كتاب (الجزء الأول)

الحسابات العملية لمحولات القدرة والتحكم

Power and control transformer calculations

تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادى جمعة

D e M

الفصل الأول

المحولات الزيتية

DEM

الفصل الأول 5
المحولات الزيتية 5
تصنيف المحولات الكهربية 5
طبقا لعدد الاوجة 5
طبقا لطريقة التبريد 5
طبقا لوضع المحول 5
طبقا للغرض من تركيب المحول 5
تصنيف المحولات من حيث نسبةالتحويل 6
تصنيف المحولات من حيث الوظيفة الكهربية 6
تصنيف المحولات من حيث المفاقيد 6
طبقا للحياة العملية 6
نظرية عمل المحول 6
حالة اللاحمل 7
حالة التحميل 8
المعادلات العامة للمحولات 8
المحولات الزيتية Immersed oil Transformer 10
أولا -المكونات الداخلية 11
أولا-القلب الحديدي (الدائرة المغناطيسية) (Magnetic Circuit) 11
وظيفته 11
مادة القلب الحديدي 11
الصلب 11
السيليكونى 11
المدرفل على البارد 11
موجه الحبيبات 11
كثافة الفيض 11
أنواع القلب الحديدي 12
محول قلبي (Core type trans) 12
النوع الهيكلي (Shell Type) 12
ثانيا- ملفات (الدائرة الكهربية Electric Circuit) 13
أنواع الملفات 13
من حيث الشكل 13
من حيث الاتصال بالمصدر و الحمل 13
من حيث الجهد 13
ثالثا- زيت المحولات 14
وظائف الزيت 14
التبريد 14
العزل بين الملفات 14

منع عملية التأكسد 15
كشف الأعطال 15
ثانيا المكونات الخارجية 15
أولا- الخزان Tank 16
خزان مسطح - مستوى Plain tank 16
خزان يحتوى على مجارى اى أنابيب (مواسير) (جانبية) Tube tank 16
خزان يحتوى على زعانف التبريدٌ Radiator على الأجناب الأربعة للمحول 16
فائدة الخزان الرئيسي 16
ثانيا-خزان الزيت التعويضى Oil conservator Tank 17
وظيفة التانك الاحتياطي 17
فتحة التهوية أو التنفيس Explosion Vent 17
محبس سفلي Drain Valve 18
طبة عليا 19
ثالثا-مبين مستوى الزيت (Oil level indicator) 19
وظيفته 19
أنواع مبين الزيت 19
فائدتها 19
رابعا-جهاز الوقاية الغازية Bochloz Relay 21
وظيفته 21
مكان تركيبه 21
مكوناته 21
نظرية عمله 21
خاماسا-جهاز الوقاية االحرارية Thermistor Relay 21
وظيفته 22
سادسا-وحدة التنفيس Breath unit 23
نظرية عمله 23
ألوان مادة السيليكاجيل 23
سابعا-مغيرات الجهد Tap charger 24
أنواع مغير الجهـد 24
مغير الجهد على الحمل OLTC (On load tap changer) 24
مغير الجهد على الدائرة المفصولة NLTC (No load tap charger) 24
طريقة تغيير وضع مغير الجهد 24
عدد خطوات مغير الجهـد لمحولات التوزيع 25
أولا-خمس خطوات 25
ثانيا سبع خطوات 25
مدى الحاجة إلى مغير الجهد Tap charger 26
فكر ة عمل Tap charger 34

توصيلات مغير الجهد العملية 38
ثامنا-أطراف التوصيل للجهد العالى Bushing 39
تاسعا-أطراف التوصيل للجهد المنخفض Low Voltage Bushing 40
وظيفته 40
تصنيف أطراف التوصيل 40
عاشرا-عروة الرفع Liftig Lug 42
حادي عشر -عجلات التحريك Roller 42
ثاني عشر -لوحة بيانات المحول Transformer Name plate 42
أهمية استخدام الحصى أسفل محولات الزيت المركبة خارجيا Outdoor 42

الفصل الثاني

التبريد

DEM

الفصل الثانى..... 3
التبريد..... 3
الأوساط المبردة..... 3
عناصر منظومة التبريد..... 4
أولا-زيت المحولات..... 4
مواصفات زيت التبريد المعدني..... 4
أهم خصائص الزيت..... 4
أقصى قيم للزوجة الزيت..... 5
نقطة الوميض (Flash point)..... 5
نقطة الانصباب (Pour point)..... 5
محتوى الماء..... 5
الشدة الكهربية (Electric strength)..... 6
عامل تبريد العزل الكهربي..... 6
الخواص الكيميائية..... 6
ملخص لخواص زيت تبريد المحولات..... 6
ثانيا- المبرد Radiator..... 7
أولا- المحولات الصغيرة..... 7
ثانيا- المحولات الكبيرة..... 7
إضافة مراوح..... 8
توصيف درجات التبريد..... 8
الرموز المستخدمة فى التبريد..... 9
التبريد ONAN..... 10
مميزات وعيوب هذه الطريقة..... 11
طريقة تبريد ON AF..... 11
طريقة تبريد OF AF..... 11
التبريد المتعدد المراحل..... 12

