T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MEGEP

(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

DAĞITIM PANOLARI

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).

- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.

- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.

- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.

- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.

- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 3
1. DİREK TİPİ TRAFO ÖLÇÜM PANO VE MALZEMELERİ 3
1.1. Ölçüm Panosu 3
1.1.1. Ölçüm Panolarının Görevi 3
1.1.2. Ölçüm Pano Boyutları 4
1.1.3. Ölçüm Pano Özellikleri 4
1.2. Ölçüm Panosu Bağlantı Şeması 6
1.3. Ölçüm Pano Malzemeleri ve Özellikleri 9
1.3.1. Baralar ve Mesnet İzolatörleri 10
1.3.2. Bağlantı İletkenleri 15
1.3.3. Akım Trafoları 15
1.3.4. Akım ve Gerilim Klemensleri 19
1.3.5. Ana Şalter (Devre Kesici) 22
1.3.6. Ampermetreler 34
1.3.7. Elektrik Sayacı 36
1.3.8. Sabit Kompanzasyon Kondansatörü 44
1.3.9. Anahtarlı Otomatik Sigortalar 46
UYGULAMA FAALİYETİ 50
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 51
PERFORMANS TESTİ 52
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 53
2. ALÇAK GERİLİM DAĞITIM PANOSU VE MALZEMELERİ 53
2.1. Alçak Gerilim Panosu 53
2.1.1. Görevi 53
2.1.2. Ana Dağıtım Pano Boyutları 54
2.1.3. Ana Dağıtım Pano Özellikleri 55
2.2. Ana Dağıtım Pano Bağlantı Şeması 56
2.3. Ana Dağıtım Pano Malzemeleri 56
2.3.1. Baralar 57
2.3.2. Şalterler 58
2.3.3. Akım Trafoları 64
2.3.4. Mesnet İzolatörleri 66
2.3.5. Pano İç İhtiyaç Priz ve Lambası 66
2.4. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği 67
2.5. Topraklamalar Yönetmeliği 67
2.6. Dağıtım Panoları Genel Teknik Şartnamesi 67
UYGULAMA FAALİYETİ 71
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 72
PERFORMANS TESTİ 73
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 74
3. KOMPANZASYON PANOSU VE MALZEMELERİ 74
3.1. Kompanzasyon Panosu 74
3.1.1. Görevi 74
3.1.2. Kompanzasyon Pano Boyutları 75

3.1.3. Kompanzasyon Pano Özellikleri....76
3.2. Kompanzasyon Panosu Bağlantı Şeması....77
3.3. Kompanzasyon Pano Malzemeleri ve Özellikleri....78
3.3.1. Baralar....78
3.3.2. İletkenler....80
3.3.3. Akım Trafoları....80
3.3.4. Şalter....80
3.3.5. Ampermetreler....80
3.3.6. Kondansatörler....81
3.3.7. Sigortalar....83
3.3.8. Kontaktörler....85
3.3.9. Voltmetre Komitatörü ve Voltmetre....87
3.3.10. Kosinüsfimetre....87
3.3.11. Reaktif Güç Kontrol Rölesi....87
3.4. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği....93
3.5. Topraklamalar Yönetmeliği....94
UYGULAMA FAALİYETİ....96
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME....97
PERFORMANS TESTİ....98
MODÜL DEĞERLENDİRME....99
CEVAP ANAHTARLARI....101
ÖNERİLEN KAYNAKLAR....102
KAYNAKÇA....103

AÇIKLAMALAR

KOD	**523EO0082**
ALAN	**Elektrik Elektronik Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**Endüstriyel Bakım Onarım**
MODÜLÜN ADI	**Dağıtım Panoları**
MODÜLÜN TANIMI	Kuvvet tesislerinde kullanılan; direk tipi trafo merkezleri ölçüm panosu, AG dağıtım ve kompanzasyon panosu malzemeleri ve bağlantıları ile ilgili, bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Alan ortak modüllerini başarmış olmak.
YETERLİK	Dağıtım panolarının bakım onarımını yapmak.
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Her türlü yerde TS ve uluslar arası standartlara, şartnamelere, kuvvetli akım ile topraklamalar yönetmeliğine uygun ve hatasız olarak, AG dağıtım pano ve malzemelerini seçebilecek, devreye alıp çıkarabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Standart ve yönetmeliklere uygun olarak ölçüm pano ve malzemelerini hatasız olarak seçebileceksiniz. **2.** Standart ve yönetmeliklere uygun olarak alçak gerilim dağıtım pano ve malzemelerini hatasız olarak seçebileceksiniz. **3.** Standart ve yönetmeliklere uygun olarak kompanzasyon pano ve malzemelerini hatasız olarak seçebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Atölye ortamı, sektör sanayi kuruluşları **Donanım:** Ölçüm- AG dağıtım ve kompanzasyon pano çeşitleri, modüler hücreler, kombi sayaç, baralar, akım trafoları, mesnet izolatörleri, güç kondansatörleri, reaktif güç rölesi, kablolar, kablo pabuçları, kompakt şalter, klemensler, anahtar takımları, tornavidalar, pense, kablo pabuç pensesi, izole bant, kablo kanalları, kablo bağı ve spirali, topraklama elemanları, anahtarlı otomatik sigortalar, pano bağlantı şemaları, malzeme katalogları, ölçü aletleri, projeksiyon, slayt, tepegöz

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan her faaliyetten sonra, verilen ölçme araçlarıyla kazandığınız bilgileri ve becerileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda size ölçme aracı (çoktan seçmeli, doğru yanlış, tamamlamalı test ve uygulama vb.) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Elektrik elektronik teknolojisi alanı, endüstriyel bakım onarım dalı öğrencileri olarak sizler çok şanslısınız. Dalınızda hem elektrik hem de elektronik ile ilgili konuları görme imkânınız bulunmaktadır. Bu bilgiler, okulunuzu bitirdiğinizde size kolaylıkla iş bulma imkânı getirecektir.

Bu modülümüzde, kuvvet tesislerinde kullanılan ölçüm panosu (direk tipi trafolu tesislerde) , alçak gerilim dağıtım ve kompanzasyon panoları, orta gerilim modüler hücrelerin (bina tipi trafolu tesislerde) özellikleri, panolarda kullanılan malzemeler ve bağlantıları işlenecektir.

AG ölçüm panoları direk tipi trafolu tesislerde kullanılan panolardır. Bu panolarda tesisin tükettiği elektrik enerjisini ölçen sayaç ve tesisin ana şalteri en önemli görevleri görmektedirler. Trafo direğinin yanına montaj yapılır.

AG dağıtım panoları kuvvet tesislerinin ana dağıtım panolarıdır. Kuvvet tesisinin dağıtım hatlarının şalterleri bu panolarda bulunur. Bu panolar genellikle kompanzasyon panoları ile aynı yerde bulunurlar. Genellikle bina içinde (dahili olarak) montaj yapılırlar. Bazı özel durumlarda, örnek olarak su pompası istasyonlarında pompanın yanında yani dışarıda montaj yapılırlar.

Kompanzasyon panoları, kuvvet tesislerinde reaktif güç tüketicilerinin çektiği reaktif gücü kompanze etmek (karşılamak) amacıyla yapılırlar. Genellikle daha önceden de belirtildiği gibi alçak gerilim dağıtım panoları ile birlikte montaj yapılırlar. İçerisinde tesisin gücüne uygun değerlerde güç kondansatörleri, kondansatörleri devreye alıp çıkarmak için kontaktörler, kontaktörleri otomatik olarak devreye alıp çıkarmak için reaktif güç rölesi bulunur. Ayrıca panonun ana şalteri, kondansatör sigortaları ve ölçü aletleri bulunur. Ortamın durumuna göre aspiratör de (pano içini soğutmak için) konulabilir.

