



كتاب (الجزء الأول)

تصميم وحسابات لوحات الجهد المنخفض

Low voltage panels Design and Calculations



تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادي جمعة



الفصل الأول

تعريفات ومفاهيم



DEM

4	الفصل الأول.....
4	مفاهيم كهربية
4	أولاً-مفاهيم كهربية خاصة بالقدرة
4	الحمل الكهربي Electrical Load.....
4	الفاز phase.....
4	نظام ثلاثى الأطوار (3 فاز).....
4	نظام أحادى الطور (1 فاز).....
4	النظم الكهربية.....
5	أولاً النظام ثلاثى الطور - 3 سلك (بدون محايد) أو 3phase , 3 wire
5	ثانياً النظام ثلاثى الطور - 4 سلك أو 3phase , 4 wire
5	ثانياً النظام ثلاثى الطور - 5 سلك أو 3phase , 5 wire
7	الجهود القياسية للجهد المنخفض U_T/U_1
7	بارات النحاس المدمجة Busway.....
8	المغذى Feeder.....
8	بادئ الحركة Starter.....
8	أنواع بوادىء الحركة في الجهد المنخفض.....
8	القائد Drive.....
9	الكونتكتور Contactor.....
9	الأوفرلود Overload.....
9	فصل التوازى Shunt trip.....
9	مفتاح الطوارئ Emergency stop.....
10	الحصان Horse power.....
10	تيار التشغيل (Nominal Current (Operation Current)
10	تيار البدء Starting Current
10	قاطع رئيسى (قاطع دخول)
10	مفهوم الشبكة.....
11	القدرات القياسية للمحركات Standard Motor Rating

15	..... ثانيا-تعريفات ومفاهيم خاصة بدوائر التحكم
15	..... أنواع التلامسات Contacts
16	..... أنواع الريليات
16	..... مكونات ريلاي التحكم
16	..... أولا الريليات العادية
17	..... أولا-البوبينة Coil
17	..... ثانيا -جهد البوبينة Coil Voltage
17	..... ثالثا -أطراف البوبينة
17	..... رابعا -النقاط المساعدة
18	..... خامسا - قاعدة الريلاى Relay base
18	..... ترقيم القاعدة
20	..... ثانيا الريليات الخاصة
23	..... الكونتاكتور Contactors
25	..... وظيفة الكونتاكتور
25	..... سعة الكونتاكتور
25	..... الخصائص الرئيسية للكونتاكتور
25	..... مبدأ عمل الكونتاكتور
25	..... متى يفصل الكونتاكتور
26	..... لماذا يفصل الكونتاكتور؟
26	..... سبب سماع صوت ازيز (زنة) للكونتاكتور
26	..... المفاتيح الكهربائية Switches



الفصل الثاني

القواطع الكهربائية



DEM

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

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

26	عدد الأقطاب.....
26	فى حالة الجهد 1 فاز
27	فى حالة الجهد 3 فاز
29	درجات توصيل قاطع التسريب فى اللوحات المنزلية.....
29	الدرجة الأولى
31	الدرجة الثانية
33	الدرجة الثالثة
35	الدرجة الرابعة.....
37	الدرجة الخامسة.....
38	درجات لوحات الانارة الخارجية (لأنارة الطرق)
38	فى حالة مصد الجهد ثلاثى الطور
38	الدرجة الأولى
38	الدرجة الثانية
40	ملاحق الفصل الثاني
41	ملحق (2.1)
41	مقارنة بين القواطع
42	ملحق (2.2)
42	تعريفات ومفاهيم عن القواطع
45	تقسيم القواطع الكهربائية.....
45	وحدات الفصل الاليكتروني
45	النوع الأول
45	النوع الثاني
46	النوع الثالث
47	النوع الرابع
48	قيمة ضبط التيار للوحدات الاليكترونية
50	ملحق (2.3)
50	مفاتيح التوصيل والفصل Disconnecting Switches

50	التعريف
50	انواعه
50	أولا- نوع بلا مصهرات Non Fused Disconnecting switch
51	الخصائص
51	ثانيا- نوع بمصهرات Fused Disconnecting switch
51	التركيب
52	أهميته
53	التيار المقنن
53	عدد الأقطاب
53	جهد التشغيل
54	الوظيفة
54	الفرق بين القاطع Circuit Breaker ومفتاح الفصل Disconnecting Switch
56	ملحق (2.4)
56	تداخل القواطع
56	متى نستخدم قاطع مقولب MCCB و متى نستخدم قاطع هوائي ACB
56	أولا-المغذيات
57	ثانيا -بوادئ الحركة
57	متى نستخدم قاطع منمنم MCB و متى نستخدم مقولب MCCB
57	أولا-المغذيات
58	ثانيا -بوادئ الحركة



الفصل الثالث

بوادئ الحركة



DEM

6	الفصل الثالث
6	بواى الحركة
6	أولا- بواى الحركة مباشر على الخط (DOL) Direct on line
6	المكونات
7	أولا- القاطع Circuit breaker
8	ثانيا - الكونتاكتور
8	ثالثا - أوفرلود
8	خصائص بواى الحركة مباشر على الخط
9	خصائص تيار البدء Starting current
10	توصيل الكابلات على المحرك
10	دائرة القدرة و التحكم
11	شرح دائرة التحكم
12	ثانيا - بواى الحركة من النوع ستار دلتا Star Delta
12	مكونات بواى الحركة ستار دلتا
12	أولا- القاطع Circuit Breaker
12	ثانيا - الكونتاكتور
12	ثالثا - الأوفرلود
13	رابعا- مؤقت زمنى Timer
14	خصائص تيار البدء Starting current
15	جهد المحركات ستار دلتا
16	قاعدة الجهد المطبق فى حالة ستار دلتا
17	حالة جهد الخط 380 فولت
17	فى حالة جهد الخط 400 فولت
19	لماذا نستخدم محرك ستار دلتا؟
19	استنتاج العلاقة بين التيار المار فى كونتاكتور ستار و المار فى كونتاكتور دلتا (هام)
21	توصيل المحرك لكي يعمل ستار دلتا
22	أولا توصلية نجمة Star

22	..... ثانيا توصلية دلنا Delta ويرمز لها بالرمز Δ
23	..... شرح دائرة التحكم
26	..... ثالثا - بادئ حركة تدريجي ناعم Soft starter drive
27	..... نظرية العمل
27	..... Starting current خصائص تيار البدء
28	..... أنواع بوادئ الحركة التدريجة الناعمة
28	..... بادئ حركة تدريجي ناعم مستمر Continous
28	..... بادئ حركة تدريجي ناعم بكونتاكتور جانبي Bypass Contactor
29	..... مكونات بادئ الحركة التدريجي الناعم
30	..... نظرية التشغيل
30	..... العوامل الخارجية المؤثرة على اختيار بادئ الحركة التدريجي الناعم
30	..... الارتفاع عن سطح البحر Altitude
30	..... درجة حرارة الهواء المحيط
34	..... دائرة التحكم ببادئ الحركة التدريجي الناعم
37	..... شرح دائرة التحكم
37	..... أولا فى الوضع اليدوي (M) Manual
37	..... ثانيا فى الوضع الأتوماتيك (A) Auto
38	..... كيفية تشغيل عدد من المحركات ببادئ جركة تدريجي ناعم على التتابع
38	..... عيوب هذه الطريقة
39	..... رابعا - بادئ حركة متغير السرعات (التردد) Variable Frequency (Speed) drive (VSD)
39	..... أسماء مغير السرعات
40	..... العوامل المؤثرة على اختيار مغير السرعات
40	..... أولا- حجم أو أبعاد مغير السرعات
41	..... ثانيا - مكونات بادئ الحركة من النوع مغير السرعات
41	..... ثالثا - خصائص تيار البدء Starting current
42	..... رابعا - مكونات القائد Drive مغير السرعات
42	..... المقوم Rectifiers