الفصل الثالث

المفاقيد

DEM

الفصل الثالث 3
المفاقيد 3
أولا مجموعة مفاقيد اللاحمل No load Losses 3
أولا- المفاقيد التخلفية Hysteresis loses 3
ثانيا- المفاقيد الناتجة عن التيارات الدوامية Eddy current Losses 4
ثالثا-مفاقيد العزل Dielectric Losse 4
مفاقيد التحميل 5
المفاقيد النحاسية Copper losses 5
تأثر الحرارة علىCopper losses 6
تأثير نوعية التيار على المفقودات 6
المفقودات الشاردة 7

الفصل الرابع

التوافقيات

DEM

الفصل الرابع 3
التوافقيات Harmonics 3
تعريف التوافقيات 3
معنى الأحمال الغير خطيبة ؟ 3
مصادر الأحمال الخطية Linear Load 4
مصادر الأحمال الغير خطية Nonlinear Load 4
تأثير Odd Current على المحولات 5
استخدام محولات لها K – Factor 5
تعريف K – Factor 5
العلاقة بين K –Factor ومعامل التغيير المطبق على المحول 6

الفصل الخامس

معاوقة المحول وزاوية الأزاحه

DEM

الفصل الخامس 3
معاوقة المحول وزاوية الازاحة 3
أولا معاوقة المحول 3
التعريف الأول لمعاوقة المحول 3
التعريف الثانى لمعاوقة المحول 4
استخدامات معاوقة المحول 5
أولا-حساب تيار القصر Short circuit 5
معادلة تيار القصر 5
ثانيا-عمل أختبارات القصر Short Circuit test 5
ثانيا زاوية الازاحة Phase displacement 9
ثالثا -توصيل المحولات على التوازي 10
مميزات التوصيل على التوازي فى المحولات 10
عيوب و مشاكل التوصيل على التوازي 11
شروط التوصيل على التوازي 12

الفصل السادس

المحولات الجافة

DEM

الفصل السادس 3
ا لمحولات الجافة Dry type transformer 3
تعريف المحول الجاف 3
المكونات 3
استخدامه 4
المميزات 4
أنواعه..... 4
النوع الأول - محولات جافة تقليدية وهى المعروفة Self Air Cooled 4
النوع الثانى من هذه المحولات وهى المعروفة المحولات الجافة الراتنجية Cast Resin..... 5
مميزات النوع الثاني Cast Resin 5
معاوقة القصر 6
مغير الجهد..... 6
الحماية الحرارية..... 6
التهوية القصرية..... 7
جهد الملف الابتدائي..... 7
جهد الملف الثانوى..... 7
القدرة المتاحة..... 7
التركيب..... 7
توصيل الكابلات 7
أختبارات المصنع..... 8
مفاقيد المحول الجاف..... 9

الفصل السابع

محولات التيار ومحولات الجهد

DEM

الفصل السابع 4
أولا محولات التيار 4
1. وظيفة محول التيار 5
2. استخدام محول التيار 5
3. الدقة Accuracy لمحول التيار 6
أولا- أنواع الدقة Accuracy لمحولات التيار الخاصة بالقياس Measuring 6
أولا-متسوى الدقة Accuracy Class 6
تعريفه 6
الرمز المستخدم 6
حدود عمله 6
نسبة الخطأ 6
ثانيا- معامل حدود الدقة Accuracy Limit Factor (ALF) 7
ثالثا-دقة القدرة Power Accuracy أو الـBurden 7
مفهوم مصطلح BURDEN ؟؟ 8
كيف يمكن حساب معاوقة الكابل ؟ 10
ثانيا الدقة لمحولات التيار الخاصة بالحماية Protection 14
متسوى الدقة Accuracy Class 14
تعريفه 14
القيمة المستخدمة 14
معامل حدود الدقة Accuracy Limit Factor 14
دقة القدرة Power Accuracy أو الـBurden 14
4. حساب حدود معامل الدقة ALF 15
حساب أقل قية لحدود معامل الدقة للمحركات والمحولات 19
المعادلة العامة 19
أولا حساب حدود الدقة ALF_A حالة المحركات 20
ثانيا حساب حدود الدقة ALF_A حالة المحولات 20
5. تصميم محول التيار 21
6. مكونات محول التيار (C.T) 23
7. أنواع محولات التيار ؟ 24
محول تيار من النوع شباك Window Type 24
محول تيار من النوع الملفوف Wound-Type C.T 25
محول تيار من النوع ذى القضيب Bar-Type C.T 25
8. طرق توصيل محولات التيار مع أجهزة الوقايه 25
9. نظرية عمل محول التيار ؟ 26
10. خصائص محول التيار المستخدم مع أجهزة القياس Metering 28
11. خصائص محول التيار المستخدم مع أجهزة الوقايه Protection 28
12. مشكلة التشبع ؟ saturation 29

13. الفرق بين محول التيار المستخدم في القياس عن محولات التيار المستخدمه في الحمايه؟..... 30
14. لماذا يجب قصر طرفي محول التيار عند عدم اتصالهم بحمل؟..... 31
15. أهم مواصفات محول التيار ؟..... 32
16. توصيف منحنى المغناطيسيه لمحول التيار..... 32
17. الأختبارات التى يجب إجراؤها على محولات التيار قبل البدء فى إدخال محولات التيار فى الخدمه..... 34
18. كيف يمكن قياس حمولة rated burden محولات التيار ؟..... 35
تعريف الKnee point..... 35
معادلة حساب نقطة الانقلاب Knee point..... 35
19. القيم المختلفة لمحولات تيارالجهد المتوسط..... 36
20. طريقة حساب محول التيار للأحمال المختلفة..... 37
أولا- اللوحات..... 37
ثانيا- المحركات..... 37
ثالثا- المحولات والمولدات..... 37
رابعا- المكثفات..... 37
ثانيا محولات الجهد Voltage transformer..... 41
كيفية كتابة نسبة التحويل فى المحولات..... 42
قيمة العبء (حمل) Burden لمحول الجهد..... 43
الاختلاف الوجهى The phase Difference..... 44
درجة الدقة Accuracy Class..... 44

