المولد                                                                     |
| 10 | ..... حساب تيار المحايد - الأرضى                                                             |
| 10 | ..... أولا- حالة المحول                                                                      |
| 10 | ..... ثانيا- حالة المولد                                                                     |
| 11 | ..... حساب مقاومة المحايد - الأرضى                                                           |
| 11 | ..... ثانيا-حساب محول التيار                                                                 |
| 11 | ..... ثالثا- حساب الكابل                                                                     |
| 17 | ..... رابعا - حساب مساحة مقطع بارات الأرضى Earthing Busbar داخل لوحات الكهرباء للجهد المنخفض |



---

## الفصل الثامن

---

منظومة الصواعق



**DEM**

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



---

## الفصل التاسع

---

حساب منظومة الحماية من الصواعق



DEM

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

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



---

## الفصل العاشر

---

نظام الكرة المتدحرجة والحماية الزاوية



DEM

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



---

# الفصل الحادي عشر

---

محددات الجهد المفاجئ



**DEM**

|    |                                                                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------|
| 3  | .....الفصل الحادي 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  | .....Rated voltage (Un) الجهد المقتن                                          |
| 4  | .....Design voltage جهد التصميم                                               |
| 4  | .....Power Frequency Voltage جهد الصمود                                       |
| 4  | .....Impulse Withstand Voltage جهد الصمود الدفعي المقتن                       |
| 4  | .....Voltage Category فئات الجهد                                              |
| 5  | .....أنواع محددات الجهد SPD                                                   |
| 5  | .....النوع الأول 1 - SPD Type                                                 |
| 5  | .....خصائص النوع الأول                                                        |
| 6  | .....النوع الثاني 2 - SPD Type                                                |
| 6  | .....العلاقة بين محددات الجهد المفاجئة (العابرة) وكثافة الوميض الضوئي Ng      |
| 7  | .....النوع الثالث 3 - SPD Type                                                |
| 8  | .....قيمة تيار الصعق الأقصى المصمم عليه محددات موجات الجهد المفاجئة (العابرة) |
| 9  | .....أنواع الحماية الناتجة عن محددات الجهد المفاجئة (العابرة)                 |
| 9  | .....أولاً- حماية عامة Common Mode                                            |
| 9  | .....ثانياً- حماية تفاضلية Differential Mode                                  |
| 10 | .....الملائمة مع أنظمة الأرضى بالنسبة لنوعى الحماية العامة والتفاضلية         |
| 10 | .....أنواع الحماية الواجبة لمحددات الجهد المفاجئة (العابرة)                   |
| 11 | .....الطرق العامة لحماية محددات الجهد المفاجئ                                 |
| 12 | .....نظرية عمل محددات الجهد المفاجئ                                           |