Orta gerilim modüler hücrelerinin bina tipi trafolu tesislerde kullanılması yönetmeliklere göre zorunludur. Modüler hücreler; bina tipi trafolu tesislerde giriş hücresi, ölçü hücresi ve çıkış hücresi (trafo koruma hücresi) olarak üç bölüm olarak kullanılır. Modüler hücreler binada ayrı bir odaya montaj yapılır.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, uygun ortam sağlandığında, standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak ölçüm pano ve malzemelerini hatasız seçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde konuyla ilgili araştırma ve gözlem yapmanız bilgileri daha rahat kavramanıza yardımcı olacaktır, yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Ø Ölçüm panoları kullanım yerlerini araştırınız.
- Ø Ölçüm panolarında hangi malzemeler kullanılır araştırınız.

Araştırma işlemleri için internet ortamını kullanabilir, elektrik malzemeleri satan iş yerlerini, yüksek gerilim taahhüt firmalarını, çevrenizde varsa eğer pano imalatı yapan firmaları gezebilirsiniz. Ayrıca pano ürün kataloglarını incelemelisiniz. Araştırmanızı rapor haline getirerek arkadaşlarınıza sununuz.

1. DİREK TİPİ TRAFO ÖLÇÜM PANO VE MALZEMELERİ

1.1. Ölçüm Panosu

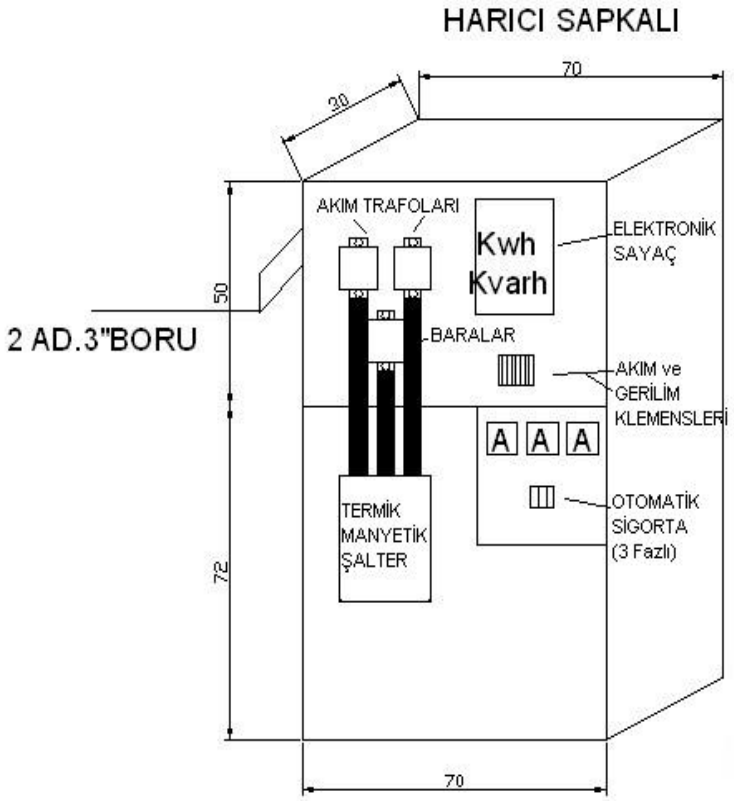
1.1.1. Ölçüm Panolarının Görevi

Direk tipi trafo merkezlerinde, trafo direğinin yanında bulunan ve tesisin tükettiği elektrik enerjisinin ölçümünün yapıldığı panodur. Ölçme işlemini yapan sayacın bulunmasından dolayı sayaç panosu da denilmektedir. TEDAŞ yönetmeliklerine göre yeni abone olacak direk tipi trafolu sanayi tüketicilerinin ölçüm panosu mutlaka direk yanında olmalıdır. Eski direk tipi trafolu tüketicilerinin de belirli zaman içerisinde sayaç panolarını direk yanında tesis etmeleri istenmektedir.

Direk tipi trafo merkezleri 400 kVA'ya kadar tesis edilmektedirler.

1.1.2. Ölçüm Pano Boyutları

Ölçüm panosu yüksekliği en az 120 cm, eni 70 cm, derinliği 30 cm olmalıdır. Şekil 1.1'deki düzene göre malzemelerin yerine montajı yapılmalıdır. Bu boyutlardan ölçüm panosu küçük olmamalıdır.



Şekil 1.1: Ölçüm panosu malzeme yerleşimi ve örnek boyutları

1.1.3. Ölçüm Pano Özellikleri

Ölçüm panosunda üç ana bölüm vardır. Bunlar, sayaç bölmesi, sabit kompanzasyon bölmesi, şalter bölmesidir. Sayaç bölmesi ve sabit kompanzasyon bölmesi mühürlenmektedir. Ölçüm panosunda bulunması gerekli özellikler şunlardır;

- Pano yapımında kullanılan sac, DKP sacdan ve en az 2 mm kalınlığında olacaktır

- Pano harici tip olduğundan üzerine çatı yapılacak, çatı yağmur sularının kolayca akması için en az 50 en çok 150 eğimli olacaktır. Çatının dört tarafında gövdeden dışarı taşacak şekilde saçak oluşturulacaktır. Bu saçak suyun süzülerek içeri girmesini engelleyecek şekilde ters açıya sahip olacaktır (Resim 1.2'ye bakınız).

- Kapı açıldığında conta üzerinde birikmesi muhtemel suyun içeri boşalmasını engellemek için ters açıya sahip ayrıca bir eşik daha bulunacaktır. Kapının contası bu eşik üzerine basacaktır.

- Pano kapıları, panonun genişliğine bağlı olarak bir veya iki kanatlı, menteşeli (küp menteşe) ve kilitlenebilir tipte olacaktır. Menteşeler dışarıdan ulaşılamayacak şekilde gizli olacaktır (Resim 1.1'e bakınız).

- Pano yüksekliği ne olursa olsun kapı başına en az 2 adet menteşe kullanılacaktır.

- Menteşeler, kapı açık veya kapalı konumda iken aşağıdan kaldırıldığında serbest kalmayacak şekilde olacaktır.

- Kapı kenarları su ve toz girmesine karşı, dış etkenlere dayanıklı tek parça ve ek noktası bulunmayan lastik contalarla donatılacak ve pano üzerinde bütün temas yüzeylerine dayanacak şekilde kapanacaktır (Resim 1.2'ye bakınız).

- Kapılar çalışmayı önlemeyecek şekilde, en az 120° açılacak ve açık durumda kalmasını sağlayan, rüzgar basıncına dayanıklı bir durdurma düzeniyle donatılacaktır.

- Kapıların alt kenarları en az 5 cm yüksekte olacaktır.

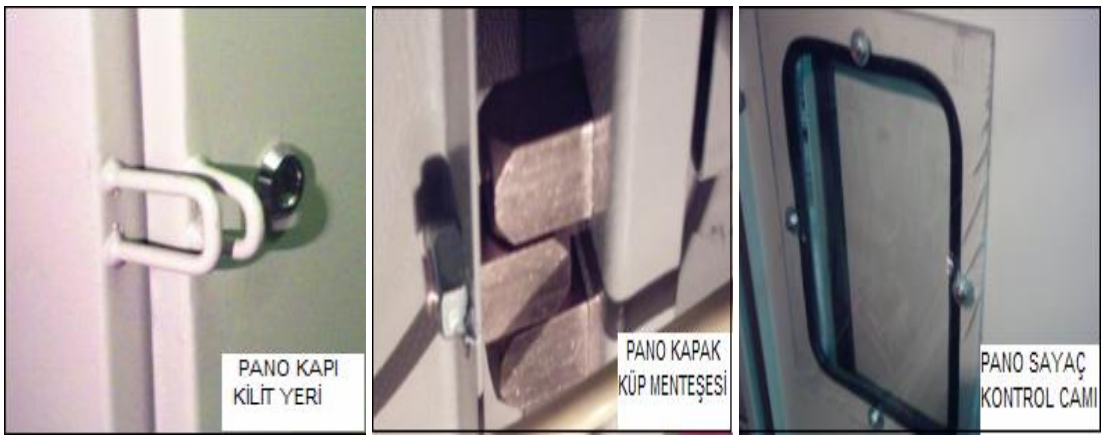
- Kapı kolları ve kilitleme düzeni, yağmur ve kar sularının kilide ulaşmasını önleyecek biçimde olacaktır. Ayrıca gerektiğinde asma kilit takmaya uygun bir düzen bulunacaktır (Resim 1.1'e bakınız).