43	.....Filter / DC Bus المرشح
43	..... Inverter المبدل
43	..... خامسا - خصائص التشغيل
44	..... سادسا - نظرية عمله
45	..... Variable Speed drive أنواع مغير السرعات
45	..... ثامنا - مميزات Advantages مغير السرعة
45	..... توفير الطاقة الكهربائية
46	..... تحسين معامل القدرة
46	..... تاسعا - عيوب Disadvantages مغير السرعة
46	..... عاشرا - استخدامات مغير السرعة
47	..... حادي عشر - علاقة مغير السرعة بمعامل القدرة
47	..... ثاني عشر - كفاءة مغير السرعة
48	..... ثالث عشر - التوصيل على المحرك ببادئ حركة مغير سرعات
48	..... رابع عشر - العوامل المؤثرة على اختيار بادئ الحركة متغير السرعات
52	..... خامس عشر - دائرة القوى والتحكم لبادئ الحركة مغير السرعة
54	..... شرح دائرة التحكم
54	..... أولا فى الوضع اليدوي (M) Manual
54	..... فى حالة حدوث عطل
54	..... ثانيا فى الوضع الأتوماتيك (A) Auto
55	..... سادس عشر - كيف يمكن استخدام مغير سرعات واحد لعدد من المحركات ؟
56	..... سابع عشر - أنواع مغير السرعات من ناحية التوافقيات
57	..... ثامن عشر - طرق تقليل التوافقيات فى حالة مغير السرعات 6 نبضة Pulse
57	..... ملف AC Line Reactor
58	..... وظيفته
58	..... تركيبه
58	..... أنواعه
59	..... استخدام DC – Link

59	.....Autotransformer	خامسا - بادئ حركة من خلال محول ذاتى
60	.....Single phase Conrol transformer	نظرية عمل محول 1 فاز
61	.....	نظرية عمل المحول الذاتى 3 فاز
63	.....	العلاقة بين تيار البدء فى حالة مباشر على الخط و تيار البدء للمحول الذاتى
66	.....	دائرة التحكم والقدرة للمحول الذاتى
66	.....	شرح طريقة التشغيل
66	.....	شرح دائرة التحكم
67	.....	سادسا - بادئ حركة بتوصيل مقاومات (ملفات خانقة) على العضو الثابت
Slip ring Motor starting Rotor resistance	.....	سابعا - بادئ حركة بتوصيل مقاومات على العضو الدائر
68	.....
69	.....Part winding starter	ثامنا - بادئ حركة بتقسيم جزئى للملفات
71	..... ( 3.1)	ملحق (3.1)
71	.....	مقارنة بين أكثر الانواع استخداما لبوادئ الحركة



الفصل الرابع

حساب التيار والقواطع



DEM

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

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

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

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

83	أولا-حساب شدة التيار للشاحن في حالة 3 فاز
83	ثانيا-حساب شدة التيار للشاحن في حالة 1 فاز
86	حساب شدة تيار محولات الكنترول
88	حساب تيار الانارة
88	أولا-حساب شدة التيار لإنارة في حالة 3 فاز
88	ثانيا-حساب التيار للإنارة في حالة 1 فاز
91	حساب تيار الانارة للمصابيح الليد LED
95	حساب التيار للمقابس
95	أولا-حساب شدة التيار للمقابس في حالة 3 فاز
95	ثانيا-حساب شدة التيار للمقابس في حالة 1 فاز
103	حساب شدة التيار للمعدات تعمل على تيار مستمر
103	حساب شدة التيار في حالة الحمل لوحة كهربية
103	حساب شدة التيار في حالة الحمل محرك
105	حساب القواطع الفرعية طبقا للحمل المتصل (المستمر) والغير مستمر
106	حساب شدة التيار بمجرد النظر إذا علم جهد التشغيل
109	ملاحق الفصل الرابع
109	ملحق (4.1)
110	جدول القواطع المقولبة والهوائية للمحولات و المولدات واللوحات
111	جدول حساب القاطع المنمنم لأكبر خطوة في المكثفات
112	جدول حساب القواطع المقولبة والهوائية للمكثفات
113	جدول التيار المقتن للقواطع المقولبة للمحركات بجهد 380 فولت
114	جدول التيار المقتن للقواطع المنمنمة للمحركات بجهد 380 فولت نوع Type C
116	جدول التيار المقتن للقواطع المقولبة للمحركات بجهد 220 فولت
117	جدول التيار المقتن للقواطع المنمنمة للمحركات بجهد 220 فولت نوع Type C
119	جدول القواطع لأنظمة استمرارية التيار UPS
124	جدول حساب القواطع المنمنمة MCB لمحولات الكنترول من 30 – 5000 فولت أمبير
125	جدول قواطع ماكينات التكييف المنمنمة MCB لجهد 1 فاز 230 فولت و 3 فاز 380 فولت
126	جدول قواطع المقولبة MCCB لماكينات التكييف لجهد 3 فاز بجهد 400 فولت

127	جدول القواطع المنمننة لأحمال دوائر الانارة
128	جدول القواطع المنمننة لأحمال الأجهزة من 100 وات إلى 10000 وات بجهد 220
129	جدول القواطع المنمننة و مساحة مقطع السلك وطوله للأجهزة المنزلية
131	جدول قواطع ماكينات اللحام عند جهد 400 فولت
132	جدول قواطع ماكينات اللحام عند جهد 230 فولت
133	ملحق (4.2)
133	جدول تيار محركات التيار المستمر عند الجهود المختلفة
134	جدول تيار محركات التيار المستمر عند الجهود المختلفة
135	ملحق (4.3)
135	أنواع لحام المقاومة
135	أولاً- اللحام التناكبي Butt welding
136	ثانياً - لحام نقطى Spot welding
136	ثالثاً-لحام درزي Seam Welding
137	رابعاً- اللحام بالقوس الكهري Electric Arc Welding
139	ملحق (4.4)
139	مصدر استمرارية القدرة
139	نظرية عمل نظام استمرارية القدرة UPS
140	أسباب (خصائص) استخدام أجهزة استمرارية الطاقة
140	مكونات أجهزة استمرارية القدرة UPS
141	أولاً مقوم الدخول السليكوني Silicon Controlled Rectifiers (SCR)
141	التوافقيات الناتجة عن الثيرستور
142	الترانزستور ثنائي الوصلة ذو البوابة المعزولة: Insulated Gate Bipolar Transistor
143	ثانياً البطاريات
144	أهم العوامل المؤثرة على اختيار البطارية
144	ثالثاً : المبدل Inverter
144	أنواع الجهود على دخل UPS وخرج ال UPS
144	تصنيف أنظمة استمرارية القدرة
144	أحادي Single

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

161	جهد البطاريات
161	عدد خلايا البطاريات
161	حساب عدد البطاريات في حالة النيكل كادميوم
162	حساب عدد البطاريات في حالة النوع الرصاصى
163	حساب سعة البطاريات بالأمبير ساعة AH
163	أولا - حساب سعة البطاريات المحطات والمصانع والفنادق والمشافى والمكاتب الإدارية
165	ثانيا - حساب سعة البطاريات للمنازل والمكاتب الصغيرة
166	قواعد توصيل البطاريات
168	حساب الشاحن لبطاريات نظام استمرارية القدرة UPS
168	معادلات حساب تيار الشاحن
172	ملحق (4.5)
172	حساب المصهرات
174	ملحق (4.6)
174	حساب القاطع في حال الحمل الزائد للمحولات
174	الحمل الزائد للمحولات الزيتية Oil Immersed Transforem
174	الحمل الزائد للمحولات الجافة Dry Transformer
178	زيادة قدرة المحول عن طريق تهوية قسرية
178	معادلة حساب القاطع في حالة التهوية القسرية للمحول