الفصل الثامن

المحول الذاتي

DEM

الفصل الثامن 3
محول ذاتى Autotransformer 3
نظرية عمل محول 1 فاز Single phase Conrol transformer..... 3
نظرية عمل المحول الذاتى 3 فاز 4
العلاقة بين تيار البدء فى حالة مباشر على الخط و تيار البدء للمحول الذاتي..... 5
المحول الذاتى فى حالة الجهد المتوسط 8
طريقة تشغيلة 8

الفصل التاسع

حساب محولات التحكم (الكنترول)

DEM

الفصل التاسع 4
نظرية عمل محول 1 فاز Single phase Conrol transformer 4
وظيفة محول التحكم 6
العلاقة بين نوع الحمل وقيمة Inrush VA و Sealed VA 8
نماذج للأحمال التى لها Inrush VA 8
نماذج للأحمال التى لها Sealed VA 9
جهد دوائر التحكم 9
معادلة حساب محولات الكنترول 9
خطوات الحساب لمحولات الكنترول 10
التطبيقات العملية لمحول التحكم 14
استخدام محول الكنترول مع مصدر بدون محايد 26
حساب محولات الكنترول لأحمال 1 فاز 26
ثانيا المحول الآمن Safety Control Transformer 31
ثالثا المحول العازل Isolation Transformer 31
التعريف 31
طريقة العمل 32
الخصائص 33
الاستخدام 34
أنواع محولات العزل 34
محول عزل أحادي الطور 1 phase isolation transformer لدوائر التحكم 34
سعة محول الكنترول 34
حساب قدرة محول العزل 34
حساب قاطع الحماية على الملف الابتدائي والثانوي 38
أولا قاطع الحماية على الملف الابتدائي 38
ثانيا قاطع الحماية على الثانوى 38
الحماية بمصهر Fuse على الجانب الابتدائي 42
المعادلة العامة للتيار 42

أولا في حالة المحول اقل من او يساوي 630 فولت أمبير 42
ثانيا في حالة المحول أكير من 630 فولت أمبير 42
ملحق الفصل التاسع 44
ملحق (9.1) 45
جدول قدرة المحول المنفصل لبادئ حركة مغير سرعات أو مباشر على الخط..... 45
ملحق (9.2) 46
جدول قدرة المحول المنفصل لبادئ حركة ستار دلتا أو بادئ حركة تدريجى ناعم..... 46
ملحق (9.3) 47
جدول قواطع محول العزل على الابتدائي جهد(1فاز) 230 و 400 فولت 47
جدول مصهرات محول العزل على الابتدائي جهد(1فاز) 230 و 400 فولت..... 48
ملحق (9.4) 49
جدول قواطع محول العزل على الثانوي 24 و48 و110 و 230 فولت 49

الفصل العاشر

حسابات المحول

DEM

الفصل العاشر 5
الحسابات العملية لمحولات القدرة..... 5
أولا-حساب قدرة المحول بالكيلوفولت أمبير لأحمال الجهد المنخفض..... 6
المعادلة العامة..... 6
ثانيا-حساب قدرة المحول بالكيلوفولت أمبير لأحمال الجهد المنخفض والمتوسط..... 11
ثالثا-حساب قدرة المحول بالكيلوفولت أمبير لأحمال الجهد المنخفض والمتوسط (المستهلكة)..... 16
رابعا-حساب التيار المقنن لقاطع المحول على الملف الابتدائى 18
التيار المقنن قواطع الجهد المتوسط الحسابى..... 19
أولاً معامل التصحيح الخاص بتيار القاطع k1 20
ثانيا معامل تصحيح درجة حرارة الهواء المحيط للقاطع k2..... 20
ثالثا معامل تصحيح الارتفاع عن مستوى سطح البحر Altitude (K3)..... 20
التيار المقنن لقواطع الجهد المتوسط القياسي..... 21
خامسا-حساب التيار المقنن لمصهرات المحول على الملف الابتدائى..... 22
سادسا-حساب التيار المقنن لقاطع المحول على الملف الثانوى..... 27
أولا نوع القاطع للجهد المنخفض..... 27
ثانيا سعة القاطع بالأمبير 28
ثالثا سعة القطع Breaker Breaking capacity 28
رابعا معاملات التصحيح 29
أولاً معامل التصحيح الخاص بحماية القاطع للحمل F1..... 29
ثانيا معامل تصحيح درجة حرارة الهواء المحيط للقاطع F2..... 30
ثالثا معامل تصحيح الارتفاع عن مستوى سطح البحر Altitude (F3) 31
معادلة حساب تيار القاطع فى حالة MCCB و ACB 31
سابعا-حساب تيار القصر على أطراف المحول على الملف الابتدائي 35
العلاقة بين الميجا فولت أمبير للشبكة وتيار القصر للقواطع..... 36
أقصى ميجا فولت أمبير حال القصر 37
ثامنا- حساب تيار القصر عند ملفات المحول الثانوية Short circuit at secondary side 39
حساب تيار القصر على الثانوى بالمعادلة المختصر 42
تاسعا-حساب تيار القصر لمحول افتراضى 46
عاشرا-حساب المكثفات المطلوبة فى حالة اللاحمل..... 50
حادي عشر -حساب المكثفات المطلوبة فى حالة التحميل للجهد المنخفض 51
معادلات استنتاج قيمة مكثف تحسين معامل القدرة..... 52
قبل التحسين (وضع المكثفات)..... 52
بعد التحسين ووضع المكثفات..... 53
قيمة المكثفات 53
حساب معامل القدرة بعد التحسين 56