- Ön yüzde enerjili bölümlere doğrudan teması engelleyecek ön örtü/kapak bulunacaktır.

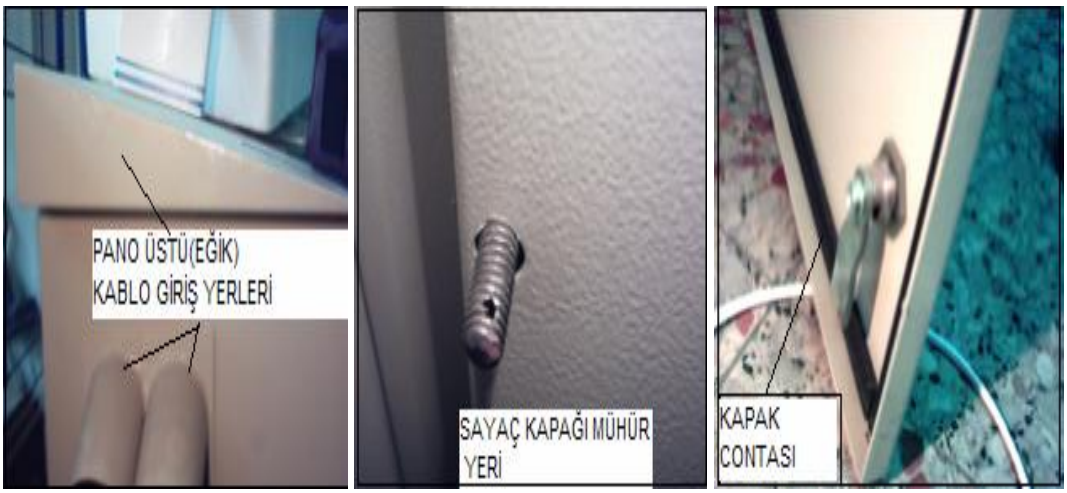
- Pano korozyona dayanıklı elektrostatik boya ile boyanmalıdır.

- Sayaç bölmesi kapağı bulunacak ve mühürlenebilir özellikte olacaktır (Resim 1.2).

- Sayaç kontrol camı kapak içerisinden vidalı olacaktır (Resim 1.1).



Resim 1.1: Ölçüm pano kapak özellikleri

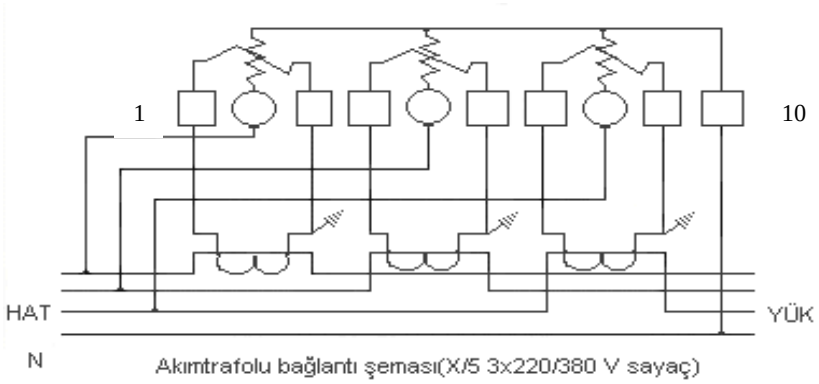


Resim 1.2: Ölçüm pano özellikleri

1.2. Ölçüm Panosu Bağlantı Şeması

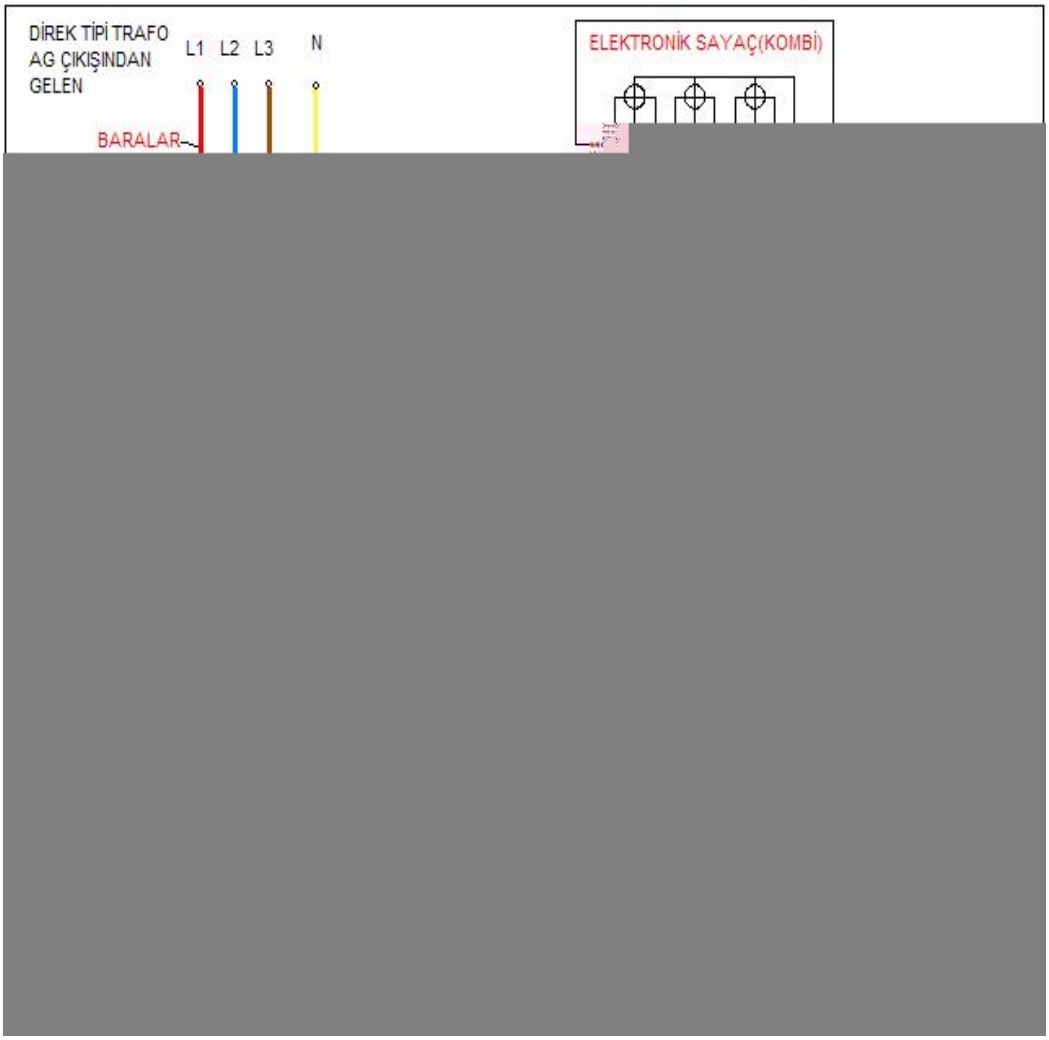
Direk tipi trafo, ölçüm panosu bağlantı şemasını incelemeden önce sayaç bağlantı şemasını bilmemiz gerekir. Ölçüm panosunda üç fazlı dört telli x5 (akım trafolu) elektronik kombi sayaç kullanılmaktadır.