---

## الفصل الثاني عشر

---

التأريض والحماية من الصواعق للخلايا الشمسية



DEM

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

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

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



---

## الفصل الثالث عشر

---

الربط بين أنظمة التأريض المختلفة



DEM

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



---

## الفصل الرابع عشر

---

علاقة التوافق المغناطيسي بالتأريض



DEM

|    |                                                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | الفصل الرابع عشر .....                                                               |
| 4  | علاقة التوافق الكهرومغناطيسي بنظام التأريض .....                                     |
| 4  | تعريف التوافق الكهرومغناطيسي (EMC) .....                                             |
| 4  | أمثلة على عدم التوافق الكهرومغناطيسي .....                                           |
| 4  | علاقة التوافق الكهرومغناطيسي بنظام التأريض .....                                     |
| 5  | التوصيات الصحيحة لنظام تأريض صحيح بتوافق مغناطيسي .....                              |
| 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 .....                  |
| 6  | أولا- شبكات الترابط المعزولة (IBN) Isolated Bonding Network .....                    |
| 6  | خصائصها .....                                                                        |
| 6  | ثانيا -شبكات الترابط المشتركة (CBNs) Common Bonding Network .....                    |
| 6  | خصائصها .....                                                                        |
| 7  | ثالثا - شبكة الترابط للشبكة Mesh Bonding Network (MESH-BN) .....                     |
| 7  | خصائصها .....                                                                        |
| 8  | رابعا - شبكات الترابط المعزولة للشبكة Mesh Isolated Bonding Network (MESH-iBN) ..... |
| 8  | خصائصها .....                                                                        |
| 9  | خامسا - شبكات الترابط المشتركة للشبكة Common Bonding Network (CBNs) .....            |
| 9  | خصائصها .....                                                                        |
| 13 | رابعا - استخدام موصل التأريض المتوازي (PEC) Parallel Earthing Conductor .....        |
| 13 | ما هو الموصل المتوازي؟ .....                                                         |
| 15 | خامسا - استخدام الأرض المرتفعة Raised Floor .....                                    |
| 16 | سادسا - تمديدات الكابلات بطريقة صحيحة .....                                          |
| 16 | أولا - الكابلات الممتدة في الهواء .....                                              |
| 16 | أولا -المسافة الفاصلة بين حوامل الكابلات .....                                       |
| 18 | ثانيا- المسافة الفاصلة بين الكابلات .....                                            |
| 19 | ثالثا - نوع حامل الكابلات .....                                                      |
| 20 | رابعا - معامل الملء أو الاشغال داخل حامل الكابلات .....                              |
| 21 | خامسا- الالتزام بتمديد نوع واحد على حامل الكابلات .....                              |
| 21 | سادسا- زيادة عمق حامل الكابلات وتغطية حامل الكابلات .....                            |
| 22 | 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 .....                                         |
| 24 | ثانيا -الكابلات المدفونة في الأرضى .....                                             |
| 24 | شروط تمديد الكابلات المدفونة مباشرة فى الأرض .....                                   |
| 24 | مواصفات خندق (Trench) الكابلات المدفونة مباشرة فى الأرض .....                        |
| 28 | سابعا - استخدام الكابلات الشيلد و المسلحة .....                                      |
| 30 | ثامنا - استخدام مصدر استمرارية القدرة ups .....                                      |

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



---

## الفصل الخامس عشر

---

تصميم منظومة الحماية من الصواعق والأرضى لمحطات البنزين



DEM

|    |                                                                            |
|----|----------------------------------------------------------------------------|
| 4  | الفصل الخامس عشر.....                                                      |
| 4  | تصميم منظومة الحماية من الصواعق والأرضى لمحطات البنزين.....                |
| 5  | تصنيف المنشآت طبقا للحماية من الصواعق.....                                 |
| 5  | المباني العادية.....                                                       |
| 5  | المباني الخاصة.....                                                        |
| 7  | درجات الموثوقية.....                                                       |
| 7  | أولا الأماكن العادية.....                                                  |
| 7  | ثانيا- الأماكن الخاصة.....                                                 |
| 7  | منظومة الحماية من الصواعق والتأريض لمحطات البنزين.....                     |
| 7  | اعتبارات عامة.....                                                         |
| 8  | مانعات الصواعق الطبيعية.....                                               |
| 9  | الموصلات الهابطة Down Conductor.....                                       |
| 10 | مناطق الحماية النموذجية لقضبان الصواعق والكابلات.....                      |
| 10 | أولا منطقة الحماية من قضيب واحد.....                                       |
| 13 | ثانيا- منطقة الحماية من قضيبين بينهما سلك معلق catenary wire.....          |
| 13 | حساب المعاملات.....                                                        |
| 15 | ثالثا- منطقة حماية مانعة الصواعق المزدوجة Double Rod.....                  |
| 16 | حساب المعاملات.....                                                        |
| 17 | حساب الحد الأدنى لارتفاع المنطقة في المنتصف بين مانعات الصواعق.....        |
| 17 | أولا- في حالة $L \leq L_c$ .....                                           |
| 17 | ثانيا- حالة $L_c \leq L \leq L_{max}$ .....                                |
| 17 | حساب ابعاد المقاطع الأفقية.....                                            |
| 17 | حساب المقطع الأفقى $L_x$ .....                                             |
| 17 | أولا في حالة $h_x \geq h_c$ .....                                          |
| 17 | ثانيا في حالة $(h_x < h_c)$ .....                                          |
| 18 | حساب عرض المقطع الأفقى في المنتصف بين مانعات الصواعق.....                  |
| 18 | حساب نصف القطر $R_0$ .....                                                 |
| 19 | رابعا- مناطق الحماية لقضبان الصواعق ذات الكابل المزدوج Double Catenry..... |
| 19 | حساب المعاملات.....                                                        |
| 20 | مناطق الحماية لمانعة الصواعق المغلقة.....                                  |
| 21 | معادلة حساب ارتفاع مانع الصواعق.....                                       |
| 21 | أولا- في حالة الموثوقية 0.99.....                                          |
| 22 | ثانيا- في حالة الموثوقية 0.999.....                                        |
| 24 | معادلات حسابات منظومة الأرضى لمحطات البنزين (البترول).....                 |
| 24 | أولا- مقاومة الموصلات الأفقية.....                                         |
| 24 | ثانيا- مقاومة قضبان الأرضى الرأسية.....                                    |
| 25 | ثالثا-حساب المقاومة الكلية.....                                            |
| 26 | درجات التصميم لمحطات البترول.....                                          |