أولا حساب معامل القدرة بعد التحسين فى حالة الحمل منفردا 56
ثانيا حساب معامل القدرة بعد التحسين فى حالة أحمال متعددة 58
طرق حساب قيمة المكثفات اللازمة لمحول الجهد المنخفض 59
أولا الطريقة الحسابية الدقيقة 59
ثانيا الطريقة التقريبية الأولى 62
الطريقة التقريبية الثانية 63
تأثير معامل القدرة المتقدم Lead power Factor 67
ثاني عشر-حساب المكثفات المطلوبة فى حالة التحميل للجهد المتوسط 71
جهد التشغيل 71
توصيل المكثفات على لوحات الجهد المتوسط 79
أولا التوصيل المنفصل لكل محرك Individual capacitor 79
توصيل المكثفات مجمعة داخل لوحة Capacitor bank 81
ثالث عشر -حسابات التهوية القسرية Forced Ventilation لغرفة المحولات 82
الطريقة الأولى 83
المعادلة العامة لحساب معدل تدفق الهواء 83
الطريقة الثانية 84
حساب قدرة المروحة الكهربية 86
الطريقة الأولى 86
الطريقة الثانية 87
الطريقة الثالثة 87
رابع عشر -حساب الفتحات اللازمة للتهوية الطبيعية Natural Ventilation لغرفة المحولات 89
الطريقة الأولى لحسابات فتحات التهوية 90
الخطوات 90
الطريقة الثانية لحساب فتحات التهوية 92
خامس عشر -حساب كفاءة المحول Transformer Efficiency 93
سادس عشر -حسابات الهبوط فى الجهد على أطراف المحول على الملف الثانوى 97
سابع عشر -حساب معاوقة المحول بالأوم 101
ثامن عشر -حساب المقاومة والمفاعلة الحثية للمحول 104
تاسع عشر -حساب حجم الزيت المراد تغييره فى المحولات 107
عشرون- حسابات الهبوط في الجهد على اطراف المحول طبقا لنوع بادئ الحركة 109
أولا - في حالة حمل منفرد يتم تغذيته من المحول 109
أولا- حساب الهبوط في الجهد في حالة بادئ حركة مباشر على الخط 110
ثانيا - في حالة بادئ الحركة غير مباشر على الخط 114
أولا- حالة ستار دلتا- بادئ حركة تدريجى ناعم - مغير سرعات 114
ثانيا- حالة محول ذاتى Auto transformer 114

استخدام الجدول في حالة الجهد المنخفض 119
استخدام الجدول في حالة الجهد المتوسط 119
ثانيا - حساب المحول في حالة تغذية أحمال متعددة 121
الطريقة الأولى 121
الطريقة الثانية 121

الفصل الحادي عشر

مساحة مقطع التأريض

DEM

الفصل الحادي عشر 3
حساب مساحة مقطع موصل التأريض الرئيسى 3
تأريض نقطة التعادل في المحول Earthing Neutral point 3
أولاً : النظام المعزول (Ungrounded system) 3
مميزات نظام نقطة التعادل معزولة عن الأرض : 3
عيوب هذا النظام : 3
ثانيا ً: النظام المؤرض : 4
المميزات 4
حساب مساحة مقطع موصل التأريض الرئيسى 5
حساب مساحة مقطع موصل التأريض طبقا للمواصفات العالمية IEEE 80 5
حساب مساحة مقطع موصل التأريض طبقا للمواصفات العالمية BS 7430 7
استخدام المعادلة الاديابادیه Adiabatic Equation في حماية منظومة الجهد المنخفض 17
لماذا تم فصل كل من تأريض محايد المحول وتأريض جسم المحول ؟ 18
دراسة الجهد في حالة توصيل المحايد وجسم المحول على نقطة واحدة (بئر ارضى واحد) 19
الشروط الواجب توافرها في التصميم 20
دراسة الجهد في حالة توصيل المحايد على نقطة وجسم المحول على نقطة أخرى 20
حساب مقطع كابل تأريض المحايد Neutral للمحول 21
حساب مقطع كابل تأريض جسم المحول Equipment Earthing 22
الطريقة الأولى 22
الطريقة الثانية 23
حساب مقاومة الأرضى والكابل NGR فى حالة الجهد المتوسط 25
أولا حساب المقاومة 25
حساب جهد المحايد - الأرضي 26
فى حالة المحول 26
فى حالة المولد 26
حساب تيار المحايد - الأرضي 26
حساب مقاومة المحايد - الأرضي 26
حساب محول التيار 26
ثانيا حساب الكابل 26

