الاختبارات الكهربيه

ELSEWEDY ELECTRIC PSP

1 Contents

2 مقدمه 7

3 أساسيات التحكم الالى 8

3.1 مكونات الدوائر الكهربيه الاساسيه..... 8

3.1.1 الكونتاكتور Contactor 8

3.1.2 المرحلات auxiliary relay..... 8

3.1.3 القاطع الحراري overload 9

3.1.4 مفاتيح التشغيل و الايقاف ON/OFF Push Buttons..... 9

3.1.5 المؤقت Timer 10

3.2 دوائر التحكم و القوي 11

3.2.1 دائره القوى Power Circuit 11

3.2.2 دائره التحكم Control Circuit. 11

4 امثله على دوائر القوي و التحكم..... 12

4.1 دائره فصل و توصيل محرك فى اتجاه واحد و بسرعه واحدة. 12

4.2 دائره فصل و توصيل محرك فى اتجاهين..... 13

4.3 دائره بدىء محرك Star -Delta..... 14

5 اساسيات المحركات الكهربيه 17

5.1 تقسيم المحركات الكهربيه 17

5.2 المحركات الحثيه ثلاثيه الاوجه .3PHASE INDUCTION MOTOR. 17

5.2.1 فكره عمل ال 3PHASE INDUCTION MOTOR 17

5.2.2 تكوين ال 3PHASE INDUCTION MOTOR 17

5.2.3 طرق تغيير سرعه 3PHASE INDUCTION MOTOR 19

5.2.4 طرق بدىء المحركات الحثيه ثلاثيه الاوجه. 20

5.2.5 اختبارات المحركات الكهربيه. 21

6 اساسيات المحولات الكهربيه:TRANSFORMERS PRINCIPLE 26

6.1 محولات القدره الكهربيه..... 26

6.1.1 تركيب و تكوين محولات القدره. 26

6.2 نظريه عمل محولات القدره POWER TRANSFORMERS THEOREY OF OPERATION 32

6.2.1 محولات الجهد VOLTAGE TRANSFORMERS..... 32

6.2.2 محولات التيار CURRENT TRANSFORMERS..... 32

6.3 اختبارات محولات القدره POWER TRANSFORMERS TESTING..... 33

6.3.1 الاختبارات التى تتم اثناء التركيب 33

6.3.2 الكسر الكهربى للزيت و تحليل الغازات الذائبه..... 33

6.3.3 الاختبارات التى تتم بعد تركيب المحول. 35

7 كابلات القدره. 46

7.1 تصنيف الكابلات من حيث الجهود المنقولة. 46
7.2 تصنيف الكابلات من مادة العزل المستخدمة. 46
7.3 خصائص المـادة العـازلــة. 46
7.4 أنواع المـــــواد العازلـــة. 46
7.5 المقاطع المختلفة للكابلات. 47
7.6 الموصــلات 47
7.6.1 الموصلات المصمتة و الموصلات المجدولة. 48
7.7 مكـــونات الكابلات. 48
7.7.1 الكابلات المعزولة بمادة البولي فينيل كلورايد P . V . C. 48
7.7.2 الكابلات المعزولة بمادة بولي إيثلين المتشابك X . L. P. E 49
7.7.3 الموصل. CONDUCTOR 50
7.7.4 . شبه الموصل (الأول). (1) SEMI-CONDUCTOR. 50
7.7.5 3. العـــزل INSULATION 50
7.7.6 . مادة شبه الموصل (الثانى) (2) SEMI CONDUCTOR 50
7.7.7 . علامات تحديد الأوجه PHASES COLOUR IDENTIFICATION 51
7.7.8 6. الشبكة النحاسية (رقائق النحاس) METALLIC TAPE 51
7.7.9 7. الحشـــو أو (الفرشة) FILLING - BEDDING: 51
7.7.10 8. التسلـــيح (التدريع) ARMOUR : 51
7.7.11 9. الغلاف الخارجى OUTER SHEATH: 51
7.8 الحمايات الموجودة فى الكابل 52
7.8.1 الحماية الكهربائية : 52
7.8.2 الحماية الميكانيكية : 52
7.8.3 الحماية الكيميائية : 52
7.9 أعطال الكابلات 52
7.9.1 العوامل الميكانيكية 53
7.9.2 العوامل الكهربائية و الكيميائية 53
7.9.3 ســوء الصناعة 53
7.9.4 سوء المـــد 54
7.9.5 أعماق وضع الكابلات 54
7.9.6 سوء اللحامات و المـــــد (الفرد) 55
7.9.7 سوء التحميـــل 55
7.10 إختبارات الكابلات. 55
7.10.1 اختبار اتصاليه الكابل 55
7.10.2 اختبار مقاومه العزل الكهربى قبل الجهد العالى 55
7.10.3 اختبارالجهد العالى للكابل. 55
7.10.4 DC HIGHPOT 56

7.10.5 AC HIGHPOT 56
7.10.6 VLF HIPOT 56
7.10.7 اختبار مقاومه العزل الكهربى قبل الجهد العالى 56
8 لوحات توزيع الجهد المتوسط M.V DISTRIBUTION BOARD. 58
8.1 مكونات لوحات توزيع الجهد المتوسط 58
8.2 Incoming Cubicle 58
8.3 Cubicle Outgoing 58
8.4 Bus-Coupler 59
8.5 Bus riser 59
8.6 المكونات الاساسيه لخليه دخول / خروج فى لوحه توزيع. 60
8.6.1 القضبان النحاسيه CUPPER BUSBARS 61
8.6.2 القاطع الكهربى CIRCUIT BREAKER 61
8.6.3 سكينة الأرضى EARTH SWITCH 62
8.6.4 محول الجهد VOLTAGE TRANSFORMER 62
8.6.5 محول التيار CURRENT TRANSFORMER 63
8.6.6 اقفال الحمايه PROTECTION SHUTTERS 63
8.6.7 اجهزه القياس METERING DEVICES 64
8.6.8 ادوات التشغيل OPERATION TOOLS 64
8.6.9 اجهزه الوقايه PROTECTION DEVICES 64
8.7 إختبارات لوحات الجهد المتوسط. 65
8.7.1 الاختبارات الميكانيكيه. 65
8.7.2 الاختبارات الكهربيه. 65
8.7.3 اجراء اختبار مقاومه العزل DC INSULATION RESISTANCE 66
9 المحطات الفرعيه SUBSTATION. 68
9.1 المحطات المعزوله بالهواء AIS. 68
9.2 المحطات المعزوله بالغاز Gas Insulated Switch Gear GIS. 69
9.3 اشكال المحطات الفرعيه Bus Bar Arrangement. 69
9.3.1 Single Bus Bar Single Breaker 69
9.3.2 Double Bus Bar Single Breaker 70
9.3.3 DOUBLE BUS BAR DOUBLE BREAKER 71
9.3.4 ONE AND HALF BREAKER RRANGEMENT 72
9.4 اختبارات المحطات الفرعيه SUBSTATION TESTS. 74
9.4.1 اختبارات محولات الجهد 75
9.4.2 اختبار مقاومه العزل 75
9.4.3 اختبار نسبه التحويل 75
9.4.4 اختبار دوائر الجهد. 76

9.4.5 اختبارات محولات التيار 76
9.4.6 اختبار القطبيه POLARITY..... 76
9.4.7 اختبار نسبه التحويل..... 77
9.4.8 اختبار التشبع STAURATION CHARACTERISTICS..... 78
9.4.9 اختبار دوائر التيار. 79
9.4.10 اختبار القواطع الكهربيه 79
9.4.11 التشغيل الميكانيكى MECHANICAL OPERATION TEST..... 79
9.4.12 التشغيل الكهربى ELECTRICAL OPERATION TEST. 79
9.4.13 التأكد من توصيل و فصل فازات القاطع فى نفس الوقت POLE DISCREPANCY TEST 80
9.4.14 SF6 "BLOCK CLOSE "AND "BLOCK TRIP "TEST 80
9.4.15 اختبار زمن الفصل و التوصيل TIMING TEST...... 81
9.4.16 اختبار مقومه التوصيل CONTACT RESISTANCE TEST 82
9.4.17 اختبار السكاكين الكهربيه DS & ES Switches 83
9.4.18 اختبار التشغيل الميكانيكى..... 83
9.4.19 اختبار التشغيل الكهربى 83
9.4.20 اختبار زمن الفصل و التوصيل 83
9.4.21 اختبار الانترلوك فى نفس المغذى و بين المغذيات و بعضها..... 83
9.4.22 اختبارات التشغيل من غرفه التحكم. 83
9.4.23 اختبارات دوائر الفصل Lock Out Relay Circuits & TCS Circuits 83
9.4.24 اختبار مقاومه التوصيل القضبان و مكونات المحطه 83
9.4.25 اختبار الجهد العالى 83
10 القاطع الكهربى للمولد GCB 86
10.1 التركيب CONSTRUCTION..... 86
10.2 اختبارات ال GCB..... 87
10.2.1 الفحص بالنظر 88
10.2.2 التشغيل الميكانيكي..... 88
10.2.3 التشغيل الكهربي 88
10.2.4 Interlock..... 88
10.2.5 اختبار مقاومة السكينة والقاطع 88
10.2.6 قياس زمن فصل والتوصيل: 88

2 مقدمه

الحمدلله الذى منّ علينا من فضله بهذا العلم ووفقنا إلى تدوينه وتجهيزه بهذه الصورة ليكون نافعا لنا ولغيرنا بإذن الله تعالى . وأدعو الله عزوجل بأن يجعل هذا العلم وهذا العمل خالصا لوجهه وفى ميزان حسناتنا يوم العرض عليه آمين يارب العالمين .وأدعو الله العلى القدير رب العرش العظيم بأن يجعل هذا العمل نافعا للمسلمين .

3 أساسيات التحكم الالى

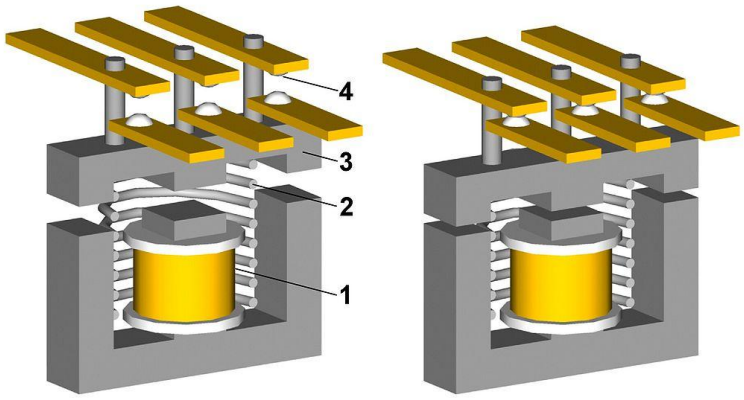
3.1 مكونات الدوائر الكهربيه الاساسيه

تستخدم دوائر التحكم فى اى اله للتحكم فى تشغيل محرك او اكثراو اى نوع من الاحمال فى الاتجاه او الوقت او المسافه المحدده و بالحمايات الكافيه.

و مكونات دوائر التحكم متنوعه و سنبداء بشرح المكونات الاساسيه منها تباعا.

3.1.1 الكونتاكتور Contactor .

- يتكون من جزئين جزىء سفلى يحتوي على ملف coil و يكون جهد تشغيل الملف نفس جهد دائره التحكم . و الجزء العلوى يحتوى على نقاط التوصيل و اماكن تركيب النقاط المساعدة للكونتاكتور.
- و يكون رمز الكونتاكتور فى الدائرة الكهربيه كما فى ***شكل 1***



شكل 1

3.1.2 المرحلات auxiliary relay

- تقوم المرحلات بنفس و ظيفه الكونتاكتور و لكن لا يمكن اضافه نقاط مساعدة لها و تكون قدرتها على الفصل و التوصيل في تيارات صغيره لذلك تستخدم فى دوائر التحكم فقط.
- و يكون الريلاى كما فى ***شكل 2***

شكل 2

3.1.3 القاطع الحراري overload

- يتم تركيب ال Overload بعد ال Contactor مباشره كما فى ***الشكل 3.***
- تكون و ظيفته هى الحمايه من زيادة التيار على المعدة مما يؤدى الى زيادة درجه حرارة المُعدة و حُدوث انهيار فى العزل.
- تكون زيادة التيار نتيجة لمشكلة فى المعدة نفسها او فقد لفازه من فازات التوصيل.
- يحتوى ال Overload ايضا على نقاط مساعدة NO , NC للتوصيل الى دوائر الانذار او دوائر الفصل. عند تغير وضع نقاط التلامس يجب الضغط على زر Reset حتى تعود نقاط التلامس الى وضعها الطبيعى.
- فى حاله اختبار ال Overload يتم الضغط على زر Test.

شكل 3

3.1.4 مفاتيح التشغيل و الايقاف ON/OFF Push Buttons

- مفتاح ON :- و ظيفته تشغيل الدائره الكهربيه و يكون وضعه الطبيعي NO Contact كما فى ***الشكل 4***.

شكل 4

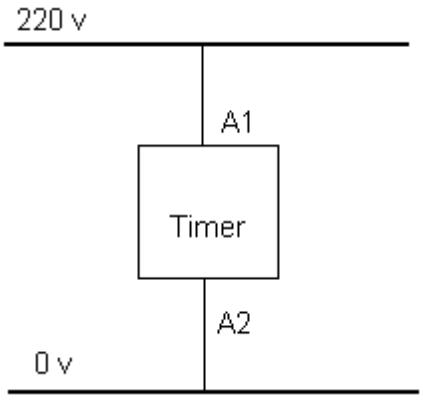
- مفتاح OFF:- و ظيفته فصل توصيل الدائره الكهربيه و يكون وضعه الطبيعي NC Contact كما فى ***الشكل 5***.

شكل 5

3.1.5 المؤقت Timer

- التايمر هو كونتاكتور له زمن فتح وغلق , ويزود بالكهرباء مثل الكونتاكتور العادي من طرفين A1-A2 .

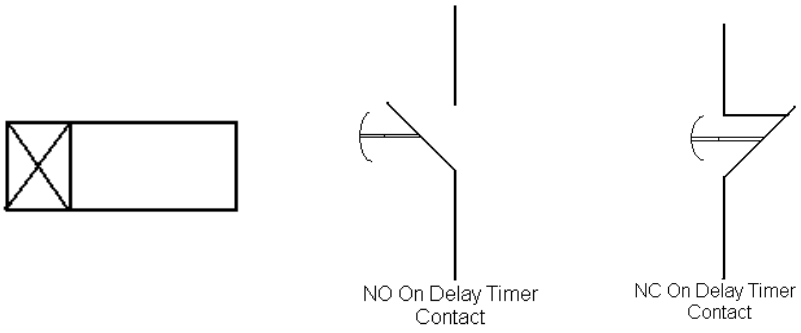
شكل 6



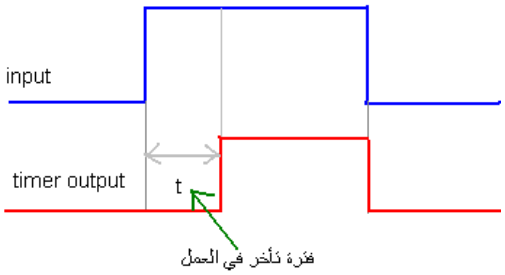
شكل 6

3.1.5.1 On Delay Timer :

- هذا النوع يقوم بعمل فترة Delay عند تشغيله , فمثلا , إذا أعطيته كهرباء الآن على طرفيه , يبدأ في العمل بعد 7 ثواني مثلا , ويرمز له بالرمز التالي :

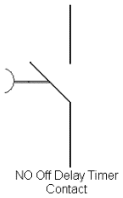


والشكل التالي يوضح طريقة عمله:

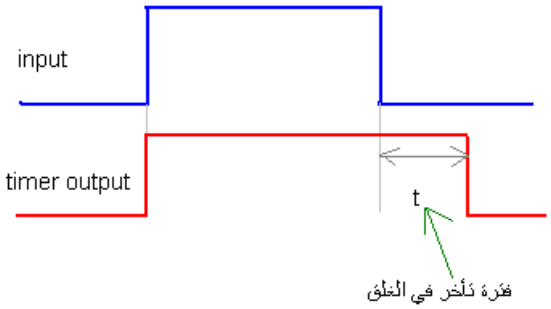


3.1.5.2 *Off Delay Timer*

- هذا النوع يقوم بعمل فترة Delay بعد فصل الكهرباء عنه , فمثلا , إذا فصلت هذا التايمر عن الكهرباء , فإنه لا يغلق مباشرة , بل يأخذ فترة معينة ثم يغلق بعد ذلك , ويرمز له بالرمز التالي:



والشكل التالي يوضح طريقة عمله :



3.2 دوائر التحكم و القوي

تنقسم اى دائره كهربيه الى جزئين اساسيين

3.2.1دائره القوى Power Circuit .

- هى الدائره المسؤوله عن فصل و توصيل التيار من المصدر الى الحمل.

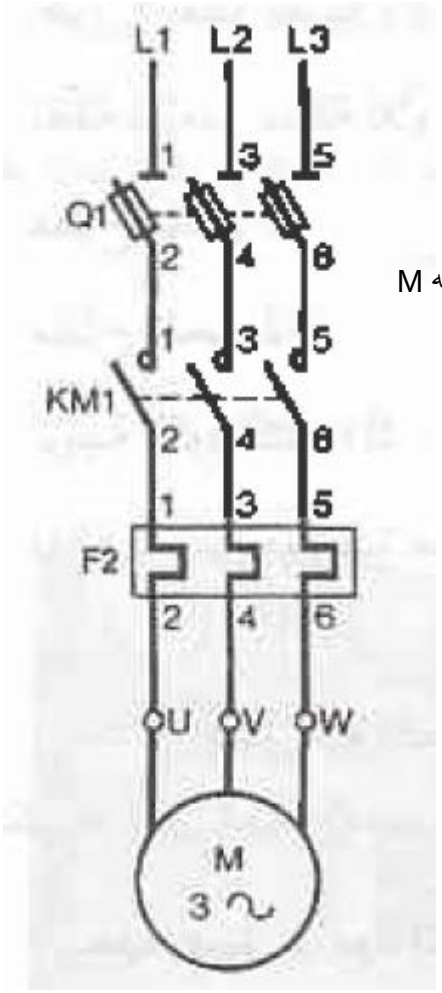
3.2.2دائره التحكم Control Circuit.

- هى الدائره عن طريقه و زمن التوصيل و الفصل. وذلك عن طريق توصيل و فصل التيار الى ملفات ال كونتاكتورات Contactor Coil الرئيسيه لدائره القوي Power Circuit .

4 امثله على دوائر القوي و التحكم

4.1 دائره فصل و توصيل محرك فى اتجاه واحد و بسرعه واحدة.

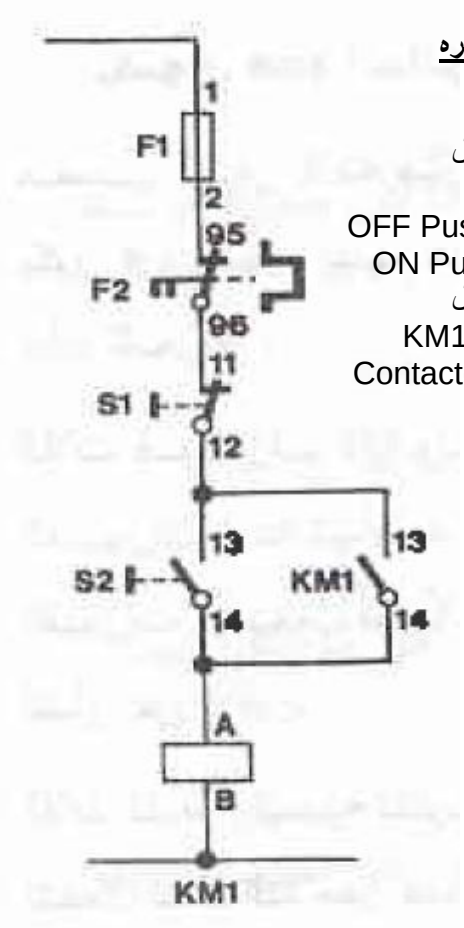
دائرة القوي



مكونات الدائره

1- فيوز عمومى Q1
2- كونتاكتورKM1
3- اوفر لود F2
4- محرك ثلاثى الاوجه M

دائره التحكم



مكونات الدائره

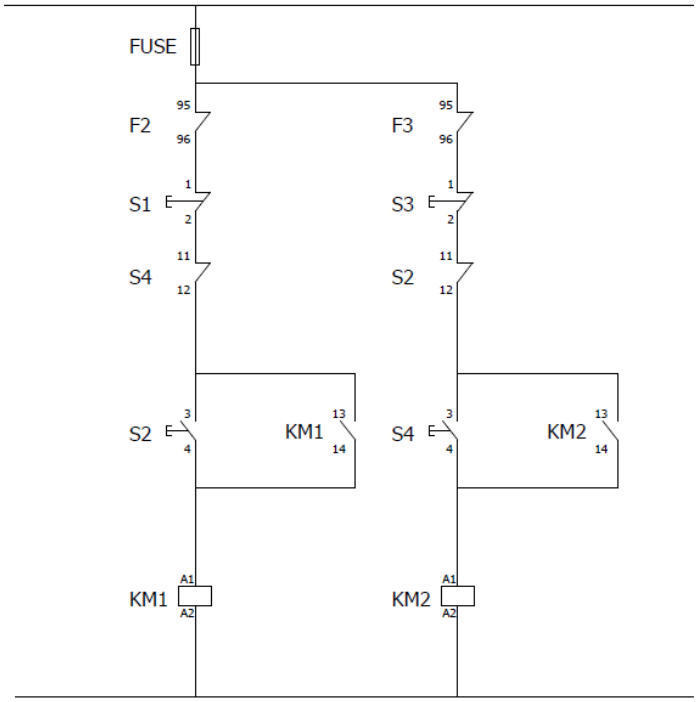
1- فيوز عمومى Q1
2- نقطه مساعدة من ال OVERLOAD
3- OFF Push Button S1
4- ON Push Button S2
5- نقطه مساعدة من ال KM1 Contactor
6- ملف ال KM1 Contactor

شرح الدائره

- عند الضغط على ال PB-S2 يتم توصيل التيار الكهربى الى ملف KM1 فتغلق نقاط تلامس ال Contactor و بالتالى يتم توصيل التيار الكهربى الى المحرك و يتم التشغيل.
- فائدة النقطه المساعده KM1 13/14 هو عمل تخطى لل PB-S2 فيكون التشغيل عند عمل ضغطه واحدة على ال PB-S2 .
- فى حاله الفصل يتم الضغط على PB-S1 فيتم فصل التيار من ملف KM1 و تفتح نقط تلامسه و ذلك يقف المحرك .
- فى حاله التحميل الزائد على المحرك يقوم ال Overload F2 بفصل دائره التحكم عن طريق فتح النقطه المساعدة F2 95/96 و بالتالى يتم ايقاف المحرك.

4.2 دائره فصل و توصيل محرك فى اتجاهين.

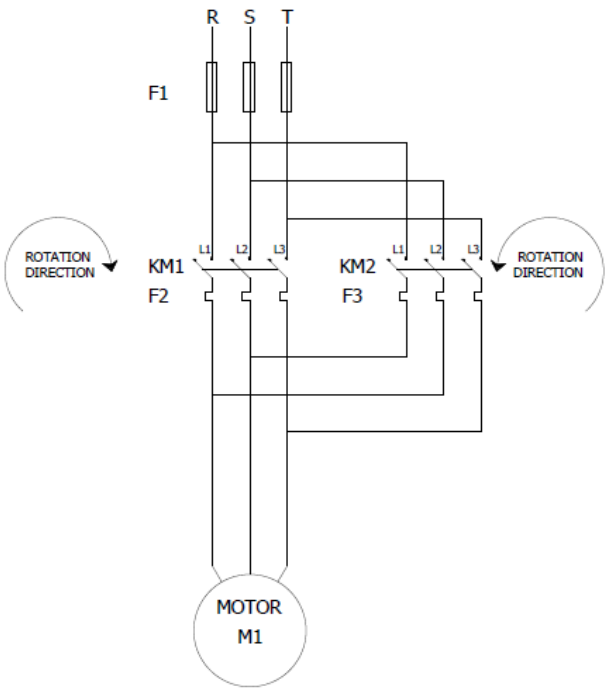
دائره التحكم



مكونات الدائره

1- فيوز عمومى Fuse
2- نقطه مساعدة من ال Overload
3- OFF Push Button S1,S3
4- ON Push Button S2,S4
5- نقطه مساعدة من KM1 , KM2

دائرة القوى



مكونات الدائره

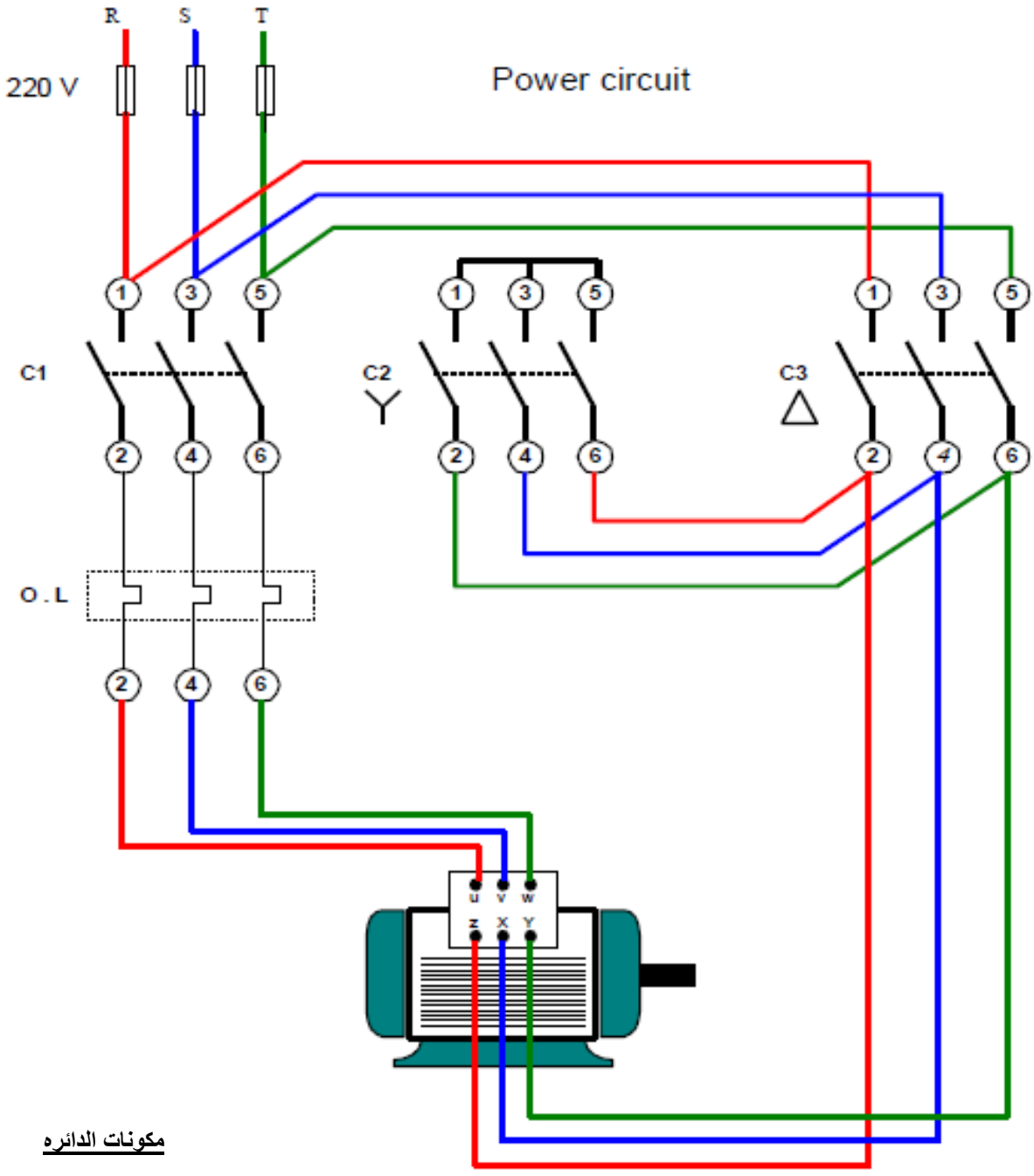
1- فيوز عمومى F1
2- كونتاكتور KM1 , KM2
3- اوفر لود F2, F3
4- محرك ثلاثى الاوجه M1

شرح الدائره

- عند الضغط على ال PB-S2 يتم توصيل التيار الكهربى الى ملف KM1 فتغلق نقاط تلامس ال Contactor و بالتالى يتم توصيل التيار الكهربى الى المحرك و يتم التشغيل فى الاتجاه الاول.
- فائدة النقطه المساعده KM1 13/14 هو عمل تخطى لل PB-S2 فيكون التشغيل عند عمل ضغطه واحدة على ال PB-S2 .
- فى حاله الفصل يتم الضغط على PB-S1 فيتم فصل التيار من ملف KM1 و تفتح نقط تلامسه و ذلك يقف المحرك .
- فى حاله التحميل الزائد على المحرك يقوم ال Overload F2 بفصل دائره التحكم عن طريق فتح النقطه المساعدة F2 95/96 و بالتالى يتم ايقاف المحرك.
- عند الضغط على ال PB-S4 يتم توصيل التيار الكهربى الى ملف KM2 فتغلق نقاط تلامس ال Contactor ويفتح KM1 بالتالى يتم توصيل التيار الكهربى الى المحرك و يتم التشغيل فى الاتجاه الاخر.

4.3 دائره بدىء محرك Star -Delta.