الفصل الخامس

حساب الكونتاكتورات والأوفرلود والأميتر



DEM

6	الفصل الخامس.....
6	أولا- الكونتاكتور
6	أنواعه طبقا IEC 60-947-4
7	حساب الكونتاكتور Contactors
7	أولا حساب معامل التصحيح للكونتاكتور
7	أولا-معامل التصحيح لتيار الحمل K1
7	ثانيا-معامل التصحيح لدرجة الحرارة الهواء المحيط K2
7	ثالثا-معامل التصحيح للارتفاع عن سطح البحر K3
8	ثانيا- حساب الكونتاكتور لجميع بوادئ الحركة فيما عدا ستار دلتا والمحول الذاتي.....
8	ثالثا - حساب الكونتاكتور في حالة ستار دلتا
9	أولا- حساب كونتاكتور دلتا و الكونتاكتور الرئيسي
9	ثانيا-حساب كونتاكتور ستار
9	الخطوات العملية لحساب الكونتاكتور.....
11	ثالثا حساب الكونتاكتور في حالة محول ذاتي.....
11	أولا- الكونتاكتور الرئيسي (K3) Line Contactor
11	ثانيا- الكونتاكتور ستار وكونتاكتور المحول (K1,K2).....
14	ثانيا -حساب الأوفرلود للمحركات
14	أولا حساب معامل التصحيح للأوفر لود
14	أولا- معامل التصحيح للحمل D1
14	ثانيا-معامل التصحيح لدرجة الحرارة الهواء المحيط D2
15	ثالثا- معامل التصحيح للارتفاع عن سطح البحر D3
15	ثانيا - حساب الأوفرلود لكل بوادئ الحركة فيما عدا ستار دلتا
15	المعادلة العامة.....
16	ثالثا - حساب الأوفرلود في حالة ستار دلتا
16	أولا -في حالة وضع الأوفرلود أعلى الكونتاكتور الرئيسي.....
17	ثانيا - في حالة وضع الأوفرلود أسفل الكونتاكتور الرئيسي.....
18	شرط اختيار الأوفرلود

18	خطوات حساب الأوفرلود
19	ضبط الأوفرلود Overload Setting
20	ثالثا - حساب محول لتيار Current Transformer والأميتر Ammeter
20	أولا- متسوى الدقة Accuracy Class
21	تعريف مستوى الدقة
21	الرمز المستخدم
21	القيمة المستخدمة
21	حدود عمله
21	نسبة الخطأ
22	ثانيا - دقة القدرة Power Accuracy أو Burden
22	مفهوم مصطلح BURDEN
25	معاوقة أجهزة القياس الخاصة بالتيار
26	كيف يمكن حساب معاوقة الكابل؟
26	حساب معاوقة الكابل
30	ثالثا - حسابات جهاز الأميتر Ammeter
44	الرأي الفني
44	الرأي الفني الأول
44	الرأي الفني الثاني
44	طريقة المصنعين
44	التوافق
44	تعريف التوافق Coordination
45	أنواع التوافق Coordination Type
45	نوع التوافق رقم 1 Type 1 Coordination
45	نوع التوافق رقم 2 Type 2 coordination
45	أنواع التوافق Coordination لبوادي الحركة الناعمة
45	الفارق بين التوافق 1 و 2 في بوادي الحركة التدريجي الناعم Soft Starter
47	العمل بالتوافق طبقا للشركات العالمية

- 47..... في حالة القاطع
- 47..... في حالة الكونتاكتور
- 47..... في حالة الأوفرلود
- 48..... في حالة القائد Drive
- 53 العلاقة بين IEC و NEMA ليوادئ الحركة
- 53..... بادانات الحركة بمواصفات NEMA
- 53 التصنيف Class 10
- 53 التصنيف Class 20
- 53 التصنيف Class 30
- 53 مفهوم مقاس بوادئ الحركة أو القواطع طبقاً لـ NEMA
- 56 ملاحق الفصل الخامس
- 59 جدول حساب التوافق (1) لبادئ حركة مباشر على الخط بجهد 400/380 فولت و قاطع مقولب ودرجة حرارة 40
- 50 و 55 جدول حساب التوافق (1) لبادئ حركة مباشر على الخط بجهد 400/380 فولت و قاطع مقولب ودرجة حرارة 45 و 50
- 60 و 55
- 61 جدول حساب التوافق (1) لبادئ حركة مباشر على الخط بجهد 230/220 فولت و قاطع مقولب ودرجة حرارة 40
- 50 و 55 جدول حساب التوافق (1) لبادئ حركة مباشر على الخط بجهد 230/220 فولت و قاطع مقولب ودرجة حرارة 45 و 50
- 62 و 55
- 67 حساب التوافق (1) لبادئ حركة ستار دلنا بجهد 400/380 فولت و قاطع مقولب وأوفرلود على كونتاكتور دلنا عند درجة حرارة 40
- 68 حساب التوافق (1) لبادئ حركة ستار دلنا بجهد 400/380 فولت و قاطع مقولب وأوفرلود على كونتاكتور دلنا ودرجة حرارة 45 و 50 و 55
- 69 حساب التوافق (1) لبادئ حركة ستار دلنا بجهد 400/380 فولت و قاطع مقولب وأوفرلود أعلى الكونتاكتور الرئيسي عند درجة حرارة 40
- 71 جدول حساب التوافق (1) لبادئ حركة تدريجي ناعم جهد 400/380 فولت و قاطع مقولب ودرجة حرارة 40
- 73 جدول حساب التوافق (1) لبادئ حركة محول ذاتي بجهد 400/380 فولت و قاطع مقولب ودرجة حرارة 40
- 74 جدول حساب التوافق (1) لبادئ حركة محول ذاتي بجهد 400/380 فولت و قاطع مقولب ودرجة حرارة 45
- 75 جدول حساب التوافق (1) لبادئ حركة محول ذاتي بجهد 400/380 فولت و قاطع مقولب ودرجة حرارة 50
- 76 جدول حساب التوافق (1) لبادئ حركة محول ذاتي بجهد 400/380 فولت و قاطع مقولب ودرجة حرارة 55

- 77 جدول حساب التوافق (2) لبادئ حركة مباشر على الخط بجهد 415/400 فولت ودرجة حرارة 40 لشركة شنيذر ...
- 79 جدول حساب التوافق (2) لبادئ حركة ستار/دلتا بجهد 415/400 فولت ودرجة حرارة 40 لشركة شنيذر
- 80 وأوفرلود على كونتاكتور دلتا ودرجة حرارة 40 لشركة شنيذر والأوفرلود



الفصل السادس

حساب باسبارات اللوحات الكهربائية



DEM

7	الفصل السادس
7	العوامل الرئيسية للوحات الكهربائية
8	1. العزل و الفواصل Segregation
9	خصائص النوع Form - 1
9	خصائص النوع Form - 2 A
10	خصائص النوع Form - 2B
11	خصائص النوع Form - 3 A
11	خصائص النوع Form - 3B
12	خصائص النوع Form - 4 A
13	خصائص النوع Form - 4B
13	2. درجات الحماية Ingress protection
13	أولا درجات الحماية ضد الأجسام الصلبة والسائلة
13	الرقم الأول X
13	الرقم الثاني Y
13	تأثير الرقمين Y and X
15	أشهر الحماية في اللوحات الكهربائية
15	الفرق في درجة الحماية بين المقاييس العالمية IEC و NEMA
16	ثانيا درجات حماية الصدمات Impact Protection (IK)
18	3. أنواع اللوحات Panel Type
18	أولا- نوع Fixed Type
19	ثانيا النوع Plug in Type
20	ثالثا النوع Draw out type
20	4. التصميم والمكونات الداخلية للوحات
20	أولا - تصميم أمامى Front
20	ثانيا -تصميم أمامى وخلفى Front / Rear
21	5. التصميم الشكلى الخارجى للوحات
22	6. سادسا - التثبيت و التركيب Fixing and Installtion
22	مثبتة على الأرض Free Standing