Akım bobinlerine (1-3, 4-6, 7-9 nu.lı klemensler), akım trafosundan gelen kablolar bağlanmaktadır. Gerilim bobinlerine (2, 5, 8 nu.lı klemensler) direkt olarak baralardan alınan 3 faz bağlanmaktadır. Nötr kablosu da sayacın (10) nu.lı klemensine bağlanmalıdır. Sayaç bağlantısı şekil 1.2. ve şekil 1.3.'te görülmektedir, inceleyiniz.



Şekil 1.2: Akım trafolu elektronik sayaç bağlantısı

Sayaç bağlantı şemasını gördükten sonra ölçüm pano genel bağlantı şemasını inceleyelim (Şekil 1.3.).



Şekil 1.3: Direk tipi trafo ölçüm panosu genel bağlantı şeması

Ölçüm panosu genel bağlantı şemasını incelediğimizde;

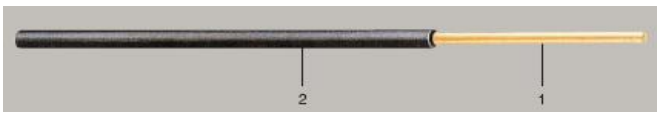
- Direk tipi trafo AG çıkış kabloları, pano baralarına bağlanmaktadır.
- Baralara akım trafoları monte edilmektedir. (Barasız tipte akım trafoları)
- Baralar direk kompakt şalter girişlerine bağlanmaktadır.
- Akım trafolarından (s1) akım klemenslerine, klemenslerden de sayaç akım bobinlerine bağlantı yapılmaktadır. (1- 4- 7 nu.lı klemenslere)
- Akım trafolarının diğer uçları birbirine bağlanarak topraklama barasına irtibatlandırılmaktadır. (Sayaç akım bobinlerinin diğer uçları da topraklama ile irtibatlandırılmaktadır, 3- 6- 9 nu.lı klemenslerden)
- Sayacın 10 nu.lı klemens ucu nötre bağlanmaktadır.

1.3.2. Bağlantı İletkenleri

Ölçüm panosunda bağlantı iletkenleri olarak bakır baralar, tekli ve çoklu yalıtılmış iletkenler (kablo) kullanılmaktadır. Ölçüm panolarında sayaç bağlantılarında H07V-U (tekli) kablo, ampermetre, sigorta ve kondansatör bağlantılarında H07V-K (çoklu) kablo kullanılmaktadır.

Sayaç akım devresi bağlantılarında 4 mm², gerilim devresi bağlantılarında 2,5 mm² tekli kablolar kullanılmalıdır. Kondansatör kablosu olarak gücüne uygun (örnek olarak, 5 kVAR kondansatör yaklaşık 7,2 A çekmektedir.) en az 2,5 mm² çoklu kablo kullanılmalıdır.

HO7V-U(TS)kablo;



Resim 1.7: HO7V-U Kablo

1-Bir telli bakır iletken
2-Protodur yalıtkan
H-Harmonize tip
07-450 ile 750 Volt gerilim
V-PVC yalıtkan, **U**-Tek telli

Kapalı ve kuru yerlerde, sabit tesislerde, dağıtım tablolarındaki irtibatlarda, sıva altı ve sıva üstünde boru içinde, kroşeler üzerinde kullanılan bir damarlı kablodur.

Standart kesitleri 1,5- 2,5- 4- 6- 10 mm²dir. Müsaade edilen işletme sıcaklığı 70 ºC'dir. Akım kapasiteleri 24 A-73 A'dir.

1.3.3. Akım Trafoları

1.3.3.1. Görevi

Alçak gerilim akım transformatörleri; primer sargı, sekonder sargı ve bu sargıların üzerine sarıldığı manyetik nüve olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır, primeri barasız olan akım transformatörlerinde primer sargısı bulunmamaktadır. Bunun yerine transformatörün toroidal nüve içerisinden bara veya kablo geçirilerek primer sargısı oluşturulur. Akım transformatörleri, TS 620 ve IEC 185 standartlarına uygun olarak imal edilmektedirler.

Ölçü akım transformatörleri; ölçme aletleri, sayaçlar ve benzer teknikle çalışan diğer aygıtları beslemek amacıyla yapılmıştır. Ölçü aletlerinin sınırı dışında olan akımlarını ölçülebilir değerlere indirmesini sağlayan transformatörlerdir.

1.3.3.2. Hata Sınıfı (Doğruluk Sınıfı)

Akım transformatörlerinde hatanın belirli sınırlar içinde kaldığını açıklamakta kullanılan bir deyimdir. Ölçü akım transformatörünün doğruluk sınıfı, primer anma akımı ve anma yükünde, yüzde olarak akım yanılgısının üst sınırına eşit olan ve 'sınıf indisi' denilen bir sayı ile verilir. Ölçü akım transformatörü doğruluk sınıfı standart değerleri 0,1- 0,2- 0,5– 1- 3- 5'tir.

1.3.3.3. Dönüştürme Oranı (k)

Primer anma akımı (Ipn) ile sekonder anma akımı (Isn) arasındaki orandır. ***K=Ipn/Isn*** *(örnek 100/5)*

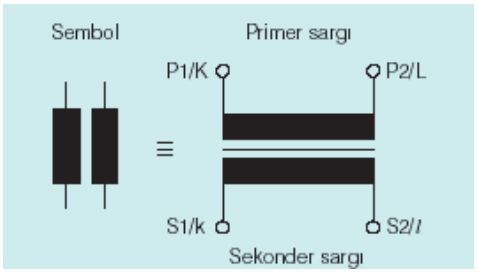
Örnek olarak; 100/5 akım trafosu 100 Amperlik akımı 20 kat oranında küçük olarak 5 Amper olarak ölçü aletlerine yansıtmaktadır. Devre akımı bulunurken bu oran ile çarpılarak bulunmalıdır.

400/5, 40/5, 600/5 akım trafolarının dönüştürme oranlarını bulunuz ?

1.3.3.4. Akım Trafolarının Özelliği

Akım trafolarının sargılarının ve bağlanacak yüklerin özelliklerini inceleyelim.

- **Primer sargı (P1, P2):** Primer sargı, dönüştürülücek akımın geçtiği sargıdır.
- **Sekonder sargı (S1, S2):** Sekonder sargı, akım transformatörünün, ölçü aletlerinin, sayaçların ve benzer aygıtların akım devrelerini besleyen sargıdır. Şekil 1.4'te akım transformatörü sargısı sembolü ve primer sekonder sargı uçları verilmiştir.

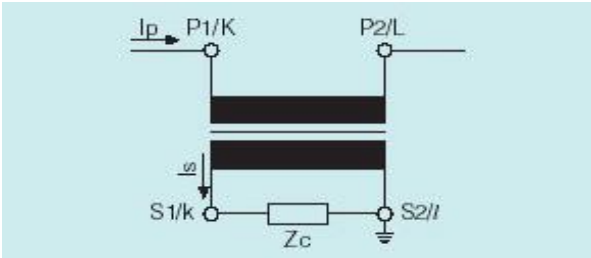


Şekil 1.4: Akım transformatörü sargıları

a) Sargı şekli **b) Barasız tip** **c) Baralı**

Resim 1.8: Akım transformatörü sargısı, barasız ve baralı tip akım transformatörleri

Ø **Yük (Zc):** Yük güç kat sayısı belirtilmek koşuluyla, sekonder devrenin ohm (veya anma sekonder akımında voltamper) cinsinden ifade edilen empedansıdır. Yük genel olarak, belirli bir güç kat sayısında ve sekonder anma akımında çekilen ve voltamper olarak belirtilen görünür güçle ifade edilir.