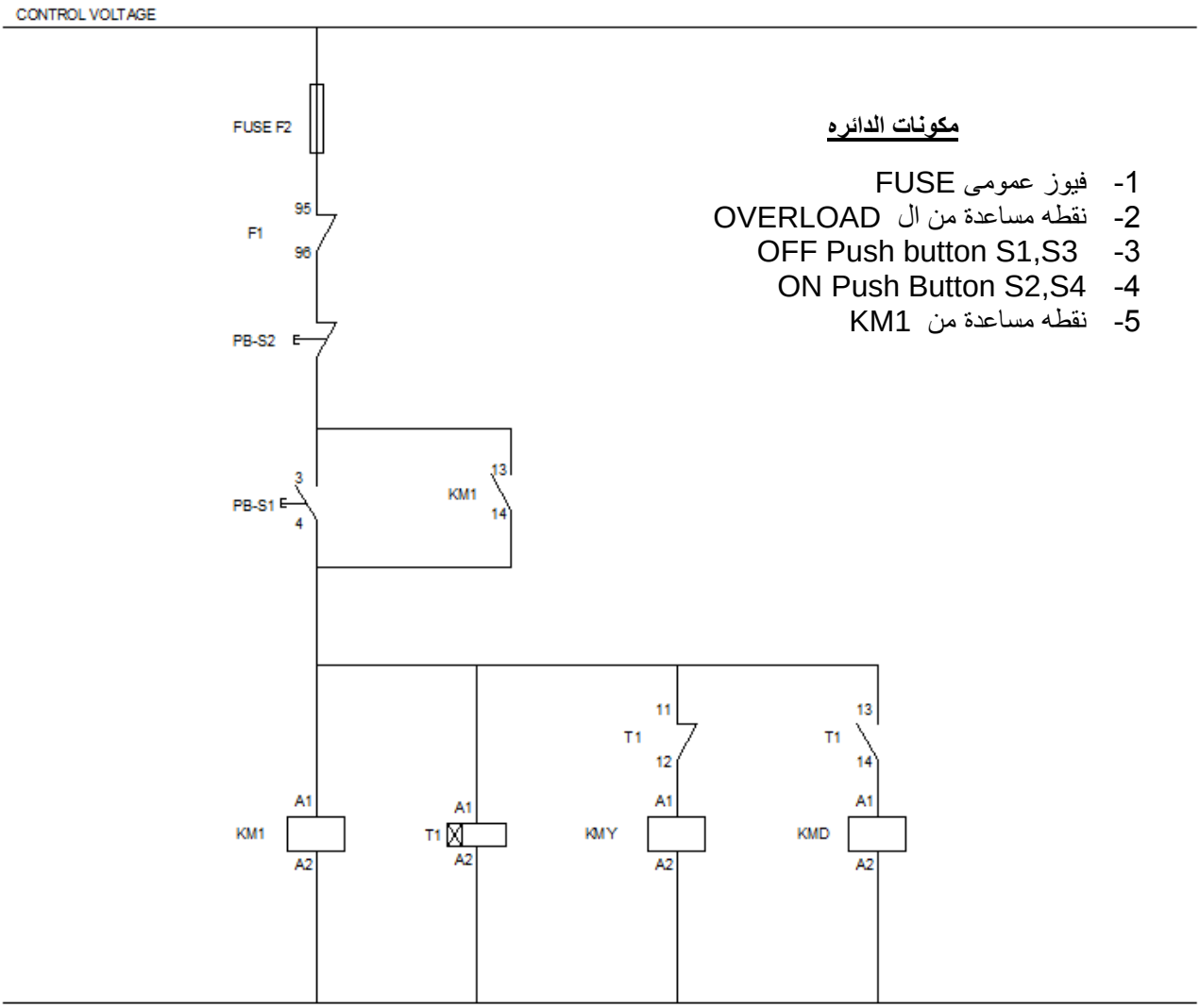
دائرة القوى



مكونات الدائره

1- فيوز عمومى F1
2- كونتاكتور KM1 , KM2, KM3
3- اوفر لود F2,
4- محرك ثلاثى الاوجه M1

دائره التحكم



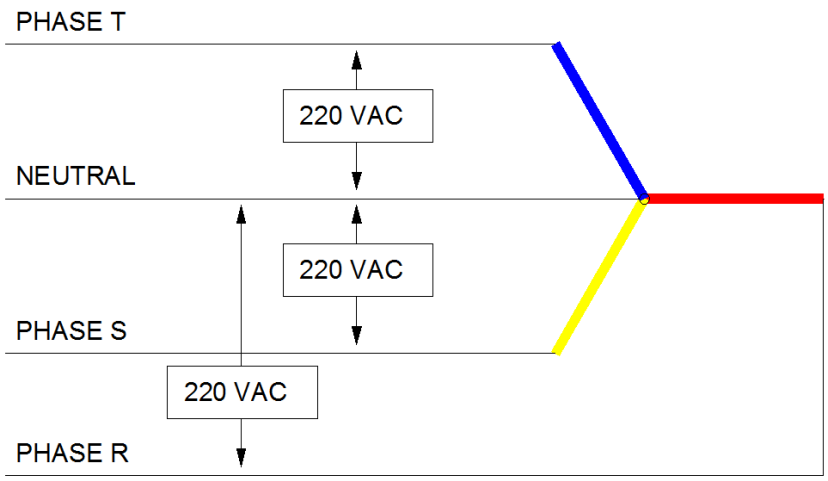
مكونات الدائره

1- فيوز عمومى FUSE
2- نقطه مساعدة من ال OVERLOAD
3- OFF Push button S1,S3
4- ON Push Button S2,S4
5- نقطه مساعدة من KM1

شرح الدائر:-

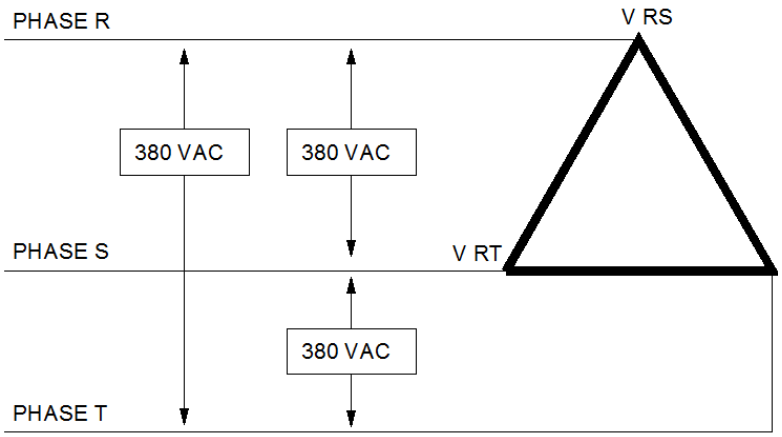
- عند الضغط على ال PB-S1 يتم توصيل التيار الكهربى الى ملف KM1 و KMY فتغلق نقاط تلامس ال CONTACTOR و بالتالى يتم توصيل التيار الكهربى الى المحرك و يتم التشغيل فى وضع Star .
- يقوم التايمر T1 بتغيير و ضع نقاطه المساعده بعد الزمن المرغوب فيتحول وضع المحرك من Star الى Delta
- فائدة الدائره السابقه هو تقليل تيار البدء للمحركات عن طريق تقليل الجهد المسلط على كل فازه. فى حاله Star يكون فرق الجهد على كل فازه = 220 VAC و فى حاله ال Delta يكون الجهد المسلط على كل فازه 380 VAC . انظر ***شكل 6 و 7.***

شكل رقم 7



- نلاحظ ان كل ملف من ملفات المحرك فى هذه الحاله مسلط عليه 220VAC
- طبقا لقانون اوم I= V/R
- تيار بدء المحرك يقل نتيجه تقليل جهد الملف

شكل رقم 8

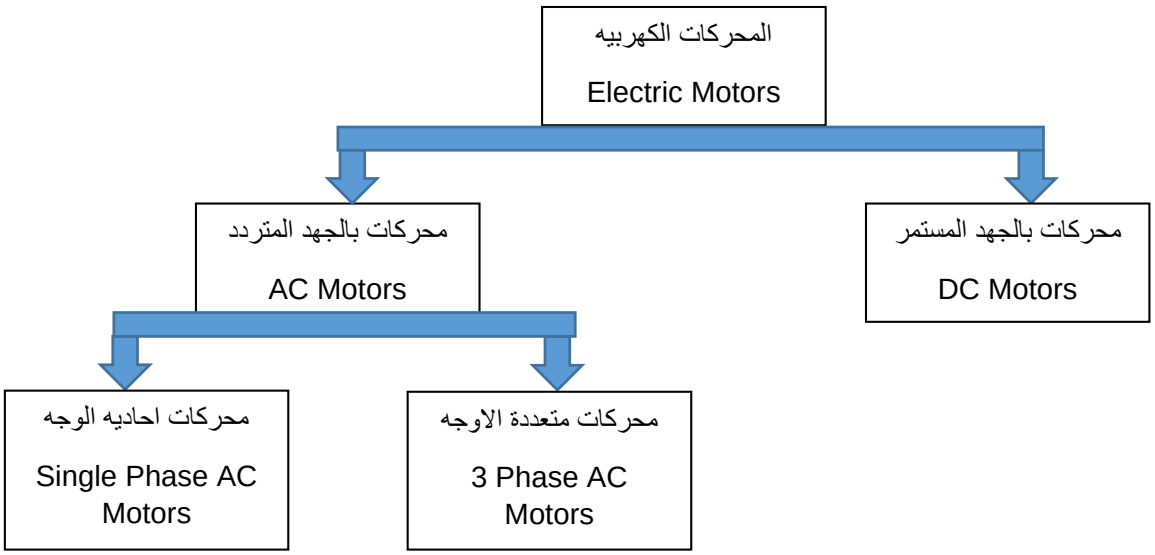


- عند تخطى مرحله بدء المحرك نقوم بتطبيق 380 VACعلى كل ملف من ملفات المحرك عن طرق تغيير طريقه التوصيل الى Delta حتى لا يؤثر الجهد المطبق على اطراف المحرك على عزم المحرك

5 اساسيات المحركات الكهربيه

5.1 تقسيم المحركات الكهربيه .

- تنقسم المحركات الكهربيه الى عده انواع من حيث جهد التشغيل



5.2 المحركات الحثيه ثلاثيه الاوجه .3PHASE INDUCTION MOTOR

في 1886 في الولايات المتحدة الأمريكية .حيث درس أسس وآلية عمل المحرك. تم اختراع المحرك الحثي من قبل نيكولا تيسلا.

5.2.1 فكره عمل ال 3PHASE INDUCTION MOTOR .

يسير تيار متردد من جهة الجسم الثابت المربوط في مصدر جهد متردد ويمر التيار في ملفات الساكن التي تختلف في عدد الأقطاب من محرك لآخر وعند مرور التيار المتردد في ملف ينشأ فيض مغناطيسي متردد طبقا لقانون فارداي . ويجري هذا الفيض في الدائرة المغناطيسية التي تتكون بين الساكن والدوار - حيث لا يوجد أي ربط كهربي بين الساكن والدوار - وعندما يمر فيض مغناطيسي في ملفات الطرف الدوار يستحث تيار كهربائي في دائرة الدوار الكهربية طبقا لقانون فارداي , فينتج عن حركة التيار والفيض مجال مغناطيسي دوار يقوم بتدوير الطرف الثانوي.

5.2.2 تكوين ال 3PHASE INDUCTION MOTOR .

تكون المحرك من طرفين أحدهما ساكن ويسمى(stator) والآخر دوار ويسمى (rotor) وترتبط سرعة الدوران بقيمة تردد التيار في الدائرة . ويتكون الدوار من شرائح من الحديد بدلا من قلب من الحديد مصمتة وذلك لتقليل تيار الفقد وزيادة الكفاءة.

وما بين الدوار والساكن مسافة من الهواء تسمى الثغرة الهوائية (air gap)وكلما قلت المسافة بين الدوار والساكن قلت قيمة مقاومة الهواء.

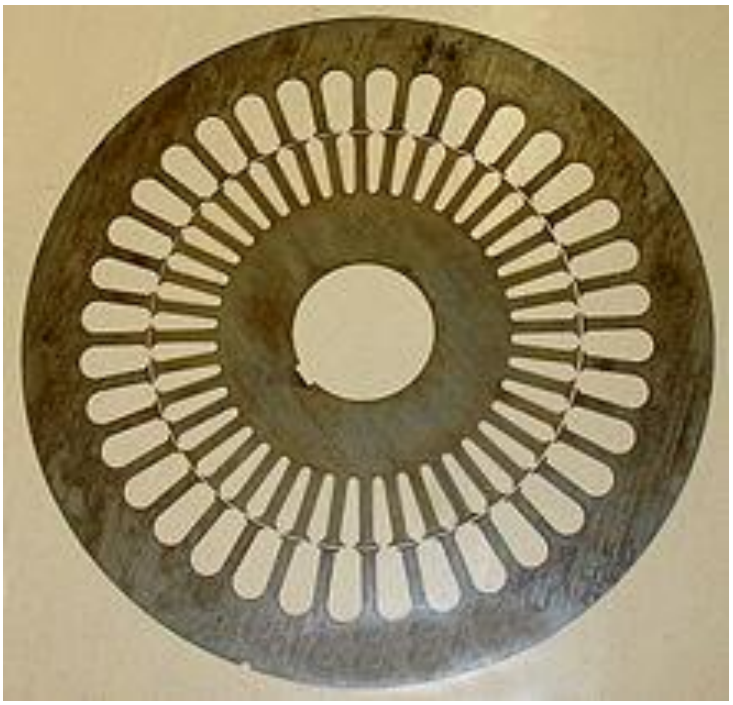
والمحرك الحثي هو المحرك الأكثر استعمالا في المصانع والآلات. انظر ***شكل 10 و11 و12*** .

شكل رقم 10

مقطع من محرك ثلاثى الاوجه
يوضح العضو الثابت و العضو

شكل رقم 11

العضو الدوار لمحرك حثى ثلاثى الاوجه



شكل رقم 12

مقطع يوضح شرائح الصلب
السليكونى التى تكون العضو الثابت
و العضو الدوار

5.2.3 طرق تغيير سرعه 3PHASE INDUCTION MOTOR .

- منذ اختراع المحرك الحثى كان تغيير السرعه من اهم التطبيقات الهامه للمحركات. كان التغيير بإستخدام طرق بدائيه
- بإستخدام ال GEAR BOX و لكن كان عيب هذه الطريق هو عدم امكانيه تغيير السرعه إلا بنسبة التحويل الموجوده فقط وايضا غلو ثمن ال GEAR BOX
- إستخدام محركات بأكثر من ملف بسرعات مختلفه. و لكن هذة الطريقه ايضا محدوده بسرعات معينه (750 – 1000-1500- 3000) لفه فى الدقيقه ولا يمكن زيادة سرعة المحرك عن 3000 لفه فى الدقيقه. بالإضافه إلى ذلك غلو ثمن المحرك و تعقيد دوائر التحكم به مما جعل هذة الطريقه غير عمليه.
- إستخدام مغير للتردد. من المعروف ان سرعة المحرك تتناسب طرديا مع قيمه تردد الجهد المسلط عليه طبقا للمعادله الاتيه

$$n = \frac{12f}{2p}$$

حيث n هى سرعه المحرك و f هو التردد و 2p هى عدد ازواج الاقطاب .
باستخدام هذه الطريقه يمكن التحكم في السرعه بدقه وبنعومه وبخطوات صغيره جدا

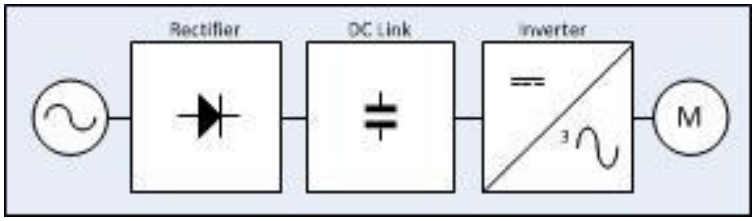
يمكن تنفيذ هذه الطريقه عمليا باستخدام مغيرات الجهد INVERTERS

5.2.3.1 *مغيرات التردد Frequency Inverters*

شكل رقم 13

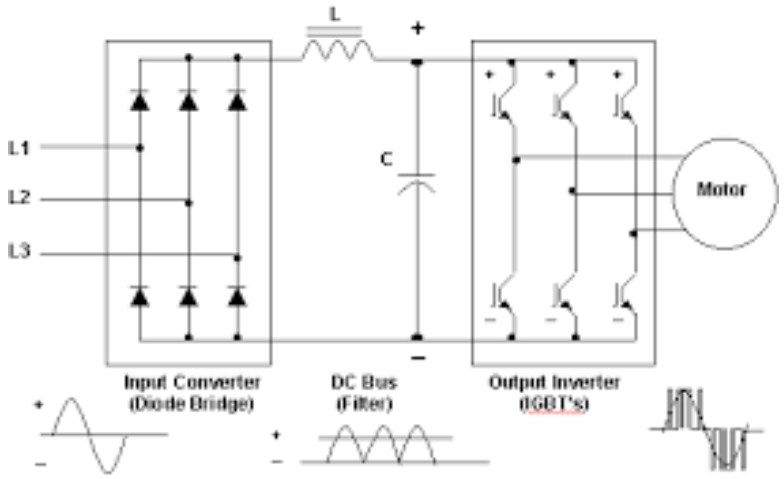
- تتكون مغيرات التردد INVERTER مرحلتين .
- المرحله الاولى هي تحويل التيار المتردد الى تيار مستمر
- المرحله الثانيه هى تقطيع موجه التيار المستمر بتردد معين عن طريق تقنيه تسمى BWM Band Width Modulation فتكون المحصله تيار متردد بتردد اخر يعتمد على اسلوب تقطيع موجه التيار المستمر.
- ***انظر شكل 13 و 14 و 15.***

شكل رقم 14



Inverter Block Diagram
مخطط مغير التردد

شكل رقم 15



تكوين مغير التردد

- المرحله الاولى : دائره التوحيد للتحويل من تيار متردد اى تيار مستمر
- المرحله الثانيه : التحويل من تيار مستمر على تيار متردد و لكن بتردد جديد

5.2.4 طرق بدىء المحركات الحثيه ثلاثيه الاوجه.

يوجد طرق كثيره لبدء المحركات الحثيه و كل طريقه لها مميزات و عيوب

- البدء المباشر Direct Online DOL

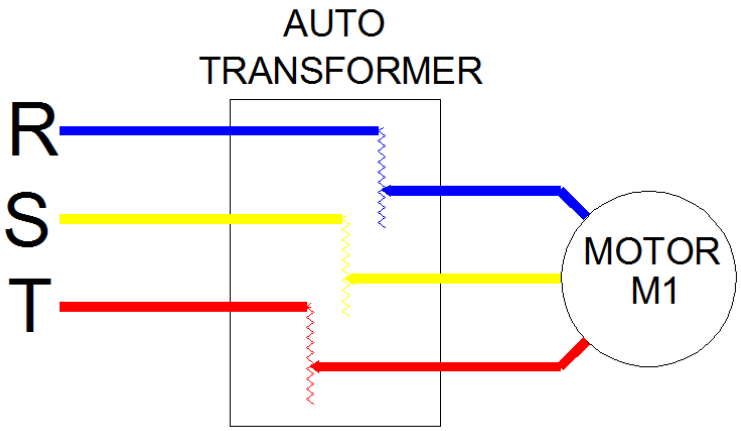
هذه الطريقه للمحركات المصممه للبدىء و العمل على وضع STAR فقط او وضع DELTA فقط.
لا يوجد فى هذه الطريقه اى و سيله للحد من تيار البدء.

- استخدام طريقه Star-Delta

كما سلف ذكره فى دوائر بدء المحركات.

- البدىء بإستخدام AUTO TRANSFORMER

عن طريق توصيل مصدر الجهد الى Auto Transformer و توصيل المحرك بخرج ال Auto Transformer وهذه الطريقه فكرتها هى زيادة جهد المحرك تدريجيا حتى يتم البدء بنعومه .***انظر شكل 16***

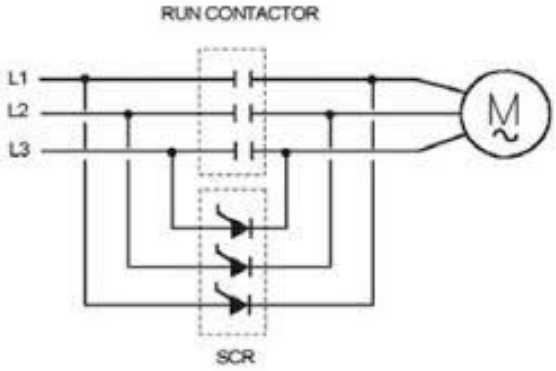


شكل رقم 16

توصيل محرك ب Auto Transformer

- البدء بإستخدام Soft Starter

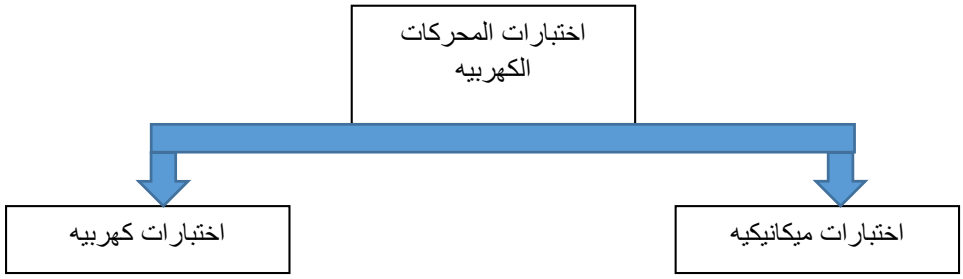
من اجل بدء ناعم للمحركات التى تقوم بتسيير خطوط انتاج يستخدم جهاز ال Soft Starter تكوين الجهاز يشبه ال Inverter و لكن نقوم بتغيير قيمه الجهد و زيادتها تدريجيا حتى الوصول الى جهد تشغيل المحرك مما يؤدى الى تقليل تيارات البدء و زيادة عزم المحرك تدريجيا فيبدء المحرك بالدوران تدريجيا و بنعومه. ***شكل رقم 17*** يوضح مكونات ال Soft Starter و طريقة عمله.



شكل رقم 16

- يتكون ال SOFTSTARTER من 3 ثايريتور تقوم بتقطيع جزء من موجه التيار الداخل الى المحرك . عن طريق التحكم فى قيمه الجزء المقطوع من الموجه يمكن التحكم فى قيمه الجهد.
- عند الوصول الى قيمه الجهد الكامل للمحرك يغلق كونتاكتور ليقوم بعمل تخطى على ال SOFT STARTER. .
- يمكن استخدام ال SOFT STARTER اثناء عمل المحرك لتوفير الطاقه.

5.2.5 اختبارات المحركات الكهربيه.

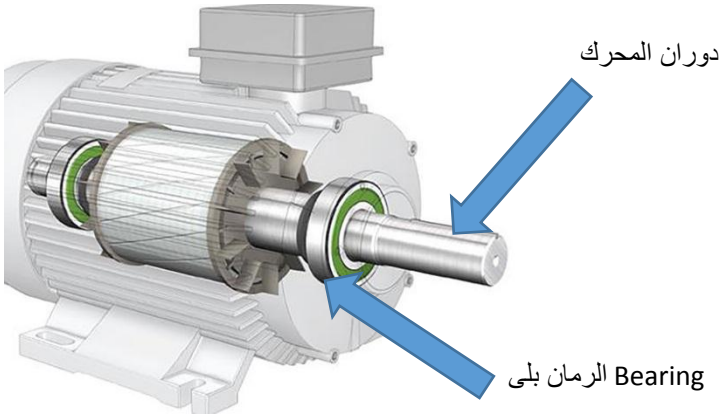


5.2.5.1 *الاختبارات الميكانيكيه.*

- للتأكد من سلامة محور المحرك من اي اعوجاج او تشوه.

- فحص الرمان بلى Bearing للمحرك للتاكد من عدم وجود التصاق او خشونه فى الدوران. انظر ***شكل رقم 17*** للتوضيح

شكل رقم 17



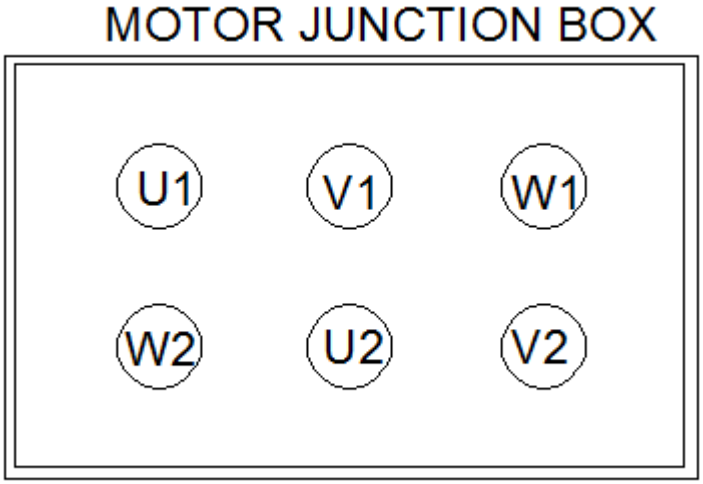
- يتم تدوير المحرك يدويا و ملاحظه وجود اى اعوجاج او سماع صوت غير عادى او ملاحطه خشونه فى الدوران

5.2.5.2 *الاختبارات الكهربيه.*

قبل البدء فى اختبارات المحرك يجب التأكد من فصل ال coupling حتى لايحدث اى تلف فى الحمل.

5.2.5.3 *قياس مقاومه ملفات المحرك.*

- و يتم ذلك عن طريق جاهز ال OHM METER او ال AVO ***شكل 18*** يوضح طريق التوصيل و القياس.



شكل 18

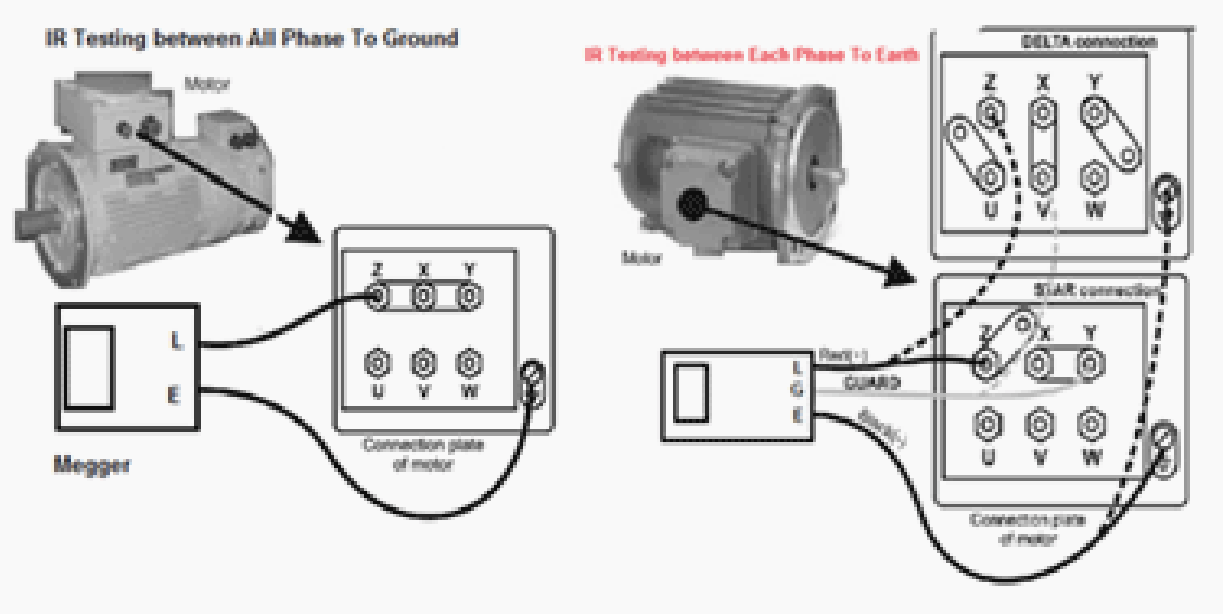
- يتم القياس بين U1 و U2 ثم تكرار عمليه القياس على V , W .
- يجب ان تكون قيمه مقاومه الملفات متقاربه جدا .

5.2.5.4 *قياس مقاومه عزل المحرك. Insulation Resistance IR*

- يتم القياس عن طريق جهاز ال MEGGER . ***شكل 19*** يوضح طريقه الحقن.
- اذا كان توصيل المحرك Star يتم الحقن على نقطه ال N و قياس المقاومه مع جسم المحرك.
- اذا كان توصيل المحرك Delta فيجب فصل نقاط التوصيل و الحقن بين كل ملف و جسم المحرك.

شكل 19

طريقه الحقن لقياس مقاومه العزل



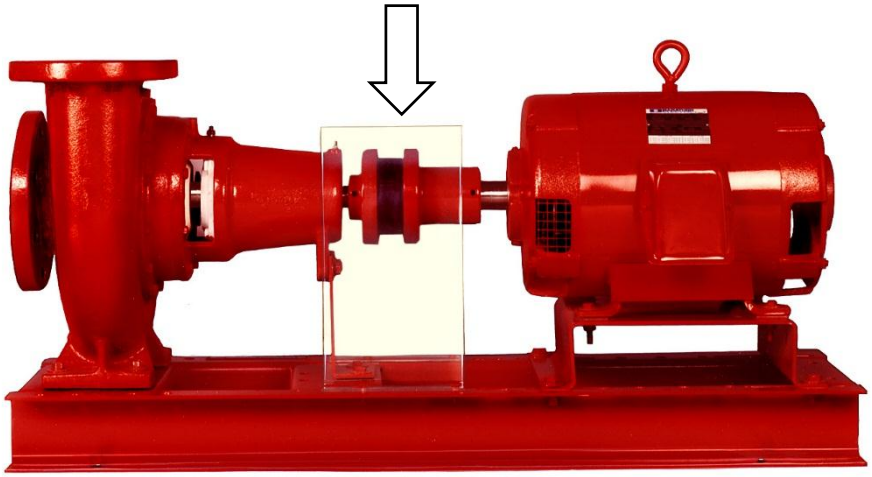
- قيمه جهد الحقن و قيمه مقاومه العزل للملفات. طبقا ل IEEE 43 -YEAR 2000

MOTOR RATED VOLTAGE	MEGGER INJECTION VOLTAGE	ACCEPTANCE RESISTANCE VALUE
<1000 V	500 VDC/1 MIN	>5 M OHM
>1000V	1000VDC/1MIN	>100 M OHM

5.2.5.5 *معرفة اتجاه دوران المحرك .*

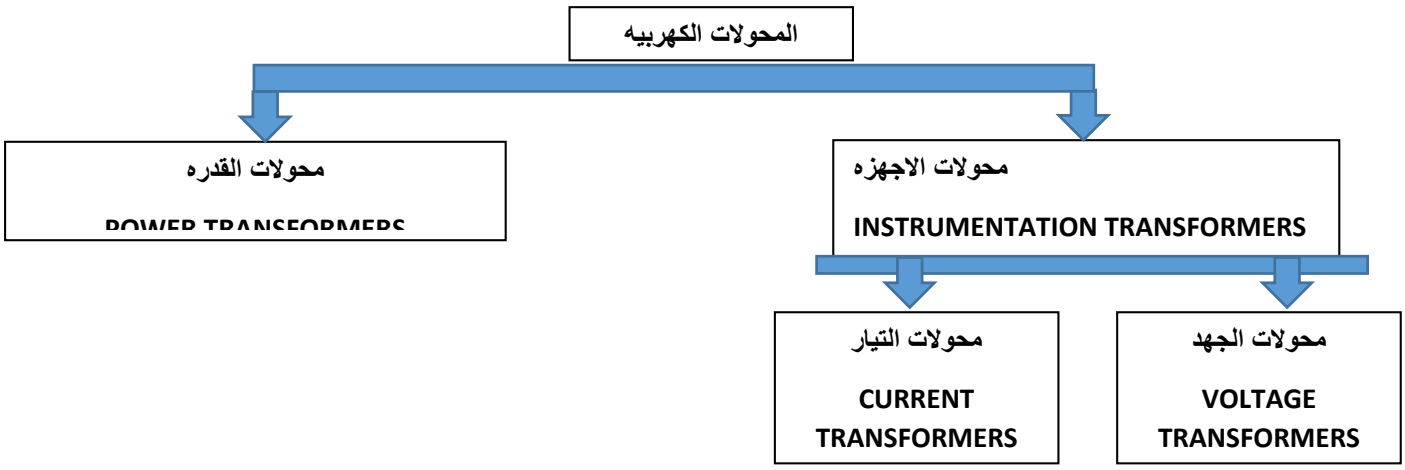
- يتم فصل ال Coupling بين المحرك و الحمل ثم تشغيل المحرك و فصله و مراقبه اتجاه الدوران و مقارنته بالاتجاه المراد. اذا كان اتجاه دوران المحرك معاكس للاتجاه المرغوب يتم تبديل فازة من فازات المحرك و التجربه مره اخرى.انظر الشكل ادناه.

ال COUBLING المراد فكه قبل الاختبار



6 اساسيات المحولات الكهربيه: TRANSFORMERS PRINCIPLE

- تنقسم المحولات الكهربيه الى نوعين اساسيين كما بالشكل ادناه. سوف نتاول كل منهم بالشرح المفصل و التوضيح.

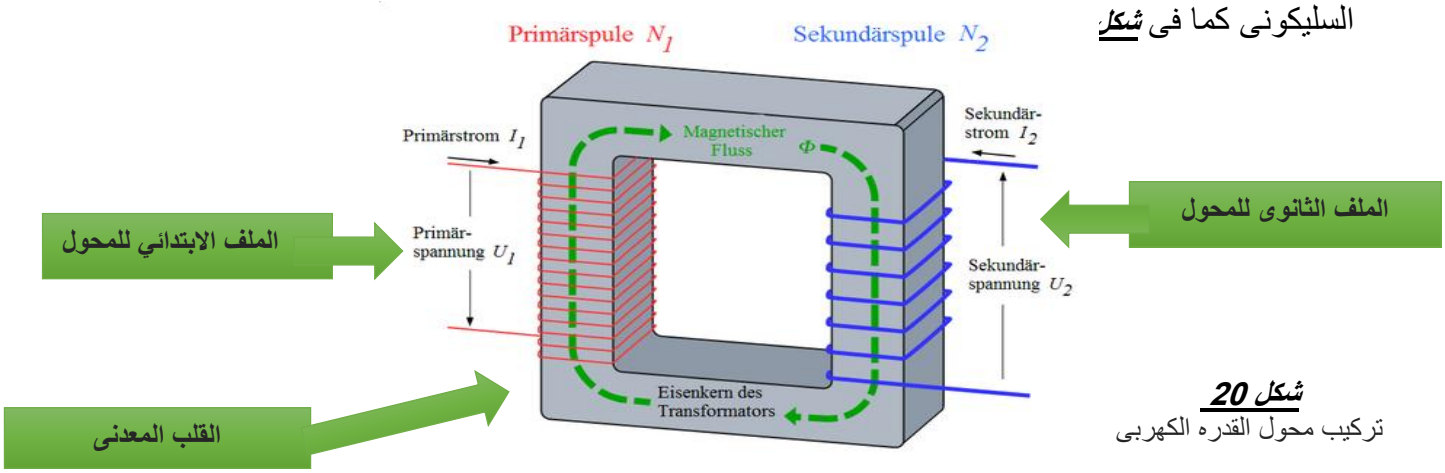


6.1 محولات القدره الكهربيه.