- 22 Wall mounted مثبتة على الحائط
- 22 Cable Entry 7. دخول الكابلات على اللوحة
- 22 Bottom Entry دخول كابلات من أسفل اللوحة
- 23 دخول كابلات من أعلى اللوحة
- 24 8. سمك اللوحة
- 25 9. مساحة مقطع البارات
- 25 10. ربط باسبار المحايد بالأرضى
- 27 11. نوع باسبار
- 27 12. القاطع الرئيسى
- 27 13. اللون Color
- 28 14. المادة المصنوع منها اللوحة
- 28 15. الاختبارات
- 28 16. درجة الحرارة التى تتحملها اللوحة
- 28 معلومات إضافية طبقا للكود المصرى
- 29 17. الجهد المقتن (Un) Rated Voltage
- 29 18. جهد التصميم (Ue) Rated Operation voltage
- 29 19. جهد العزل المقتن (Ui) Rated insulation voltage
- 29 20. جهد الصمود الدفعى المقتن impulse withstand voltage
- 30 21. التردد المقتن Rated Frequency
- 30 22. درجات التلوث Pollution Degrees
- 30 23. فئات زيادة الجهد Overvoltage Categories
- 32 24. اختبار الجهد الدفعى Power frequency withstand voltage test
- 33 أولاً مساحة (مقاسات) الياسبارات القياسية
- 33 أولاً - السمك Thickness
- 33 ثانياً - العرض Width
- 33 ثالثاً - مقاسات الياسبارات الأكثر استخداماً Common use
- 34 ثانياً - تيار القصر على الياسبارات
- 34 أولاً - حساب تيار القصر للمحولات

- 34أولا حساب تيار القصر على الملف الابتدائى
- 36ثانيا حساب تيار القصر عند ملفات المحول الثانوية
- 36أولا حساب تيار القصر فى حالة معرفة قدرة المحول
- 39حساب تيار القصر على الثانوى بالمعادلة المختصر
- 40ثابنا طريقة حساب تيار القصر لمحول غير معلوم القدرة (الافتراضى)
- 45ثانيا- حساب تيار القصر في حالة المولد
- 46ثالثا درجة حرارة الهواء المحيط
- 47رابعا عدد البارات على الفازة
- 47أنواع الباسبارات
- 47حساب بارات لوحات الجهد المنخفض
- 48أولا-حساب مساحة مقطع البارات الأفقية Horizontal Busbar للوحات الكهربائية
- 48المعادلة العامة للتيار المار فى الباسبار
- 48أولا عند درجة حرارة 40C
- 49ثانيا- المعادلة العامة فى حالة تغيير درجة الحرارة الهواء الجوى عن 40C
- 50المعادلة النهائية للبارات عند أي درجة حرارة
- 51حساب معامل التغيير عند درجات الحرارة المختلفة TDF
- 51حساب المعامل الثابت
- 51حساب المعامل المتغير طبقا لدرجة الحرارة
- 56ثانيا-حساب كثافة التيار Current Density
- 56ثالثا-حساب الهبوط فى الجهد على طول الباسبار
- 57العلاقة بين الزاوية بالدرجات والراديان
- 60خطوات حساب مساحة مقطع البارات الأفقية العملية
- 63رابعا- حساب مساحة مقطع البارات الرأسية Vertical Bus bar
- 66خامسا-حساب تيار القصر على الباسبارات الحية Live Busbar
- 69حساب أقل مساحة مقطع يحقق تيار القصر المطلوب
- 70سادسا- حساب مساحة مقطع بارات الأرضى Earthing Busbar داخل لوحات الكهرباء
- 74سابع- حساب مساحة مقطع بارات المحايد Neutral

75	.....ملاحق الفصل السادس
76	.....ملحق 6.1
	جدول مساحة مقطع البارات للوحات طبقا لتيار القصر الناتج عن محول القوى والتوزيع بكثافة
76	..... تيار 1.5 أمبير / مم ²
77	.....ملحق 6.2
	جدول مساحة مقطع البارات للوحات طبقا لتيار القصر لا يقل عن 25 كيلو أمبير وبكثافة تيار 1.6
77	..... أمبير /مم ²
78	..... ملحق (6.3)
78	..... جدول الهبوط فى الجهد على الباسبار طبقا لطول اللوحة
79	.....ملحق 6.4
79	..... حساب معامل التصحيح طبقا ل IEC 60439-1
81	.....ملحق 6.5
81	..... (درجات الحماية ضد الانفجار Explosion Proof)
85	.....ملحق 6.6
85	..... مساحة مقطع المحايد للبارات والكابلات
86	.....ملحق 6.7
86	..... لوحة من النوع TNS
87	..... لوحة من النوع TN-C-S
87	..... لوحة من النوع TNC
89	.....ملحق 6.8
89	..... الباسبارات المعزولة
89	..... من حيث المكونات
91	..... الاستخدام
91	..... السعة التيارية Current caring Capacity
91	..... سعة القطع لتيار القصر Breaking Capacity
92	..... من حيث التركيب
93	..... أهم الملحقات
94	..... حساب سعة البارات المدمجة

100	حساب سعة البارات المدمجة طبقا لسعة القاطع.....
102	ملحق (6.9)
102	أختيار الباسبار طبقا لشركة ERICO



كتاب (الجزء الثاني)

تصميم وحسابات لوحات الجهد المنخفض

Low voltage panels Design and Calculations



تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادي جمعة



الفصل السابع

حساب التشتت الحراري للوحات الكهربائية



DEM

4	الفصل السابع.....
4	حساب التشتت الحراري.....
4	تعريف التشتت الحراري Heat dissipation.....
4	وحدة التشتت الحراري Heat dissipation unit.....
4	أهمية حساب فقد الحرارة الناتج عن مكونات اللوحة.....
5	المكونات الكهربائية للوحة.....
5	أولا المكونات الرئيسية.....
5	ثانيا المكونات فرعية.....
5	أولا حساب التشتت الحراري للمكونات الرئيسية.....
5	حساب التشتت الحراري للباسبارات Busbars.....
8	حساب التشتت الحراري للقواطع المقولبة أو الهوائية Breakers.....
8	المعادلة العامة.....
8	حساب التشتت الحراري للكونتاكتورات Contactors.....
10	حساب التشتت الحراري للمكثفات Capacitor.....
10	أولا- المكثفات العادية.....
10	ثانيا- المكثفات مع ملف (فلتر) لخفض تأثير التوافقيات Detuned Reactor.....
10	حساب التشتت الحراري لبادئ حركة تدريجي ناعم Soft Starter.....
10	أولا - التشغيل المستمر.....
10	ثانيا -التشغيل عن طريق كونتاكتور جانبي Bypass Contactors.....
12	حساب التشتت الحراري لبادئ حركة متغير السرعات Variable speed drive.....
12	أولا- متغير سرعات بتوافقيات (هرمونيك) قياسية Standard Harmonics.....
13	في حالة متغير السرعات أقل من 7.5 كيلوات.....
13	في حالة متغير السرعات أكبر من 7.5 كيلوات.....
13	ثانيا - متغير سرعات بتوافقيات منخفضة Low Harmonics.....
14	حساب التشتت الحراري لمحولات الكنترول Control transformer.....
14	أولا- محول الكنترول حتى سعة 50 فولت أمبير.....
14	ثانيا- محول الكنترول أكبر من 50 فولت أمبير وأقل من 200 فولت أمبير.....