Şekil 1.5: Akım transformatörüne yük bağlanışı

Ø **Anma Çıkış Gücü (Pc):** Akım transformatörünün sekonder devreye, belirli bir güç katsayısında, sekonder anma akımı ile anma yükünde verebildiği, voltamper cinsinden ifade edilen görünür güçtür. ***Pc=Zc x Isn²(VA)***

Akım transformatörüne bağlanacak cihazların harcadıkları güçler önemlidir (Tablo 1.2).

Akım transformatörlerine bağlanan bazı cihazların güçleri :

Cihazlar	Gücü (VA)
Ampermetre (yumuşak demirli)	0,7 ... 1,5
Wattmetreler	0,2 ... 5,0
Cosφ metreler	2,0 ... 6,0
Sayaçlar (aktif ve reaktif)	0,4 ... 1,0
Reaktif güç kontrol röleleri	0,5 ... 1,0
Aşırı akım röleleri	0,2 ... 6,0
Ters akım rölesi	1,0 ... 2,0
Sekonder termik röleler	7,2 ... 9,0

Tablo 1.2: Akım transformatörüne bağlanan cihazların harcadıkları güçler

Anma Akımı (A)	Anma Gücü (VA)		Ağırlık (kg)	Kablo (max) mm.
	Sınıf:0,5	Sınıf:1		
100/5	-	5	0,60	Ø12
150/5	5 , 10	5 , 10	0,60	Ø12
200/5	5 , 10	5 , 10	0,60	Ø12
250/5	5 , 10	5 , 10	0,60	Ø12

Tablo 1.3: Barasız akım trafo özellikleri

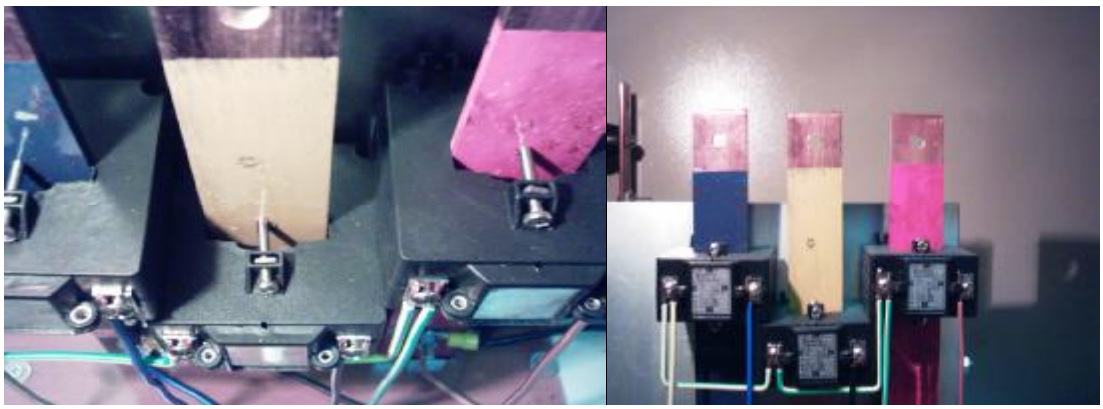
Teknik özellikleri :
En yüksek şebeke gerilimi : 720 V
Kullanım yeri : Bina içi
Sürekli çalışma akımı : 1,2xIn
Bir dakika süreli test gerilimi : 3 Kv
Emniyet katsayısı : <5
Nominal primer akımı : 30A....3000A
Nominal sekonder akımı : 5 A
Çalışma frekansı : 50-60Hz
Çalışma sıcaklığı : -5/+45°C
Termik anma akım : Ith= 100xIn (FAT-30B için Ith=60xIn)
Dinamik anma akım : Idyn= 2,5xIth

Tablo 1.4: Akım trafo teknik özellikleri

Akım trafoları montajında dikkat edilecek hususlar:

- Ø Seçilen baralara uygun tipte (barasız) ve tesis akımına uygun akım trafoları seçilir.
- Ø Seçilen akım trafoları baralara geçirilir.
- Ø Akım trafolarının baraya tutturma vidaları (P1-P2) uygun şekilde sıkılır ve sabitlenir.
- Ø Üç faz akım trafosunun S2 uçları sarı-yeşil renkteki kablolar ile birbirine bağlanır. Birleştirilen bu uçlardan toprak barasına bağlantı yapılır.
- Ø Bağlantı gevşek olmamalıdır.

Akım trafoları sekonder sargı bağlantı terminallerinden herhangi bir tanesi mutlaka, muhtemel primer kaçaklara karşı topraklanmalıdır. Sekonder devre açık bırakılmamalıdır, çünkü nüve aşırı derecede ısınabilir. Akım trafoları etiketleri çıkarılmamalıdır.



Resim 1.9: Akım trafoların baralara montajı

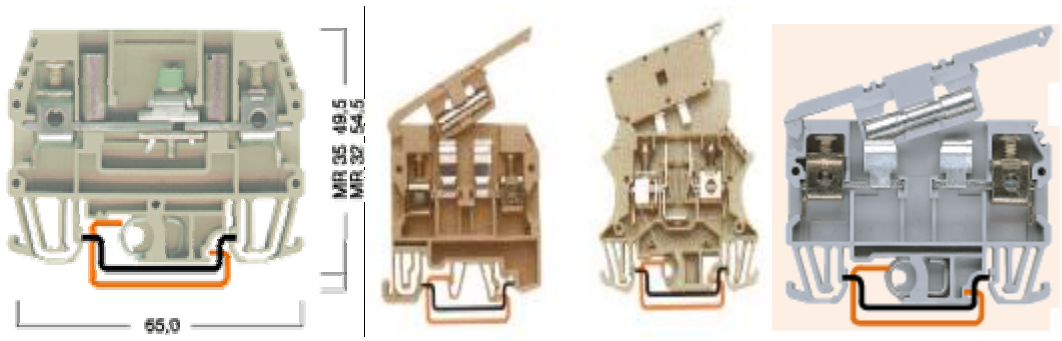
Resim 1.10: Akım trafo terminaline kablo bağlantısı

1.3.4. Akım ve Gerilim Klemensleri

Alçak gerilim ölçüm panosunda kullanılan bu klemenslere ayırma, test ve ölçü alma klemensleri de denmektedir.

1.3.4.1. Akım ve Gerilim Klemenslerinin Görevleri

Ölçüm panosunda sayaç akım ve gerilim devresinde kullanılır. Termoplast malzemeden yapılmışlardır. Görevleri, istendiğinde iletkenler yerinden sökülmeden, sayaç akım ve geriliminin kesilmesi sağlanarak ölçme ve test yapmaktır.

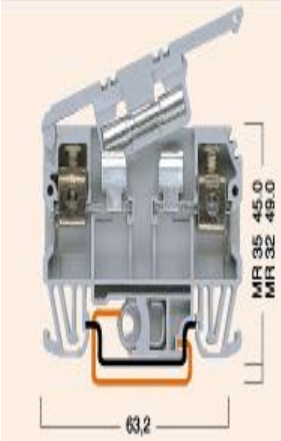


Resim 1.11: Akım ve gerilim klemensleri (ayırma,test klemensleri)

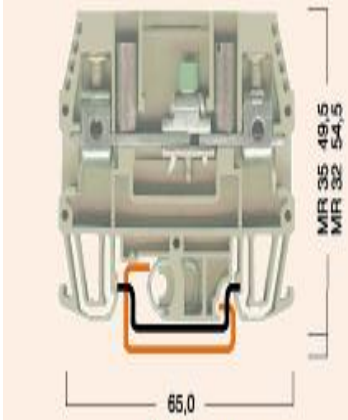
Gerilim klemensi hareketli düzeneğindeki kovanı ile istendiğinde sayacın gerilimini kesmektedir. Akım klemensindeki köprü vidası çıkartılarak ölçme ve ayırma yapılabilir.