المحوّل جهاز في الهندسة الكهربائية، مؤلف من ملفين من الأسلاك المنفصلة الملفوفة حول قضبان حديدية فقط بمسافة بسيطة، يسمى الطرف المرتبط بالمولد الكهربي بالملف الابتدائي بينما يطلق على الطرف المرتبط بالحمل مسمى الثانوي، ويستخدم المحول لتغيير قيمة الجهد الكهربي في نظام نقل الطاقة الكهربائية الذي يعمل على التيار المتردد حيث لا يمكن أن يعمل المحول في أنظمة التيار المستمر .فإذا كان جهد الطرف الثانوي أقل من جهد الابتدائي كان المحول خافضا للجهد أما لو كان جهد الثانوي أعلى من جهد الابتدائي كان المحول رافعا للجهد.

6.1.1تركيب و تكوين محولات القدره.

- من حيث التركيب فإن محولات القدره تنقسم الى قسمين
  - محولات جافه DRY TRANSFORMERS
  - محولات معزوله بالزيت.
- تتركب المحولات من ملف ابتدائي و ملف ثانوي ملفوفين على قلب معدنى مكون من شرائح الصلب السليكونى كما فى ***شكل***



شكل 20
تركيب محول القدره الكهربى

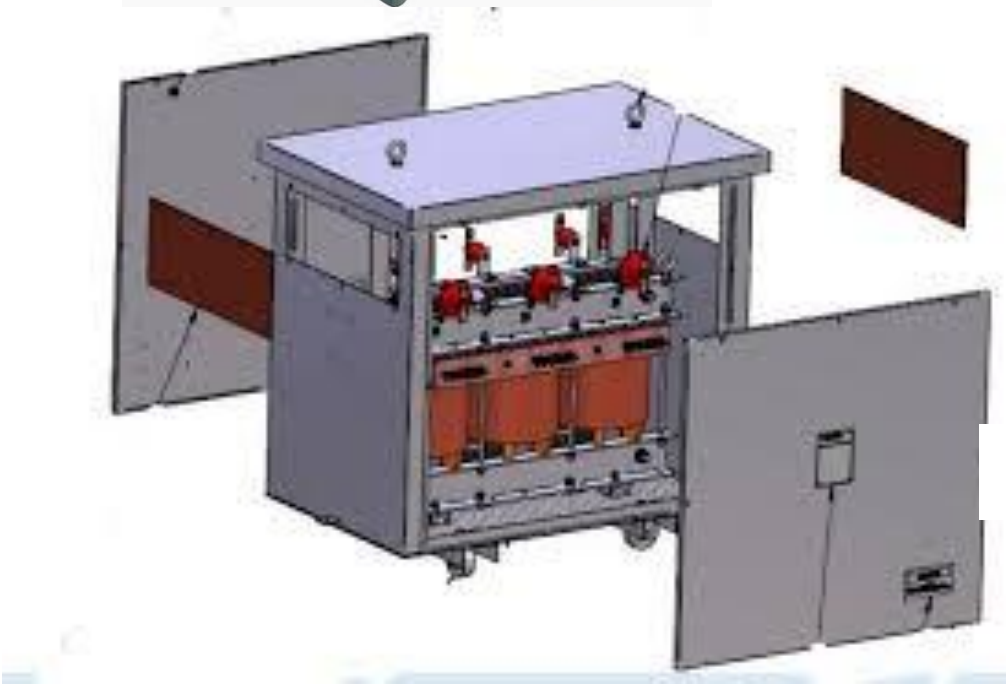
- يتم وضع اجزاى المحول داخل و عاء معدنى مملوء بالزيت العازل و يكون جسم المحول.

6.1.1.1 *المحولات الجافه*

- يستخدم عادة فى القدرات المتخفضه حتى 2.5 MW .
- يكون الوسط العزل هو الهواء و يكون وسيله تبريده اما الهواء الطبيعي Natural Air او الهواء المدفوع Forced Air .
- بعد اكمال لف فازه المحول يتم صب مادة مثل الرزيين عليها للعزل" المادة بالون الاحمر كما فى شكل 12
- تتم الصيانه له عن طريق تصوير ملفاته حراريا لمعرفه اماكن ارتفاع درجه الحراره داخل الملفات.
- بعد الانتهاء من تصنيع المحول يتم وضعه فى غرفه معدنيه للحمايه كما فى شكل 22

.

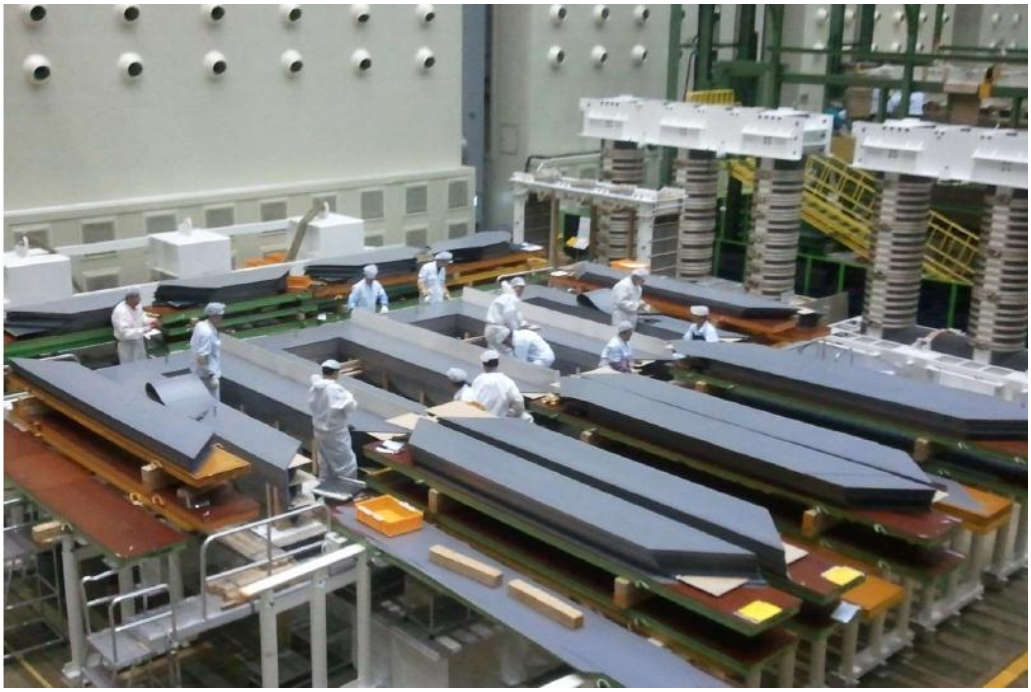
شكل 21
تكوين محول القدره الجاف



شكل 22
غرفه محول من النوع الجاف

6.1.1.2 *المحولات المحولات المعزوله بالزيت.*

- تستخدم فى القدرات المنخفضه و المتوسطه و العاليه.
- يكون الوسط العزل هو الزيت و يكون وسيله تبريده اما الهواء الطبيعي NATURAL AIR او الهواء المدفوع FORCED AIR.
- بعد اكمال لف فازات المحول يتم وضعه " داخل وعاء معدنى يملىء بالزيت المعدنى و هذا الزيت يستخدم كوسط عازل. ***شكل 23,24,25,26,27*** يوضح اجزاء المحول المعزول بالزيت.



شكل 23
غرفه محول من النوع الجاف

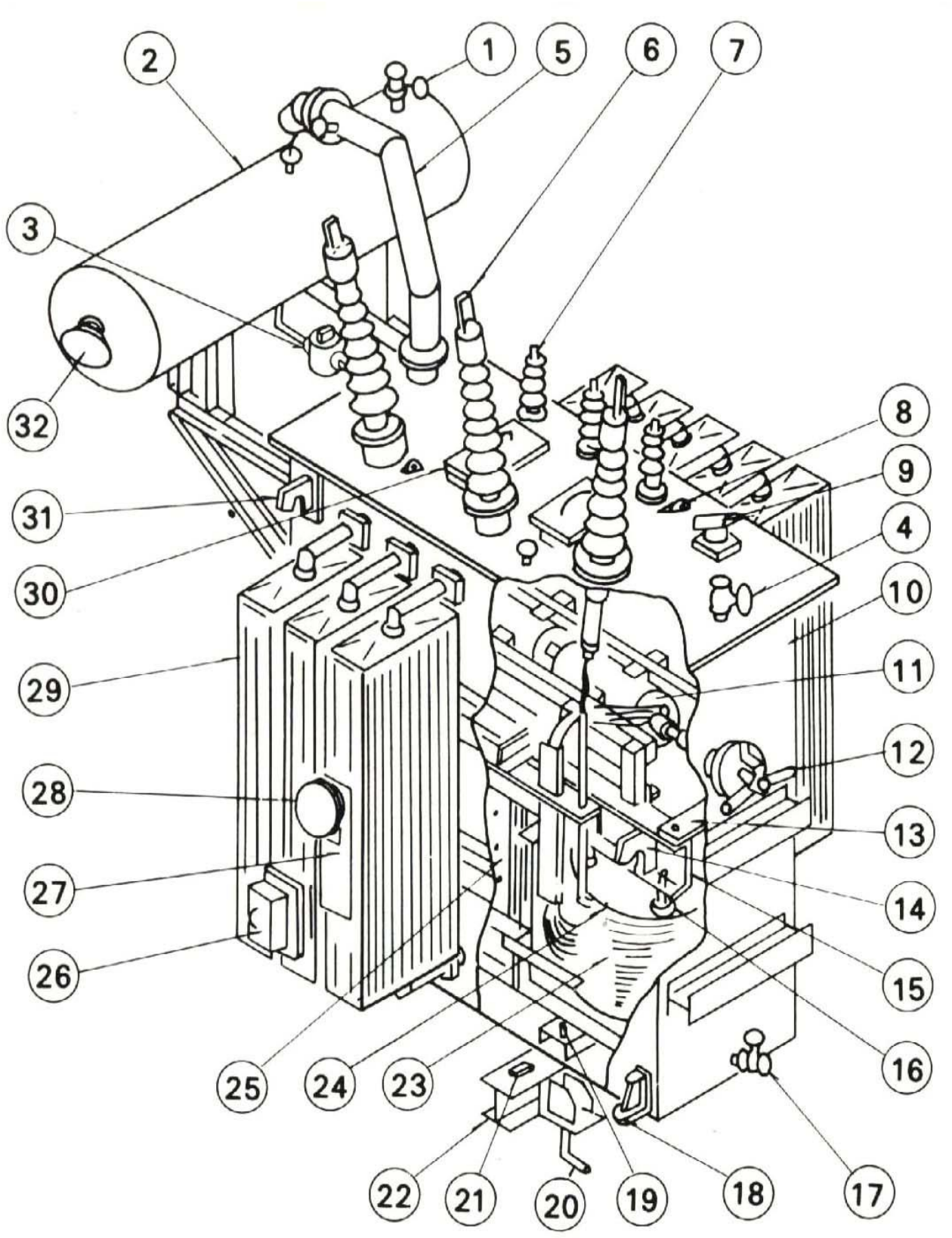
شكل 24
ملفات محول قبل غمسها فى الزيت

شكل 25
ملفات محول بعد غمسها فى الزيت. و تركيب باقى مكونات المحول.

شكل 26
المحول المعزول بالزيت بعد اكتمال مكوناته

شكل 27

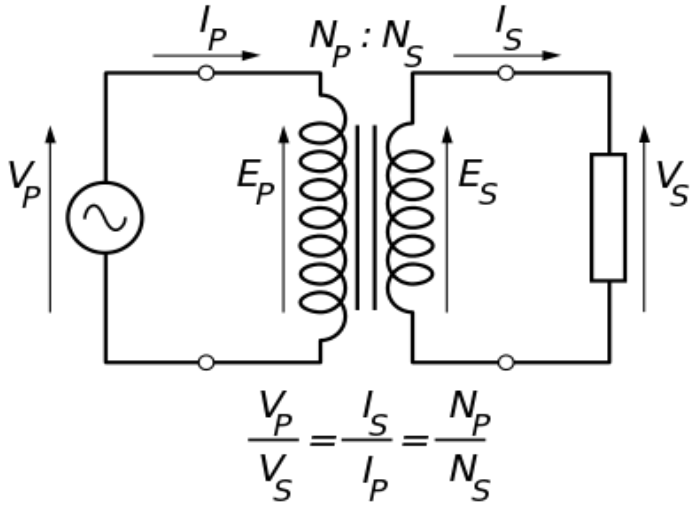
اجزاء المحول بالتفصيل



رقم	الاسم بالانجليزيه	الاسم بالعربيه
1	Oil filter valve	بلف فلتر الزيت
2	Conservator	تنك تعويض الزيت
3	Buchholz relay	بوخلز ريلاي. للحمايه من زيادة درجه حراره الزيت
4	Oil filter valve	بلف فلتر الزيت
5	Pressure-relief vent	بلف الحمايه من زياده الضغط
6	High-voltage bushing	عوازل ناحيه الجهد العلى
7	Low-voltage bushing	عوازل ناحيه الجهد المنخفض
8	Suspension lug	اماكل التعليق
9	B C T terminal	
10	Tank	تنك الزيت
11	De-energized tap changer	مغير عدد ملفات المحول
12	Tap changer handle	يد تغيير عدد لفات المحول
13	Fastener for core and coil	
14	Lifting hook for core and coil	مكان تعليق القالب و الملفات
15	End frame	
16	Coil pressure bolt	
17	Oil drain valve	بلف خروج الزيت
18	Jacking boss	مكان دفع المحول
19	Stopper	
20	Foundation bolt	مسامير قاعده المحول
21	Grounding terminal	نقطه تأريض المحول
22	Skid base	قاعدة المحول
23	Coil	ملف من ملفات المحول
24	Coil pressure plate	
25	Core	القالب المعدنى
26	Terminal box for protective devices	لوحه تحكم و وقايه المحول
27	Rating plate	لوحه معلومات المحول
28	Dial thermometer	ثرومستات تشغيل مراوح المحول
29	Radiator	مبردات المحول
30	Manhole	
34	Lifting hook	
32	Dial type oil level gauge	مبين معدل زيت المحول

6.2 نظريه عمل محولات القدره POWER TRANSFORMERS THEOREY OF OPERATION

- يقوم مبدأ عمل المحول الكهربي على قانون فرداي للحث الكهرومغناطيسي الذي ينص على أن قيمة القوة المحركة الكهربائية (الجهد الكهربائي) تتناسب طرديا مع معدل تغير التدفق المغناطيسي ولهذا السبب فإن المحول لا يعمل في أنظمة التيار المستمر لإن التيار المستمر يخلق مجالا مغناطيسيا ثابتا مقدار تغيره يساوي الصفر فلا يمكن خلق جهد كهربي حينها بطريقة الحث وهذا أحد الأسباب الرئيسية لتفضيل التيار المتردد على المستمر الذي لا يوجد له طريقة عملية واقتصادية لتحويل قيمة الجهد.
- حينما يسري تيار كهربائي في لفلفات الطرف الابتدائي ينتج فيض مغناطيسي يمكن تحديد اتجاهه عن طريق قاعدة اليد اليمنى فعندما تشير أصابع اليد اليمنى إلى اتجاه اللفلفات فإن الإبهام يشير إلى اتجاه التدفق المغناطيسي.
- و بما أنه لا يوجد أي اتصال أو تلامس بين الطرفين الابتدائي والثانوي فإن الفيض المغناطيسي يسري في دائرة مغناطيسية بين الطرفين ووقتما يصل الفيض للفلفات الطرف الثانوي يبدأ جريان تيار في هذه اللفلفات يمكن تحديد اتجاهه بالطريقة المذكورة أعلاه لكن هذه المرة بجعل اتجاه الإبهام أولا موافقا لاتجاه الفيض المغناطيسي وحينها تكون الأصابع مشيرة إلى اتجاه جريان التيار في اللفلفات.
- و تكون نسبه تحويل المحول كما فى ***شكل 28***.



شكل 28
نظريه عمل محولات القدره و نسبه تحويلها

6.2.1 محولات الجهد VOLTAGE TRANSFORMERS

- و ظيفتها تحويل قيمه قيمه جهد الشبكه الى جهد منخفض يمكن قياسه باستخدام أجهزه القياس و الوقايه.
- لكل محول جهد نسبة تحويل مثال 220KV/0.1KV
- $VT\ RATIO = \frac{V\ PRIMARY}{V\ SECONDARY}$
- سوف يتم شرح اختبار محولات الجهد تفصيلا فى باب المحطات الفرعيه

6.2.2 محولات التيار CURRENT TRANSFORMERS

- و ظيفتها تحويل قيمة تيار الشبكه الى تيار منخفض يمكن قياسه باستخدام اجهزه القياس و الوقايه.
- لكل محول تيار نسبه تحويل مثال 2000/1
- $CT\ RATIO = \frac{I\ PRIMARY}{I\ SECONDARY}$
- سوف يتم شرح اختبار محولات التيار تفصيلا فى باب المحطات الفرعيه

6.3 اختبارات محولات القدره POWER TRANSFORMERS TESTING

تنقسم اختبارات المحولات الى قسمين من حيث التوقيت. حيث يتم اداء بعض الاختبارات اثناء تركيب المحول و الجزئ الاخر بعد التركيب و تكون الاختبارات التى تتم على المحولات كما يلى.

6.3.1 الاختبارات التى تتم اثناء التركيب

- الكسر الكهربى للزيت و تحليل الغازات الذائبه Oil break down and DGA (gas analysis)
- اختبارات محولات التيار – سوف نتناولها بالتفصيل لاحقا
- اختبار Bushing tan delta.

6.3.2 الكسر الكهربى للزيت و تحليل الغازات الذائبه

- زيوت المحولات عبارة عن زيوت معدنية مكررة عن طريق التقطير التجزيئى للبترول الخام. بعد ذلك تتم معالجة الزيت للتخلص من الشوائب والحصول على الخصائص المرغوبة لجعل الزيت مناسبا كسائل عازل ومبرد. و مميزاتة هى
  - قوة العزل الكهربية العالية .
  - اللزوجة المنخفضة.
  - خلوها من الحوامض غير العضوية والقلويات والكبريت المسبب للتآكل.
  - مقاومتها الجيدة للاستحلاب. (الاستحلاب هو تكون سائل فى شكل كريات معلقة عند إضافته لسائل آخر ورفضه الامتزاج. حيث يفترض بالزيت العازل الجيد قدرته العالية على الاختلاط بسهولة دون حدوث استحلاب) .
  - خلوها من الرواسب الطينية تحت ظروف التشغيل العادية.
  - الاستقرار السريع للنواتج المتخلفة عن القوس الكهربى.
  - انخفاض نقطة الانسكاب.
  - ارتفاع نقطة الوميض.

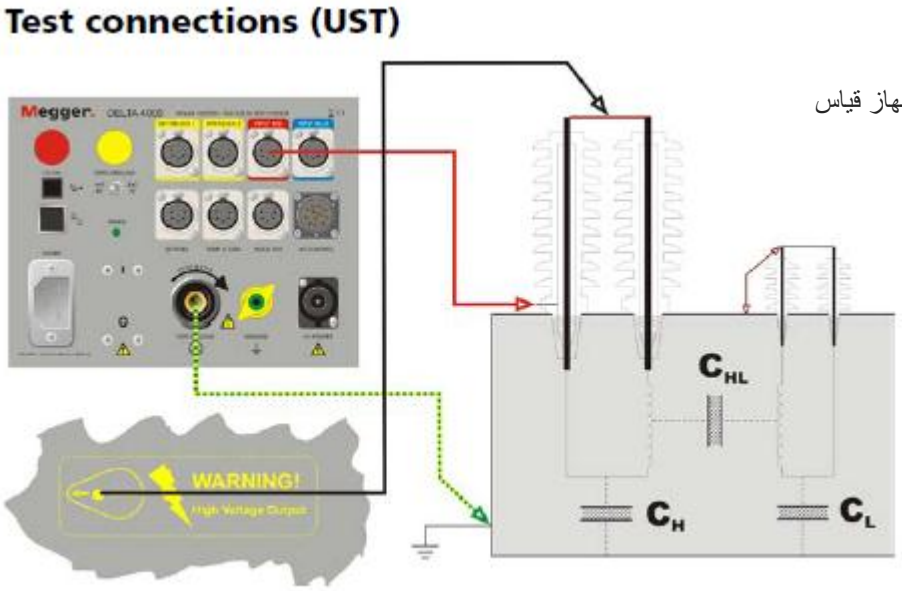
- اختبار انهيار العزل(ASTM D 877 & ASTM D1816) :
  - قياس جهد الانهيار للزيت الجديد أو المستعمل باستعمال أقطاب كروية بقطر (12.5mm) و المسافة بين القطبين محددة (2.5 mm) علما أن ازدياد الفولتية أثناء الاختبار يكون بسرعة صعود مقدارها (3 كيلو فولت / ثانية) يتكون الجهاز من محول و قاطع كهربي و مغير الفولتية و مقاومة . أثناء التجربة يجب أن تراعى ظروف درجة الحرارة لتكون ما بين (15-35) درجة مئوية أما خطوات القياس فتكون على النحو التالي:
    - اسكب الزيت في الحاوية المخصصة له في جهاز القياس بحيث يكون مستوى الزيت أعلى من ارتفاع الأقطاب ب (20 ملم) على الأقل, ندع الزيت يركد و نتأكد من خروج الفقاعات كاملة قبل أجراء الفحص.
    - نبدء بزيادة الفولتية بحدود (3 كيلو فولت / ثانية) إلى أن تصل إلى حالة التفريغ الكهربائي و نسجل القراءة لجهد الانهيار ثم يتم تصفير مغير الفولتية.
    - نكرر التجربة لعدة مرات و نسجل (5-6) قراءات لجهد الانهيار بعدها نحسب المعدل العددي للنتيجة و في حالة وجود ذرات كربون على سطح الأقطاب حاول تحريك الزيت لكي يتجانس قبل أجراء القراءة اللاحقة.
    - بعد الانتهاء من التجربة نحاول تاريض الأقطاب لإزالة الشحنات المتراكمة عليه و عندها يتم احتساب جهود الانهيار.
  - و يكون المرجع لقيمه جهد الكسر هو مايوصى به مصنع المحول.
  - شكل 29 يوضح جهاز اختبار جهد كسر الزيت.

شكل 29
جهاز كسر الجهد. أقطاب كروية بقطر
و المسافة بين القطبين (12.5mm)
(2.5 mm) محددة

- اختبار الغازات الذائبه فى الزيت
  - يتم هذا الاختبار رأخد عينتين زيت من كل محول و وضعهم فى و عاء مناسب ثم الارسال الى المعامل المركزيه و يكون الفيصل فى هذا الاختبار هو ما يوصى به المصنع.
  -

6.3.2.1 اختبار BUSHING TAN DELTA

- هدف هذا الاختبار هو قياس جودة العزل للعازل و التأكد من عدم وجود اى عيوب داخليه اثناء التصنيع.
- يتم هذا الاختبار بإستخدام جهاز MEGGER Delta 4000
- يكون توصيل الجهاز كما بالشكل 30.
- يكون التوصيل كما بالرسم بين نقطه الموصل اعلى ال Bushing و ال Tap Point اسفل ال Bushing . و لكن الافضل هو اداء هذا الاختبار قبل تركيب ال BUSHING على المحول. و فى هذه الحاله يكون التوصيل على نفس النقاط.
- على جهاز الاختبار نختار وضع الاختبار UST Test Mode
- يتم إ جراء الاختبار اولا على 500 V و إذا نجح يتم اعادته و لكن على جهد 10 KV .
- و يكون الفيصل فى نجاح او فشل الاختبار هو ما يوصى به المصنع و ما تم اجراه فى اختبارات المصنع.



شكل 30
جهاز قياس Tan Delta و للعوازل
المحول

6.3.3 الاختبارات التى تتم بعد تركيب المحول.

- تحليل لزيت المحول مره اخرى Complete Oil Analysis
- اختبار مقاومة العزل و معامل التأين Insulation Resistance And Polarization Index
- اختبار نسبة التحويل Transformer Ratio
- اختبار تطابق الاوجه Vector Group Test
- اختبار مقاومه الملفات Winding DC Resistance.
- اختبار ال Tan Delta Dissipation Factor
- اختبار معاوقه القصر للمحول Z% Test
- اختبار انذارات المحول Transformer Alarm Test.
- معايره اجهزه درجات الحراره على المحول Temperature Instrumentation Calibration .

6.3.3.1 *تحليل لزيت المحول مره اخرى*

- يكون الاختبار كما تم بالمره السابقه تماما.

6.3.3.2 *اختبار مقاومة العزل و معامل التأين INSULATION RESISTANCE AND POLARIZATION INDEX TESTS*

- يتم إجراء اختبار Insulation Resistance Test على المحول وذلك لمعرفة مقاومه العزل بين الملفات و جسم المحول و القلب الحديدى للمحول.
- يكون هدا الاختبار بإستخدام جهاز ال Insulation Resistance .
- يكون جهد الاختبار 5000 VDC و لمده 10 دقائق.
- نأخذ نتيجه الاختبار بعد دقيقه و بعد 10 دقائق.
- تكون نتيجه اختبار مقاومه العزل هى النتيجه بعد 10 دقائق.
- لحساب معامل التأين يتم تطبيق المعادله التاليه

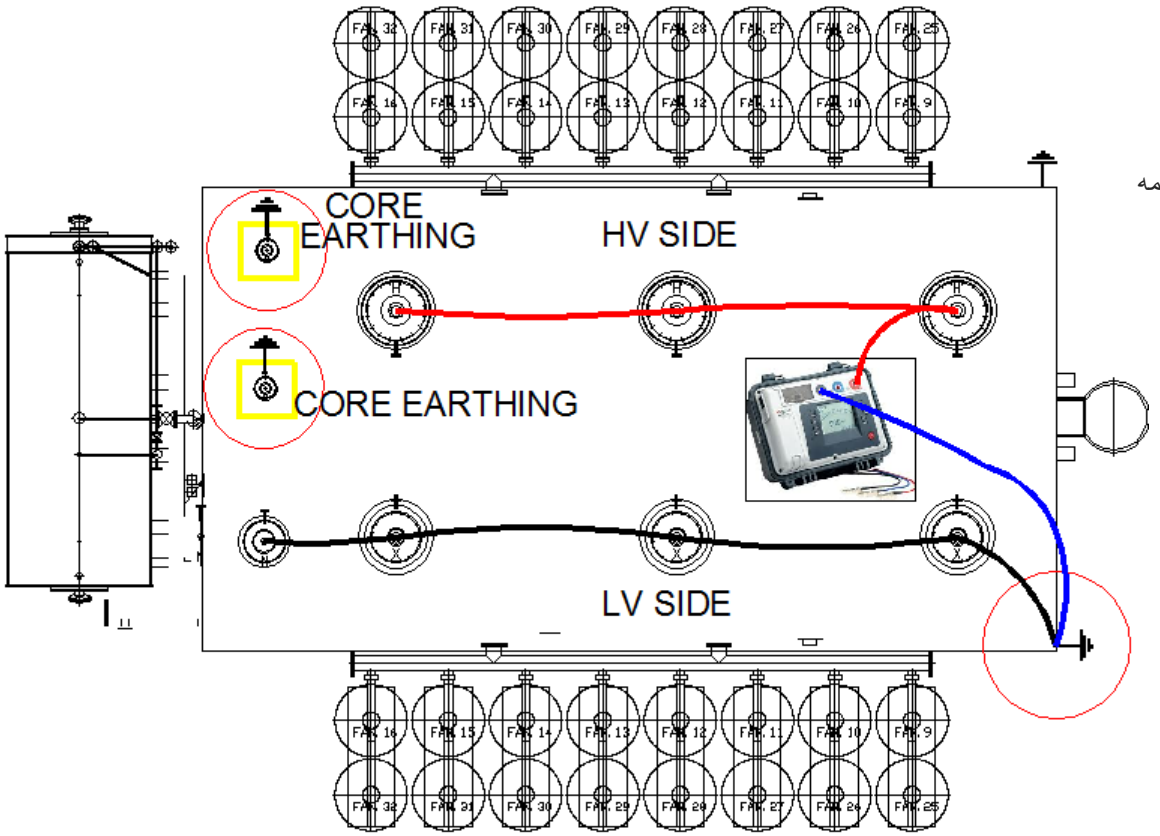
$$POLARIZATION\ INDEX\ PI = \frac{Z\ @10\ MIN}{Z\ @\ 1\ MIN}$$

- و تكون النسب و القيم المسموح بها طبقا لتوصيات المُصنع و اختبارات القبول فى المصنع factory Acceptance tests FAT

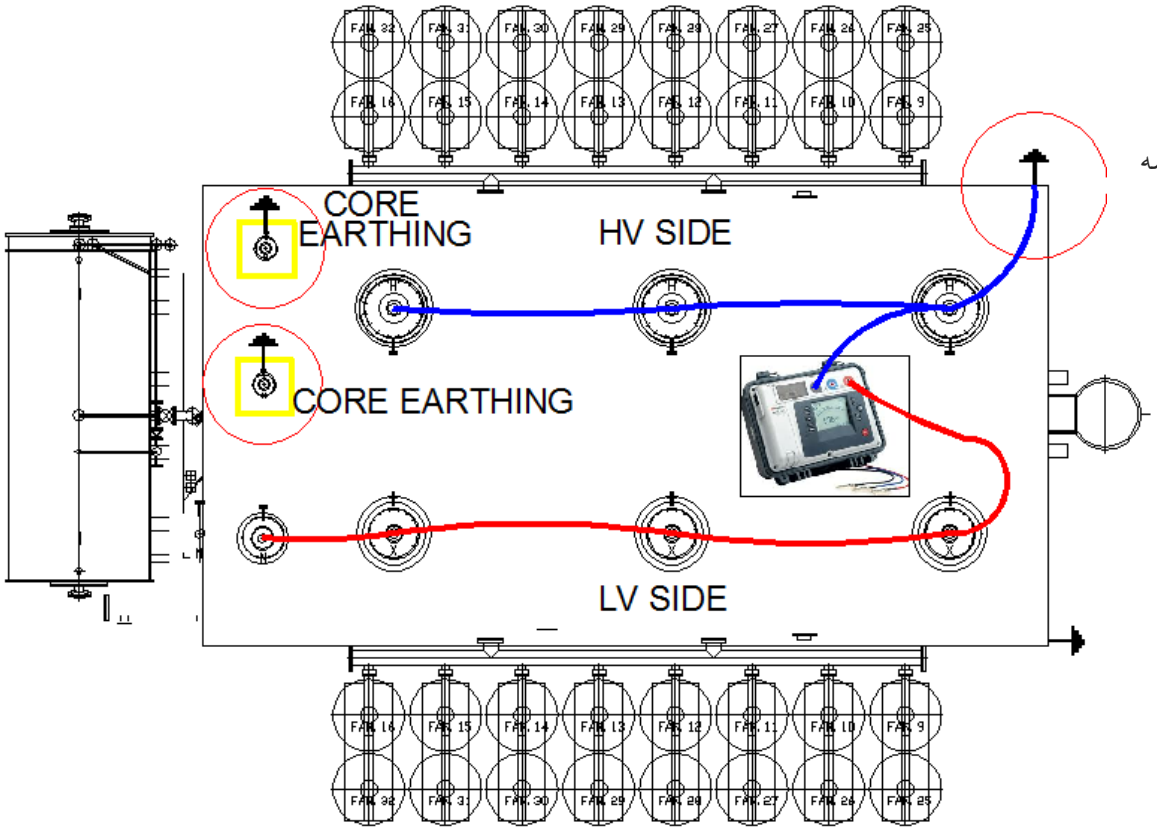
طريقه الاختبار:

- فى بدايه الاختبار يكون ال Core موصل بالارض و يكون ال Frame موصل بالارض.
- يتم عمل قصر Short على ملفات LV مع بعضها.و ملفات ال HV مع بعضها ثم يتم توصيل ملفات LV مع الارض. و يتم القياس على ملفات ال HV مع الارضى واخذ نتيجه الاختبار بعد دقيقه و 10 دقائق
- يتم توصيل ملفات ال HV الى الارضى . و يتم القياس على ملفات ال LV مع الارضى. مع اخذ نتيجه الاختبار بعد دقيقه و 10 دقائق.
- يتم فصل الارضى من ال Core Bushing ثم قياس مقاومه العزل بين ال Core و ال Frame. يتم عمل هذا الاختبار مرتين قبل وضع زيت المحول بجهد 250 فولت و بعد وضع زيت المحول بجهد 500 فولت لمده دقيقه.