- 14 ثالثا- حالة محول الكنترول أكبر من 200 فولت أمبير
- 16 ثانيا حساب التثتت الحراري للمكونات الفرعية
- 17 خطوات الحساب العملية
- 17 معادلات حساب الفقد الحراري
- 18 معادلات حساب الطن التبريدي اللازم
- 25 حساب التثتت الحراري للوحات التحكم Contorl panels
- 26 الطريقة الأولى
- 26 معادلة الحرارة المبددة
- 27 الطريقة الثانية



الفصل الثامن

حساب تهوية اللوحات الكهربائية



DEM

4	الفصل الثامن
5	لوحات تحتاج تهوية
6	طرق حساب معدل تغيير الهواء
6	أولاً- حساب معدل تغيير الهواء طبقاً للأشري ASHRAE
7	ثانياً - حساب معامل تغيير الهواء بالطريقة التقريبية
8	حساب عدد المراوح للوحات الكهربائية
9	خطوات حساب مراوح التهوية
12	ثالثاً - حساب معدل تغيير الهواء بالطريقة الحسابية للمصنعين
12	أولاً- حساب التشتت (التبدد الحرارى) Dissipated Power
12	ثانياً -تحديد درجات الحرارة للهواء الجوى المحيط باللوحه Characteristic Ambient Air
13	ثالثاً - تحديد درجات الحرارة للمكونات الكهربائية داخل اللوحه
13	رابعاً - تحديد معامل مادة اللوحه (K1) Enclosure Material Coefficient
13	خامساً - تحديد أبعاد اللوحه Characteristics Enclosure
14	سادساً - حساب المساحة السطحية للوحه (S) Surface Area
16	سابعاً - حساب أقصى درجة حرارة داخل جسم اللوحه $T_{i\ MAX}$
18	ثامناً - حساب أقصى فرق فى درجات الحرارة بين داخل اللوحه وخارجها ΔT_{MAX}
19	تاسعاً - حساب كمية الحرارة المطلوب طردها من خلال المروحة Extract Fan
19	عاشراً - حساب معدل تغيير الهواء المطلوب من المروحة Fan Air change rate
22	حساب السخانات للوحات الكهربائية Heaters
22	المعادلات العامة لحسابات قدرة السخانات
22	فى حالة اللوحه موجوده داخل غرفة Indoor
22	فى حالة اللوحه موجوده خارجياً بالموقع Outdoor
24	حساب الحرارة التى يحدث عندها التكاثف داخل اللوحه Dew Point Temperature
25	معادلة حساب T_{DEW}
25	معادلة ضبط حرارة الترموستات
27	دائرة التوصيل الكهربى بين الترموستات والسخان
29	جداول وملحقات

30	..... ملحق (8.1)
30	..... جدول حسابات مراوح التهوية لبواديء الحركة التدريجية الناعمة Soft Starter
31	..... ملحق (8.2)
31	..... جدول حسابات مراوح التهوية لبواديء الحركة مغير السرعات مع توافقيات قياسية
32	..... ملحق (8.3)
32	..... جدول حسابات مراوح التهوية لبواديء الحركة مغير السرعات مع توافقيات منخفضة



الفصل التاسع

حساب محولات التحكم (الكنترول)



DEM

4	الفصل التاسع.....
4	نظرية عمل محول 1 فاز Single phase Conrol transformer.....
6	وظيفة محول التحكم.....
7	العلاقة بين نوع الحمل وقيمة Inrush VA و Sealed VA.....
7	نماذج للأحمال التي لها Inrush VA.....
8	نماذج للأحمال التي لها Sealed VA.....
8	جهد دوائر التحكم.....
8	معادلة حساب محولات الكنترول.....
9	خطوات الحساب لمحولات الكنترول.....
13	التطبيقات العملية لمحول التحكم.....
15	شرح عمل الدائرة.....
24	استخدام محول الكنترول مع مصدر بدون محايد.....
24	حساب محولات الكنترول لأحمال 1 فاز.....
29	ثانيا المحول الآمن Safety Control Transformer.....
29	ثالثا المحول العازل Isolation Transformer.....
29	التعريف.....
30	طريقة العمل.....
31	الخصائص.....
32	الاستخدام.....
32	أنواع محولات العزل.....
32	محول عزل أحادي الطور 1 phase isolation transformer لدوائر التحكم.....
32	سعة محول الكنترول.....
32	حساب قدرة محول العزل.....
36	حساب قاطع الحماية على الملف الابتدائي والثانوي.....
36	أولا قاطع الحماية على الملف الابتدائي.....
36	ثانيا قاطع الحماية على الثانوى.....
40	الحماية بمصهر Fuse على الجانب الابتدائي.....

40	المعادلة العامة للتيار
40	أولا في حالة المحول اقل من او يساوي 630 فولت أمبير
40	ثانيا في حالة المحول أكبر من 630 فولت أمبير
42	ملحق الفصل التاسع
43	ملحق (9.1)
43	جدول قدرة المحول المنفصل لبادئ حركة مغير سرعات أو مباشر على الخط
44	ملحق (9.2)
44	جدول قدرة المحول المنفصل لبادئ حركة ستار دلتا أو باديء حركة تدريجي ناعم
45	ملحق (9.3)
45	جدول قواطع محول العزل على الابتدائي جهد(1فاز) 230 و 400 فولت
46	جدول مصهرات محول العزل على الابتدائي جهد(1فاز) 230 و 400 فولت
47	ملحق (9.4)
47	جدول قواطع محول العزل على الثانوي 24 و 48 و 110 و 230 فولت



الفصل العاشر

حساب مكثفات تحسين معامل القدرة



DEM

5	الفصل العاشر
5	حساب مكثفات الجهد المنخفض
5	التعريف الأول لمعامل القدرة
5	أولاً- الأحمال تعمل على معامل قدرة متأخر
5	ثانياً- أحمال التي تعمل على معامل قدرة متقدم
5	ثالثاً- أحمال تعمل على معامل قدرة صفري
6	التعريف الثاني لمعامل القدرة
6	تعريف القدرة الظاهرية أو القدرة الكلية (S) Apparent power
7	تعريف القدرة الفعالة (P) Active power
7	تعريف القدرة الغير فعالة (Q) Reactive power
8	وحدة معامل القدرة
8	تقسيم الأحمال
8	الحمل المقاوم Resistance load
9	الحمل الحثي Inductive load
9	الحمل السعوي Capacitive load
9	كيفية تحسين معامل القدرة؟
12	مساوي معامل القدرة المنخفض
12	مزايا تحسين معامل القدرة المنخفض
12	الغرامات و الحوافز الناتجة عن معامل القدرة
13	مكونات منظومة تحسين معامل القدرة
14	المعادلات العامة المستخدمة رياضياً في حساب معامل القدرة
17	تعريف المكثف
18	مكونات المكثف
18	نوع المكثف المستخدم في تحسين معامل القدرة
19	خاصية الالتئام الذاتي للمكثفات
19	مشكلة المكثفات
19	قدرة المكثفات في الجهد المنخفض Capacitor power