الفصل الثاني عشر

الحماية الكهربية للمحولات

DEM

الفصل الثانى عشر 3
الحماية الكهربية للمحولات..... 3
ما هي الحماية الكهربية ؟..... 3
تقسيم الحماية الكهربية 3
أولا- الحماية على ملفات الابتدائى للمحول..... 3
أولا- الحماية عن طريق رليهات الحماية Protection Relay 3
ثانيا- حماية عن طريق أجهزة مركبة على المحول..... 8
طريقة الحماية 8
ثالثا- الحماية التفاضلية..... 9
النظرية الأساسسة لجهاز الوقاية التفاضلية..... 9
ثانيا- الحماية على الجانب الجهد المنخفض للمحول 9
حماية حرارية Thermal release..... 10
حماية مغناطيسية magnetic release..... 10
حماية ضد الاعطال الأرضية..... 10
..... 13

الفصل الثالث عشر

أنظمة الانذاروالإطفاء ومكافحة الحريق

DEM

الفصل الثالث عشر 8
أنظمة الإنذار والاطفاء ومكافحة الحريق 8
أولا- الكواشف 9
كاشف الدخان Smoke detector..... 9
نظرية عمله 9
الكاشف الحراري Heat detector..... 9
نظرية عمله 9
كاشفات الحرارة الثابتة Fixed Temperature 9
كاشفات معدل ارتفاع الحرارة Rate of rise heat detector 9
أنواعه..... 9
كاشف متعدد الاستشعار Multi sensor 10
كواشف مواسير التكيف Duct Detector 11
(كواشف الغازات Gas Detectors) 11
الكاشف الشعاعى Beam detector 11
مكوناته..... 11
نوعه..... 12
تركيبة ونظرية عملة 12
طبقا للنوع المستخدم..... 12
التركيب 12
الكاشف اللهبى Flame detector..... 13
نظرية العمل 13
مدى الاستشعار..... 14
المسافات والمساحة التى يغطيها كل كاشف..... 14
فى حالة أسقف مستوية (مسطحة) ولا يوجد استخدام للوسائل النظيفة..... 14
المسافات وأماكن الكاشفات للأسقف ذات عوائق إنشائية أو الأسقف ذات الوصلات..... 17
أولا فى حالة أسقف بها عوائف إنشائية مع عدم وجود للوسائل النظيفة 17
ثانيا فى حالة أسقف مع وجود للوسائل النظيفة..... 18
ثانيا- أجهزة الانذارات Alarm..... 20
النظام صوتى Sound alarm only 20
أولا-الأجراس والصفارات 21
الوظيفة 21
الاستخدام..... 21
التركيب 21

ثانيا-السماعات Speaker 23
التوصيات الخاصة بتوزيع سماعات الصوت بالمنشآت 23
ثانيا- إنذار سمعى ومرئي (strobe light) 24
أنواع الانذار السمعى والمرئي 25
ثالثا- أجهزة الاستدعاء (النداء) 28
أسماء نقاط الاستدعاء 29
نظرية العمل 29
التركيب 30
رابعا-لوحة التحكم Fire Alarm control panel 30
أنواع لوحات التجكم 30
أولا-النوع المعنون Addressable type 31
ثانيا-النوع المعنون التناظرى Analogue Addressable type 31
ثالثا-النوع العادي التقليدي (غير معنون) Conventional type 32
أختيار لوحة التحكم 33
الوحدات البرمجية Modules 33
أنواعه 33
أولا-وحدة برمجية Modules للتحكم Control 33
ثانيا- وحدة برمجية Modules بغرض المراقبة Monitoring 33
ثالثا-وحدات برمجية Modules عازلة Isolated 33
وظيفتها 34
مكانه فى الدائرة 34
تثبيته 34
النظام الاحتياطي (البطاريات) Back up Batteries 34
توصيل البطاريات 35
حساب البطاريات 35
تصميم نظام الانذار 39
حساب أعداد الكواشف بالنسبة للمساحة 39
حساب عدد كواشف الحرارة 39
حساب عدد كواشف الدخان 39
حساب عدد الصفوف والأعمدة 39
إيجاد المسافة المتبقية 39
تحديد المسافة بين الكواشف 40
تحديد المصفوفة أى عدد اللأعمدة وعدد الصفوف 40

أولا- كواشف الدخان 40
ثانيا- كواشف الحرارة..... 40
رابعا- كابلات االحريق Fire Alarm Cable 44
النوع الاول 44
النوع الثانى 44
نوع الموصل..... 44
شكل الموصل..... 44
نوع العازل..... 44
نوع التسليح 45
الغلاف الخارجى..... 45
جهد التصنيع 45
مساحة مقطع الموصل..... 45
عدد أطراف الكابل..... 46
كيفية كتابة كابلات الانذار والحريق 46
الستارة [Screen [Shield 46
حساب أقصى طول لكابلات أجهزة الانذار بمعلومية التيار الكلى..... 46
استنتاج معادلة أقصى طول 48
أقصى هبوط للجهد 49
حساب أقصى طول للكابل للكواشف ونقاط الاستدعاء..... 52
الطريقة الأولى..... 52
لطريقة الثانية 53
الطريقة الثالثة..... 53
أنظمة الإطفاء 55
أولا غاز FM200..... 55
تعريف 55
خواصه غاز FM200 55
استخداماته 56
حجم العبوة Agent 56
درجاته Classes..... 56
نسبة التركيز للغاز 56
حساب FM200 57
الطريقة الأولى 57
شرح المعاملات..... 59