1.3.4.2. Akım ve Gerilim Klemenslerinin Özellikleri

Akım klemensinin boyutları; klemens kalınlığı 10 mm, alt boyu 65 mm ve yüksekliği 54,5 mm'dir. Gerilim klemensi boyutları; klemens kalınlığı 8 mm, alt boyu 63,2 mm ve yüksekliği 49 mm'dir. Akım ve gerilim klemenslerinin özelliklerinin olduğu tablolar aşağıdadır. Tablo 1.5 ve tablo 1.6'yı inceleyiniz.

	Anma Değerleri	
	Gerilim / Akım / Kesit	500V~/ 6.3 A / 6 mm²
	VDE için /VDE	
	UL için /UL	300V~/ 6.3 A / AWG 26-8
	Kablo Soyma Boyu	12 mm
	Bağlantı Bilgileri	
	Tekli İletken, Vida Bağlantılı	0.5 - 10 mm²
	Çoklu İletken, Vida Bağlantılı	1.5 - 6 mm²
	AWG İletken	26.....8

Tablo 1.5: Gerilim klemensi özellikleri

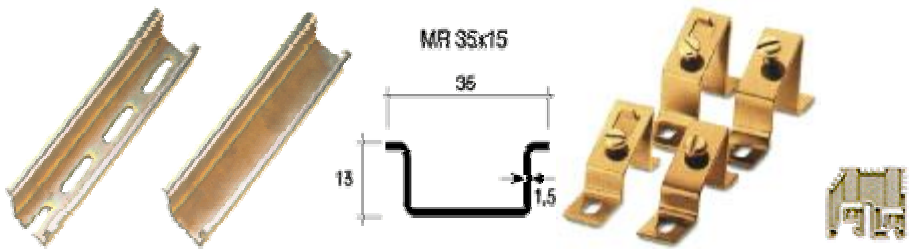
WGO 2	Anma Değerleri	
	Gerilim / Akım / Kesit	380V~/ 61 A / 10 mm²
	VDE için	400V~/ 57 A / 10 mm²
	UL için	600V~/ 50 A / AWG 16-8
	Kablo Soyma Boyu	12 mm
	Bağlantı Bilgileri	
	Tekli İletken, Vida Bağlantılı	1.5 - 16 mm²
	Çoklu İletken, Vida Bağlantılı	1.5 - 10 mm²
	AWG İletken	16.....6

Tablo 1.6: Akım klemensi özellikleri

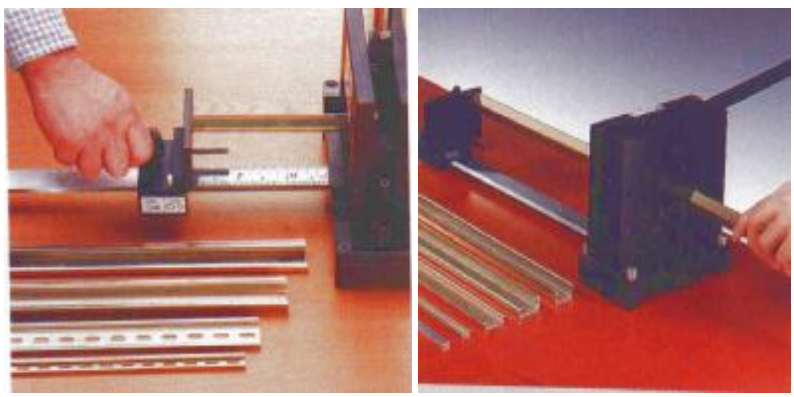
Akım ve gerilim klemensleri montajında dikkat edilecek hususlar:

- Akım ve gerilim klemensleri mühürlü sayaç bölmesinde ray üzerine montaj yapılır.
- Montaj rayları (DIN 50022 normu) 35x7,5 veya 35x15 mm boyutlarında galvaniz sactan üretilirler.

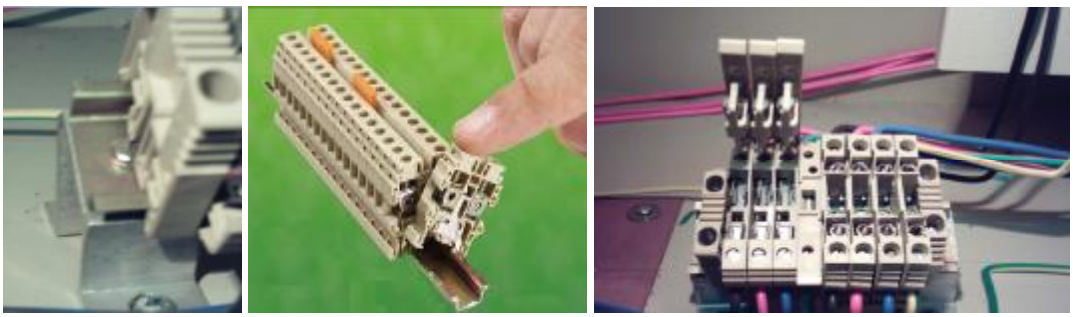
- Ölçü klemensleri ve montaj rayı seçilir (4 adet akım, 4 adet gerilim klemensi).
- Montaj rayı uygun boyda kesme aparatı veya demir testeresi ile kesilir (Resim 1.13).
- Ray üzerinde varsa çapaklar temizlenir.
- Montaj rayının uçlarından uygun delikler açılır.
- Açılan deliklerdeki çapaklar temizlenir.
- İki adet ray, taşıyıcı sayaç bölmesine uygun yere ve aralıkla monte edilir.
- Montaj rayı taşıyıcı üzerine uygun vida ile takılır.
- Akım ve gerilim klemensleri raya tırnaklarından tutturulur.
- Klemens nihayet plakası ve durdurucular takılarak montaj bitirilir (Resim 1.14).
- Kesme ve delme işlemlerinde emniyet ve iş güvenliği tedbirlerine uyulması gerekir.



Resim 1.12: Montaj rayı, ray taşıyıcı ve klemens durdurucu



Resim 1.13: Montaj rayının aparatla kesilmesi



Resim 1.14: Klemenslerin montaj rayına tutturulması

1.3.5. Ana Şalter (Devre Kesici)

Direk tipi trafolu tüketicilerin harici olan ölçüm panolarında devre kesici olarak kullanılan şalterlere, ana şalter denir.

1.3.5.1. Ana Şalterin Görevi

Bu şalterler, kompakt (termik- manyetik) tipte olmalıdır. Kesici, normal işletme şartlarında devreyi kapamaya, kesmeye ve bu devrenin akımını taşımaya, kısa devre ve aşırı akım gibi normal dışı şartlarda ise devreyi otomatik olarak kesmeye yarayan mekanik bir açma-kapama cihazıdır. Devre kesicilerin devreyi açma-kapama işleminden başka en önemli fonksiyonu; normal dışı şartlarda devreyi korumalarıdır.

Resim 1.15: Devre kesiciler

1.3.5.2. Ana Şalterin (Kompakt) Yapısı

Ana şalter (termik-manyetik) bölümleri şunlardır:

- **Gövde ve kapak:** Gövde ve kapak malzemesi olarak, EN 605 12-20-2 standardına göre cam elyaflı polyester reçinesi kullanılmıştır. Literatürde BMC (Bulk Moulding Compound) olarak adlandırılan bu malzeme, günümüzde elektriksel ve mekaniki değerlerinin yüksek olması nedeniyle tercih edilmekte, 160 ° C'lik sıcaklığa sürekli olarak dayanabilmektedir. IEC 695-2-1'e göre 960 ° C sıcaklıktaki kızgın tel değdirildiğinde alev almamaktadır.