20	حساب قيمة المكثفات اللازمة لتحسين معامل القدرة
21	قبل التحسين (وضع المكثفات)
22	بعد التحسين ووضع المكثفات
22	قيمة المكثفات
25	حساب معامل القدرة بعد التحسين
25	أولا حساب معامل القدرة بعد التحسين فى حالة الحمل منفردا
25	استنتاج قيمة معامل القدرة الفعلى بعد التحسين
27	ثانيا حساب معامل القدرة بعد التحسين فى حالة أحمال متعددة
28	حساب قدرة المحول بالكيلو فولت أمبير طبقا لمعامل القدرة
28	معادلة حساب قدرة المحول بمعلومية معامل القدرة
29	طرق حساب قيمة المكثفات اللازمة لمحول الجهد المنخفض
30	أولا الطريقة العملية الحسابية الدقيقة
35	ثانيا الطريقة الحسابية الثانية
37	الطريقة التقريبية
41	تأثير معامل القدرة المتقدم Lead power Factor
45	مشكلة زيادة حجم المكثف عن القدرة الصحيحة
46	حل مشكلة زيادة سعة المكثف
47	حساب الكيلوفار للمحرك طبقا للكود المصرى
51	طرق توصيل المكثفات
51	أولا -توصيل أتوماتيكي مركزي Centerlaized Automatic connection
52	ثانيا-توصيل مقسم Sectional capacitor bank
52	ثالثا-توصيل قطاعى
54	رابعا- توصيل منفصل
54	أماكن التوصيل الاستاتيكي (المنفرد) للمكثفات
54	الموضع الأول
55	الموضع الثانى
55	الموضع الثالث

59	.....خامسا-التوصيل التجميعى
60	.....سادسا-التوصيل المتحد أو الهجينى Combined or hybrid Connection
60	.....طريقة توصيل المكثفات داخل اللوحة على الأحمال
61	..... فى حالة توصيل المكثف ستار Y
62	..... فى حالة توصيل المكثف دلتا Δ
62	.....منظم الخطوات Automatic power factor regulator
66	.....نظام البرمجة الداخلية لمنظم الخطوات
66	.....النظام الخطى Linear mode
66	.....النظام الدائرى Circular Mode
66	.....نظام الخطوات المدمجة أو المركبة Step combination
67	.....العلاقة بين عدد خطوات منظم معامل القدرة والخطوات المركبة



الفصل الحادي عشر

تأثير التوافقيات على حساب المكثفات



DEM

4	الفصل الحادي عشر.....
5	أنواع التوافقيات.....
5	توافقيات زوجية Even Harmonics.....
5	توافقيات فردية ODD Harmonics.....
5	توافقيات وسطية (الكسرية).....
5	أسباب ظهور التوافقيات.....
6	أنواع الأحمال الكهربائية وعلاقتها بالتوافقيات.....
6	أولا أحمال خطية Linear Load.....
7	ثانيا الأحمال غير خطية Nonlinear Load.....
8	تأثير التوافقيات على مكثفات تحسين معامل القدرة.....
8	علاقة مغير السرعات بالتوافقيات المنتجة على الشبكة.....
12	تأثير التوافقيات على معامل القدرة.....
16	حساب المكثف مع وجود توافقيات (الطريقة الأولى).....
19	العوامل المؤثرة على اختيار الـ Detuning Reactor.....
19	أولا- درجة التوليف (N) Tuning order.....
20	ثانيا-معامل الضبط أو التوليف Detuning factor.....
20	تعريفه.....
20	وظيفته.....
20	الرمز.....
20	القيم القياسية.....
21	ثالثا- تردد الرنين في حالة التوالي F_r
21	رابعا-جهد التصميم (UC) Design voltage.....
21	العلاقة بين جهد التشغيل وجهد التصميم طبقا لدرجة التوليف.....
22	حساب المكثف الخاص بالتوافقيات.....
27	الطريقة الثانية باستخدام المرشحات.....
27	تعريف المرشحات Filters.....

27	أنواع المرشحات
27	مميزات المرشحات
29	قدرة المرشحات على تخفيف التوافقيات
30	خطوات الحل بطريقة المرشحات



الفصل الثاني عشر

حساب القواطع والمصهرات و كونتاكتورات تحسين معامل القدرة



DEM

4	الفصل الثاني عشر.....
5	أولا حساب القاطع الرئيسي.....
5	فى حالة جهد ثلاثى الطور.....
5	فى حالة جهد أحادى الطور.....
5	ثانيا حساب المصهر (فيوز) لكل مكثف.....
6	فى حالة جهد ثلاثى الطور.....
6	فى حالة جهد أحادى الطور.....
9	ثالثا حسابات الكونتاكتور الخاص بالمكثفات.....
9	مشكلة الكونتاكتورات.....
10	عوامل حساب الكونتاكتور.....
11	أولا تيار الكونتاكتور طبقا لخطوة المكثف.....
11	معادلة تيار الكونتاكتور فى حالة جهد ثلاثى الطور.....
11	معادلة تيار الكونتاكتور فى حالة جهد أحادى الطور.....
11	ثانيا أقصى تيار لحظة التعشيق.....
12	أولا فى حالة وجود محول ثلاثى الطور ومكثف خطوة واحدة Single Step Capacitor.....
20	ثانيا فى حالة وجود محول ثلاثى الطور ومكثفات متعددة متساوية.....
26	ثالثا فى حالة وجود محول ثلاثى الطور ومكثفات متعددة غير متساوية القدرة.....
31	ثالثا-حساب التبريد الحرارى Heat dissipation الناتج عن المكثفات.....
31	أولا فى حالة المكثفات العادية.....
31	ثانيا فى حالة المكثفات مع ملف منع للتوافقيات Detuned Reactor.....
32	حسابات معدل تغيير الهواء للوحة.....
34	حسابات عدد المراوح.....
39	ملاحق الفصل الثاني عشر.....
40	ملحق (12.1).....
40	جدول التبريد الحرارى للمكثفات العادية.....
41	ملحق (12.2).....
41	جدول حساب التبريد الحرارى Dissipation Heat للمكثفات وملفات مانع التوافقيات.....

- 42 ملحق (12.3)
42 جدول عدد المراوح للمكثفات العادية
43 ملحق (12.4)
43 جدول عدد مراوح التهوية للمكثفات مع مانع التوافقيات
44 ملحق (12.5)
44 جدول أقل عدد من مراوح التهوية طبقاً لشركة شنييدر



الفصل الثالث عشر

تحويل محرك 3 فاز إلى 1 فاز بالمكثفات



DEM

- 3 الفصل الثالث عشر
- 3 حساب المكثفات لتحويل المحرك ال3 فاز إلى 1 فاز
- 3 الخطوات لتحويل المحرك من 3 فاز إلى 1 فاز
- 4 عيوب الطريقة
- 6 تأثير معامل القدرة على للمولدات
- 10 تأثير المكثفات على المولدات



الفصل الرابع عشر

حساب الأسلاك



DEM

3	..... الفصل الرابع عشر
3	..... حساب الأسلاك
3	..... قواعد أساسية للحسابات
5	..... حساب الأسلاك فى اللوحات الكهربائية
5	..... أولا حساب الأسلاك من البارة الرئيسية للقواطع أو لبوادي الحركة
6	..... حساب التيار التصميمى للسلك
7	..... خطوات الحساب العملية
10	..... ثانيا- أسلاك مكثفات الجهد المنخفض
12	..... الخطوات العملية لحساب مقطع السلك للمكثفات داخل اللوحة
15	..... حساب أسلاك التحكم
15	..... وحدة مساحة مقطع كابلات الجهد المنخفض بالمقاييس الأمريكية
19	..... ألوان الأسلاك حسب النظام البريطاني القديم (UK)
19	..... ألوان الأسلاك 3 فاز
19	..... ألوان الأسلاك 1 فاز
19	..... ألوان الأسلاك حسب النظام العالمي الجديد (IEC)
19	..... ألوان الأسلاك 3 فاز
19	..... ألوان الأسلاك 1 فاز



كتاب (الجزء الثالث)