نسبة التركيز للغاز C 59
حساب حجم الحيز 59
فى حالة لوحة 59
فى حالة غرفة 59
معامل الارتفاع عن سطح البحر K_{ALT} 60
معامل الفتحات داخل الحيز unclosable factor 60
معامل الأمان 60
الطريقة الثانية 61
ثانيا غاز ثانى أكسيد الكربون CO2 64
التعريف 64
تركيب المادة وخصائصها 64
التطبيق 65
تقسيم انظمة غاز ثانى أكسيد الكربون 65
نظام الغمر الكلي 65
نظام الغمر الموضعي 65
نظام الخراطيم اليدوية 65
نظام الشبكة الخالية 65
التشغيل 66
تشغيل تلقائي 66
تشغيل يدوي كهربائي 66
تشغيل يدوي ميكانيكى 66
مكونات النظام 66
حسابات ثانى أكسيد الكربون 67
أولا اللوحات الكهربية 67
الطريقة الأولى 67
الطريقة الثانية 67
شرح المعاملات 67
معامل الحيز الحجمى F1 68
معامل الاغمار F2 68
ثانيا الغرف الكهربية الخاصة بالتحكم مع أرضية خرسانة 71
شرح المعاملات 71
حساب حجم الغرفة 71
حساب المساحات المفتوحة Ao 72

حساب معامل الفتحات Ko 72
الحالة الأولى 72
الحالة الثانية 72
معدل تغيير الهواء الموجود بالغرفة 73
الزمن المستغرق t 73
معامل الحيز الحجمى F1 73
معامل الاغمار F2 73
ثالثا لغرف الكهربية الخاصة بالتحكم مع أرضية مرتفعة Raised Floor 77
ثالثا - الحماية عن طريق نظام الضباب المائى 81
تعريف 81
أنواعه 81
النظام الجاف 81
النظام الرطب 81
مكونات النظام 81
نظرية التشغيل 82
نظم مكافحة الحريق Fire Fighting 83
تعليق الأجهزة 83
درجات المخاطر 84
المخاطر الخفيفة Light (Low) Hazard : 84
المخاطر المتوسطة (العادية) Ordinary (Moderate) Hazard : 84
المخاطر الجسيمة Extra (High) Hazard : 84
توزيع طفايات الحريق لنوع الحرائق (A) 85
أنواع الحرائق Fire Classes 86
حرائق النوع (A) 86
حرائق النوع (B) 86
حرائق النوعC 86
حرائق النوع (D) : 87
حرائق النوع (K) 87
أنواع طفايات الحريق 87
طفايات البودرة الجافة Dry Powder 88
أولا طفايات البودرة المضغوطة بالهواء 88
ثانيا- طفايات غاز ثانى أوكسيد الكربون 88
مزايا الجهاز 89

طفايات الهالون..... 89
حساب حجم العبوة..... 90

الفصل الرابع عشر

الانارة والمقابس

DEM

الفصل الرابع عشر 3
الانارة والمقابس 3
لمبات الليد LED 3
أنواع مصابيح الـ ليدLED 3
مصابيح توهجية Incandescent lamp 4
مصابيح تفريغ غازى Discharge lamp 4
أولا -مصابيح صوديوم 4
ثانيا -مصابيح الزئبق 5
أولا-حساب الانارة 8
حساب إنارة الطواري 9
ثانيا حساب المقابس 10
من حيث الجهد 10
من حيث السعة التيارية 10
الجهد أحادي الطور 11
الجهد ثلاثى الطور 11
من حيث الاستخدام 11
استخدام عام 11
استخدام خاص 11
بالنسبة للجهد أحادي الطور 11
بالنسبة للجهد ثلاثى الطور 11
من حيث نوعية التركيب 11
من حيث عدد المسامير PINS وهى متوفرة كما يلى 12
فى حالة جهد أحادي الطور 12
فى حالة جهد ثلاثى الطور 12
من حيث درجة الحماية ضد الأتربة والمياه 12
من حيث العدد و القواطع Breakers الحامية لها 13
من حيث التوصيل 13
حساب المقابس للغرفة المحولات 14
أولا خارجيا 14
ثانيا داخليا 15

كتاب (الجزء الثاني)

الحسابات العملية لمحولات القدرة والتحكم

Power and control transformer calculations

تأليف

مهندس / ناجي عبدالهادى جمعة

D e M

الفصل الخامس عشر

تصميم غرفة المحولات

DEM

الفصل الخامس عشر 3
تصميم وابعاد غرف المحولات 3
تصميم غرفة المحولات 3
أولا فى حالة المحطات والمصانع ومحول زيتى 3
ثانيا فى حالة المحطات والمصانع ومحول جاف 10