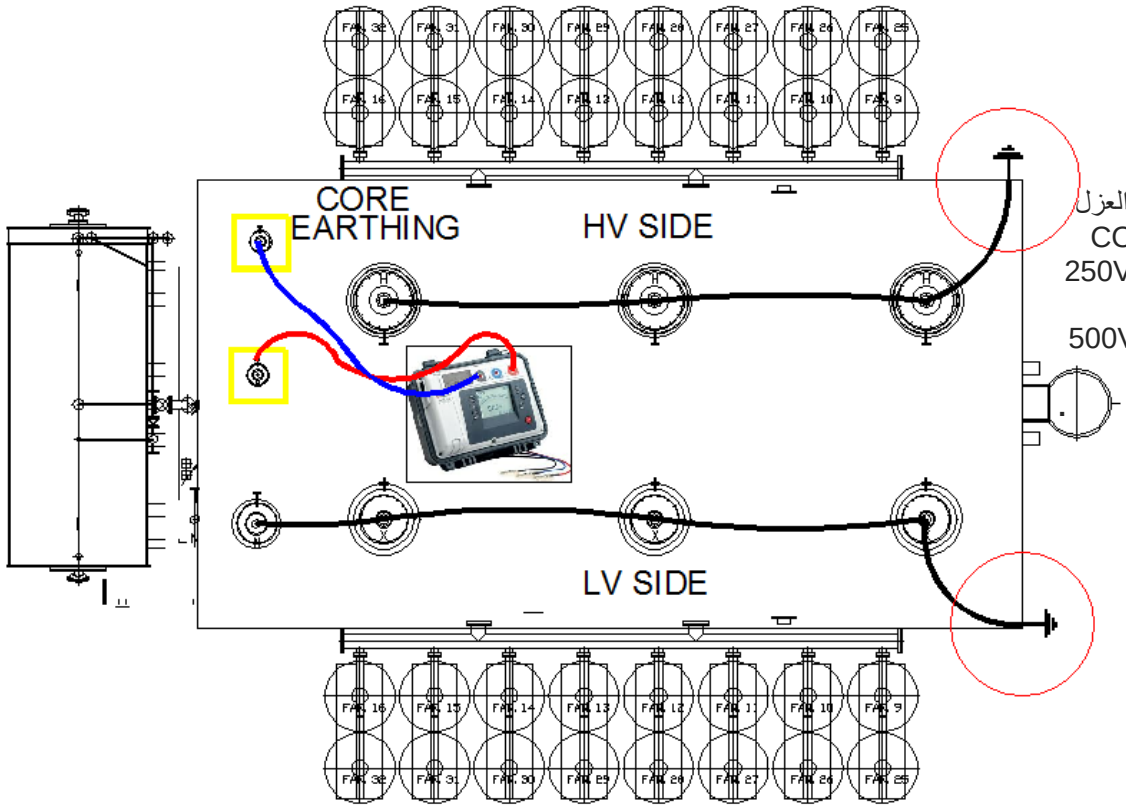
- ***شكل 31,32,33*** يوضح طريقه اختبار مقاومه عزل المحول تفصيليا.
- يجب مراعاة تفريغ الشحنه بإستخدام عصا التأريض بعد كل قياس.



شكل 31
الخطوه الاولى قياس مقاومه العزل بين ال HV و الارضى
5KV /1MIN
5KV /10 MIN



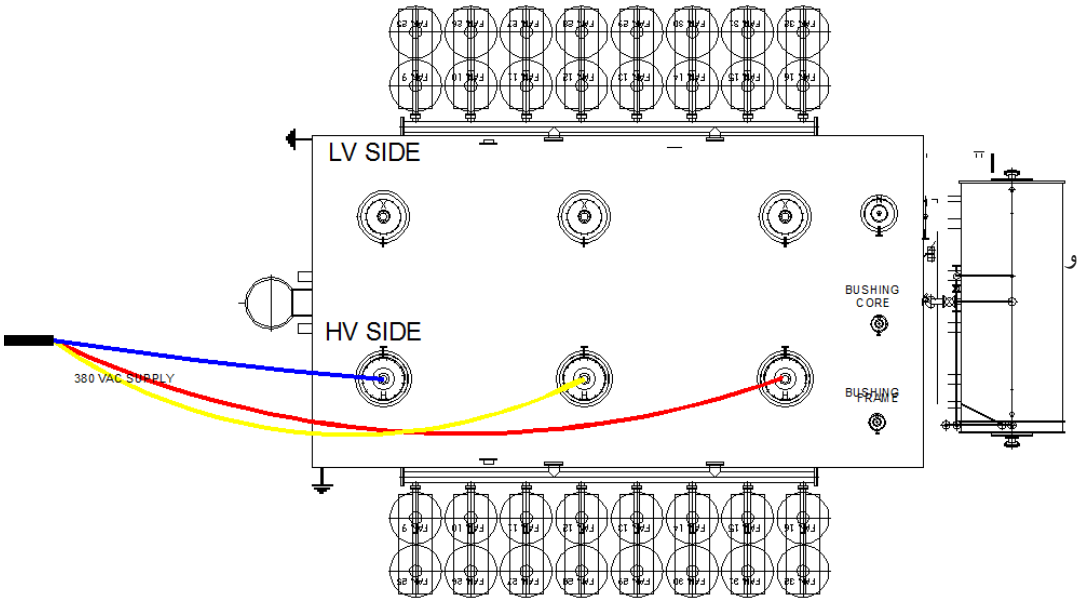
شكل 32
الخطوه الثانيه قياس مقاومه العزل بين ال LV و الارضى
5KV /1MIN
5KV /10 MIN



شكل 33
الخطوه الثالثه قياس مقاومه العزل بين ال CORE – FRAME
250V/1MIN BEFORE OIL FILLING
500V/10MIN AFTER OIL FILLING

6.3.3.3 *اختبار نسبه التحويل transformation ratio.*

- هدف هذا الاختبار هو التأكد من نسبه التحويل للتاكد من سلامه لف المحول و ان المحول مطابق للمواصفات.
- يتم هذا الاختبار عن طريق تسليط جهد 380 VAC على اطراف الجهد العالى للمحول و قياس الجهد على اطراف الجهد المنخفض
- طبقا لقانون نسه التحويل $\frac{N1}{N2} = \frac{V1}{V2}$
- و بذلك يمكن حساب نسبه التحويل و مقارنتها بنسبه التحويل على لوحه معلومات المحول Name Plate.
- انظر ***شكل 34*** للتوضيح



شكل 34.
يتم توصيل 380 VAC ناحيه ال HV و يتم قياس الجهد ناحيه ال LV

6.3.3.4 اختبار صحه الاوجه VECTOR GROUP TEST.

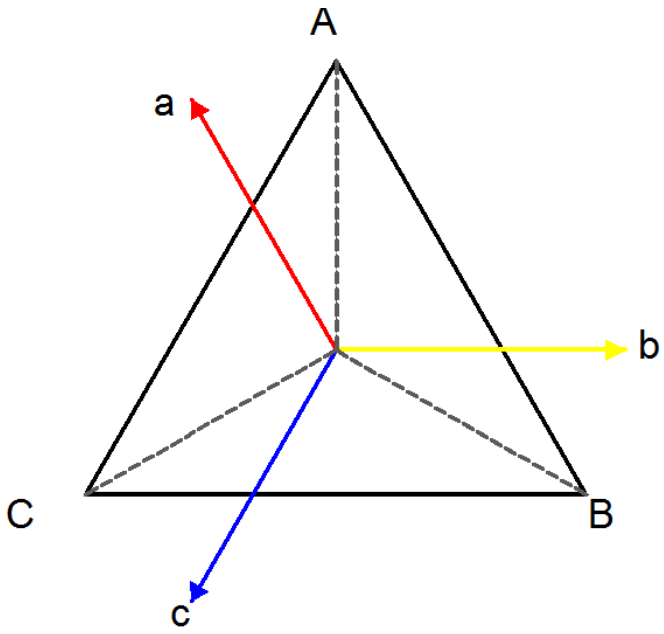
- هدف هذا الاختبار هو التأكد من صحه اوجه المحول و ان المحول تم لفه طبقا للزاويه المطلوبه بين جهد الدخل و جهد الخرج.
- ياتى على لوحه معلومات المحول Name Plate توصيف لاوجه المحول كمثال :
- التوضيح فى ***شكل 35,36 .***

TRANSFORMER DYn11

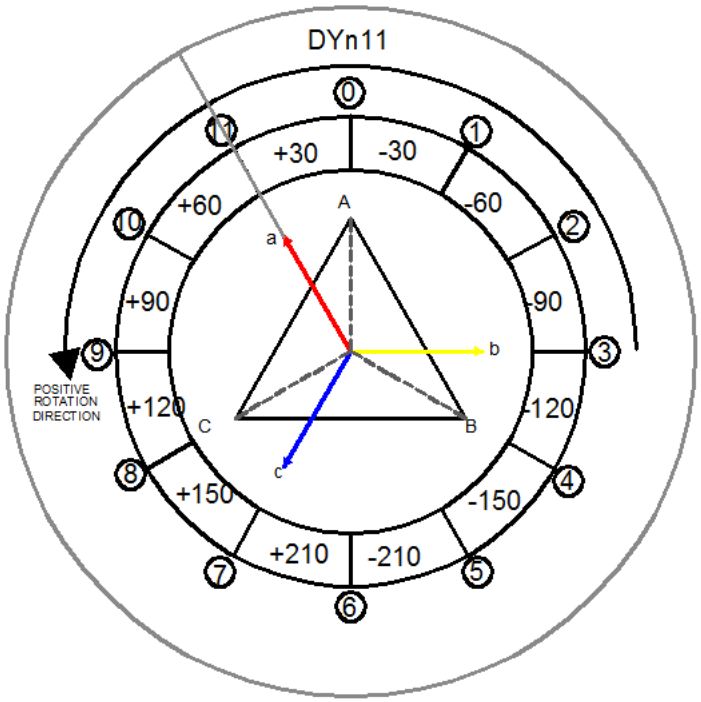
D تعنى ان ملفات الابتدائي DELTA

Y تعنى ان ملفات الثانوي STAR

N11 تعنى ان فرق الزاويه بين ملفات الابتدائي و الثانوي = 30 درجه.



شكل35.
شكل متجهات الجهد الابتدائي و الثانوي لموحول توصيفه DYn11

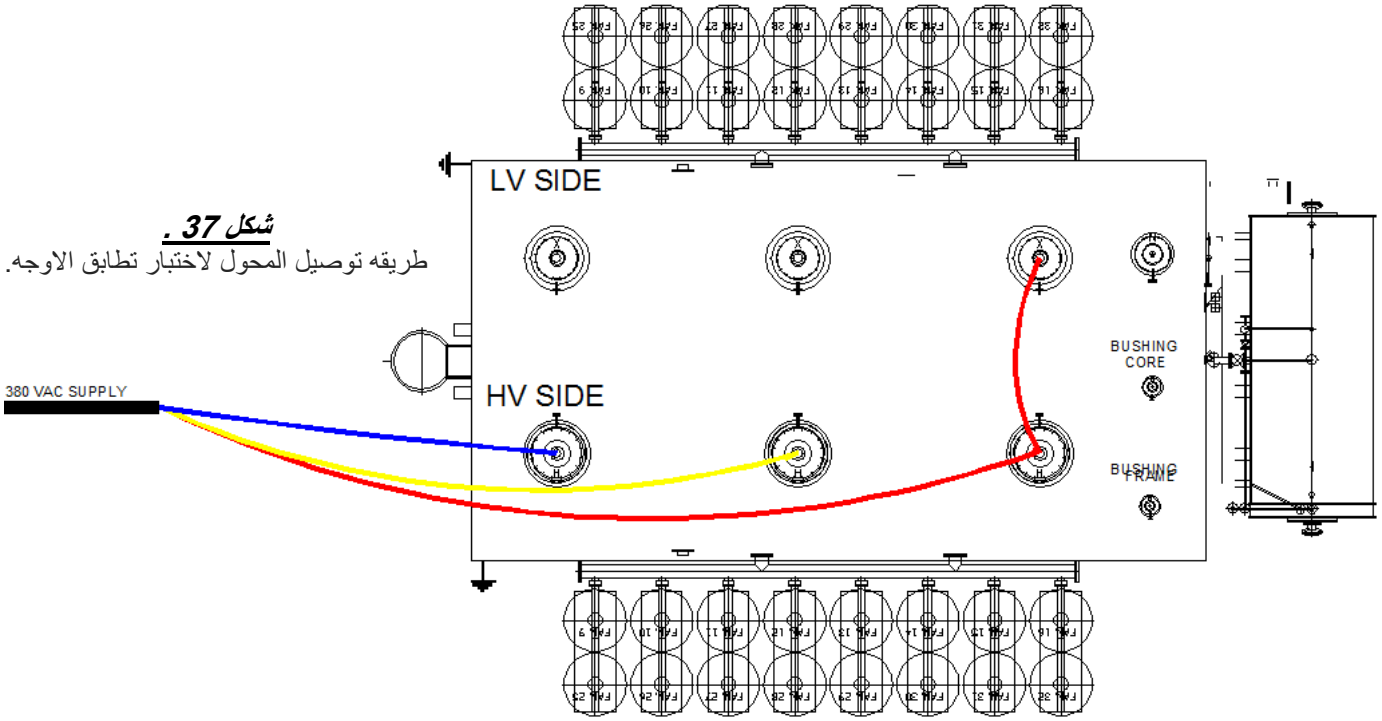


شكل 36 .

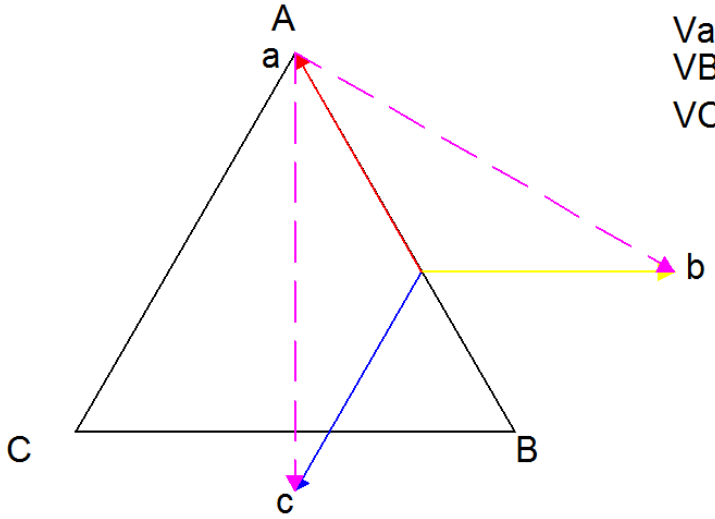
- شكل متجهات الجهد الابتدائي و الثانوي لمحول توصيفه DYn11.
- نلاحظ ان متجه الجهد Va يشير الى رقم 11 فى الساعه.
- نلاحظ ان فرق الزاويه بين جهد الابتدائى و الثانوي +30 درجه.

طريقه الاختبار:

- نقوم بتوصيل مصدر جهد 380VAC الى ملفات الجهد العلى
- نقوم بعمل وصله بين H1 و x1
- ***شكل 37*** يوضح طريقه التوصيل و شكل 38 يوضح متجهات الجهود بعد توصيل H1و x1 .
- تكون القياسات التى تطبق و الفيصل فى نوع مجموعه الاوجه Vector Group طبقا ل **IEEE PC57.12** .
- ***شكل 39 و 40*** يوضح القياسات الازمه لتحديد ال Vector Group طبقا ل ل **IEEE PC57.12.**



شكل 37 .
طريقه توصيل المحول لاختبار تطابق الاوجه.

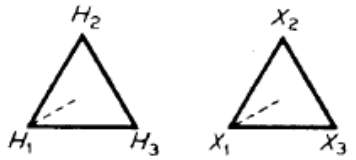
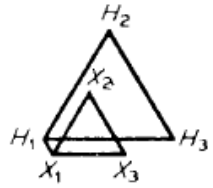
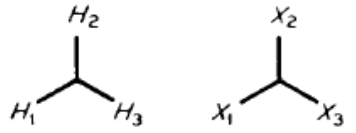
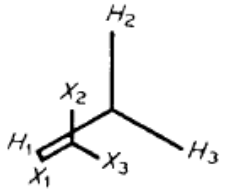
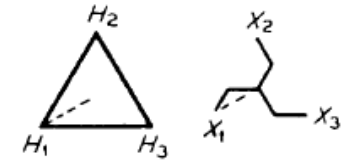
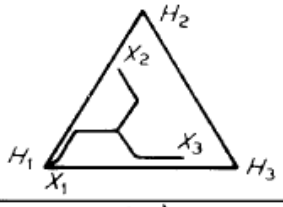
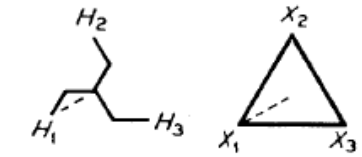
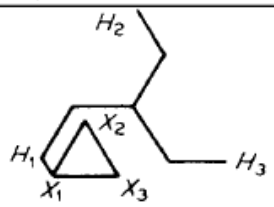
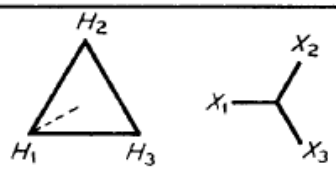
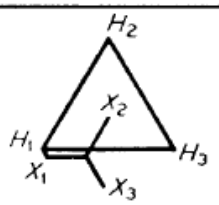
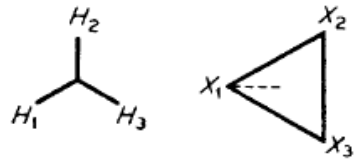
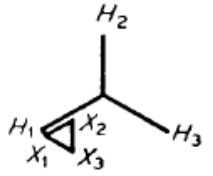
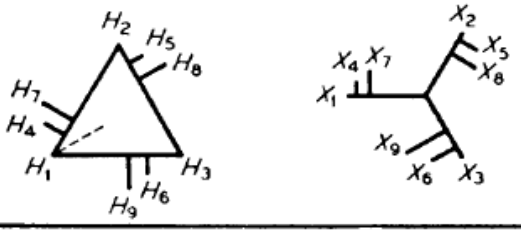


Vab=Vac
VBb=VBc
VCb>VCc

شكل 38.
شكل متجهات جهود المحول بعد توصيل H1 و x1.

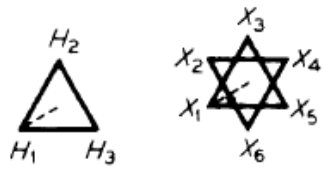
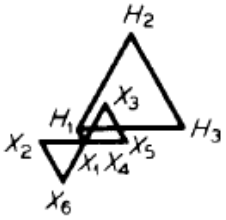
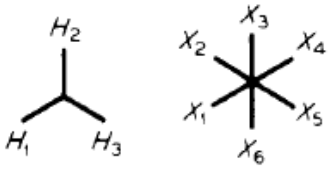
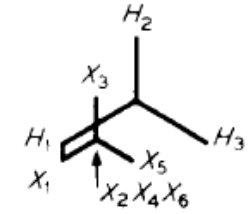
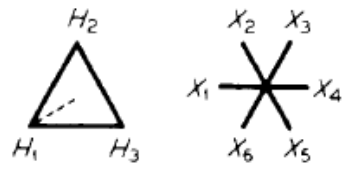
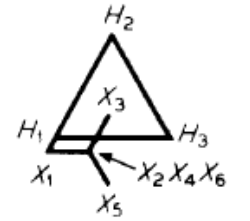
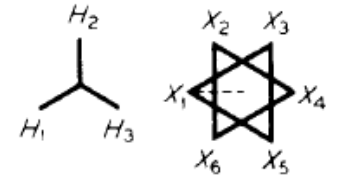
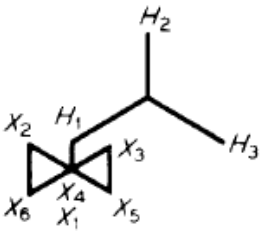
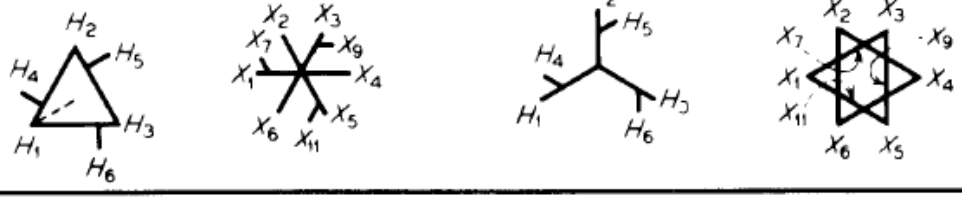
شكل 39.

القياسات اللزمه لتحديد ال Vector Group للمحول

	ANGULAR DISPLACEMENT	DIAGRAM FOR CHECK MEASUREMENT	CHECK MEASUREMENTS
GROUP 1 ANGULAR DISPLACEMENT 0 DEGREES	 DELTA - DELTA CONNECTION		CONNECT H_1 TO X_1 MEASURE H_2-X_2, H_3-X_2, H_1-H_2, H_2-X_3, H_3-X_3 VOLTAGE RELATIONS (1) $H_2-X_3 = H_3-X_2$ (2) $H_2-X_2 < H_1-H_2$ (3) $H_2-X_2 < H_2-X_3$ (4) $H_2-X_2 = H_3-X_3$
	 Y - Y CONNECTION		
	 DELTA - ZZ CONNECTION		
	 ZZ - DELTA CONNECTION		
GROUP 2 ANGULAR DISPLACEMENT 30 DEGREES	 DELTA - Y CONNECTION		CONNECT H_1 TO X_1 MEASURE H_3-X_2, H_3-X_3, H_1-H_3, H_2-X_2, H_2-X_3 VOLTAGE RELATIONS (1) $H_3-X_2 = H_3-X_3$ (2) $H_3-X_2 < H_1-H_3$ (3) $H_2-X_2 < H_2-X_3$ (4) $H_2-X_2 < H_1-H_3$
	 Y - DELTA CONNECTION		
	THREE-PHASE TRANSFORMERS WITH TAPS 		

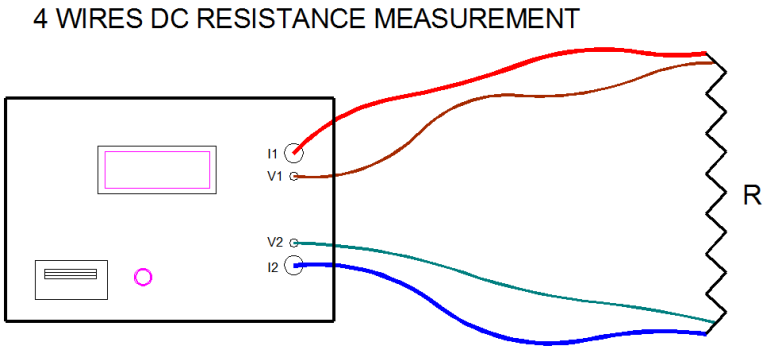
شكل 40.

القياسات اللزمه لتحديد ال Vector Group للمحول

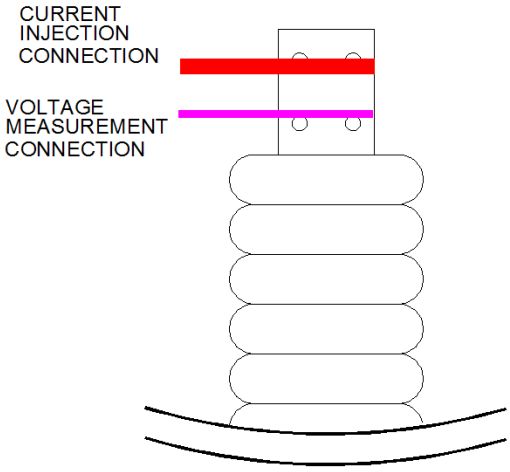
	ANGULAR DISPLACEMENT	DIAGRAM FOR CHECK MEASUREMENT	CHECK MEASUREMENTS
GROUP 1 ANGULAR DISPLACEMENT 0 DEGREES	 DELTA – DOUBLE DELTA		CONNECT H_1 TO X_1 TO X_4 MEASURE H_2-X_3, H_1-H_2, H_2-X_5, H_2-X_6, H_3-X_2, H_2-X_2, H_3-X_3 VOLTAGE RELATIONS (1) $H_2-X_5=H_3-X_3$ (4) $H_2-X_6=H_3-X_2$ (2) $H_2-X_3<H_1-H_2$ (5) $H_2-X_6>H_1-H_2$ (3) $H_2-X_3<H_2-X_5$ (6) $H_2-X_2<H_2-X_6$
	 Y – DIAM		CONNECT X_2 TO X_4 TO X_6 H_1 TO X_1 MEASURE H_2-X_3, H_3-X_5, H_1-H_2, H_2-X_5 VOLTAGE RELATIONS (1) $H_2-X_5=H_3-X_3$ (2) $H_2-X_3<H_1-H_2$ (3) $H_2-X_3<H_2-X_5$
GROUP 2 ANGULAR DISPLACEMENT 30 DEGREES	 DELTA DIAM		CONNECT X_2 TO X_4 TO X_6 H_1 TO X_1 MEASURE H_3-X_3, H_3-X_5, H_1-H_3, H_2-X_3, H_2-X_5 VOLTAGE RELATIONS (1) $H_3-X_3=H_3-X_5$ (2) $H_3-X_3<H_1-H_3$ (3) $H_2-X_3<H_2-X_5$
	 Y – DOUBLE DELTA		CONNECT H_1 TO X_1 TO X_4 MEASURE H_3-X_3, H_3-X_5, H_1-H_3, H_2-X_3, H_2-X_5, H_3-X_2, H_3-X_6, H_2-X_2, H_2-X_6 VOLTAGE RELATIONS (1) $H_3-X_3=H_3-X_5$ (2) $H_3-X_3<H_1-H_3$ (3) $H_2-X_3<H_2-X_5$ (4) $H_3-X_2=H_3-X_6$ (5) $H_3-X_2>H_1-H_3$ (6) $H_2-X_2<H_2-X_6$
SIX – PHASE TRANSFORMERS WITH TAPS			

6.3.3.5 اختبار مقاومه ملفات المحول TRANSFORMER WINDING RESISTANCE TEST

- هدف هذا الاختبار هو التأكد من صحه ملفات المحرك و قياس مقاومه الملفات و التاكد من قيم المقاومه مطابقه لاختبارات المصنع.
- طريق الاختبار هى قياس المقاومه عن طريق حقن تيار فى الملف ثم قياس فرق الجهد على اطراف الملف بطبيق قانون اوم فان مقاومه الملف = فرق الجهد على اطراف الملف / تيار الحقن.
- $R = \frac{V}{I}$
- يتم قياس مقاومه اطراف الملف الابتدائي و مقاومه اطراف الثانوى اذا كان المحول يحتوى على مغير لعدد اللفات Tap Changer نقوم بتكرار قياس المقاومه على الملف الذى يحتوى على المغير بعدد خطوات المغير Tap Changer .
- ***شكل 41,42*** يوضح طريقه عمل الجهاز.



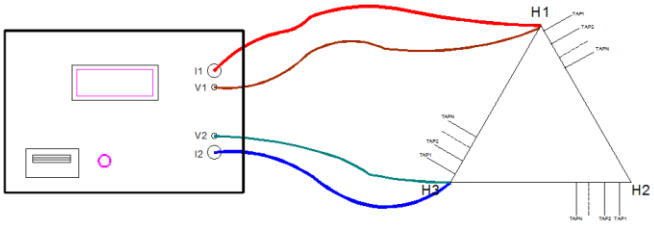
شكل 41.
طريقه توصيل و عمل جهاز قياس مقاومه الملفات.



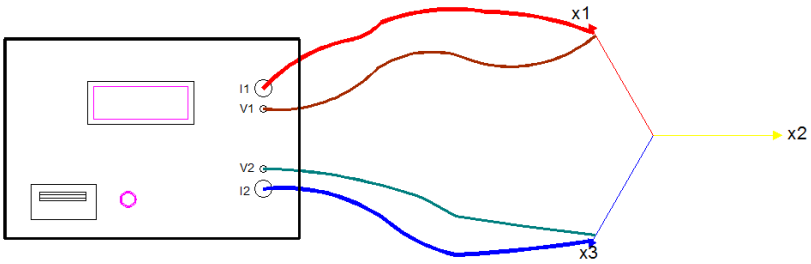
شكل 42 .
عند توصيل نقاط التيار و الجهد يجب ان تكون نقطه قياس الجهد بعد نقطه حقن التيار.

طريقه الاختبار:

- نفرض ان لدينا محول DYnX ملف الابتدائى 220 ك ف – Delta و ملف الثانوي 22 ك ف - Star
- نقوم بقياس المقاومه بين H1 ,H2 ثم نغير ال TAP و نكرر القياس حتى الوصول الى اخر TAP .
- نكرر الخطوة السابقه على H1,H3 – H2,H3 .
- نقوم بالقياس على ملف الثانوي بين X1,X2 – X1,X3 – X2,X3.
- ***شكل 43 و 44*** يوضح نقاط القياس



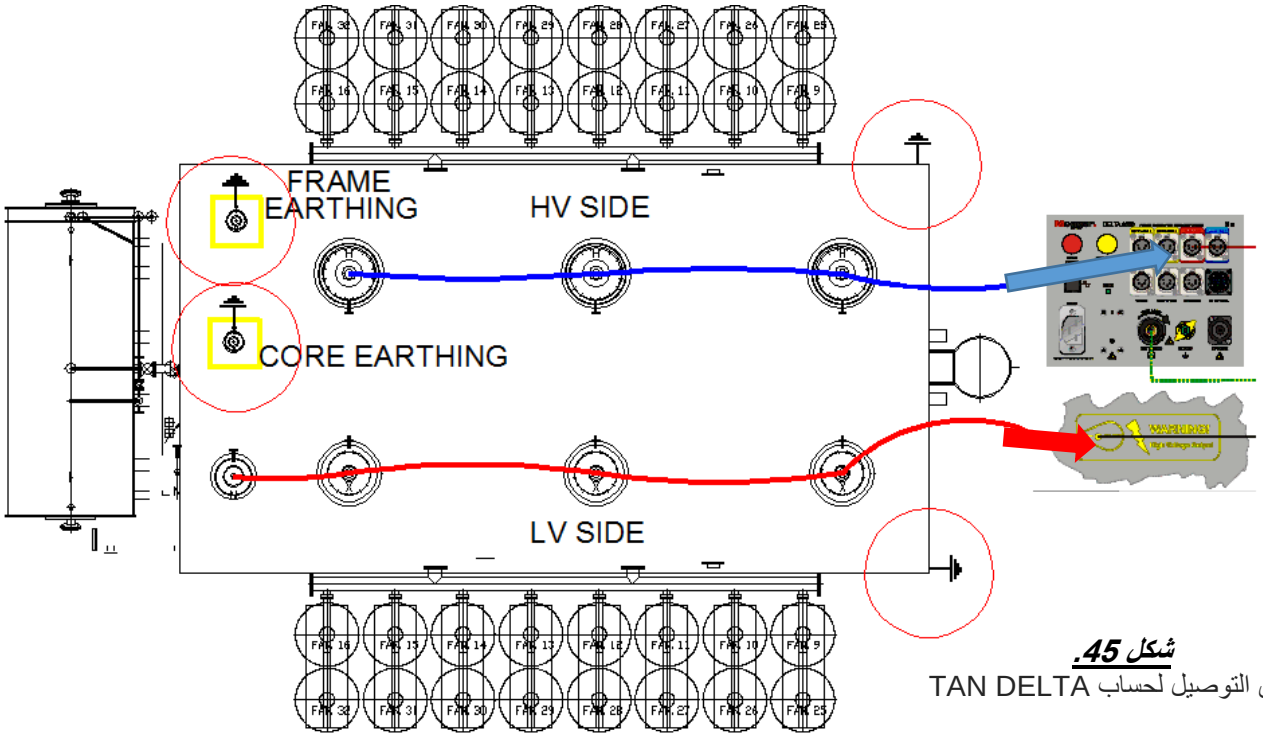
شكل 43 .
قياس مقاومه ملف الابتدائي
H1-H2
H1-H3
H2-H3



شكل 44.
قياس مقاومه ملف الثانوي
x1-x2
x1-x3
x2-x3

6.3.3.6 اختبار ال TRANSFORMER TAN DELTA.