تصميم وحسابات لوحات الجهد المنخفض

Low voltage panels Design and Calculations



تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادي جمعة



الفصل الخامس عشر

حساب الأبعاد والتصميم للوحات الكهربائية



DEM

4	الفصل الخامس عشر.....
4	أولا- اللوحات غير المحلية non local panel
4	حساب أبعاد اللوحات الكهربائية للجهد المنخفض غير المحلية.....
11	ثانيا- اللوحات المحلية Local panels
12	حساب أبعاد اللوحات الكهربائية العادية Form 1
12	أولا- أبعاد اللوحة Enclosure dimensions
14	ثانيا-أبعاد لوح التثبيت Mounting Plate
14	حساب ارتفاع لوح التثبيت
14	حساب عرض لوح التثبيت Mounting Plate
18	ثالثا-أبعاد مكونات اللوحة الرئيسية
29	رابعا-أبعاد تامل التوصيل النهائية
31	حساب أبعاد اللوحة المحلية
32	أولا- طول وعرض اللوحة
32	ثانيا- حساب عمق اللوحة
32	ثالثا - عمق أجهزة القياس والمبينات
33	أهمية عمق الأجهزة وارتباطها بعمق اللوحة
34	أهمية قاعدة اللوحة Base Plate
35	الطريقة التقريبية لحساب ابعاد اللوحة المحلية
35	أبعاد بواى الحركة
35	أبعاد لوحات بواى الحركة التدرجى الناعم ولوحات مغير السرعات
35	أبعاد لوحات القواطع الهوائية
38	حساب أبعاد لوحات المكثفات
39	أبعاد المكونات للوحات مكثفات تحسين معامل القدرة
46	قواعد ترتيب المكونات داخل اللوحة
52	أبعاد الباسبارات فى اللوحة
52	المسافة الرأسية
52	طرق تثبيت الباسبارات

52	أولا- عن طريق دعامات Support
53	ثانيا - عن طريق عوازل
58	مفهوم أقسام اللوحة Panel Section
63	الخطوات العملية الاسترشادية لحساب أبعاد اللوحة
80	حساب أبعاد لوحات التحكم المنطقى المبرمج (PLC) Programmable Logic Control
80	مكونات اللوحة
81	تصميم اللوحة
81	القسم الأول
81	القسم الثاني
81	القسم الثالث والرابع والخامس و
81	القسم الأخير



الفصل السادس عشر

الملحقات وتصميم الشكل الخارجي



DEM

4	الفصل السادس عشر.....
4	أولاً- الملحقات Accessories
11	ثانياً- تنظيم الشكل الخارجي والداخلي للوحة
11	أولاً- العلاقة بين الأجهزة المثبتة على باب اللوحة و الفتحة Cutout اللازمة للتثبيت
13	ثانياً - تسميات عناوين اللوحة Panel labels
13	أولاً- العناوين الخارجية
14	أبعاد العناوين الخارجية
14	طريقة الشيت للعناوين الخارجية
15	العناوين الداخلية
18	ثالثاً- توزيع اللمبات والمفاتيح والأجهزة على لوحة الكهرباء
18	قواعد أساسية.....
20	تحديد المسافات (الأبعاد) بين اللمبات والمفاتيح والأجهزة.....
20	المسافة من جميع الجوانب D1
20	المسافة من أعلى اللوحة حتى أول صف D2
20	المسافة الأفقية بين اللمبات والمفاتيح والأجهزة D3
21	المسافة الأفقية بين اللمبات والمفاتيح والأجهزة D4
21	مسافة الأمان الأفقية من مقبض اللوحة D5
21	أنواع لمبات البيان والمفاتيح والأجهزة للوحات الكهربائية.....
22	أولاً- الخلية الرئيسية.....
22	ثانياً- بوادئ الحركة.....
23	ثالثاً- الصمامات.....
28	تحديد ألوان لمبات البيان طبقاً للتشغيل.....
28	جدول ألوان لمبات البيان وعلاقتها بالتشغيل.....
29	أسماء اللوحات.....
29	جدول أسماء اللوحات.....
31	خامساً تركيب مقابس على اللوحات Panel mounting Sockets
33	خامساً الفراغات Space والاحتياطي Spares داخل اللوحات الكهربائية.....

33	.....Spaces الفراغات
33	.....Spares الاحتياطي
34	.....سادساتثبيت لوحة الكهرباء
34	..... طرق تثبيت اللوحات الكهربائية
34	..... تثبيت داخل الجدار
34	..... Wall Mounted تثبيت على الجدار
34	..... Frame تثبيت على هيكل حديدي
38	.....Concrete Trench تثبيت على مجرى خرساني
39	..... Insulation Resistance اختبار مقاومة العزل
39	..... الجهاز المستخدم
40	..... Pass أقل قيمة للمقاومة تجعل الاختبار ناجح
42	..... Junction Box ثامنا -صندوق الوظائف



الفصل السابع عشر

حساب وزن اللوحة



DEM

3	..... الفصل السابع عشر
3	..... أولًا حساب وزن الخلايا Enclosure weight
4	..... ثانيًا حساب وزن المكونات Components
4	..... أولًا- حساب وزن الباسبار
6	..... ثانيًا- وزن القواطع الهوائية
6	..... ثالثًا- وزن القواطع المقولبه
7	..... رابعًا- وزن القواطع المنمنمة
7	..... خامسًا- حساب وزن بوادئ الحركة
9	..... سادسًا- وزن محول الكنترول
9	..... سابعًا - وزن الملحقات Accessories
10	..... معادلة حساب وزن اللوحة
13	..... جدول كثافة المعادن



الفصل الثامن عشر

استخدام القواطع 4 قطب



DEM

4	الفصل الثامن عشر
4	حالات استخدام القاطع 4 قطب
4	أولاً- الأحمال غير المتوازنة Unbalanced loads
5	ثانياً-وجود معدات تنتج تيارات توافقية Harmonic currents
5	ثالثاً - الحماية من التيار المتسرب Residual current protection
6	رابعاً - حالة خاصة للمباني الهامة
6	خامساً - المولدات
6	الفرق في الاستخدام بين قاطع 3P وبين قاطع 4P للمولدات
6	أرضي النظام System Grounding
6	أرضى المعدات Equipment Grounding
7	نظام الأرضي المحايد Neutral Grounding System
7	نظام المحايد الصلب Solid neutral system
7	الأخطاء الأرضية بافتراض ظروف مختلفة
7	أولاً - استخدام قاطع ثلاث أقطاب 3 Pole Breaker
8	أولاً- حالة عدم وجود خطأ No Fault Conditions
9	ثانياً - حدوث خطأ أرضى
9	أعتبرات الخطأ الأرضي لمفتاح التحويل 3 قطب
10	ثانياً - استخدام قاطع 4 قطب لمفتاح ATS
10	تحقيق النظام المشتق بشكل منفصل Separately Derived Power
11	تحويل المحايد
12	أنواع القواطع المنمنمة
14	اختيار القاطع طبقاً لنظام الأرضى
14	أنواع أنظمة الأرضى
15	دلالة الحرف الأول من اليسار وهو خاص بالشبكة المغذية (Source)
15	دلالة الحرف الثانى من اليسار وهو خاص بالمستهلك
15	العلاقة بين القاطع المنمنم و نظام الأرضى المستخدم
17	شرح الرموز المتعلقة بالجدول (18.2)