الفصل السادس عشر

حساب كابلات الجهد المنخفض

DEM

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

أولا- متوسط معامل التصحيح الكلى لكابلات ممدودة فى الهواء 25
ثانيا - معامل التصحيح الكلى لكابلات ممدودة فى الهواء داخل مجرى خرسانى Concrete Trench 29
ثالثا- معامل التصحيح الكلى لكابلات مدفوفة فى الأرضBuried cables 33
جداول معامل التصحيح للكابلات المدفونة في الأرض..... 33
تحديد عرض الترنش..... 40
خامسا - معامل التصحيح الكلى لكابلات مدفونة فى الأرض فى مواسير فى الخرسانة Duct Bank 43
استخراج متوسط معامل التصحيح للكابلات..... 50
مفهوم الفرق بين عدد الكابلات وعدد الدارات 50
العلاقة بين معامل التصحيح التجميعى وعدد الدارات الممدودة أثناء التشغيل 51
كابلات فى الخدمة Duty 51
كابلات أحتياطيه Standby 51
كابلات مجاورة Adjacent 51
حالات الكابلات المجاورة 52
استخدام عدد الكابلات الكلي 54
ثالثا - حساب التيار الاعتبارى..... 57
جميع الحالات ماعدا ستار دلتا..... 57
فى حالة الحمل محرك يعمل ستار دلتا 57
خامسا - حساب التيار التصميمى للكابل 57
جميع الحالات وكابل متعدد القلوب أو أحادي القلب فيما عدا ستار دلتا..... 57
حالة الحمل محرك يعمل ستار دلتا وكابل متعدد القلوب 57
فى حالة الحمل محرك يعمل ستار دلتا وكابل أحادي القلب..... 58
أولا كابل متعدد القلوب 58
ثانيا كابل أحادي القلب Single core cable..... 59
سادسا- حساب مساحة مقطع الكابل..... 59
سابعا- حساب التحميل الفعلي على الفازات 66
جميع الحالات وكابلات متعددة القلوب أو أحادية القلب فيما عدا محركات ستار دلتا 66
حالة محركات ستار دلتا وكابل متعدد القلب..... 66
حالة محركات ستار دلتا وكابل أحادي القلب..... 66
ثامنا - حساب الهبوط فى الجهد 66
جميع الحالات وكابلات متعددة القلوب أو أحادية القلب فيما عدا ستار دلتا 66
حساب الهبوط فى الجهد بالفولت في حالة ستار دلتا وكابل متعدد القلوب..... 67
حساب الهبوط فى الجهد بالفولت في حالة ستار دلتا وكابل أحادي القلب..... 67
الملى فولت لكل أمبير لكل متر 67
أولا القيمى القصى للهبوط في الجهد عند بدء المحرك 71
ثانيا معادلة نسبة تيار البدء Is إلى تيار المقنن In..... 71
حساب الهبوط فى الجهد المؤوي..... 76
في حالة جهد ثلاثي الطور (3 فاز)..... 76

في حالة جهد أحادي الطور (1 فاز) 76
أقصى هبوط فى الجهد 76
الهبوط في الجهد التراكمي 77
تحديد أقصى مسافة لهبوط الجهد 77
معادلة أقصى مسافة لهبوط الجهد 2.5% 78
الطريقة الأولى (معادلة عامة) 78
الطريقة الثانية 78
في حالة ستار دلتا وكابل متعدد القلب 78
في حالة ستار دلتا وكابل أحادي القلب 78
الخطوات العملية لحسابات الكابلات 79
طريقة حساب كابلات المولدات عن طريق الجداول 98
أرقام الجداول 98
كيفية استخدام الجداول للمغذيات 101
أمثلة لتمديد في الهواء 102
مثال على الجداول مدفون في الأرضى 106
مثال على الجداول مدفون في مواسير 107

الفصل السابع عشر

جداول كابلات المحولات بعزل XLPE

DEM

رقم الجدول	الموصل	العزل	القدرة	معامل التصحيح	التمديد	جهد التشغيل	الصفحة
						Cover	3
17. 1	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.8	هواء	400	4
17. 2	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.75	هواء	400	5
17. 3	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.7	هواء	400	6
17. 4	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.65	هواء	400	7
17. 5	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.6	هواء	400	8
17. 6	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.55	هواء	400	9
17. 7	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.5	هواء	400	10
17. 8	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.45	هواء	400	11
17. 9	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.4	هواء	400	12
17. 10	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.35	هواء	400	13
						Cover	14
17. 11	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.8	مدفون في الأرض	400	15
17. 12	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.75	مدفون في الأرض	400	16
17. 13	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.7	مدفون في الأرض	400	17
17. 14	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.65	مدفون في الأرض	400	18
17. 15	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.6	مدفون في الأرض	400	19
17. 16	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.55	مدفون في الأرض	400	20
17. 17	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.5	مدفون في الأرض	400	21
17. 18	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.45	مدفون في الأرض	400	22
17. 19	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.4	مدفون في الأرض	400	23
17. 20	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.35	مدفون في الأرض	400	24
						Cover	25
17. 21	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.8	مدفون في مواسير	400	26
17. 22	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.75	مدفون في مواسير	400	27
17. 23	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.7	مدفون في مواسير	400	28
17. 24	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.65	مدفون في مواسير	400	29
17. 25	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.6	مدفون في مواسير	400	30
17. 26	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.55	مدفون في مواسير	400	31
17. 27	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.5	مدفون في مواسير	400	32
17. 28	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.45	مدفون في مواسير	400	33
17. 29	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.4	مدفون في مواسير	400	34
17. 30	نحاس	XLPE	30-2000KVA	0.35	مدفون في مواسير	400	35