- هدف هذا الاختبار هو قياس جودة عزل المحول كاملا و التأكد من عدم وجود اى عيوب داخليه اثناء التصنيع او النقل.
- يتم هذا الاختبار بإستخدام جهاز MEGGER DELTA 4000.
- يكون توصيل الجهاز كما بالشكل 45.
- يتم إ جراء الاختبار اولا على 500 V و إذا نجح يتم اعادته و لكن على جهد 10 KV .
- و يكون الفيصل فى نجاح او فشل الاختبار هو ما يوصى به المصنح و ما تم اجراه فى اختبارات المصنع.



شكل 45.
طريق التوصيل لحساب TAN DELTA

6.3.3.7 *اختبار معاوقه القصر للمحول Z% TEST.*

- هدف هذا الاختبار هو قياس مقاومه القصر للمحول .
- طريقه الاختبار هى قياس المقاومه عن طريق توصيل ملفات ال HV بمصدر جهد ثلاثى الاوجه 380 KV و عمل قصر على ملفات ال LV و قياس الجهد و التيار علي HV و حساب المعاوقه

$$Zsc = \frac{Vl}{Il}$$

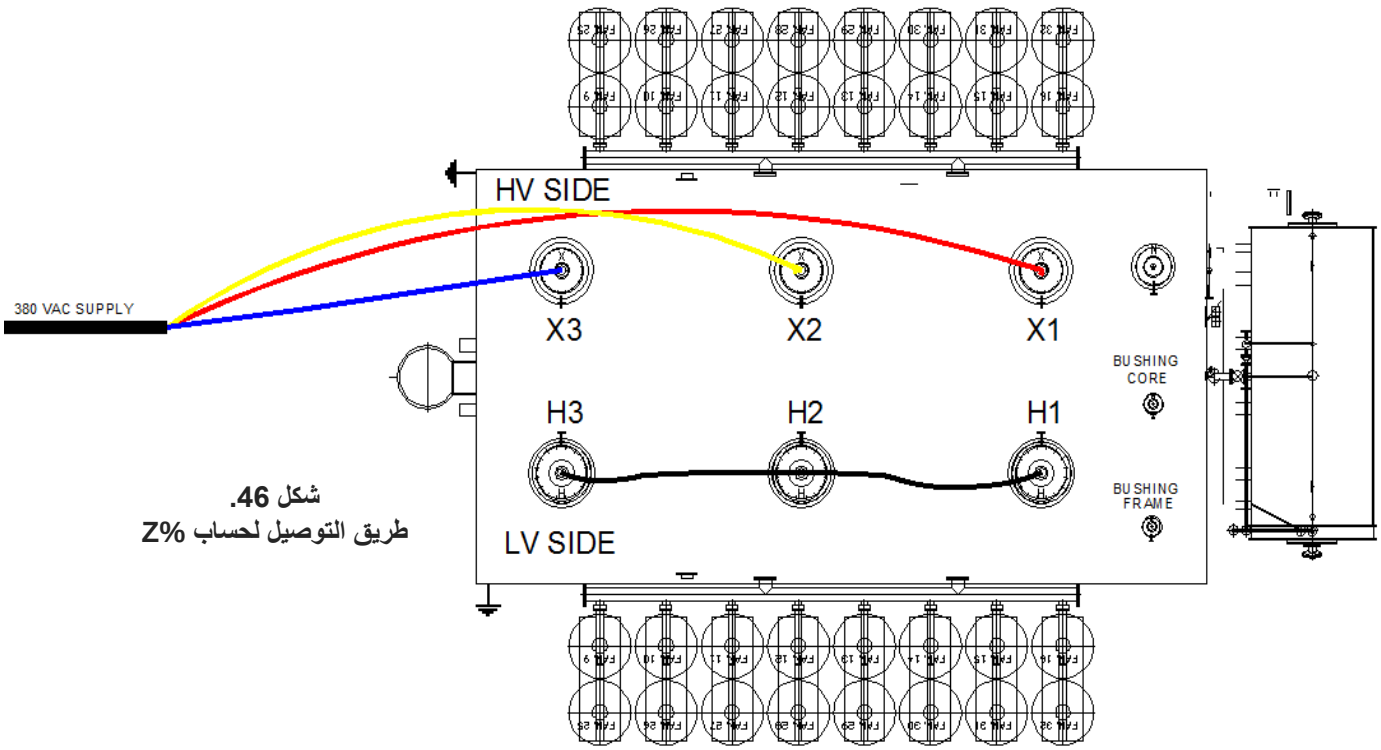
- يتم تنسيب قيمه المعاوقه على قيمه المعاوقه فى الحمل الكامل

$$Zr = \frac{Vr}{Ir}$$

- و تكون القيمه النهائيه

$$Z\% = \frac{Zsc}{Zr}$$

- طريقه التوصيل كما بالشكل 46



شكل 46.
طريق التوصيل لحساب Z%

7 كابلات القدره.

الكابلات هى وسيلة من وسائل نقل القدرة وتوزيعها من مناطق التوليد إلى مناطق الاستهلاك كما أن الخطوط الهوائية وسيلة أخرى من وسائل نقل القدرة .

7.1 تصنيف الكابلات من حيث الجهود المنقولة.

1. كابلات الجهد المنخفض حتى 1000 فولت
2. كابلات الجهد المتوسط بعد 1 ك . ف حتى 66 ك. ف
3. كابلات الجهد العالي بعد 66 ك . ف حتى 132 ك . ف
4. كابلات الجهد الفائــق بعد 132 ك . ف حتى 500 ك . ف

7.2 تصنيف الكابلات من مادة العزل المستخدمة.

1. كابلات معزولة بالورق المشبع بالزيت (كابلات زيتيه) .
2. كابلات معزولة بمادة ال P . V . C (البولى فينيل كلورايد) .
3. كابلات معزولة بمادة البولى إيثلين المتشابك [X . L. P. E] كروس لينكد بولي إيثلين.
4. كابلات معزولة بمادة البولى إيثلين [P . E] .
5. كابلات معزولة بمادة البولى إيثلين المطاطي [E . P . R] .

و مما سبق يتضح لنا أن الكابلات تسمى باسم مادة العزل المستخدمة مما يدل على مدى أهمية العزل فى صناعة الكابلات وهو أهم مكونات الكابل ونظرا لهذه الأهمية فإنه يجب أن تتوافر فى مادة العزل بعض المواصفات مع الأخذ فى الاعتبار أنه من الصعب توافر كل مواصفات وخصائص العزل الجيد فى مادة واحدة .

7.3 خصائص المـادة العـازلــة.

1. أن تكون لها مقاومة نوعية عالية .
2. أن يكون لها جهد انكسار عالي .
3. ألا تقبل امتصاص الرطوبة من الوسط المحيط بها .
4. لا تتفاعل مع الأحماض والقلويات الموجودة بالتربة .
5. أن تكون لها خاصية الصلابة و المرونة معاً .
6. لا تتأثر أو تتغير مكوناتها بارتفاع درجة الحرارة الناتجة عن تيار الحمل العادي أو أقصى حمل أو الحرارة الناتجة عن تيار القصر .
7. لا تقبل سريان الحريق .
8. أقل فقد كهربائى ممكن أثناء التشغيل .
9. ضمان حمل التيار الكهربائي بأمان حتى أقصى جهد أسمىِ بين الموصلات

7.4 أنواع المـــــواد العازلـــة.

1. البولى فينيل كلورايد .
2. البولى إيثلين .
3. البولى إيثلين المتشابك .
4. البولى إيثلين المطاطى .
5. الورق المشبع بالزيت .
6. المطاط .

7. الحرير والقطن .
8. الورنيش .
9. الصمغ الهندى .

7.5 المقاطع المختلفة للكابلات.

فيما يلى جدول يوضح المقاطع المختلفة للكابلات الأرضية للجهدين المنخفض والمتوسط وكذلك عدد الشعيرات لكل مقطع وقطر كل موصل:

كابلات جهد منخفض	عدد الشعيرات	قطر الموصل	كابلات جهد متوسط
3 ×16 + 10مم2	7	4.7 مم	3 ×16 مم2
3×25 + 16 مم2	7	5.9 مم	3 × 25 مم 2
3 ×35 + 25 مم2	19	7.0 مم	3 ×35 مم2
3×50 + 25 مم2	19	8.0 مم	3 × 50 مم 2
3 ×70 + 35 مم2	19	9.7 مم	3 ×70 مم2
3×95 + 50 مم2	19	11.4 مم	3 × 95 مم 2
3 ×120 + 70 مم2	37	12.9 مم	3 ×120 مم2
3×150 + 70 مم2	37	14.3 مم	3 × 150 مم 2
3 ×185 + 95 مم2	37	16.1 مم	3 ×185 مم2
3×240 + 120 مم2	61	18.3 مم	3 × 240 مم 2

7.6 الموصـــلات.

الموصل :- مادة لها مقاومة نوعية صغيرة " موصلية عالية " تسمح بمرور التيار الكهربى من خلالها بسهولة .

وهناك أنواع كثيرة من الموصلات ومنها :-

1. الفضـــــــة .
2. النحـــــــاس .
3. الألومنيـــوم .
4. الصلب المجلفن .
5. نحاس كاديوم .
6. ألمونيوم مقوى بفرده صلب .

إلا أنه يلاحظ أن النحاس والألومنيوم هما الموصلان اللذان يستخدمان كموصلات فى الكابلات الأرضية وإذا أردنا عمل ترتيب للموصلات من حيث المقاومة النوعية الأقل فالأكثر نجد أن الفضة هى أقل موصل له مقاومة

نوعية ثم النحاس ثم الألومنيوم ولذلك فأن الفضة تستخدم فى عمل تشعيرات المصهرات ولا يمكن استخدامها كموصل نظرا لارتفاع ثمنها

7.6.1الموصلات المصمتة و الموصلات المجدولة.

الموصل المصمت هو الذى يتكون من شعرة واحده أما المجدول فهو يتكون من عدد من الشعيرات ويلاحظ لنا أن الموصلات المصمتة تستخدم فى الأحمال الخفيفة والمقاطع الصغيرة والجهود المنخفضة أما الموصلات المجدولة تستخدم فى الأحمال المرتفعة و المقاطع الكبيرة والجهود العالية .

ومن المعلوم لنا أن التيار الكهربي يمر على سطح الموصل وهى ظاهرة كهربائية ففي حالة الموصل المصمت فإن عدد الأسطح هو سطح واحد أما فى المجدول فإن عدد الشعيرات يكون هو عدد أسطح مرور التيار ومع زيادة عدد الأسطح تزداد فرصة مرور التيار بقيمة اكبر .

لذلك فإن الموصل المجدول هو شائع الاستخدام لما يتميز به من مرونة أثناء العمل بالإضافة إلى ظاهرة مرور التيار على سطح الموصل .

إلا أنة يلاحظ لنا أن معدن الألومنيوم هو الشائع الاستخدام الآن كموصل لأنة رخيص الثمن - خفيف الوزن - سهل الحصول علية وكما أنة سهل التشكيل على النقيض من معدن النحاس لأنة غالى الثمن - ثقيل الوزن - صعب التشكيل إلى حدا ما.

7.7 مكـــونات الكابلات.

انه من الضرورى والواجب على القائم بالعمل فى مجال الكابلات الأرضية أن يكون لديه معرفة تامة بالأنواع المختلفة للكابلات التى تستخدم فى الشبكة مع ضرورة معرفة مكوناتها ووظيفة كل مكون حتى يسهل علية عمل العلب اللازمة (الوصلات) وبكفاءة عالية مهما كان نوع هذه الوصلات.

وسيتم شرح تفصيلي لمكونات الكابلات الاكثر شيوعا مع ذكر وظيفة كل. مكون .

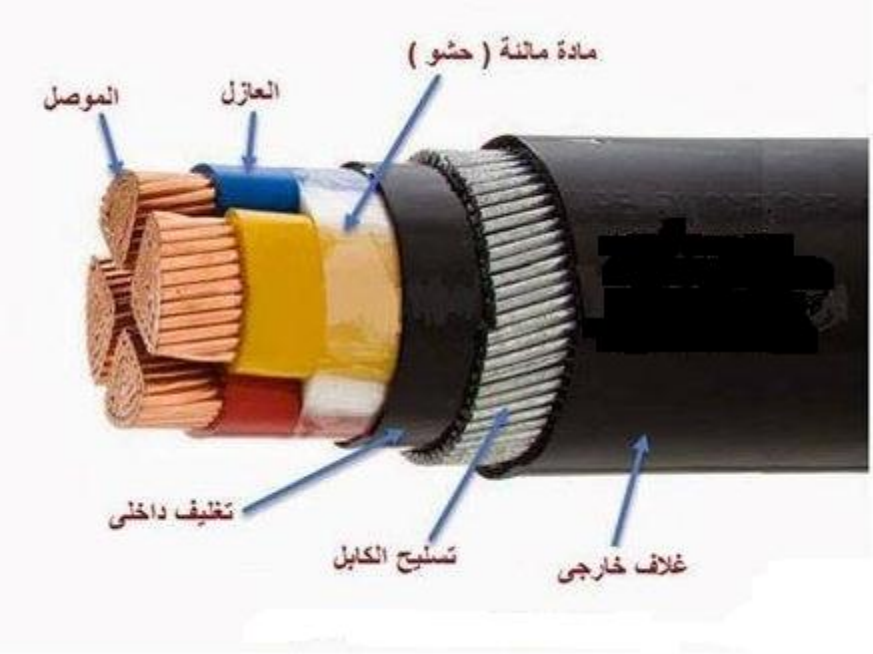
1. كابلات معزولة بمادة p . V. c بولي فينيل كلورايد.
2. كابلات معزولة بالبولي أيثلين المتشابك X . L. P. E.

7.7.1الكابلات المعزولة بمادة البولي فينيل كلورايد P . V . C.

هذا النوع من الكابلات يستخدم فى الجهود المنخفضة فقط ولأنة وكما ذكرنا من قبل فإن مادة P. V .C لها جهد انكسار حتى 1 ك.ف فقط لذا فهي تستخدم فى الجهود المنخفضة فقط. انظر ***شكل 47***

ويتكون كابل الجهد المنخفض المعزول بمادة P. V .C من:-

1. الموصل
2. العزل من مادة P. V .C ويكون ملون بألوان أحمر - أصفر- أزرق + أبيض او أسود
3. (حشو) + رباط أو مجمع الفازات .
4. تسليح
5. غلاف خارجي P. V .C



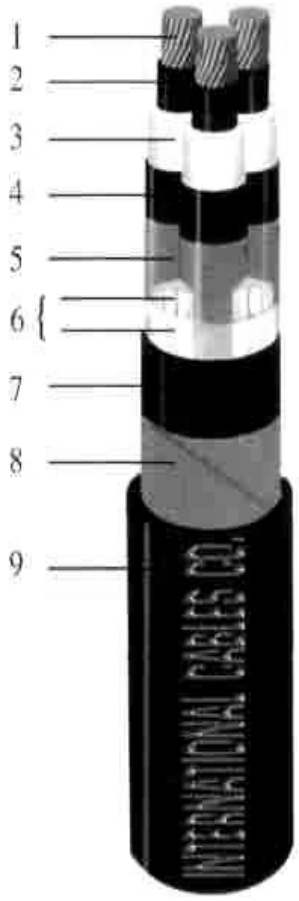
شكل 47.
مكونات كابل معزول ب PVC

7.7.2الكابلات المعزولة بمادة بولي إيثلين المتشابك X . L. P. E.

هذا النوع من الكابلات هو المستخدم الآن ويقوم بالإحلال بدلا من الكابلات المعزولة بالورق المشبع بالزيت كثير الأعطال والمشاكل والعيوب، وسيتم عمل شرح موافي لهذا النوع من الكابلات مع شرح وظيفة كل مكون .
انظر ***شكل 48***

مكونات الكابل X . L. P. E

1. الموصل .
2. شبة الموصل (الأول) .
3. العزل X . L. P. E .
4. شبة الموصل (الثاني) .
5. علامات تحديد الفازات ألوان أحمر - أصفر - أزرق أو أرقام 1- 2 - 3 .
6. الشبكة النحاسية أو (رقائق النحاس) .
7. الحشـــــو (أو الفرشة).
8. شنبر التسليح إن وجد .
9. الغلاف الخـارجى .



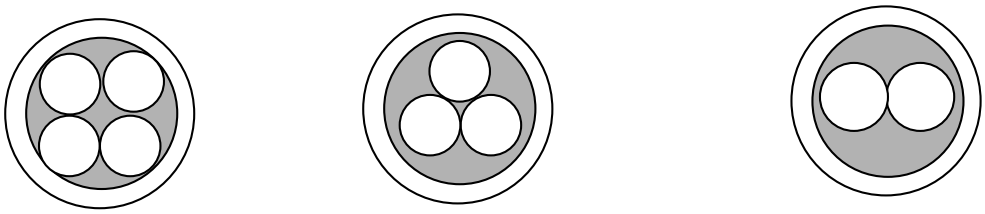
شكل 48.
مكونات كابل معزول ب XLPE

7.7.3 الموصل. CONDUCTOR.

وهو الذى يقوم بنقل التيار الكهربي من مكان الى آخر ويكون الموصل عادة من النحاس أو الألمونيوم ورغم ما يتميز به النحاس عن الألمونيوم كهربائيا فأن الألمونيوم هو الشائع للاستخدام نظرا لرخص ثمنه وسهولة الحصول علية وأيضا سهولة تشكيلة .

ويكون الموصل إما مصمت أى شعرة واحدة أو مجدول بمعنى إن عدد من الشعيرات ويتميز المجدول عن المصمت بالمرونة وزيادة الأسطح مما يجعله يتحمل تيار كهربي أكثر من المصمت ولذلك يستخدم الموصل المجدول للمقاطع الكبيرة وللأحمال والجهود العالية على عكس المصمت

كما انه من الممكن أن يكون الموصل إما دائري أو قطاعي الشكل حسب نوع الكابل . انظر ***شكل 49***



شكل 49.
شكل الموصل فى الكابلات

7.7.4. شبه الموصل (الأول). SEMI-CONDUCTOR (1).

تكون مادة شبه الموصل فوق الموصل مباشرة وهى تعمل على تنعيم سطح الموصل وعلاج ظاهرة الجدل Stranded Effect ولأن السطح الخارجى للموصل يكون متعرجا يتكون من عدد من الشعيرات مجدولة بجانب بعضها البعض ومادة شبة الموصل تقوم بتنظيم و توزيع المجال الكهربي على سطح الموصل حتى يكون المجال الكهربي قطري أو إشعاعي أى عمودي على سطح الموصل " أ ى أن خطوط المجال الكهربي تكوم عمودية على سطح الموصل " .

37.7.5. العـــــزل INSULATION

وهو من مادة X . L. P. E " البولى إيثلين المتشابك ويعتبر العزل أهم مكونات الكابل فإذا ضعف العزل أو أنهار اصبح الكابل بلا فائدة ولا قيمة له ومن أجل ذلك فإن أهم اختبار يجرى فى المصنع بعد التصنيع هو اختبار العزل وكذلك أثناء فحص واستلام للعينة وكذلك قبل إطلاق التيار فى المشروعات والعزل يقوم بعزل الفازات بعضها عن بعض وكذلك عزل وحمـــاية القائم بالعمل.

ويهمنا فى مادة العزل سمكه ونوع مادة العزل وأن يكون نقى ومتجانس على طول الكابل وأيضا أن يكون خالي من الشوائب الهوائية وهذه من عيوب التصنيع ووجودها يسبب مشاكل فى الكابلات بسبب ضعف العزل . والمقاومة النوعية للعزل يجب أن تكون مرتفعة.

7.7.6. مادة شبه الموصل (الثانى) SEMI CONDUCTOR (2)

وهى تقوم أيضا بتوزيع المجال الكهربى بانتظام وهو المجال الكهربى الخارج من الفازات ويعمل على عدم تداخل المجالات الكهربائية بين الفازات كما أن يحمى باقى مكونات الكابل من المجال الكهربى الخارج من الفازات .

وتكون مادة شبه الموصل (الثانى) إما جرافيتية أى طبقة ملفوفة حلزونيا حول الفازه وهى سهلة النزع أو مادة مطبوخة على الفازه أى مبثوقة وهى تكون صعبة النزع ونحتاج إلى براية لنزعها أو زجاجة مسطحة .

7.7.7. علامات تحديد الأوجه PHASES COLOUR IDENTIFICATION

تكون هذه العلامات إما أرقام 1 2 3 أو ألوان أحمر - أصفر - أزرق لتوحيد الفازات R , S , T وعمل التوافق حيث أن عدم إجراء التوافق بين الفازات يؤدى إلى أخطاء ومنها عكس دوران المواتير وانعكاس حركة الأسانسيرات وكما انه لا يمكن قفل الحلقة وتصبح مفتوحة مما يؤثر على التشغيل فى الشبكة لذلك يجب أن يراعى إجراء التوافق وتوحيد الفازات أثناء العمل .

67.7.8. الشبكة النحاسية (رقائق النحاس) METALLIC TAPE

تعتبر الشبكة النحاسية مهمة جداً وهى موجودة على كل فازه من الفازات الثلاثة أى أن كل فازه من الفازات ملفوف عليها شبكة نحاسية حلزونيا وبتجانس على طول الفازه وذلك لحمايتها من تيار القصر وهى مصممة حتى يمكنها من تسريب تيار القصر إن وجد كما أنها تحمى الفازه من الرطوبة وتسرب المياه .

77.7.9. الحشـــو أو (الفرشة) BEDDING - FILLING:

وعادة ما يتم تصنيع هذا الجزء من مادة P . V. C لما لها من مميزات ذكرناها من قبل و فائدته

1. حشو بين الفازات .
2. فرشة آو مخدة لكل فازه .
3. العمل على استدارة الكابل .
4. حماية الفازات من شنبر التسليح أن وجد .
5. حماية الفازات بعضها من بعض .

7.7.10 8. التسلـــيح (التدريع) ARMOUR :

وهو عبارة عن طبقة أو طبقتين من الشريط الصلب المرن حول الفازات لحماية الكابل من الضغوط الميكانيكية وهناك كابلات تكون مسلحة (مدرعة) أى بها تسليح أو تدريع وكابلات بدون تسليح ولكل منهما مناطق للاستخدام فالكابل المسلح يستخدم فى :

الأرض الهشة ذات التراب أو الرمل الناعم .

الأرض المعرضة باستمرار لمرور السيارات والمشاه والمركبات (ضغوط ميكانيكية)

7.7.11 9. الغلاف الخارجى OUTER SHEATH:

الغلاف الخارجى للكابل يكون عادة من مادة خاملة كيميائيا أى لا تتفاعل مع الأحماض أو القلويات أو المواد العضوية ولذلك كانت مادة P . V. C لأن لها هذه الخاصية تستعمل فى الكابلات كغلاف خارجى حماية لها من التآكل فى التربة ويكون لونه إما أحمر أو اسود وليس للألوان أى دخل فى تحديد وتفضيل أى كابل عن الآخر.

7.8 الحمايات الموجودة فى الكابل

يجب أن تتوافر فى الكابل حمايات تجعله يقوم بالعمل المكلف به خير قيام دون مشاكل والحمايات الموجودة على الكابل هى :

1. حمـــــــاية كهربائـــــية .
2. حمـــــــاية ميكانيكـــية .
3. حمـــــــاية كيميـــــائية .

وهذه الحمايات الثلاثة الموجودة فى الكابل إنما تقوم بحماية الكابل حتى يمر التيار من خلال الموصل بأمان دون أى مشاكل وسنلاحظ هنا ومن خلال مكونات الكابل هذه الحمايات :

7.8.1الحماية الكهربائية :

وهى أهم حماية موجودة فى الكابل ومن خلال المكونات تكون

1. العزل X . L. P. E
2. شبه الموصل (الأول) و (الثانى)
3. الشبكة النحاسية " رقائق النحاس)
4. علامات تحديد الأوجه .

7.8.2الحماية الميكانيكية :

وهى تحمى الكابل من الضغوط والمؤثرات الخارجية وهى من خلال مكونات الكابل تكون

1. الحشو - الفرشة
2. التسليح " التدريع " إن وجد

7.8.3 الحماية الكيميائية :

وهى حماية من العوامل المؤثرة فى التربة من أحماض وقلويات ومواد عضوية فإذا حدث تأكل للغلاف الخارجى أثر ذلك على باقى المكونات مما يؤدى إلى إتلاف الكابل وهذه حماية من خلال المكونات هى :-

1. الغلاف الخارجى P . V. C

7.9 أعطال الكابلات

من الضرورى معرفة نوع الخطأ فى الكابل قبل إجراء الاختبارات اللازمة عليه وأخطاء الكابلات لا تعتمد على جهد التشغيل فهى نفسها فى كابلات الجهد المتوسط والجهد المنخفض كما أن الأجهزة التى تقوم بتحديد الأعطال لا تعتمد على جهد التشغيل .

وسيتم التعرض للأنواع المختلفة للأعطال وأسباب حدوثها وكيفية علاجها وكيفية تجنبها .

أنواع الأعطال هى :

وفيما يلى الشرح الوافى لهذه الأنواع من الأعطال

7.9.1 العوامل الميكانيكية

يحدث هذا النوع من الأعطال عادة أثناء نقل بكر الكابلات وتحميلها من مكان إلى مكان أو بسبب سوء التخزين فمثلا لو حدث تحطيم لبكرة وعليها الكابل ووضعت على جانبها فهذا الوضع يؤدى إلى إتلاف عزل الكابل .

ويحدث أيضا عندما يتم تشوين بكر الكابلات لفترة طويلة فى مكان ما دون رقابة وتعرضها لعبث الأطفال وإتلافها بآلات حاده ومن الملاحظ والمعروف إنة يحدث انهيار جزئى للعزل وأثناء الاختبارات اللازمة قبل التحميل لا يظهر هذا الانهيار ويصعب العثور عليه ولكن بعد التحميل ومع الوقت ينهار العزل .

7.9.2 العوامل الكهربائية و الكيميائية

يحدث التآكل الصدأى فى الغلاف المعدنى للكابل وقد يكون سببه كهربائيا أو كيميائيا أو بسبب الاثنين معاَ .

والتآكل الصدأى (corrosion) نتيجة تأثيرات كيميائية يتوقف على نوع الأرض الممتد فى داخلها الكابل و من المعروف أن التربة إما تكون حمضية أو تكون قلوية ومنها ما يحتوى على مواد عضوية يكون لها تأثير على المدى البعيد

على تأكل غلاف الكابل الخارجى وكذلك التسليح ثم الأرضى ثم عزل الكابل مما يؤدى إلى انهياره . ويمكننا زيادة فترة تحمل الكابل بوضع الكابل وسط طبقة من الرمال .

ولعلاج هذا الخطأ فإنه يتم تصنيع نوع من الكابلات مغلفة خارجيا بمادة P . V . C (بولى فينيل كلورايد) وهى مادة خاملة كيميائيا ولا تتفاعل مع الأحماض أو القلويات وهى أيضا غلاف محكم للرصاص أما عن التآكل الصدأى نتيجة عوامل كهربائية فهو يتوقف على مكان الكابل بالنسبة لحركة النقل والمواصلات الكهربائية مثل الترام والمترو حيث أن تيار التشغيل يعود إلى مصدرة عن طريق القضبان الحديدية الممتدة فى الأرض وفى هذه الحالات تتولد تيارات شاردة تأخذ طريقها الى الغلاف المعدنى للكابلات أو المواسير اللحامية للكابل لأنها تجد مساراً سهلا للمرور فيها عن طريق باطن الأرض فى طريق عودتها للمصدر الأصلى للتيار .

وتسير هذه التيارات فى الموصلات وتخرج منها نحو مصدر التيار ونتيجة لمرور التيار فى الكابل وخروجه منه مع مرور الوقت يؤدى ذلك إلى عملية الاستقطاب التى تسبب تأكل الغلاف المعدنى وانهياره ولعلاج ذلك فإنه يلزم توصيل الغلاف المعدنى للكابل بأرضى محطة الترام أو المترو لتجنب هذه التيارات الشاردة وتأثيراتها .

7.9.3سـوء الصناعة

يكون هذا العيب فى داخل المصنع أو أثناء عملية تصنيع الكابل مثال سوء العزل والذى هو أهم مكونات الكابل أو عدم تجانس الموصل وقد وجد فى إحدى الكابلات موصل مقطوع ولكنة متلامس فقط ولا يظهر هذا العيب أثناء اختبار الكابل لأن التلامس يعطى موصلية للكابل كما أنه وجد أيضا فى أحد الكابلات أن الغلاف الرصاص متشقق على الرغم من أن شنبر الصلب الغلاف الخارجى للكابل فى حالة سليمة مما يؤكد

عدم تعرض الرصاص لأى من عوامل النقل والمد والفرد وان السبب فى هذا التشقق هو سوء الصناعة ومن المعلوم أنة تجرى اختبارات على الكابل منها اختبار الثنى وتجرى على الرصاص وقد ينجح الاختبار على عينة من الكابل بينما يوجد جزء من الكابل فيه الرصاص غير سليم وكما أنه فى حالة وجود تعرجات فى غلاف

الرصاص يؤدى الى نفس النتيجة وكما انه قد يكون العزل الداخلى للكابل غير متجانس على طول الكابل وهو عيب صناعة أيضا

7.9.4 سوء المـــد

هذا العيب يكون سببه المباشر عدم وجود خبره كافية لدى القائم بالتنفيذ فى فرد ومد الكابلات فيجب اختبار المسار السليم للمد والفرد وأن يكون المسار بقدر المستطاع بعيدا عن كل أسباب تعرضه للتلف بعد فرده ومده مثلا أن يكون بعيد عن شبكة المياه والصرف الصحى والتليفونات ومواسير البخار والغلايات كما فى بعض المصانع وكما انه من الواجب أن يكون عمق الحفره لرمى الكابل كافى وإلا يكون قريبا من سطح الأرض مع وجود مسافة بين الكابلات التى توجد متوازية

و ممتدة فى مسار واحد وكذا من الواجب أن يتم تحديد الوسط المحيط للكابل سواء رمل أو بوتامين مع الأخذ فى الاعتبار نوع التربة ومكان المد بالنسبة للضغوط الميكانيكية للمشاة والمركبات وعلى أساس ذلك يتم اختبار نوع الكابل مسلح أو بدون تسليح .

كما انه من الواجب أيضا فى حالة وجود انحناء للكابلات أثناء الفرد يراعى أصغر قطر للانحناء وهو يتوقف على قطر الكابل .