- **Bimetal:** Bimetal, ısı karşısında uzama kat sayıları farklı iki plaka halindeki metalin birleştirilmesiyle oluşan bir malzemedir. Kesici içinden geçen akım, bimetali ısıtır. Bu ısının etkisiyle bimetal daha az uzayan kısım üzerine doğru

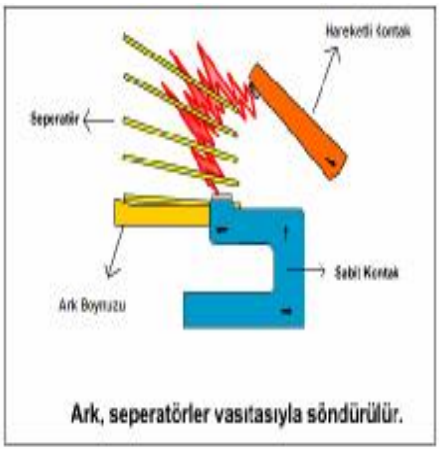
eğilir. Kesici içinden geçen akım arttığında oluşan ısı da arttığı için bimetal daha fazla ısınır ve daha çok eğilir. Böylece açtırma mekanizmasına kumanda ederek kesicinin açmasını sağlar.

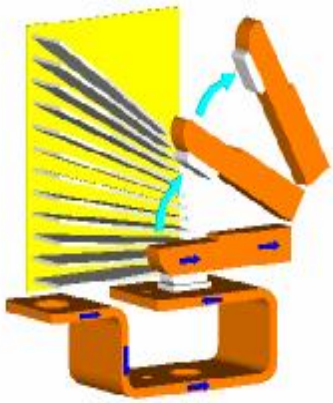
Ø **Kontaklar:** Termik manyetik şalterlerin en önemli parçası kontaklarıdır. Kesicilerde kesilen ve taşınan akım değerleri ile konstrüksiyon göz önüne alınarak kontak alaşımı belirlenir. Daha çok gümüş, grafit, nikel ve wolfram alaşımlı kontaklar kullanılır. Sabit kontaklarda daha yumuşak yapıda olan gümüş-grafit, hareketli kontaklarda ise daha sert bir alaşım olan gümüş-wolfram kullanılmıştır. Devre kesicinin hareketli kontakları %50 gümüş %50 wolfram alaşımlı, sabit kontakları %95 gümüş %5 wolfram alaşımlı olarak imal edilmektedir. Ayrıca hareketli kontakların yapısı bombelidir. Her açma kapamada bombeli ve sert alaşımlı kontaklar, yumuşak sabit kontaklar üzerinde yer yapar. Bu sayede iyi bir örtüşme sağlanarak en düşük geçiş direnci oluşturulmaya çalışılmıştır.

Şekil 1.6: Termik manyetik şalter kontakları

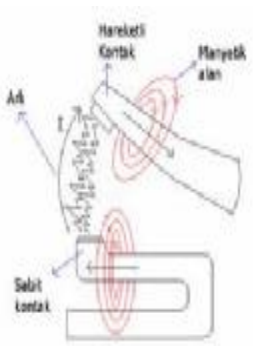
Daha yumuşak yapıda olan gümüş-grafit alaşımlardan yapılmış kontaklar sabit (alt) kontaklarda, daha sert olan gümüş-volframlı kontaklar ise hareketli (üst) kontaklarda kullanılır.

Ø **Seperatör:** Hareketli kontak, sabit kontaktan ayrılırken kontaklar arasında bir süre havadan akım akmaya devam eder, buna **ark** adı verilir. Bu arkın çok kısa bir sürede söndürülmesi gerekir. Seperatörler, enerji altında çalışan kesicinin açılması esnasında oluşan arkı söndürmek için kullanılır. Arkın etrafında oluşan manyetik alan, oluşan arkı seperatörlere doğru iter. Böylece arkın boyu uzar ve incelir, seperatör plakaları arasında bölünerek kopar. Devre kesicilerde, seperatör yan duvarlarında kullanılan malzemenin özelliğinden dolayı, arkın oluşturduğu yüksek sıcaklık neticesinde bir gaz çıkar. Bu çıkan gazın arkın söndürülmesinde önemli bir etkisi vardır.