علاقة المولد باختيار القاطع ثلاثى او رباعي.....18



الفصل التاسع عشر

تصميم لوحات التوزيع النهائية



DEM

4	الفصل التاسع عشر
4	لوحات التوزيع النهائية Distribution board
4	أولا -نوع القواطع
6	ثانيا - عدد المسارات
6	ثالثا - للأبعاد
6	رابعا - التركيب
7	خامسا - مادة التصنيع
7	سادسا - الباسبارات
8	حساب عدد الدوائر الكهربائية
8	أولا- لأحمال الانارة الداخلية
9	حساب عدد الدارات الكلية لأحمال الأنارة فى حالة استخدام 1600 وات للدارة
9	فى حالة استخدام 1000 وات للدارة
11	ثانيا - حساب عدد الدوائر للمقابس
11	أولا المقابس أحادية الطور
11	أنواعها
11	السعة التيارية
12	الاستخدام
12	استخدام عام
12	استخدام خاص
12	العدد و القواطع Breakers الحامية لها
12	التوصيل
14	عدد المسامير Pins
14	النوعية و التركيب
15	درجة الحماية
15	ثانيا مقابس ثلاثى الطور حتى 125 أمبير
15	السعة التيارية
15	التركيب والاستخدام
16	عدد المسامير PINS
16	ثالثا- درجة الحماية لجميع الأجهزة الكهربائية ضد الأتربة والمياه
16	رابعا -المقابس من حيث النوع
17	خامسا- المقارنة بين المقابس
18	سادسا- قواعد حساب المقابس
21	أقل عدد من المقابس
21	جدول الدوائر الفرعية
23	شرح الجدول
23	أولا- المسار
23	ثانيا- رقم الدارة . Circuit No

23	.....	Circuit breker	ثالثا- القاطع
23	.....	Rate	سعة القاطع
23	.....	Type	النوع
23	.....	Short Circuit	رابعا- تيار القصر
23	.....	Wire size	خامسا-مساحة مقطع الاسلاك
29	.....	Description	كيفية كتابة الوصف
29	.....		كيفية كتابة مقطع الاسلاك ؟
29	.....		الطريقة الأولى
29	.....		الطريقة الثانية
30	.....	Load	سابعا - الحمل ويقصد به حمل الدارة بالوات
30	.....	Point	النقطة
31	.....	Quantity	الكمية أو العدد
32	.....	Total	حمل النقطة الكلى
32	.....		الطريقة الأولى
32	.....		الطريقة الثانية
34	.....		حساب أقصى كيلووات يتحمله المقبس
36	.....		حساب القاطع الرئيسى
36	.....		الطريقة الأولى (الدقيقة)
36	.....		الطريقة الثانية (التقريبية)
41	.....		معامل التباين
41	.....		حساب الدوائر الفرعية فى المطابخ



الفصل العشرون

نظام الإطفاء للوحات الكهرباء



DEM

3	الفصل العشرون
3	أنظمة الإطفاء داخل اللوحات
4	غاز FM200
4	تعريف
4	خواصه غاز FM200
5	استخداماته
5	حجم العبوة Agent
5	درجاته Classes
5	التركيب
6	نسبة التركيز للغاز
6	حساب FM200
6	الطريقة الأولى
7	شرح المعاملات
7	معامل الغمر Flooding Factor
9	نسبة التركيز للغاز C
9	حساب حجم الحيز
9	في حالة لوحة
9	في حالة غرفة
10	معامل الارتفاع عن سطح البحر K_{ALT}
10	معامل الفتحات داخل الحيز unclosable factor
10	معامل الأمان
11	الطريقة الثانية



الفصل الحادي والعشرون

حماية محركات الجهد المنخفض



DEM

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

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

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



الفصل الثاني والعشرون

محددات الجهد المفاجئ Surger Arrester



DEM

4	الفصل الثاني والعشرون.....
4	ماهى الصاعقة
4	النوع الأول تسمى بسحب عواصف الحمل.....
4	النوع الثاني من السحب وتسمى السحب الركامية.....
5	مواصفات الصواعق
6	الخصائص الكهربائية للصاعقة.....
7	محددات موجات الجهد المفاجئة (العابرة) Surge Protection Device (SPD).....
7	التعريف
8	الجهود المؤثرة على تحديد محددات موجات الجهد المفاجئة (العابرة)
8	الجهد المقنن (Un) Rated voltage.....
8	جهد التصميم Design voltage
9	جهد الصمود power frequency voltage.....
9	جهد الصمود الدفعى المقنن impulse withstand voltage.....
9	فئات الجهد Voltage Category.....
9	أنواع محددات الجهد SPD.....
9	النوع الأول 1 - SPD Type
10	خصائص النوع الأول
11	النوع الثاني 2 - SPD Type
11	العلاقة بين محددات الجهد المفاجئة (العابرة) وكثافة الوميض الضوئى Ng
12	النوع الثالث 3 - SPD Type
12	قيمة تيار الصعق الأقصى المصمم عليه محددات موجات الجهد المفاجئة (العابرة)
13	أنواع الحماية الناتجة عن محددات الجهد المفاجئة (العابرة)
13	أولا- حماية عامة Common Mode
13	ثانيا- حماية تفاضلية Differential Mode.....
14	الملائمة مع أنظمة الأرضى بالنسبة لنوعى الحماية العامة والتفاضلية
15	طرق التأريض العالمية.....
16	أنواع الحماية الواجبة لمحددات الجهد المفاجئة (العابرة)
17	الطرق العامة لحماية محددات الجهد المفاجئ.....

19نظرية عمل محددات الجهد المفاجئ



الفصل الثالث والعشرون

تصميم غرفة الكهرباء



DEM

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

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



الفصل الرابع والعشرون

حساب موصل التأسيس



DEM

- 3 الفصل الرابع والعشرون
- 3 حساب مساحة مقطع موصل التأريض الرئيسي
- 4 حساب مساحة مقطع موصل التأريض طبقا للمواصفات العالمية IEEE 80
- 5 حساب مساحة مقطع موصل التأريض طبقا للمواصفات العالمية BS 7430



الفصل الخامس والعشرون

كيفية كتابة مواصفات لوحة جهد منخفض



DEM

4	الفصل الخامس والعشرون
4	كيفية كتابة مواصفات اللوحات الرئيسية والفرعية
4	خطوات كتابة المواصفات
4	الظروف المناخية للمشروع
4	جهد المصدر
5	المواصفات القياسية للوحات
6	مسميات الأكواد العالمية
7	توصيف اللوحات
7	أولا- لوحات التوزيع الرئيسية
7	التقسيم الداخلي في اللوحات Panel Form
7	تيار القصر
7	درجة الحماية
7	الجهود ودرجة التلوث
8	نظام التصميم للوحة والأرضي
8	الهيكل الصاج للوحات
9	توصيف خلايا توزيع بقاطع 800 أمبير أو أكبر
10	توصيف خلايا توزيع بقاطع 630 أمبير أو أقل
10	القسم الخلفي للوحة
11	الباسبارات
12	أجهزة القياس والبيان
12	أجهزة الحماية
12	التمديدات ضمن اللوحات
14	ألوان الأسلاك Color Code
14	أقل مساحة مقطع للسلك
15	محولات التحكم
15	تهوية اللوحات
15	مكثفات تحسين معامل القدرة

15	بواىء الحركة
15	المواصفات العامة ونوع التنسيق
15	أنواع بواىء الحركة طبقا لقدرة المحرك
16	بواىء حركة مباشر على الخط
16	بواىء حركة ستار /دلتا
16	بواىء حركة تدريجى ناعم Soft Starter
16	بواىء حركة مغير سرعات Variable speed Drive
17	ملحقات بواىء الحركة
17	القواطع (عام)
17	مواصفات القواطع الهوائية
18	مواصفات القواطع المقولبة MCCB
19	مواصفات القواطع المنمنمة (المصغرة) Miniature circuit breaker MCB
19	مواصفات قواطع المحرك Motor protective circuit breaker
20	قواطع التسرب الأرضى Earth Leakage Circuit Breaker
20	دوائر التحكم
20	لوحات التوزيع النهائية
21	قطع الغيار Spare Parts
22	الطريقة المختصرة لكتابة المواصفات
23	المواصفات المختصرة للوحة رئيسية
24	المواصفات المختصرة للوحة رئيسية بمتغير (X)
25	المواصفات المختصرة للوحة توزيع نهائية