والجدول التالى يوضح أصغر قطر للإنحناء مسموح به

م	نوع وجهد تشغيل الكابل	نصف قطر الإنحناء
1	كابلات حتى جهد تشغيل 11 ك . ف	12 مرة القطر الخارجى للكابل
2	كابلات حتى جهد تشغيل 22 ك . ف	15 مرة القطر الخارجى للكابل
3	كابلات ثلاثية جهد تشغيل 33 ك . ف	20 مرة القطر الخارجى للكابل
4	كابلات ذات موصل واحد 33 ك . ف	30 مرة القطر الخارجى للكابل

كما أنه من الضرورى مراعاة وإتباع الطرق السليمة لتخزين ونقل وشد الكابلات .

7.9.5 أعماق وضع الكابلات

توضع الكابلات فى خنادق يتم حفرها على الأعماق الأتية فوق طبقة رمل 10 سم

1ك . ف	45 سم
من 2.3 : 11 ك . ف	70 سم
من 22 : 33 ك . ف	100سم

وفى حالة وجود عدد من الكابلات تكون هناك مسافة أفقية فى حدود من 20 :40 سم لتلافى تأثير الحرارة الناتجة عن كل كابل وتغطى الكابلات بطبقة أخرى من الرمل ثم بلاطات خرسانية أو طوب ثم طبقة من التراب الناعم بسمك 20 سم ثم الردم .

7.9.6سوء اللحامات و المـــــد (الفرد)

ويحدث هذا عادة فى الوصلات وعلب النهاية ولذلك يجب أن يكون القائم بعمل العلب ذو خبرة ومهارة ودقة فى اللحامات وإلا أصبحت نقاط اللحام ضعيفة فى الكابل ولذا يجب أن يكون اللحام جيد مع عدم ترك زوايا حادة فى اللحامات لحدوث تجمع عالى للمجال المغنطيسى عندها وكما أنة يكون هناك تركيزا عاليا للضغوط على درجة العزل وفى حالة إزالتها يجعلها متساوية على جميع مناطق العزل .

7.9.7 سوء التحميـــــل

يتوقف تحميل 1مم2 من الكابل عند التشغيل على عدة عوامل

1. جهد التشغيل .
2. نوع الموصل (نحاس - ألومنيوم) .
3. عمق فرد الكابل .
4. المقاومة الحرارية للأرض .
5. نوع الكابل من حيث عدد الموصلات .
6. نوع الكابل من حيث تصميمه .
7. حالة فرد الكابل منفردا أو وسط مجموعة من الكابلات .

والغرض من التحكم فى تحميل 1مم2 من الكابل هو المحافظة على درجة الحرارة للموصل بحيث لا تزيد عن الحد المسموح به ما بين درجة (50 مo – 70مo) وهى تبعا لجميع العوامل السابقة مع الأخذ فى الاعتبار أنة فى حالة سوء التحميل فإن درجة الحرارة ترتفع مما ينتج عنة جفاف العزل ثم إنهياره فى النهاية .

7.10إختبارات الكابلات.

تتم الاختبارات كالاتى:

1. اختبار اتصاليه الكابل
2. اختبار مقاومه العزل الكهربى قبل الجهد العالى.
3. اختبار الجهد العالى.
4. اختبار مقاومه العزل الكهربى بعد الجهد العالى.

7.10.1 اختبار اتصاليه الكابل

يلزم اختبار اتصاليه (شامله الغلاف) للفازات الثلاثه خصوصا بعد اصلاح الكابل

7.10.2 اختبار مقاومه العزل الكهربى قبل الجهد العالى.

بإستخدام جهار ال Megger Insulation Resistance.

5kv/1min -------- RESISTANCE > 500 M ohm

7.10.3 اختبارالجهد العالى للكابل.

على حسب جهاز الاختبارات المتاح

1. DC HIGHPOT
2. AC HIGHPOT
3. VLF HIPOT

- شكل 50 يوضح طريقه الاختبار بواسطه جهاز ال HIGHPOT .

7.10.4 DC HIGHPOT

- يتم الحقن طبقا ل Vtest =4V0 . فى حاله عمل الاختبار سابقا و نريد اعادة الاختبار يتم الحقن بقيمه 80% من جهد الحقن.
- مدة الاختبار 15 دقيقه و الفيصل فى الاختبار عدم وجود كسر فى العزل.

7.10.5 AC HIGHPOT

- يتم الحقن طبقا ل VTEST =2.5V0 . فى حاله عمل الاختبار سابقا و نريد اعادة الاختبار يتم الحقن بقيمه 80% من جهد الحقن.
- مدة الاختبار 15 دقيقه و الفيصل فى الاختبار عدم وجود كسر فى العزل.

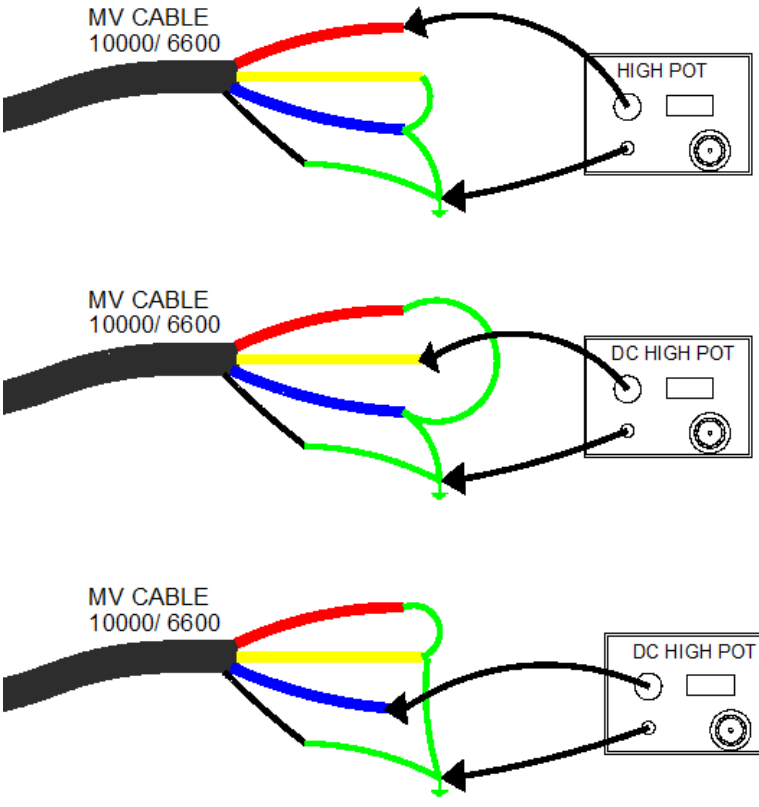
7.10.6 VLF HIPOT

- على حسب جهاز الاختبارات المتاح
- يتم الحقن طبقا ل VTEST =4V0 . فى حاله عمل الاختبار سابقا و نريد اعادة الاختبار يتم الحقن بقيمه 80% من جهد الحقن.
- مدة الاختبار 15 دقيقه و الفيصل فى الاختبار عدم وجود كسر فى العزل.

7.10.7 اختبار مقاومه العزل الكهربى قبل الجهد العالى.

- بإستخدام جهار ال MEGGER Insulation Resistance.

5kv/1min -------- resistance > 500 M ohm



شكل 50.
توصيل جهاز ال HIGHPOT

فى حاله استخدام ال DC HIGHPOT او VLF

جهد الحقن لاول مره

V_{TEST}= 6600*4 =26400V

جهد الحقن للمره الثانيه

V_{TEST}= 6600*4*.8=21200V

فى حاله استخدام ال AC

جهد الحقن لاول مره

V_{TEST}= 6600*2.5 =16500V

جهد الحقن للمره الثانيه

V_{TEST}= 6600*2.5*.8=13200V

8 لوحات توزيع الجهد المتوسط M.V DISTRIBUTION BOARD.

عبارة عن خلايا دخول وخروج ومحول خدمة وخلايا قياس ويتم ربط كل قسمين Two Sectionsبواسطة خلية رابط قضبان Bus-Coupler ولربط ثلاثة أقسام يستخدم خليتين رابط قضبان.

8.1 مكونات لوحات توزيع الجهد المتوسط

تتكون لوحة التوزيع من عدة خلايا هى

1. خلية دخول .
2. خلية خروج.
3. خلية رابط قضبان.
4. خلية محول خدمة.
5. خلية قياس.
6. خلية تعديل مسار.

Incoming Cubicle 8.2

تحتوى خلية الدخول على

1. قاطع تيار جهد متوسط ثلاثى الأوجه
2. سكينة أرضى
3. سوكت لتوصيل التيار المستمر لتشغيل دوائر الفصل والتشغيل للقاطع
4. عدد "3" محول تيار (مثلاً 5/5/400 أمبير
5. عدد "3" أمتير لقياس التيار
6. عدد "1" فولتميتر بمفتاح اختيار للجهد
7. عداد طاقة فعالة وغير فعالة KVARh- KWh
8. عدد "3" محول جهد
9. أجهزة الوقاية عبارة عن (متابع إتجاهى لزيادة التيار والتسرب الأرضى- متابع زيادة وإنخفاض الجهد
10. مبين وضع القاطع ومبين وضع سكينة الأرضى.
11. لمبة إشارة حمراء وخضراء

Cubicle Outgoing 8.3

تحتوى خلية الخروج على

1. قاطع تيار جهد متوسط ثلاثى الأوجه
2. سكينة أرضى
3. سوكت للتوصيل التيار المستمر الخاص بتشغيل دوائر الفصل للقاطع
4. عدد "3" محول تيار (مثلاً 5/5/200 أمبير
5. عدد "3" أميتر لقياس التيار بالأمبير
6. أجهزة وقاية غير إتجاهية ضد زيادة التيار والتسرب الأرضى

7. مبين وضع القاطع ومبين وضع لسكينة الأرضى .
8. لمبات بيان حالة فصل وتوصيل القاطع .
9. عدد "3" أمتير لقياس التيار
10. عدد "1" فولتميتر بمفتاح اختيار للجهد

Bus-Coupler 8.4

تحتوى خلية رابط القضبان على الاتى

1. قاطع تيار جهد متوسط ثلاثة أوجه .
2. عدد 3 محول تيار مثلاً (5/5/400 أمبير
3. عدد 3 أميتر لقياس التيار بالأمبير
4. سوكت 24 طرف .
5. أجهزة وقاية غير إتجاهية ضد زيادة التيار
6. مبين وضع القاطع ولمبات إشارة حمراء وخضراء

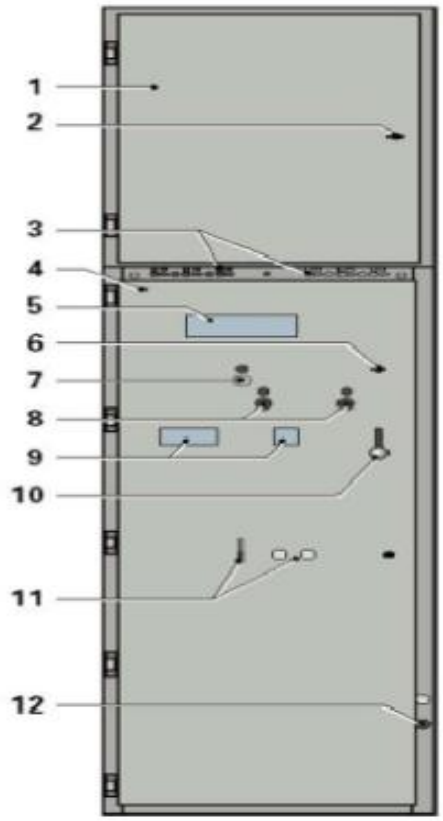
Bus riser 8.5

تحتوي خلية تعديل المسار على

بارات نحاس يتم تكسيحها لتوصيل قضبان التوزيع من أعلى إلى دخول قاطع رابط القضبان من أسفل عن طريق بارات نحاس وتسمى خلية تعديل المسار .

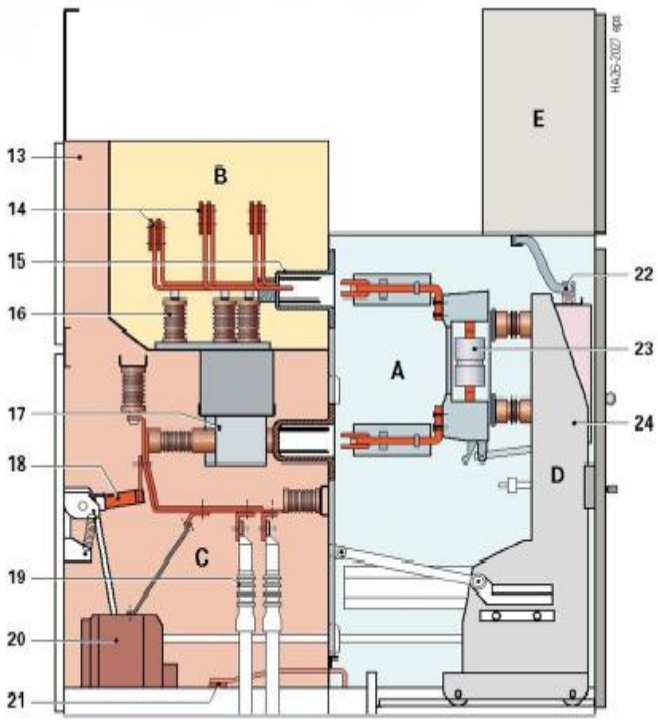
8.6 المكونات الاساسيه لخليه دخول / خروج فى لوحه توزيع.

يوضح ***شكل 51*** مقطع راسى من لوحه توزيع مبينا مكونات الخليه الخارجيه و اماكن المكونات. و يوضح *شكل 52* مقطع من الداخل من خليه دخول موضحا المكونات الداخليه للوحه.



1. باب علوي لغرفه التحكم و الجهد المنخفض
2. مفتاح غرفه التحكم و الضغط النخفض
3. مبين الجهد
4. باب غرفه الضغط المتوسط
5. شباك زجاجى لمعرفه وضع ال قاطع
6. مفتاح لباب غرفه الجهد المتوسط
7. فتحه للشحن اليدوي للقاطع
8. فتحه لغلق و فتح القاطع
9. فتحه لمعرفه وضع القاطع
10. مقبض باب الجهد المتوسط
11. فتحه لعربه القاطع
12. فتحه لسكينه الارضى

شكل51
مقطع خارجى من لوحه توزيع

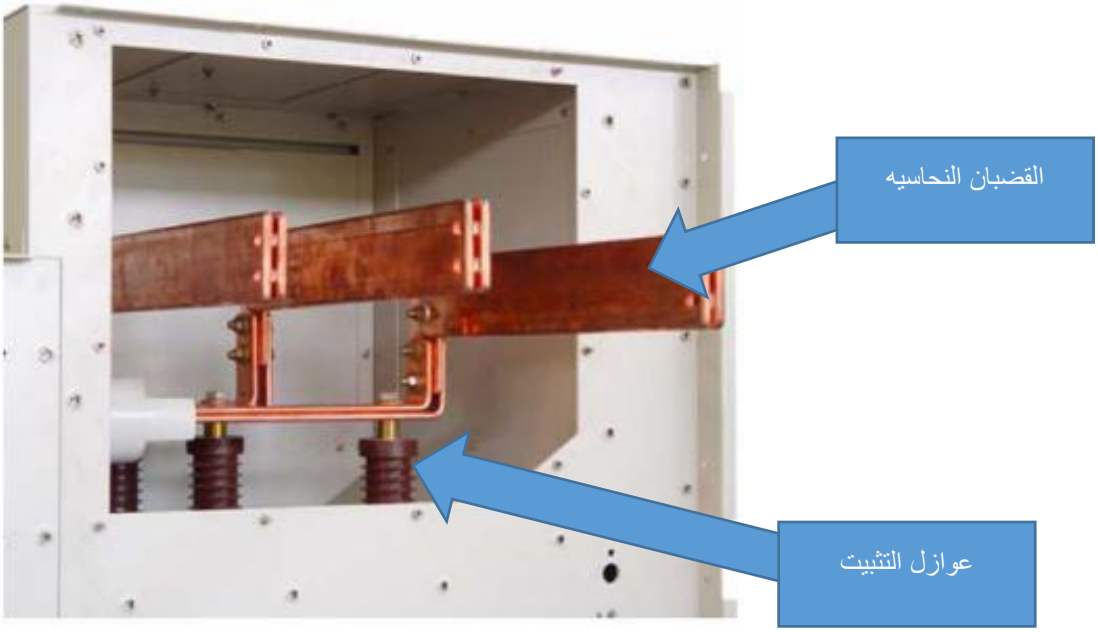


1- غرفه تفريغ الهواء
2- القضبان النحاسيه
3- عوازل القضبان
4- عوازل
5- محول التيار
6- سكينه الارضى
7- نهايات الكابلات
8- محولات الجهد
9- باره الارضى
10- موصل دائره التحكم
11- خامد الشراره الكهربيه
12- عربه القاطع الكهربى

شكل 52.
مقطع داخلى من لوحه توزيع

8.6.1القضبان النحاسيه CUPPER BUSBARS .

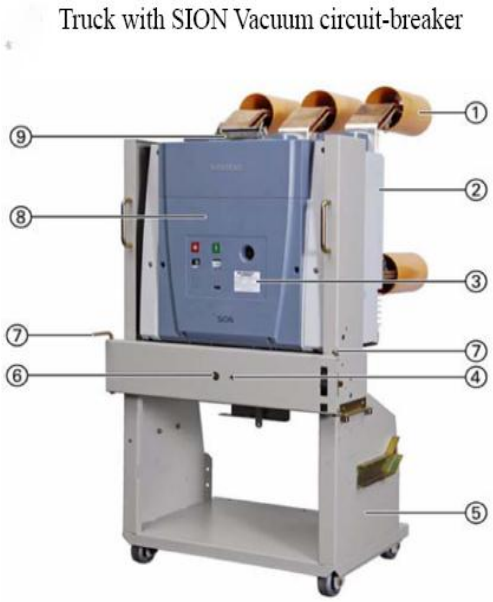
- و ظيفتها هى التوصيل الكهربى بين مكونات اللوحه
- يتم تثبيت القضبان النحاسيه على عوازل حتى لا يحدث قصر مع جسم اللوحه.
- ***شكل 53*** يوضح شكل و تثبيت القضبان النحاسيه .



شكل 53.
القضبان النحاسيه فى لوحات الجهد المتوسط

8.6.2القاطع الكهربى CIRCUIT BREAKER

- ان و ظيفه القاطع الكهربى هى توصيل و فصل الدوائر الكهربيه فى ظروف التشغيل العاديه و فى حالات القصر .
- يستطيع القاطع الكهربى إخماد الشراره الكهربيه الناتجه عن الفصل و التوصيل.
- **شكل 54** يوضح شكل و تركيب القاطع الكهربى.

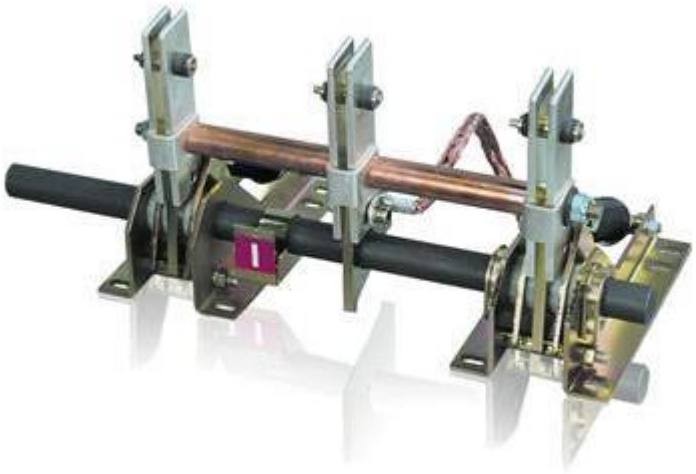


1- اقطاب التوصيل
2- خوامد الشرارة الكهربيه
3- لوحه معلومات القاطع
4- فتحه التحكم فى عربه القاطع
5- عربه القاطع
6- فتحه التحكم فى العربه
7- ايدى تثبيت العربه
8- القاطع الكهربى
9- فيشه توصيل القاطع بلوحه التحكم

شكل 54.
القاطع الكهربى و مكوناته

8.6.3سكينة الأرضى EARTH SWITCH

- يتم تركيبها لتأمين حياة العاملين فى حالة الفصل لعمل صيانة أو إصلاح للكابل أو للخط الهوائى وتكون مثبتة باللوحة الثابتة وهى عبارة عن "3" أسلحة من النحاس توصل على أطراف الكابل أو خط التغذية وعند توصيل سكينة الأرضى يصعب توصيل القاطع وإطلاق التيار لوجود انترلوك . انظر ***شكل 55.***



شكل 55.
سكينه الارضى

8.6.4محول الجهد VOLTAGE TRANSFORMER

- عباره عن محول كهربى يخفض قيمه الجهد بنسبه معلومه لمعرفه قيمه الجهد المتوسط عن طريق اجهزه القياس و اجهزه الوقايه.
- يتم شرح محول الجهد نفصيلا فى باب منفصل.
- مكان تركيبه على عربه القاطع. انظر ***شكل 56.***

شكل 56.
محول الجهد

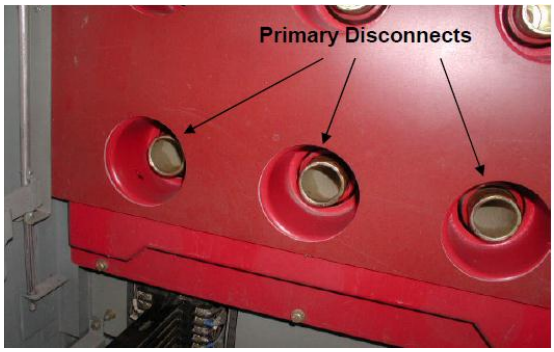
8.6.5محول التيار CURRENT TRANSFORMER

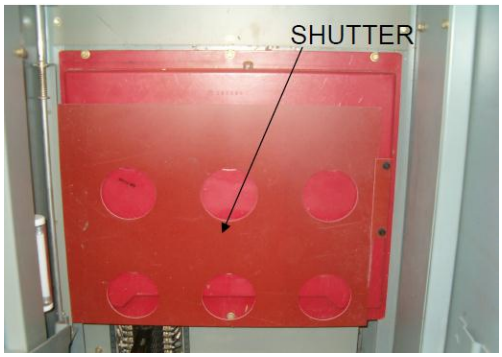
- عباره عن محول كهربى يخفض قيمه التيار بنسبه معلومه لمعرفه قيمه التيار عن طريق اجهزه القياس و اجهزه الوقايه.
- يتم شرح محول التيار تفصيلا فى باب منفصل.
- مكان تركيبه على دخول الكابلات. انظر ***شكل 57.***

شكل 57.
محول التيار

8.6.6اقفال الحمايه PROTECTION SHUTTERS

- وظيقتها الحمايه من الصعق الكهربى و الحمايه من دخول الاتربه فى حاجه خروج القاطع الكهربى.
- انظر ***شكل 58*** .



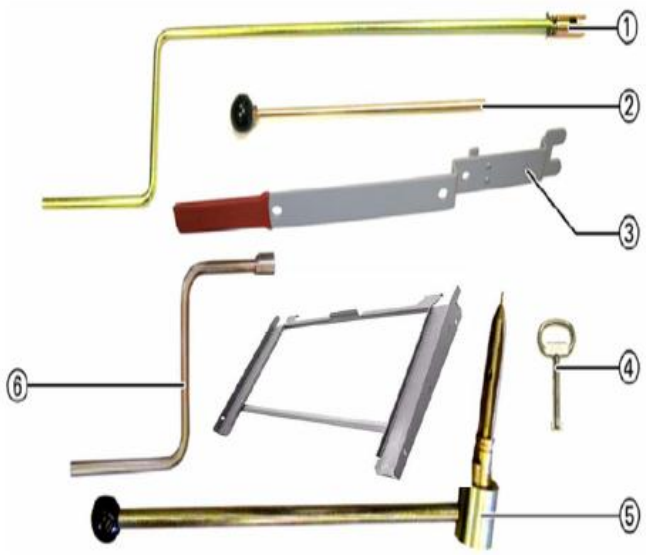


شكل 58.
اقفال الحمايه فى حاله الفتح و الغلق

8.6.7 اجهزه القياس METERING DEVICES

- عادة ما تكون VOLTMETER و AMMETER لقياس الجهد و التيار.

8.6.8 ادوات التشغيل OPERATION TOOLS



1- يد شحن القاطع الكهربى
2- قضيب لفصل و تشغيل القاطع الكهربى
3- يد لفتح و غلق ال SHUTTERSيدويا
4- مفتاح الابواب
5- يد قفل و فتح سكينه الارضى
6- يد لدخول و خروج القاطع الكهربى

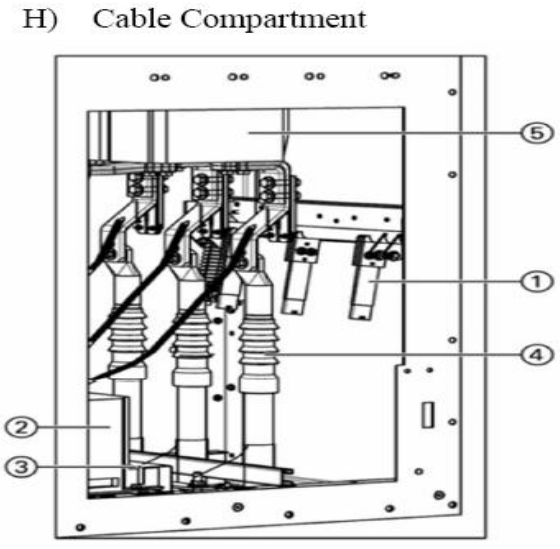
شكل 59.
اقفال الحمايه فى حاله الفتح و الغلق

8.6.9 اجهزه الوقايه PROTECTION DEVICES

- وظيفه اجهزه الوقايه الحمايه من زيادة التيار و الحمايه من التيارات المسربه من الارضى. عن طريق قياس التيار و الجهد من محمولات التيار و الجهد.

8.6.9.1 *دخول الكابلات فى لوحه الجهد المتوسط CABLE COMPRTMENT*

- شكل **60** يوضح مقطع لدخول الكابلات فى لوحه الجهد المتوسط.



1- سكينة الارضى
2- محول الجهد
3- بارة الارضى
4- كابلات الجهد المتوسط
5- محولات التيار

شكل 60.
اقفال الحمايه فى حاله الفتح و الغلق

8.7 إختبارات لوحات الجهد المتوسط.

- تنقسم الاختبارات التى تتم على لوحات الجهد المتوسط الى قسمين
  - اختبارات ميكانيكيه
  - اختبارات كهربيه

8.7.1الاختبارات الميكانيكيه.

- يتم التأكيد على ربط كل الاجزاء الثابته بالعزم المطلوب طبقا لتوصيات المُصنع .
- يتم تجربه التشغيل الميكانيكى لكل الاجزاء المتحركه.
- يتم تجربه الشحن اليدوي للقاطع
- يتم تجربه توصيل و فصل سكينه التأريض
- يتم تجربه دخول و خروج القاطع بالعربه دون مشاكل ميكانيكيه او مشاكل فى الشاتر Shutter.
- يتم اختبار الانترلوك الميكانيكى بين السكينه و القاطع.
  - أذا كانت السكينه موصله لا نستطيع إغلاق القاطع
  - إذا كان القاطع موصل لا نستطيع غلق السكينه.
- يتم التأكيد ان باب غرفه الجهد المتوسط لا يمكن فتحها اذا كان القاطع فى وضع تشغيل Servise.

8.7.2الاختبارات الكهربيه.

- بعد وضع جهد على لوحه التحكم يتم التاكيد على الاتى
  - جميع الاجهزه تعمل "اجهزه القياس و اجهزه الوقايه".
  - يتم التأكيد ان القاطع يشحن كهربيا.
  - يتم التأكيد على الانترلوك الكهربى
    - أذا كانت السكينه موصله لا نستطيع إغلاق القاطع
    - إذا كان القاطع موصل لا نستطيع ادخال يد التحكم فى السكينه
- اجراء اختبار مقاومه العزل DC Insulation Resistance .
- اجراء اختبار مقاومه العزل بإستخدام مصدر جهد AC . HIGHPOT TEST.
- اجراء اختبار مقاومه التوصيل للقضبان النحاسيه Contact Resistance Test .
- اجراء اختبار زمن الفصل و التوصيل للقاطع Timing Test .
- اختبار اجهزه الوقايه فى اللوحه.

8.7.3اجراء اختبار مقاومه العزل DC INSULATION RESISTANCE .

- سيتم شرح هذا الاختبار تفصيلا فى اختبارات المحطات الفرعيه Substation .

8.7.3.1اجراء اختبار مقاومه العزل بإستخدام مصدر جهد AC . HIGHPOT TEST.

- سيتم شرح هذا الاختبار تفصيلا فى اختبارات المحطات الفرعيه Substation .

8.7.3.2اجراء اختبار مقاومه التوصيل للقضبان النحاسيه CONTACT RESISTANCE TEST .

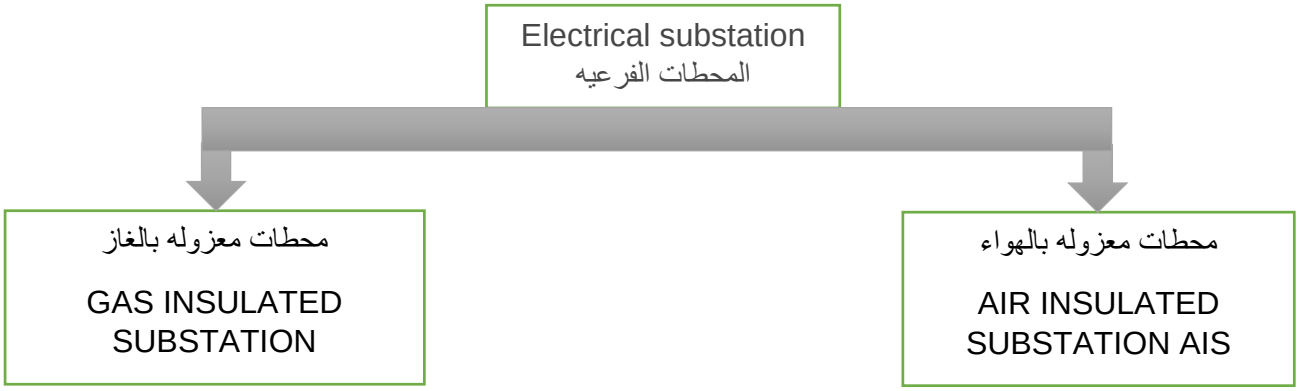
- سيتم شرح هذا الاختبار تفصيلا فى اختبارات المحطات الفرعيه Substation .

8.7.3.3اجراء اختبار زمن الفصل و التوصيل للقاطع TIMING TEST .

- سيتم شرح هذا الاختبار تفصيلا فى اختبارات المحطات الفرعيه Substation .

9 المحطات الفرعيه SUBSTATION.

تقوم بتوصيل الطاقه الكهربيه من محطات التوليد الى خطوط النقل .تقوم بنقل الطاقه الكهربيه بجهود اعلى او اقل حسب احتياجات الشبكه الكهربيه .تقوم بدورها في حمايه المهمات الكهربيه لنقل الطاقه الكهربيه بامان و بسلاسه.



9.1 المحطات المعزوله بالهواء AIS.

- يكون الوسط العازل هو الهواء. يحتاج هذا التصميم الى مساحات واسعه و لايصلح فى بعض الاماكن مثل الاماكن السكنيه. تكون مكونات المحطه معرضه للعوامل الجويه وتحتاج الى صيانات دوريه كثيره. و لكن تكاليف انشائها ليس عاليه.
- ***شكل 61*** يوضح شكل ال AIS.

شكل 61.
صوره لمحطه معزوله بالهواء

9.2 المحطات المعزوله بالغاز Gas Insulated Switch Gear GIS.

- يكون الوسط العازل هو غاز سادس فلوريد الكبريت SULPHER HEXFLORIDE SF6.
مساحه المحطه اصغر ب 5 مرات من مثيلاتها ال AIS. تكون المحطه اكثر امانا و لا تحتاج الى صيانات دوريه كثيره. و لكن تكاليف انشائها عاليه.
- ***شكل 62*** يوضح شكل ال GIS.