الفصل الثامن عشر

جداول كابلات المحولات بعزل PVC

DEM

رقم الجدول	الموصل	العزل	القدرة	معامل التصحيح	التمديد	جهد التشغيل	الصفحة
						Cover	3
18. 1	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.8	هواء	400	4
18. 2	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.75	هواء	400	5
18. 3	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.7	هواء	400	6
18. 4	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.65	هواء	400	7
18. 5	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.6	هواء	400	8
18. 6	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.55	هواء	400	9
18. 7	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.5	هواء	400	10
18. 8	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.45	هواء	400	11
18. 9	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.4	هواء	400	12
18. 10	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.35	هواء	400	13
						Cover	14
18. 11	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.8	مدفون في الأرض	400	15
18. 12	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.75	مدفون في الأرض	400	16
18. 13	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.7	مدفون في الأرض	400	17
18. 14	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.65	مدفون في الأرض	400	18
18. 15	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.6	مدفون في الأرض	400	19
18. 16	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.55	مدفون في الأرض	400	21
18. 17	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.5	مدفون في الأرض	400	21
18. 18	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.45	مدفون في الأرض	400	22
18. 19	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.4	مدفون في الأرض	400	23
18. 21	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.35	مدفون في الأرض	400	24
						Cover	25
18. 21	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.8	مدفون في مواسير	400	26
18. 22	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.75	مدفون في مواسير	400	27
18. 23	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.7	مدفون في مواسير	400	28
18. 24	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.65	مدفون في مواسير	400	29
18. 25	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.6	مدفون في مواسير	400	30
18. 26	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.55	مدفون في مواسير	400	31
18. 27	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.5	مدفون في مواسير	400	32
18. 28	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.45	مدفون في مواسير	400	33
18. 29	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.4	مدفون في مواسير	400	34
18. 30	نحاس	PVC	30-2100KVA	0.35	مدفون في مواسير	400	35

الفصل التاسع عشر

حساب باسبارات المحولات

DEM

الفصل الثاني والعشرون..... 3
حساب البارات المدمجة للمحولات والمولدات..... 3
حساب الهبوط فى الجهد على الباسبارات المعزولة Busway..... 8
معادلة الهبوط فى الجهد فى حالة تغذية مركزة Concentrated..... 8
معادلة الهبوط فى الجهد فى حالة تغذية موزعة Distributed..... 8
حساب الملى فولت /أمبير /متر..... 8
معادلة الهبوط فى الجهد المؤي..... 8
العلاقة بين الزاوية بالدرجات والراديان..... 9

الفصل العشرون

كابلات الجهد المتوسط

DEM

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

تمديد فى الهواء Air 25
تمديد فى الأرض Ground 25
كيفية أختيار كابل الجهد المتوسط 47
أولا- جهد التصميم للكابل 47
ثانيا- جهد التشغيل 47
شرح جدول (20.28) 48
الهبوط في الجهد 49
معاوقة السلك المنفرد 49
معاوقة الكابل طبقا لنوع الجهد 50
شروط تمديد (فرد) عدد من الكابلات على نفس الفازة ؟ 51
لماذا نلجأ لوضع عدد من الكابلات على الفازة ؟ 51
معادلات حسابات الهبوط فى الجهد على كابلات الجهد المتوسط 51
الطريقة الأولى 51
حساب المعاوقة المكافئة لعدد من الكابلات على التوازي 51
الطريقة الثانية 59
الطريقة الثالثة 60
قيمة الهبوط فى الجهد المسموح به 64
النسبة المؤية للهبوط فى الجهد 64
أقصى طول للكابل 69
حساب أقصى طول والطول الحرج للكابلات 69
معادلة الطول الحرج 69
معادلة حساب تيار الشحن للكابل 71
معادلة تيار القصر عند نهاية الكابل 79

الفصل الحادي و العشرون

جداول كابلات المولدات جهد متوسط

DEM

رقم الجدول	نوع الموصل	نوع العزل	معامل التصحيح	نوع التمديد	جهد التشغيل	صفحة
					COVER	3
21. 1	نحاس	XLPE	0.6	هواء	3300	4
21. 2	نحاس	XLPE	0.6	هواء	6600	5
21. 3	نحاس	XLPE	0.6	هواء	11000	6
21. 4	نحاس	XLPE	0.6	هواء	22000	7
21. 5	نحاس	XLPE	0.6	هواء	33000	8
					COVER	9
21. 6	نحاس	XLPE	0.6	أرض	3300	10
21. 7	نحاس	XLPE	0.6	أرض	6600	11
21. 8	نحاس	XLPE	0.6	أرض	11000	12
21. 9	نحاس	XLPE	0.6	أرض	22000	13
21. 10	نحاس	XLPE	0.6	أرض	33000	14
					COVER	15
21. 11	نحاس	XLPE	0.6	Duct	3300	16
21. 12	نحاس	XLPE	0.6	Duct	6600	17
21. 13	نحاس	XLPE	0.6	Duct	11000	18
21. 14	نحاس	XLPE	0.6	Duct	22000	19
21. 15	نحاس	XLPE	0.6	Duct	33000	20
					COVER	21
21. 16	ألومنيوم	XLPE	0.6	هواء	3300	22
21. 17	ألومنيوم	XLPE	0.6	هواء	6600	23
21. 18	ألومنيوم	XLPE	0.6	هواء	11000	24
21. 19	ألومنيوم	XLPE	0.6	هواء	22000	25
21. 20	ألومنيوم	XLPE	0.6	هواء	33000	26
					COVER	27
21. 21	ألومنيوم	XLPE	0.6	أرض	3300	28
21. 22	ألومنيوم	XLPE	0.6	أرض	6600	29
21. 23	ألومنيوم	XLPE	0.6	أرض	11000	30
21. 24	ألومنيوم	XLPE	0.6	أرض	22000	31
21. 25	ألومنيوم	XLPE	0.6	أرض	33000	32
					COVER	33
21. 26	ألومنيوم	XLPE	0.6	Duct	3300	34
21. 27	ألومنيوم	XLPE	0.6	Duct	6600	35
21. 28	ألومنيوم	XLPE	0.6	Duct	11000	36
21. 29	ألومنيوم	XLPE	0.6	Duct	22000	37
21. 30	ألومنيوم	XLPE	0.6	Duct	33000	38