|    |                                                                     |
|----|---------------------------------------------------------------------|
| 27 | الخطوات العملية.....                                                |
| 27 | أولا -منظومة التأريض.....                                           |
| 27 | ثانيا- منظومة الحماية من الصواعق.....                               |
| 27 | أولا -مظلة البنزين.....                                             |
| 28 | أولا - حالة قضبان مع الأسلاك وحساب $r_0$ .....                      |
| 28 | ثانيا - حالة قضبان فقط بدون اسلاك ومعرفة $r_0$ .....                |
| 42 | ثانيا -المباني الخدمية.....                                         |
| 57 | حساب الحماية من الصواعق للخرانات الأرضية بطريقة $L_{max}-R_0$ ..... |
| 57 | خطوات الحساب.....                                                   |



---

## الفصل السادس عشر

---

قياس مقاومة الأرضى والمقاومة النوعية



|    |                                                               |
|----|---------------------------------------------------------------|
| 3  | الفصل السادس عشر                                              |
| 3  | قياس مقاومة الأرضى والمقاومة النوعية                          |
| 3  | أولا - طريقة هبوط الجهد Fall -Off – Potential Method          |
| 4  | مبدأ اختبار مقاومة الأرضى                                     |
| 4  | شكل التوصيل والمسافة بين القضبان                              |
| 4  | أولا - شكل التوصيل                                            |
| 5  | ثانيا- المسافة بين القضبان                                    |
| 5  | شرح قاعدة 62%                                                 |
| 6  | ماذا يحدث أثناء الاختبار                                      |
| 7  | وظيفة القطب P و C                                             |
| 7  | لماذا لا نضع القطبين P و C بجوار قطب E                        |
| 7  | كيف نتأكد أن القراءة صحيحة                                    |
| 8  | منحنى هبوط الجهد                                              |
| 10 | أهم الأخطاء التي يجب تجنبها                                   |
| 11 | ثانيا- طريقة الكماشة Clamp-On                                 |
| 11 | نظرية عمل الكماشة Clamp-On                                    |
| 12 | مبدأ العمل                                                    |
| 12 | متى تكون مفيدة؟                                               |
| 13 | العوامل التي تؤثر على نتيجة قياس مقاومة الأرضى                |
| 14 | حساب المقاوة النوعية للتربة بطريقة Four-Point Earthing Method |