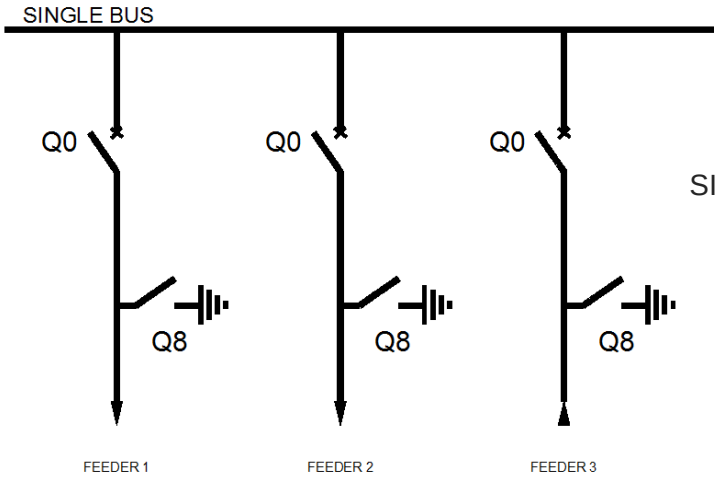
شكل 62.
صوره لمحطه معزوله بالغاز SF6

9.3 اشكال المحطات الفرعيه Bus Bar Arrangement.

- Single Bus.
- Double Bus, Double Breaker.
- Double Bus, Single Breaker.
- Breaker-and-a-Half.

9.3.1 Single Bus Bar Single Breaker

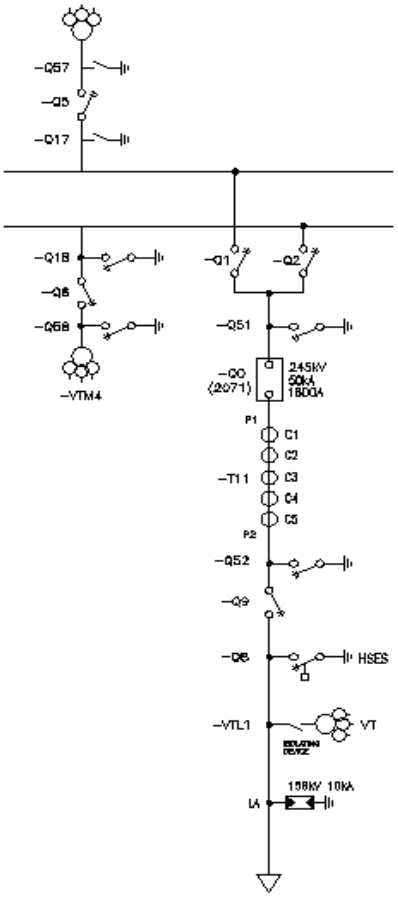
- فى هذه التوزيعه يوجد BUSBAR واحد و كل مغزى يحتوى على قاطع واحد و سكينه ارضى.
- عادة ما تستخدم هذه التوزيعه فى لوحات الجهد المتوسط.
- عيب هذه الطريقه هى الاعتماديه الصغيره جدا. اذا حدثت اى مشكله فى اى قاطع يتوقف التيار الكهربى عن احماله. و اذا حدثت مشكله فى ال Bus Bar تتوقف المحطه بأكملها. انظر ***شكل 63***



شكل 63.
SINGLE BREAKER SINGLE BUSBAR ARRANGEMENT

Double Bus Bar Single Breaker 9.3.2

- فى هذه التوزيعه يوجد عدد **2** Bus Bar و قاطع واحد لكل مغذى.
- الاعتماديه على هذه التوزيعه افضل من التوزيعه السابقه لوجود 2 Bus Bar . فى حاله وجود مشكله فى ال Bus Bar الاول يمكن نقل الاحمال الى ال Bus Bar الاخر مما يحسن اعتماديه و كفاءه النظام.
- ***شكل 64*** يوضح شكل ال Single Bus Bar Single Breaker و يوضح الانترلوك الخاص به.
- عادة ما يستخدم هذا التوزيع فى جهود220KV .



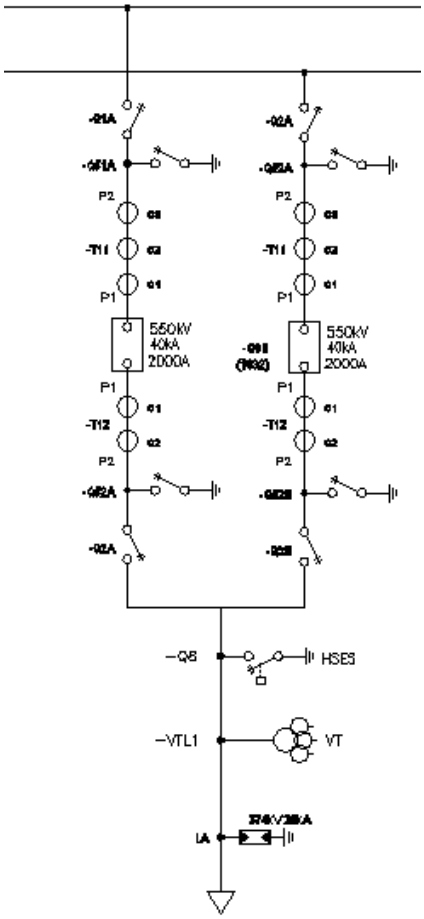
E2QUIPMENT REF.	S1		STATUS OF THE RELATED EQUIPMENT										
			D08								D05-3		D05-2
			DS -Q1	DS -Q2	CB -Q0	ES -Q51	ES -Q52	DS -Q9	ES -Q8	VT -VTL1	ES -Q17	ES -Q18	BLC
CB -Q0 (CLOSE)	LOCAL	TEST	FC	FC	—	—	—	FC	—	—	—	—	—
		EMERGENCY	FC	—	—	—	—	FC	—	—	—	—	—
			—	FC	—	—	—	FC	—	—	—	—	—
	REMOTE		FC	—	—	—	—	FC	—	—	—	—	—
			—	FC	—	—	—	FC	—	—	—	—	—
DS -Q1	LOCAL & REMOTE		—	○	○	○	○	—	—	—	○	—	—
			—	●	—	—	—	—	—	—	—	—	●
DS -Q2	LOCAL & REMOTE		○	—	○	○	○	—	—	—	—	○	—
			●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●
ES -Q51	LOCAL & REMOTE		○	○	—	—	—	○	—	—	—	—	—
ES -Q52	LOCAL & REMOTE		○	○	—	—	—	○	—	—	—	—	—
DS -Q9	LOCAL & REMOTE		—	—	○	○	○	—	○	—	—	—	—
ES -Q8	LOCAL & REMOTE		—	—	—	—	—	○	—	#1	—	—	—

شكل 64.

DOUBLE BUSBAR SINGLE BREAKER ARRANGEMENT

DOUBLE BUS BAR DOUBLE BREAKER9.3.3

- فى هذه التوزيعه يوجد عدد **2** Bus Bar و 2 قاطع واحد لكل مغذى.
- الاعتماديه على هذه التوزيعه افضل من التوزيعه السابقه لوجود **2** Bus Bar و 2 قاطع لكل مغذى. فى حاله وجود مشكله فى ال BB الاول يمكن نقل الاحمال الى ال BB الاخر و فى حاله وجود مشكله فى القاطع الاول يتم نقل الاحمال الى القاطع الاخر مما يحسن اعتماديه و كفاءه النظام.
- ***شكل 65*** يوضح شكل ال SBDB و يوضح الانترلوك الخاص به.
- تكلفه هذا التوزيع مرتفعه جدا و عاده ما تستخدم فى جهد 500 KV.



E2QUIPMENT REF.	S1	STATUS OF THE RELATED EQUIPMENT						
		B03–2					B03–1	MBP
		DS –Q2	ES –Q52	CB –Q02	DS –Q92	ES –Q54	ES –Q8	ES –Q16
CB –Q02 (CLOSE)	LOCAL TEST	FO	—	—	FO	—	—	—
	EMERGENCY	FC	—	—	FC	—	—	—
	REMOTE	FC	—	—	FC	—	—	—
DS –Q2	LOCAL & REMOTE	—	O	O	—	O	—	O
ES –Q52	LOCAL & REMOTE	O	—	O	O	—	—	—
DS –Q92	LOCAL & REMOTE	—	O	O	—	O	O	—
ES –Q54	LOCAL & REMOTE	O	—	O	O	—	—	—

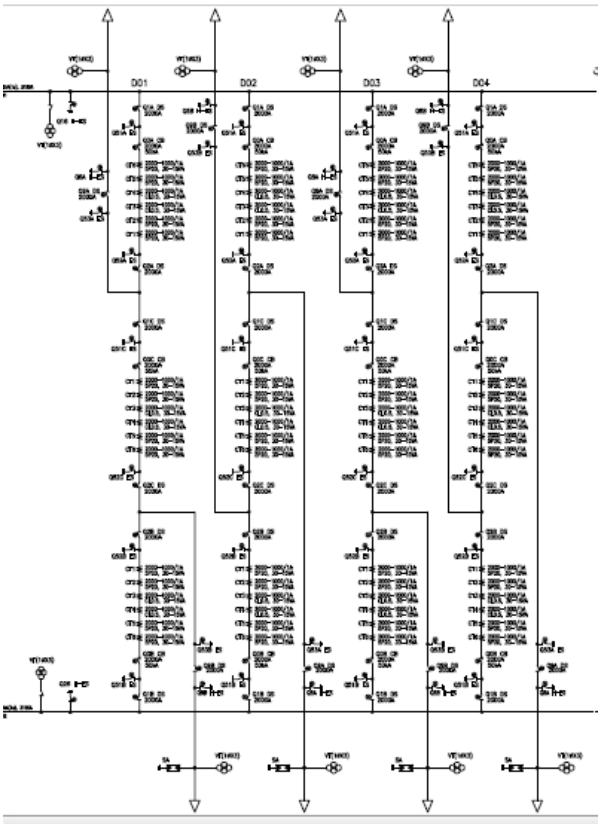
EQUIPMENT REF.	S1	STATUS OF THE RELATED EQUIPMENT								
		B03–1							B03–2	MBP
		DS –Q1	ES –Q51	CB –Q01	DS –Q91	ES –Q53	ES –Q8	VT –VTL1	DS –Q92	ES –Q15
CB –Q01 (CLOSE)	LOCAL TEST	FO	—	—	FO	—	—	—	—	—
	EMERGENCY	FC	—	—	FC	—	—	—	—	—
	REMOTE	FC	—	—	FC	—	—	—	—	—
DS –Q1	LOCAL & REMOTE	—	O	O	—	O	—	—	—	O
ES –Q51	LOCAL & REMOTE	O	—	O	O	—	—	—	—	—
DS –Q91	LOCAL & REMOTE	—	O	O	—	O	O	—	—	—
ES –Q53	LOCAL & REMOTE	O	—	O	O	—	—	—	—	—
ES –Q8	LOCAL & REMOTE	—	—	—	O	—	—	#1	O	—

شكل 65.

DOUBLE BUSBAR DOUBLE BREAKER ARRANGEMENT

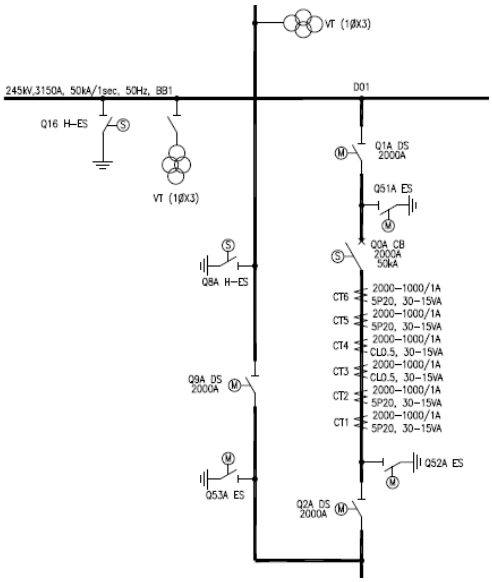
ONE AND HALF BREAKER RRANGEMENT9.3.4

- فى هذه التوزيعه يوجد عدد **2** Bus Bar و **3**قواطع لكل **2** مغذى.
- الاعتماديه على هذه التوزيعه جيده جدا من التوزيعه السابقه لوجود BB 2 . فى حاله وجود مشكله فى ال BUSBAR الاول يمكن نقل الاحمال الى ال BB. و فى حاله و جود مشكله فى ال BB 1 و BB 2 يمكن نقل الطاقه عن طريق قاطع النصف. بهذا التوزيع يمكن عزل اى مكون من مكونات المحطه للصيانه. عاده ماتستخدم فى جهود KV220. ولكن تكلفه هذه التوزيعه مرتفعه نسبيا .
- انظر ***شكل 66 67 68 69 70*** للتوضيح



شكل 66.

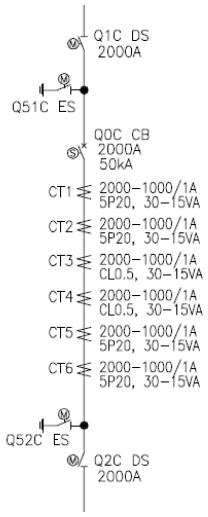
ONE AND HALF BREAKER ARRANGEMENT SINGLE LINE DIAGRAM



EQUIP. REF.	COMMAND	STATUS OF RELATED EQUIPMENT											CONTROL		
		D01B BAY							D01C BAY		VT ES	OTHER CONDITION	LCC	REMOTE	REMARKS
		Q1B DS	Q51B ES	Q0B CB	Q52B ES	Q53B ES	Q2B DS	Q9B DS	Q8B H-ES	Q2C DS	Q0C CB	Q26 H-ES			
Q1B DS	CLOSE / OPEN		OPEN	OPEN	OPEN							OPEN		◎	◎	SERVICE
			CLOSE									CLOSE		◎		TEST
Q0B CB	CLOSE	NOP					NOP	NOP					GCB OPEN MV INC. CB OPEN GAS PRESSURE IS NOT LOWER THAN WARNING PRESSURE	◎	◎	SERVICE
		OPEN					OPEN						GAS PRESSURE IS NOT LOWER THAN WARNING PRESSURE	◎		TEST
	OPEN												GAS PRESSURE IS NOT LOWER THAN MINIMUM PRESSURE	◎	◎	SERVICE
													GAS PRESSURE IS NOT LOWER THAN MINIMUM PRESSURE			BY PROTECTION RELAY
Q51B ES	CLOSE / OPEN	OPEN					OPEN							◎	◎	SERVICE
Q52B ES	CLOSE / OPEN	OPEN					OPEN							◎	◎	SERVICE
Q53B ES	CLOSE / OPEN						OPEN	OPEN		OPEN				◎	◎	SERVICE
Q8B H-ES	CLOSE / OPEN							OPEN					NO LINE VOLTAGE GCB LINE D.S. OPEN TO BLOCK CLOSE HV E.S. Q8B MV INC. CB OPEN TO BLOCK CLOSE HV E.S. Q8B	◎	◎	SERVICE
Q2B DS	CLOSE / OPEN		OPEN	OPEN	OPEN	OPEN								◎	◎	SERVICE
					CLOSE	CLOSE								◎		TEST
Q9B DS	CLOSE / OPEN			OPEN		OPEN			OPEN		OPEN		GCB LINE D.S. OPEN TO BLOCK CLOSE HV D.S. Q9B GCB OPEN TO BLOCK CLOSE HV D.S Q9B GCB LINE E.S. OPEN TO BLOCK CLOSE HV D.S. Q9B MV INC. CB OPEN TO BLOCK CLOSE HV D.S. Q9B MV INC. E.S. OPEN TO BLOCK CLOSE HV D.S. Q9B	◎	◎	SERVICE
						CLOSE			CLOSE					◎		TEST

شكل 67

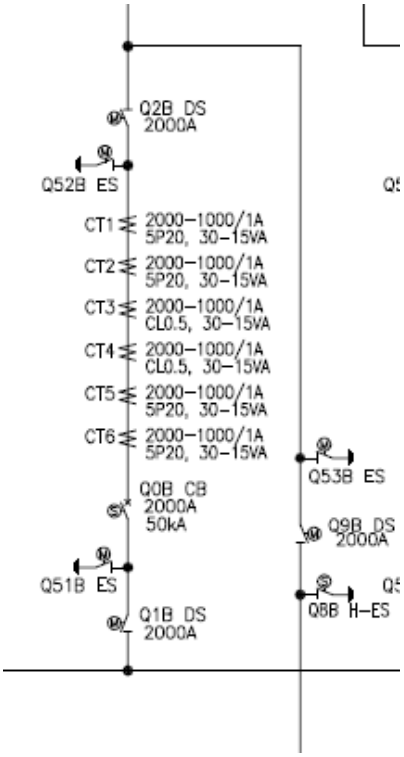
انترلوك قاطع الباره الاولى



EQUIP. REF.	COMMAND	STATUS OF RELATED EQUIPMENT									CONTROL		
		D01C BAY					D01A BAY		D01B BAY		OTHER CONDITION	LCC	REMOTE	REMARKS
		Q1C DS	Q51C ES	Q0C CB	Q52C ES	Q2C DS	Q53A ES	Q9A DS	Q53B ES	Q9B DS				
Q1C DS	CLOSE / OPEN		OPEN	OPEN	OPEN		OPEN					◎	◎	SERVICE
			CLOSE				CLOSE					◎		TEST
Q0C CB	CLOSE	NOP				NOP		NOP		NOP	GAS PRESSURE IS NOT LOWER THAN WARNING PRESSURE	◎	◎	SERVICE
		OPEN				OPEN					GAS PRESSURE IS NOT LOWER THAN WARNING PRESSURE	◎		TEST
	OPEN										GAS PRESSURE IS NOT LOWER THAN MINIMUM PRESSURE	◎	◎	SERVICE
											GAS PRESSURE IS NOT LOWER THAN MINIMUM PRESSURE			BY PROTECTION RELAY
Q51C ES	CLOSE / OPEN	OPEN				OPEN						◎	◎	SERVICE
Q52C ES	CLOSE / OPEN	OPEN				OPEN						◎	◎	SERVICE
Q2C DS	CLOSE / OPEN		OPEN	OPEN	OPEN				OPEN			◎	◎	SERVICE
					CLOSE				CLOSE			◎		TEST

شكل 68.

انترلوك قاطع المنتصف



EQUIP. REF.	COMMAND	STATUS OF RELATED EQUIPMENT											CONTROL		
		D01B BAY								D01C BAY		VT ES	OTHER CONDITION	LCC	REMOTE	REMARKS
		Q1B DS	Q51B ES	Q0B CB	Q52B ES	Q53B ES	Q2B DS	Q9B DS	Q8B H-ES	Q2C DS	Q0C CB	Q26 H-ES				
Q1B DS	CLOSE / OPEN		OPEN	OPEN	OPEN							OPEN		◎	◎	SERVICE
			CLOSE									CLOSE		◎		TEST
Q0B CB	CLOSE	NOP					NOP	NOP					GCB OPEN MV INC. CB OPEN GAS PRESSURE IS NOT LOWER THAN WARNING PRESSURE	◎	◎	SERVICE
		OPEN					OPEN						GAS PRESSURE IS NOT LOWER THAN WARNING PRESSURE	◎		TEST
	OPEN												GAS PRESSURE IS NOT LOWER THAN MINIMUM PRESSURE	◎	◎	SERVICE
													GAS PRESSURE IS NOT LOWER THAN MINIMUM PRESSURE			BY PROTECTION RELAY
Q51B ES	CLOSE / OPEN	OPEN					OPEN							◎	◎	SERVICE
Q52B ES	CLOSE / OPEN	OPEN					OPEN							◎	◎	SERVICE
Q53B ES	CLOSE / OPEN						OPEN	OPEN		OPEN				◎	◎	SERVICE
Q8B H-ES	CLOSE / OPEN							OPEN					NO LINE VOLTAGE GCB LINE D.S. OPEN TO BLOCK CLOSE HV E.S. Q8B MV INC. CB OPEN TO BLOCK CLOSE HV E.S. Q8B	◎	◎	SERVICE
Q2B DS	CLOSE / OPEN		OPEN	OPEN	OPEN	OPEN								◎	◎	SERVICE
					CLOSE	CLOSE								◎		TEST
Q9B DS	CLOSE / OPEN			OPEN		OPEN			OPEN		OPEN		GCB LINE D.S. OPEN TO BLOCK CLOSE HV D.S. Q9B GCB OPEN TO BLOCK CLOSE HV D.S Q9B GCB LINE E.S. OPEN TO BLOCK CLOSE HV D.S. Q9B MV INC. CB OPEN TO BLOCK CLOSE HV D.S. Q9B MV INC. E.S. OPEN TO BLOCK CLOSE HV D.S. Q9B	◎	◎	SERVICE
						CLOSE			CLOSE					◎		TEST

شكل 69.

انترلوك قاطع الباره الثانيه

9.4 اختبارات المحطات الفرعيه SUBSTATION TESTS.

- المحطه الفرعيه Substation تكون مصممه لتدوم عشرات السنوات من العمل. لذلك يجب ان يتم اختبار كل مكون من مكونتها بدقه و بعنايه فائقه. نتناول فى هذه الفقره اختبارات المحطات الفرعيه تفصيلا.
- اختبارات محولات الجهد
  - اختبار مقاومه العزل
  - اختبار نسبه التحويل
  - اختبار دوائر الجهد
- اختبارات محولات التيار
  - اختبار القطبيه Polarity
  - اختبار نسبه التحويل
  - اختبار التشبع Saturation Characteristics.
  - اختبار دوائر التيار.
- اختبار القواطع الكهربيه
  - التشغيل الميكانيكى Mechanical Operation Test
  - التشغيل الكهربى Electrical Operation Test
  - التأكد من توصيل و فصل فازات القاطع فى نفس الوقت Pole Discrepancy Test
  - SF6 " Block Close " & " Block Trip " Test

- اختبار زمن الفصل و التوصيل Timing Test
- اختبار مقومه التوصيل Contact Resistance Test
- اختبار السكاكين الكهربيه Disconnecting Switches & Earth Switches
- اختبار التشغيل الميكانيكى Mechanical Operation Test .
- اختبار التشغيل الكهربى Electrical Operation Test .
- اختبار زمن الفصل و التوصيل Timing Test
- اختبار الانترلوك فى نفس المغذى و بين المغذيات و بعضها
- اختبارات التشغيل من غرفه التحكم.
- اختبارات دوائر الفصل Lock Out Relay Circuits & TCS Circuits
- اختبار مقاومه التوصيل لقضبان و مكونات المحطه Contact Resistance Test.
- اختبار الجهد العالى High Voltage Test .

9.4.1اختبارات محولات الجهد

- هدف اختبار محولات الجهد هو التأكد من الاداء الجيد للمحول و التاكد من جودة العزل و نسبه التحوي
-

9.4.2اختبار مقاومه العزل

- بإستخدام جهاز ال Insulation Resistance MEGGER .
- يتم تسليط جهد 250VDC /1MIN على دوائر الثانوي لمحول الجهد بعد عزلها
- الفيصل فى هذا الاختبار هو اختبارات المُصنع .

9.4.3اختبار نسبه التحويل

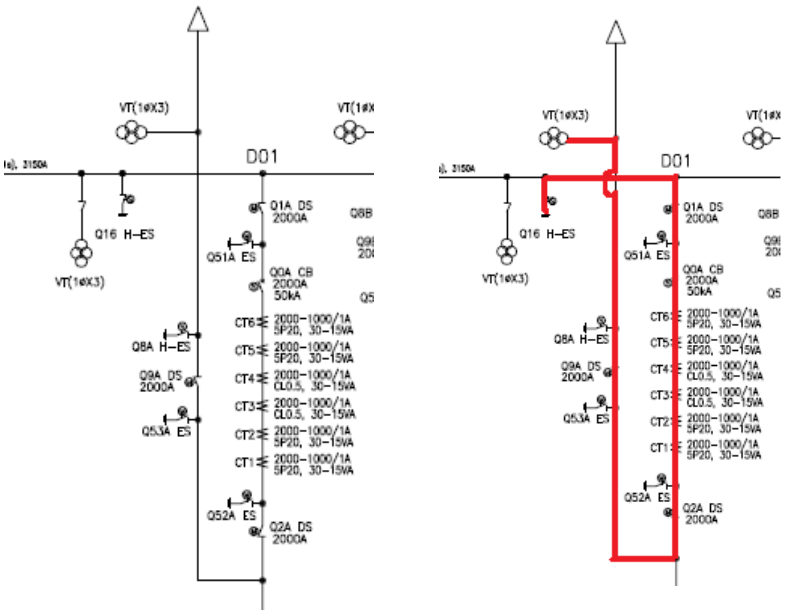
- بإستخدام مصدر جهد 380VAC.
- يتم تصليت الجهد على ملفات الابتدائي
- يتم قياس الجهد على ملفات الثانوي لمحول الجهد
- طبقا لقانون نسه التحويل $\frac{N1}{N2} = \frac{V1}{V2}$

$$TRANSFORMATION\ RATIO = \frac{380}{MEASURED\ VALUE}$$

- شكل 70 يوضح طريقه الحقن

شكل 70.

طريقه الحقن لاختبار نسبه تحويل محول الجهد



- يكون الحقن عن طريق اقرب سكينه ارضى.
- نقوم بتحديد مسار الحقن .
- نقوم بإغلاق السكاكين و القواطع فى مسار الحقن
- نكرر الخطواط السابقه على الفازات الثلاثه
- و نقوم بتحديد المسار الملائم لإختبارات محولات الجهد الاخري.

9.4.4 *اختبار دوائر الجهد.*

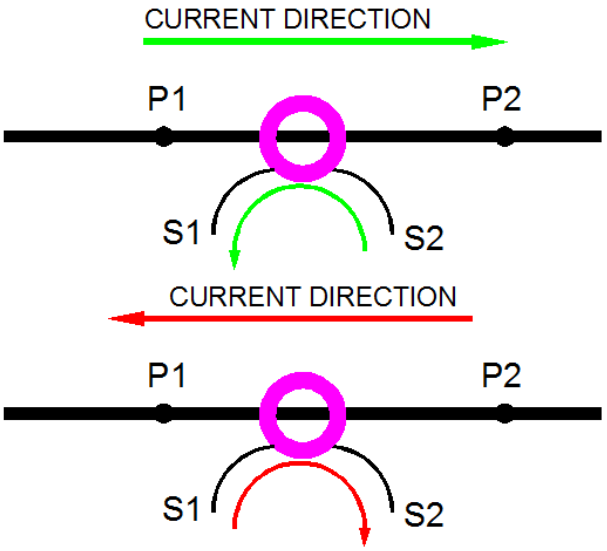
- بعد اختبار محولات الجهد يجب التأكد من مسارات الجهد من محول الجهد حتى اجهزه القياس و التحكم و الوقايه .
- يتم قياس التوصيليه Continuity Test على كابلات الجهد.
- يتم حقن جهد ثلاثى الوجه بقيم مختلفه لكل فازه بنسبه من جهد الثانوي لمحول الجهد فى بدايه المسار ثم يتم قياس قيمه الجهد فى اجهزه القياس و التحكم و الوقايه و بذلك يتم التاكيد على عدم وجود تبديل فى اطراف الجهد.

9.4.5اختبارات محولات التيار

- هدف اختبار محولات الجهد هو التأكد من الاداء الجيد للمحول و التاكد من جودة العزل و نسبه التحويل و التشبع.
-

9.4.6اختبار القطبيه POLARITY

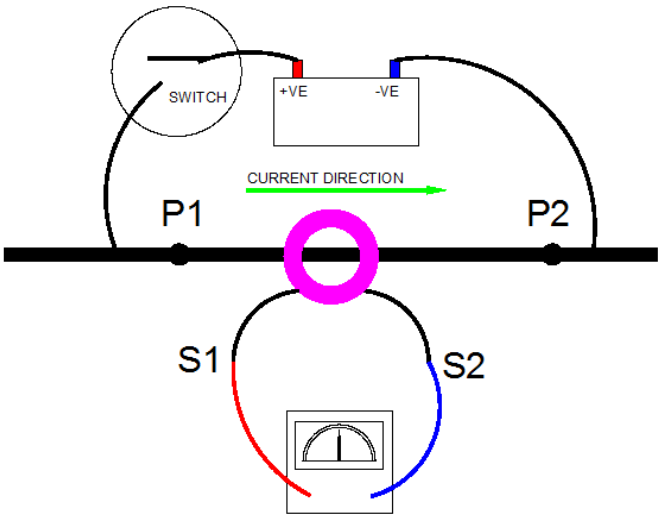
- لكل محول تيار قطبيه و القطبيه تتحدد من طريقه لف محول التيار ووضعه فى الدائره .
- يتم تحديد محول التيار من رمز يكون معلوما على المحول يسمى P1,P2. و على حسب مرور التيار من P1 الى P2 او من P2الى P1 يكون اتجاه تيار الثانوي.
- ***شكل 71*** يحدد شكل المحول



شكل 71.

قطبيه محول التيا و اتجاه تيار الابتدائي و الثانوي

- يتم اختبار القطبيه بإستخدام بطاريه, 12VDC و بإستخدام Analogue Voltmeter.
- ***شكل 72*** يوضح طريقه التوصيل



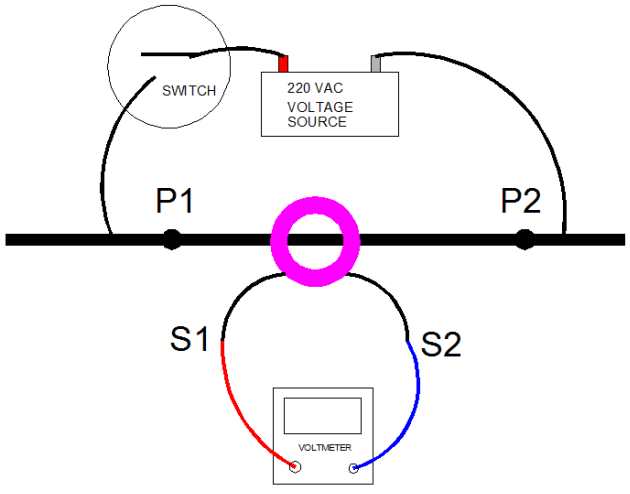
شكل 72.

عند توصيل و فصل ال SWITCH تتولد قوه دافعه كهربيه فى ملفات الثانوي مما يؤدى الى حركه مؤشر ال VOLTMETER.

اذا كانت حركه المؤشر قى الاتجاه الموجب POSITIVE فإن القطبيه صحيحه.

9.4.7اختبار نسبه التحويل

- يتم اختبار نسبه التحويل عن بإستخدام طريقه حقن الجهد.
- ***شكل 73*** يوضح طريقه التوصيل



شكل 73.

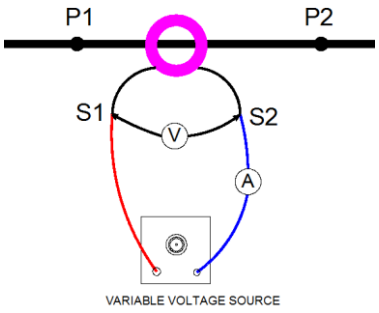
- يتم حقن جهد 220 VAC على اطراف الابتدائى
- يتم قياس قيمه الجهد على اطراف الثانوي
- بإستخدام قانون التحويل يتم حساب قيمه نسبه التحويل
- طبقا لقانون نسه التحويل

$$\frac{N1}{N2} = \frac{V1}{V2}$$

$$RATIO = \frac{220}{V\ measured\ on\ secondary}$$

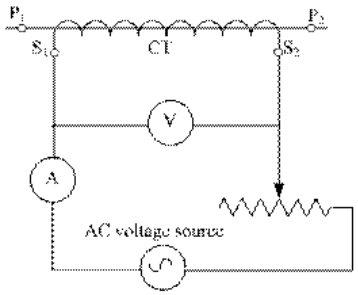
9.4.8اختبار التشبع STAURATION CHARACTERISTICS.

- تنقسم محولات التيار الى نوعين
- محولات تيار للقياس
- محولات تيار للوقايه
- الفرق الجوهري بين المحولين ان محولات التيار للوقايه تستطيع ان تعبر عن قيمه التيار فى حالات القصر و التى يصل فيها تيار الشبكه الى 20 ضعف تيار التشغيل الطبيعى.
- و بذلك تجد ان حساسيه محولات التيار للجهد تكتب مثل 5P20 و هذا يعنى ان دقه محول التيار 5% اذا كان تيار القصر يصل الى 20 ضعف
- و حساسيه محولات التيار للقياس تكتب مثل CL0.5 و هذا يعنى ان دقه محولات التيار 0.5% فى حاله الحمل الكامل و لكن فى حالات القصر و التيارات العاليه جدا يصل محول التيار الى مرحله التشبع و يكون تيار الثانوى اقل بكثير من تيار الابتدائي ولا يعبر عنه.
- هدف الاختبار هو معرفه النقطه التى يصل اليها محول التيار الى مرحله التشبع.
- ***شكل 74*** يوضح طريقه التوصيل .



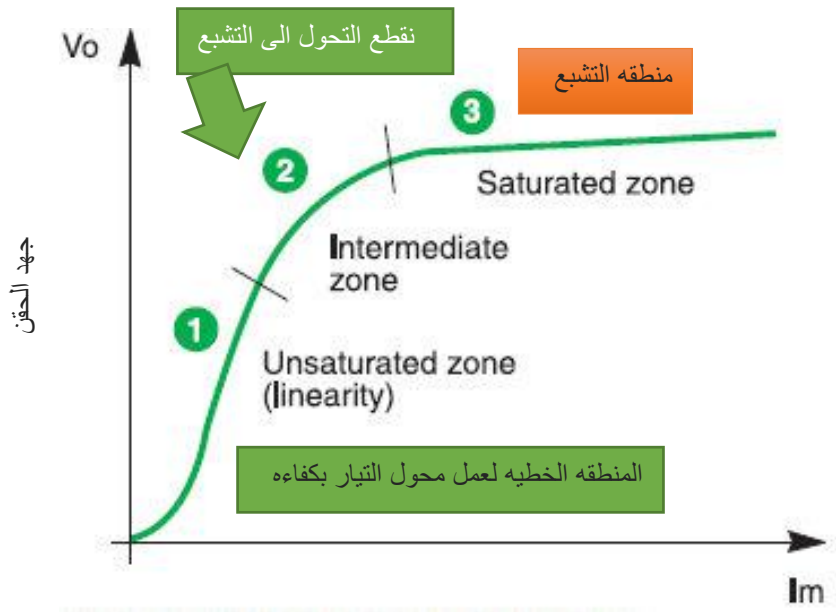
شكل 74.

- يتم حقن جهد بالتدريج على اطراف الثانوي لمحول التيار مع قياس قيمه الجهد المحقون.
- يتم قياس قيمه التيار كمل بالرسم.
- نقوم برفع قيمه الجهد حتى نصل الى مرحله ان الزياده الطفيفه فى الجهد تؤدى الى زياده كبيره جدا فى تيار الثانوى و عندها نقوم بوقف قيمه الحقن
- اخر قيمه جهد تم الوصول اليها هى قيمه اعلى نقطه بعدها يدخل محول التيار فى مرحله التشبع.
- نقوم برسم القيم المقاسه الجهد مع التيار و يكون الشكل الناتج هو منحنى التشبع لمحول التيار



شكل 75.

منحنى تشبع محول التيار



التيار المقاس فى الثانوي

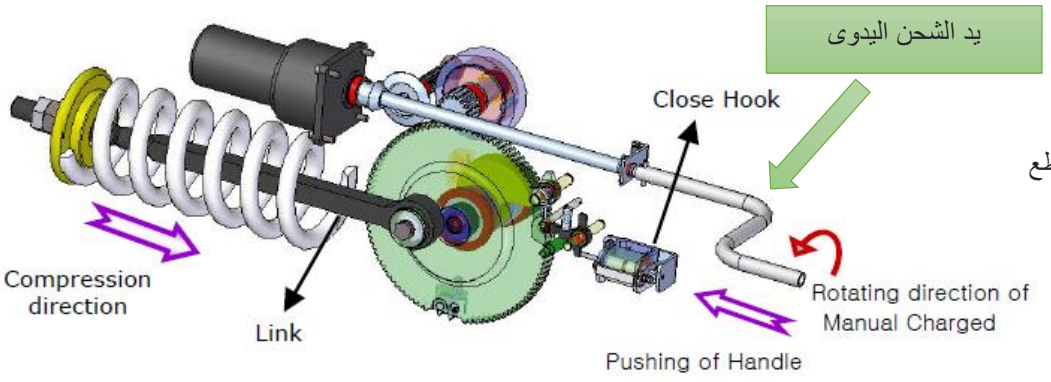
9.4.9اختبار دوائر التيار.

- بعد اختبار محولات التيار يجب التأكد من مسارات التيار من محول التيار حتى اجهزه القياس و التحكم و الوقايه .
- يتم قياس التوصيليه Continuity Test على كابلات التيار.
- يتم حقن تيار ثلاثى الوجه بقيم مختلفه لكل فازه بنسبه من تيار الثانوي لمحول التيار فى بدايه المسار ثم يتم قياس قيمه التيار فى اجهزه القياس و التحكم و الوقايه و بذلك يتم التاكيد على عدم وجود تبديل فى اطراف التيار.

9.4.10 اختبار القواطع الكهربيه

9.4.11 التشغيل الميكانيكى MECHANICAL OPERATION TEST

- القواطع الكهربيه هى الاداه التى تقوم بفصل الدائره الكهربيه فى حاله وجود قصر. لذلك وجب التاكد من كل مكون من مكوناتها الميكانيكيه و الكهربيه
- لتجربه التشغيل الميكانيكى يجب شحن القاطع يدويا ثم التوصيل و الفصل و التاكد من ان عداد عدد مرات التشغيل يعمل
- يتم تجربه التشغيل الميكانيكى 5 مرات على الاقل لكل فازه من فازات القاطع
- إذا لُوحظ اي ثقل او عدم نعومه اثناء الشحن يدويا يجب معالجه المشكله فورا.
- ***شكل 76*** يوضح ميكانيزم الشحن اليدوى.
- يكون اتجاه الدوران للشحن اليدوى فى عكس اتجاه عقارب الساعه.



شكل 76.

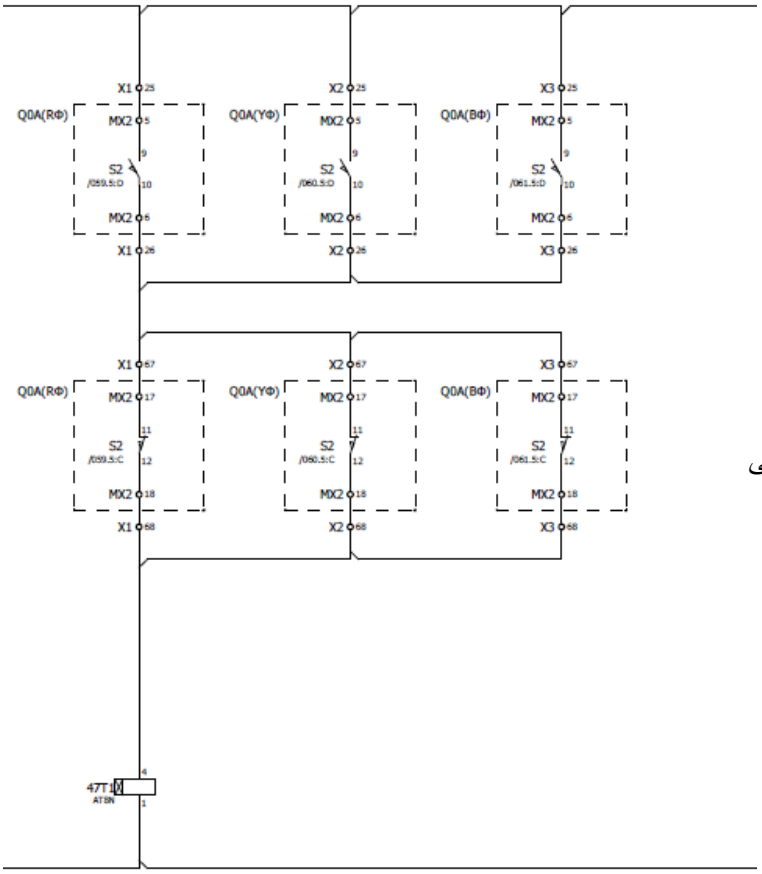
ميكانزم الشحن اليدوي للقاطع

9.4.12 التشغيل الكهربى ELECTRICAL OPERATION TEST.

- بعد توصيل مصدر الجهد للوحات ال Local Control Cabinet LCC يجب التأكد من قيمه الجهد و من قطبيته -VE , +VE قبل تشغيل اللوحه او غلق اى مفتاح من مفاتيح المصدر SUPPLY.
- اذا كان القاطع غير مشحون عند توصيل التيار مباشرة يشحن القاطع اوتوماتيكيا. و لكن يجب مراعاة قيم الوقت لمؤقتات الشحن من اجل الحمايه من الشحن الزائد عن الحد Excessive Running Timers عادة ما يكون زمن شحن القاطع من 7 الى 10 ثوانى لذا وجب وضع هذه القيمه على ال Timer.
- يتم وضع اللوحه على وضع Local ثم تجربه غلق و فتح القاطع 5 مرات على الاقل. مع التاكيد على عداد عدد مرات التشغيل انه يعمل بكفاءه.

9.4.13 التأكد من توصيل و فصل فازات القاطع فى نفس الوقت POLE DISCREPANCY TEST

- من اهم دوائر الحمايه الكهربيه و الميكانيكيه للقاطع ووظيفته التاكد من ان فازات القاطع تفتح و تغلق فى نفس الوقت او بوجود فرق زمنى مقبول لا يزيد عن 10 ملى ثانيه.
- ***شكل 77*** يوضح دائره ال Pole Discrepancy .



شكل 77.

دائره ال Pole Discrepancy

POLE DISCREPANCY

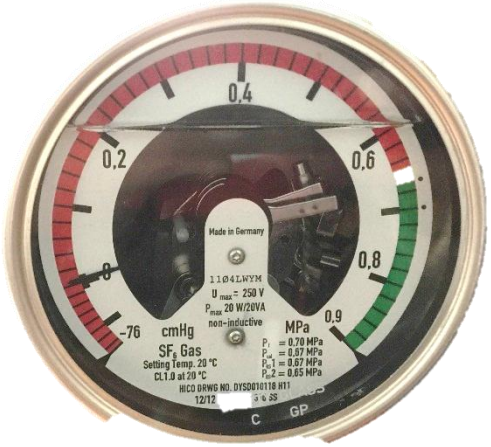
- الجهد لايمكن ان يصل الى التايمر 47T1 مادامت الفازات تفتح و تغلق فى وقت واحد.
- اذا تاخرت احدى الفاازات فى الغلق او الفتح يصل الجهد الى التايمر و يبدأ فى عد الوقت حتى يصل الى قيمه 20 مللى ثانيه و عندها يقوم التايمر بإصدار اشاره الى ريلاي 47TX1 فيقوم بعمل TRIP للقاطع

9.4.14 SF6 "BLOCK CLOSE "AND "BLOCK TRIP "TEST

- إن غاز سادس فلوريد الكبريت فى محطات ال GIS يقوم بدور الوسط العازل لكل الاجزاء المعرضه للجهد الكهربى. فى القواطع الجهد العالى الكهربيه يقوم الغاز بدور الوسط العازل و بدور خامد الشراره الكهربيه. لذلك يجب المحافظه على ضغط الغاز فى القيم المسموح بها من قبل المُصنع. عادة مايكون ضغط ال SF6 داخل القواطع MPa 0.7 و لذلك يجب وضع ضغط الغاز دائما تحت المراقبه . بإستخدام Pressure Switch .

- عداد الضغط المثبت على غرفه القاطع به 3 تدريجات
  - التدريج الاخضر من 0.67 MPa الى 0.9 MPa و هو ضغط الغاز الامن لفتح و غلق القاطع فى ظروف التشغيل المختلفه و لكن المصنع يوصى بقمه معينه للتشغيل و هى 0.7 MPa.
  - التدريج الاصفر بين 0.65 MPa الى 0.67 MPa و فى هذه الحاله يمكن فتح القاطع فقط ولكن لا يمكن غلقه مره اخري.
  - التدريج الاحمر و هذا التدريج عند ضغط عاز اقل من 0.65 MPa . و فى هذه المنطقه لا يمكن فتح او غلق القاطع.و إلا سيتسبب التشغيل فى كارثه يمكن ان تؤدى ال تلف القاطع نفسه .

- شكل 78 يوضح دائره ال SF6 PRESSURE SWITCH

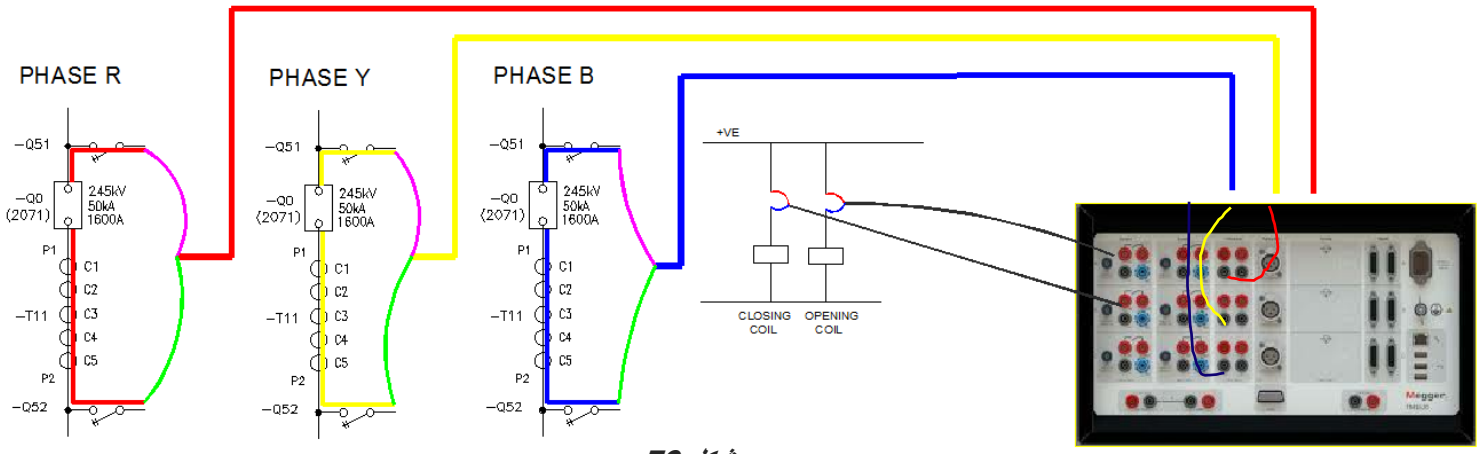


شكل 78.

SF6 PRESSUE SWITCH

9.4.15 *اختبار زمن الفصل و التوصيل TIMING TEST.*

- يجب اختبار زمن الفصل و التوصيل للقاطع للتاكد من ان زمن الشراره الكهربيه اثناء الفصل و التوصيل اقل ما يمكن .
- يكون الفيصل فى النتائج لما يُوصى به المُصنع فى اختبارات القبول بالمصنع FAT.
- نستخدم جهاز MEGGER TM1710.
- ***شكل 79*** يوضح طريقه توصيل الجهاز.



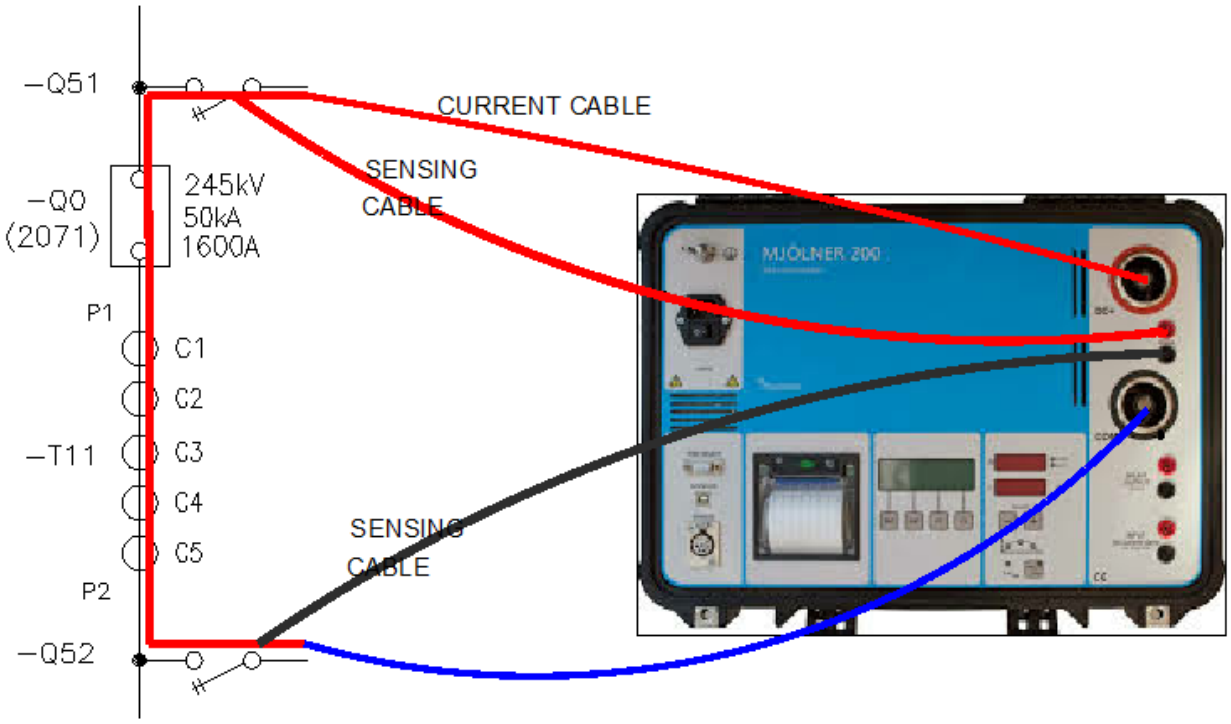
شكل 79.

TIMING TESTER CONNECTION

- يتم توصيل نقاط التحكم المساعدة للجهار بدائره القفل و الفتح للقاطع حتي يتثنى للجهاز التحكم فى القاطع.
- يتم توصيل اطراف القاطع من اقرب سكينه ارضى مع عزل الارضى اولا. ثم يتم غلق المسار حتى القاطع كما مبين بالرسم.
- يتم تحديد وضعيه عمل الجهاز كالاتى
  - CLOSE TIMING C
  - OPEN TINING O
  - CLOSE-OPEN C-O
  - CLOSE OPEN CLOSE C-O-C
- فكره عمل الجهاز هى حقن تيار فى دائره القوى للقاطع و مراقبه التيار حتى يصل الى مرحله الثبات و بذلك يكون القاطع تم غلقه او حقن تيارو القاطع مغلق ثم يعطى الجهاز امر فتح للقاطع و يراقب قيمه التيار المحقون حتى تصل الى الصفر. و بالتالى يمكن معرفه زمن الفتح و الغلق للقاطع.

9.4.16 اختبار مقومه التوصيل CONTACT RESISTANCE TEST

- يجب اختبار مقاومه التوصيل للقاطع للتاكد من جوده توصيل القاصع للتيار.حتى نتلافى وجود شراره كهربيه عاليه او ارتفاع فى درجه حراره نقطه التوصيل.
- يكون الفيصل فى النتائج لما يوُصى به المُصنع فى اختبارات القبول بالمصنع FACTORY ACCEPTANCE TEST FAT.
- نستخدم جهاز CONTACT RESISTANCE TESTER .
- ***شكل 80*** يوضح طريقه توصيل الجهاز.
- يكون التوصيل عن طريق اقرب سكينه ارضى للقاطع.



شكل 80.

CONTACT RESISTANCE TESTER CONNECTION

9.4.17 اختبار السكاكين الكهربيه DS & ES Switches

9.4.18 اختبار التشغيل الميكانيكى.

- لتجربه التشغيل الميكانيكى يجب توصيل و فصل السكينه يدويا.
- يتم تجربه التشغيل الميكانيكى 5 مرات على الاقل.
- إذا لُوحظ اي ثقل او عدم نعومه اثناء الشحن يدويا يجب معالجه المشكله فورا.

9.4.19 اختبار التشغيل الكهربى .

- لتجربه التشغيل الكهربى يجب توصيل و فصل السكينه كهربيا 5 مرات على الاقل.
- إذا لُوحظ اي ثقل او عدم نعومه اثناء التشغيل يجب معالجه المشكله فورا.

9.4.20 اختبار زمن الفصل و التوصيل

- يتم الاختبار بنفس طريقه الاختبار زمن الفصل و التوصيل للقاطع.

9.4.21 اختبار الانترلوك فى نفس المغذى و بين المغذيات و بعضها

- يجب ان يتم التأكد من شروط الفصل و التوصيل التى تم شرحها سابقا .

9.4.22 اختبارات التشغيل من غرفه التحكم.

- يجب التاكد من تشغيل كل المهمات من غرفه التحكم و فى هذه الحاله تكون ال LCC على وضع REMOTE
- يجب ايضا التاكد من الانترلوك مره اخري و لكن بشرط التحكم من غرفه التحكم.

9.4.23 اختبارات دوائر الفصل Lock Out Relay Circuits & TCS Circuits

- LOCK OUT RELAY CIRCUITS
  - هدف هذه الدائره هو تجميع اشارات الفصل على ريلاي ال LOR و توصيل نقاط ملف الفصل TRIP COIL على ال LOR.
- TRIP CIRCUIT SUPERVISION
  - هدف هذه الدائره هو مراقبه دوائر الفصل فى حالتين
    - الحاله الاولى اذا كان القاطع مفصولا يجب التاكد من دوائر الفصل قبل توصيل القاطع.
    - الحاله الثانيه اذا كان القاطع موصلا يجب التاكد من دوائر الفصل دائما حتى يمكن فصل الدائره بأمان فى حاله القصر.

9.4.24 اختبار مقاومه التوصيل القضبان و مكونات المحطه .

- يتم قياس مقاومه التوصيل لكل المسارات داخل المحطه الفرعيه و ذلك للتاكد من جوده الوصلات الكهربيه و جودة الموصلات نفسها.
- يتم الاختبار بنفس طريقه اختبار مقاومه توصيل القواطع.
- يتم تحديد المسار و يتم الحقن من سكاكين الارضى.

9.4.25 اختبار الجهد العالى .

- اختبار الجهد العالى هو اخر اختبار يتم فى المحطه الفرعيه.
- قبل الاختبار يجب فصل محولات الجهد قبل البدىء فى الاختبار.
- جهود الحقن و مقاطع الحقن تحدد طبقا لما يوصى به المُصنع .
- فى معظم الحالات يكون الحقن كما يلى
  - مده الحقن 5 دقائق

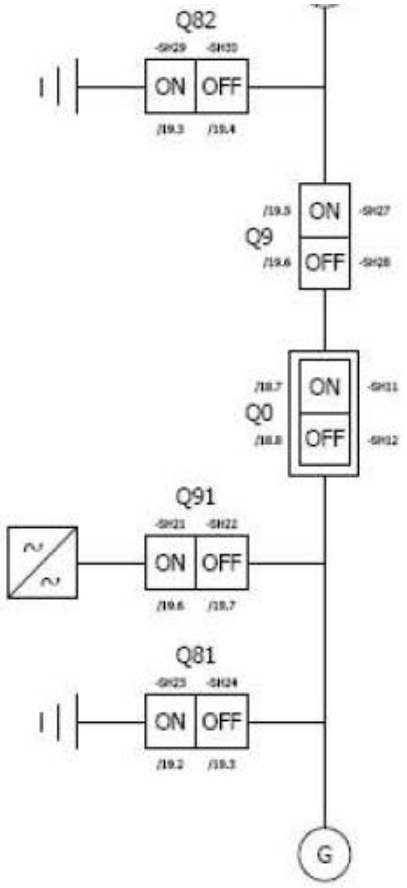
- 2 دقيقه نصف جهد التشغيل
- 2 دقيقه جهد التشغيل الكامل
- 1 دقيقه 1.73 من جهد التشغيل.

- مثال فى محطه 220KV يكون الحقن كالاتى
  - 2 دقيقه 110KV
  - 2 دقيقه 220KV
  - 1 دقيقه 380KV
- الفيصل فى هذا الاختبار هو عدم وجود كسر كهربى او شراره كهربيه.

10 القاطع الكهربى للمولد GCB .

- هو قاطع كهربى يوضع بعد المولد مباشرة وظيفته فصل و توصيل المولد على الشبكه.
- يستطيع تحمل مرور تيارات عاليه جدا فى التشغيل العادى تصل الى 40 000 امبير
- و يستطيع تحمل تيارات قصر عاليه جدا.

10.1 التركيب CONSTRUCTION.



- Q0: هو القاطع الرئيسي لل GCB ويعمل بالجهد المستمر ويمكن التحكم به في وضع Local أو في الوضع Remote عن طريق مهندس التشغيل من غرفة التحكم.

- Q9: عبارة عن سكينة خط للربط بين المحول والمولد ولكن يجب أن توصل السكينة في البداية قبل توصيل القاطع وفي حالة الفصل يجب أن يفصل القاطع ابتداءاً ثم نفصل السكينة. وتعمل السكينة بالجهد المتغير AC ويمكن التحكم بها Local أو Remote.

- Q81&Q82: هي سكينة الأرضية من ناحية المحول والمولد وتستخدم لتفريغ الشحنات الساكنة داخل المولد والمحول ولحماية العمال في وقت الاختبارات والصيانة من أن يصابوا بصدمة كهربائية. وتعمل السكين بالجهد المتغير ويمكن التحكم بها Local أو Remote.

- Q91: سكينة خاصة بال SFC ولا يمكن التحكم بها في وضعية Local يتم التحكم بها فقط في وضع Remote عن طريق مهندس التشغيل وتوصل في بداية تشغيل الوحدة فقط وتعمل بالجهد المتغير.

- كما موضح ***بالشكل 80*** يتم توصيل ال GCB بعد المولد مباشرة.

شكل 80.

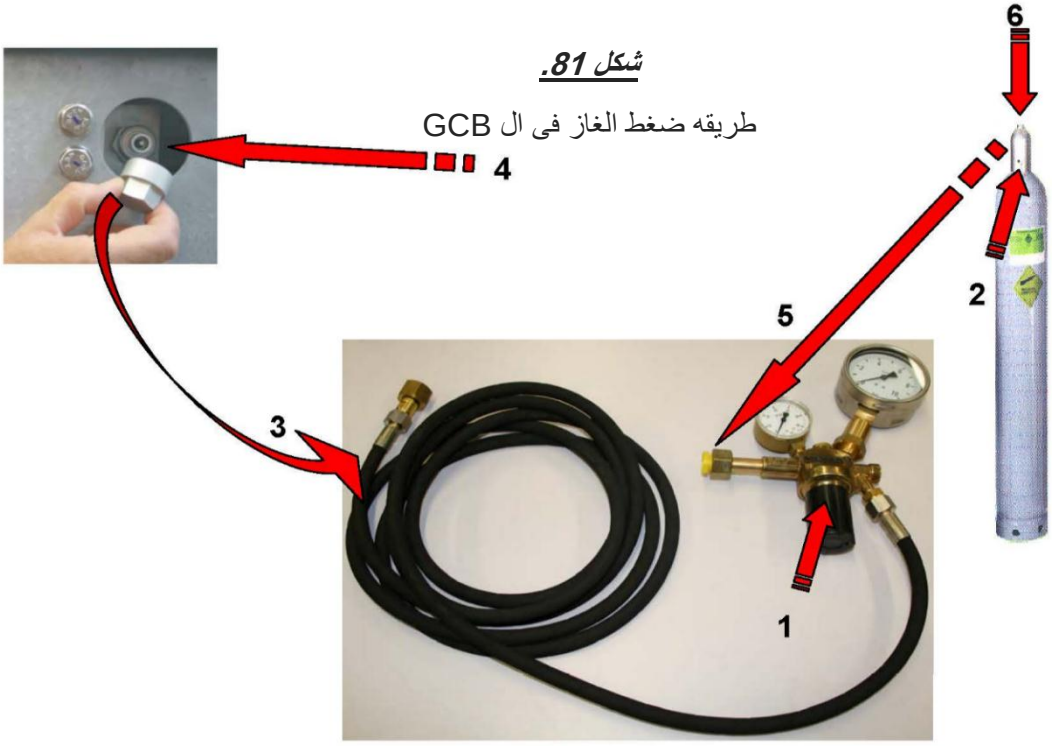
تركيب ال GCB

- ال GCB من نوعيه القواطع المعزوله بالغاز SF6
- لايتم إغلاق ال GCB إلا بعد التاكد من شروط التزامن و هى

- أن يكون الجانبين (المحول والمولد) لهم نفس قيمة الجهد.
- 2- أن يكون الجانبين (المحول والمولد) لهم نفس قيمة التردد.
- 3- أن لا يكون هناك إزاحة بين الموجتين (موجة المحول وموجة المولد).

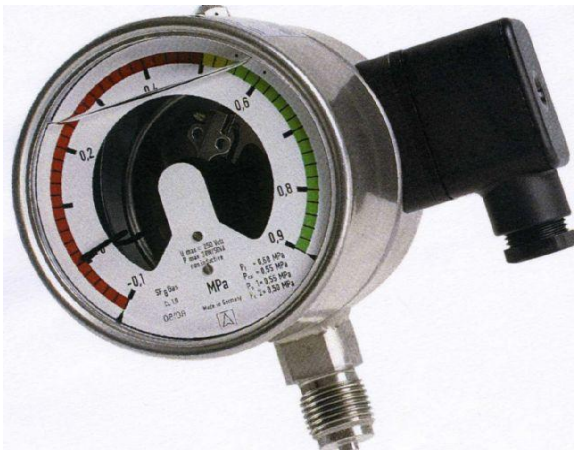
10.2اختبارات ال GCB.

- قبل بدء الاختبارات يجب التاكد من ان ال GCB تم ضغطه بغاز ال SF6 طبقا للضغط الغاز الذى يوُصى به المُصنع.
- يتم ضغط الغاز فى القاطع كما يلى
  - نقوم بتوصيل خرطوم ملئ الغاز بين أنبوبة الغاز والGCB من نقطة التوصيل المخصصة لملأ القاطع ونربط الخرطوم جيداً من الطرفين, ثم نقوم بفتح أنبوب الغاز تدريجيا وننظر إلى عداد الغاز حتى يصل إلى القيمة المحددة على التدريج. انظر ***شكل 81,82***



شكل 81.

طريقه ضغط الغاز فى ال GCB



شكل 82 .

يتم ضغط الغاز فى ال GCB حتى يصل المؤشر الى المنطقه الخضراء و هى المنطقه التى يوُصى بها المُصنع

10.2.1 الفحص بالنظر

- يتم فحص ال GCB بمجرد النظر للتأكد بأن جميع الأجزاء سليمة ولا يوجد كسر بها ولا يوجد جزء ناقص وأن الأرضي متوصل.

10.2.2 التشغيل الميكانيكي

- نقوم بتوصيل وفصل السكاكين يدويا ولا يمكن التحكم في القاطع يدوياً. والهدف من هذا الاختبار أن نتأكد أن جميع السكاكين تفتح وتغلق بسهولة وتقوم بأخذ مسار الفتح والغلق كامل ولا يوجد بها مشاكل.
انظر شكل 83 للتوضيح

10.2.3 التشغيل الكهربي

- نقوم بتشغيل القواطع والسكاكين فصل وتوصيل كهربائيا كل على حدى لنتأكد أن القواطع والسكاكين جميعها تعمل بشكل سليم.

10.2.4 Interlock

- نختبر ال Interlocking بين السكاكين وبعضها وبين القاطع
  - لا يمكن توصيل سكينة الأرضي والقاطع موصل.
  - لايمكن توصيل الأرضي وسكينة الخط متوصلة.
  - لا يمكن توصيل سكينة الخط والقاطع موصل.
  - لا يمكن فصل سكينة الخط والقاطع موصل.

10.2.5 اختبار مقاومة السكينة والقاطع

- تم الشرح سابقا فى اختبرات ال GIS.

10.2.6 قياس زمن فصل والتوصيل:

- تم الشرح سابقا فى اختبرات ال GIS