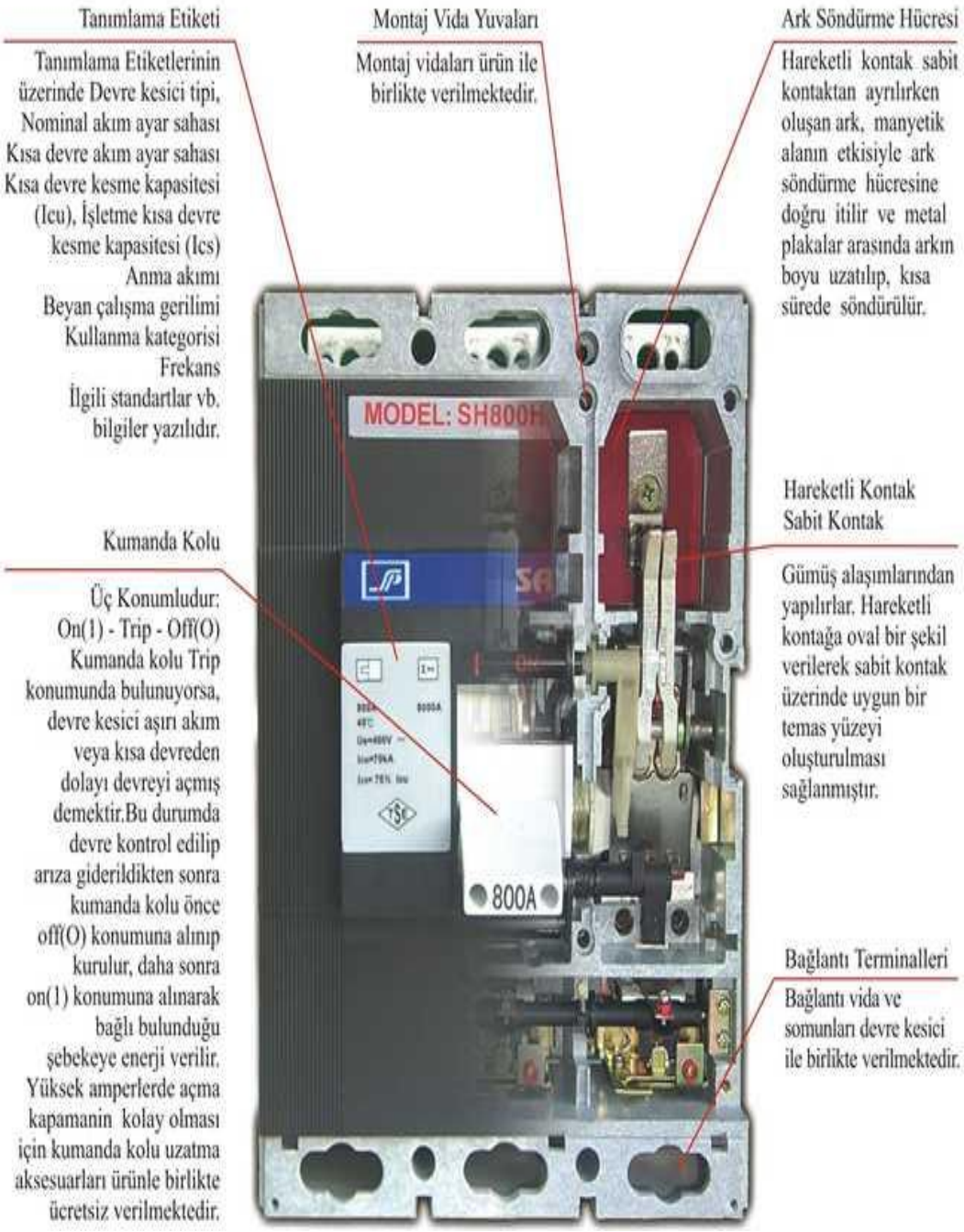


Şekil 1.7: Termik manyetik şalterde kontaklarda oluşan ark



Şekil 1.8: Arkın söndürülmesi

Resim 1.16: Seperatör

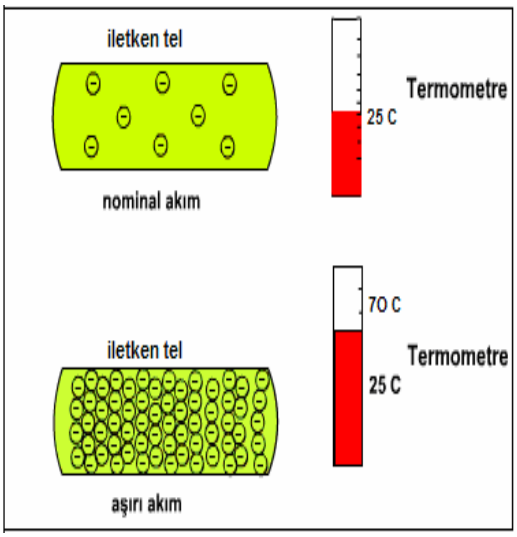


Resim 1.17: Termik- manyetik şalter iç yapısı

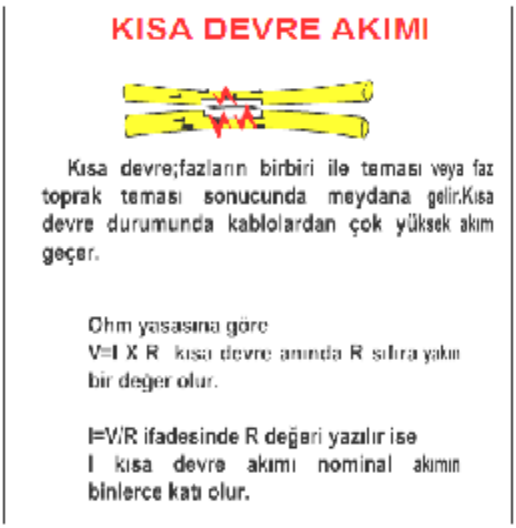
1.3.5.3. Ana Şalterin Çalışma Prensibi

Termik manyetik (kompakt) şalterler daha önceden de belirtildiği gibi, iki türlü koruma sağlamaktadır. Bunlar termik ve manyetik korumadır.

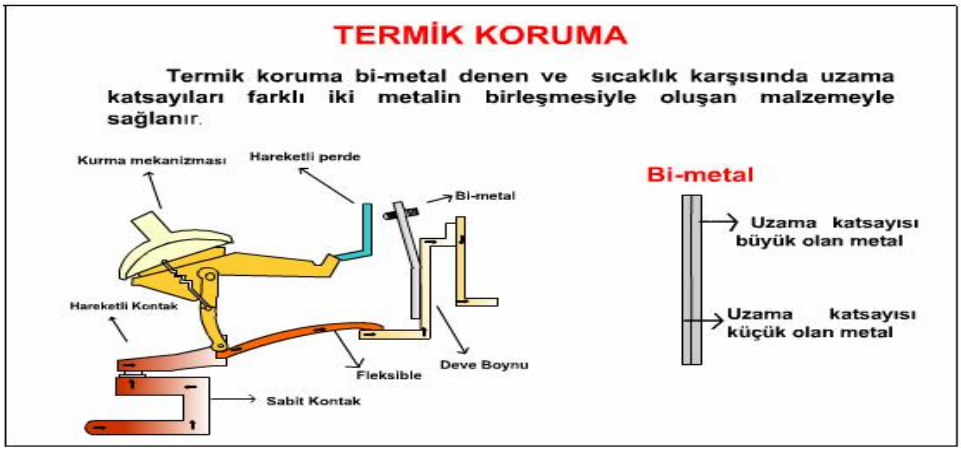
- **Termik koruma (aşırı yük şartlarında koruma):** Termik koruma devreyi aşırı yüklere karşı korur. Bu koruma işlemini sıcaklık değişimlerinde uzama kat sayıları birbirinden farklı iki metalin birleştirilmesiyle oluşan bimetal denen bir malzemeden faydalanarak yapar. Bi-metal ısıtıldığında uzama kat sayısı daha az olan metale doğru bükülür. Aşırı yüklenmelerde akım nominal akım değerinin üzerine çıkar, akımın artmasıyla doğru orantılı olarak kontaklardaki ve bi-metal üzerindeki sıcaklık artar. Böylece bi-metaller artan sıcaklıkla beraber bükülerek kesici mekanizmasının açılmasına yardımcı olan bir tırnağı kurtararak kesiciyi devre dışı bırakır. Şalterin devreyi aşırı yüklenmelere ve aşırı akımlara karşı korumasını sağlar.



Şekil 1.9: Nominal ve aşırı akım farkı



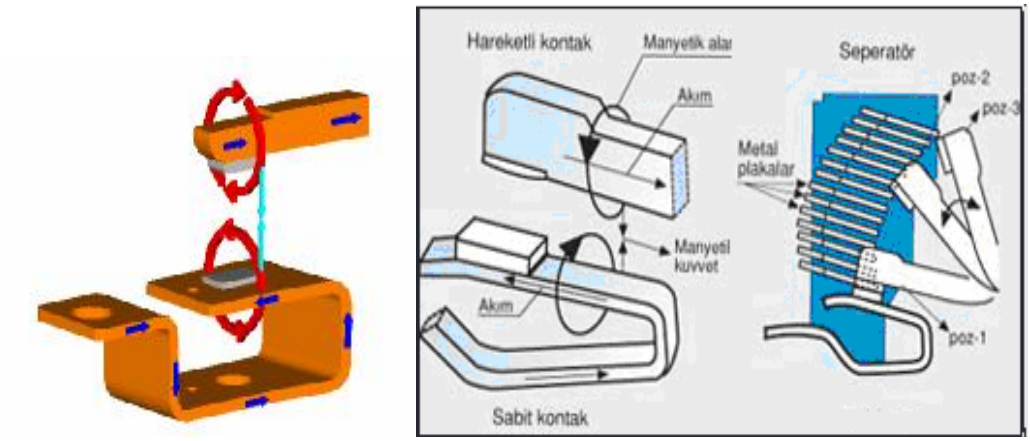
Şekil 1.10: Kısa devre akımı oluşumu



Şekil 1.11: Kompakt şalterde termik koruma işlevi (aşırı yük için)

Ø **Manyetik koruma (kısa devre şartlarında koruma):** İki iletkenin birbiriyle teması veya toprakla teması halinde kısa devre oluşur. Kısa devrede aradaki direnç sıfıra çok yakın bir değerdedir, bu nedenle kısa devre akımı normal işletme akımının binlerce katına ulaşabilmektedir. Kısa devre akımı önlenmemesi halinde son derece zararlı ve tahrip edicidir. Bundan dolayı çok kısa bir süre içerisinde devrenin açtırılması gerekmektedir. Şalterin üzerinde bulunan manyetik mekanizmada kısa devre sırasında büyük bir manyetik alan endüklenir bu manyetik alanın oluşturduğu kuvvetle sabit nüve hareketli nüveyi hızla kendisine çeker, hareketli nüve bu hareketi sırasında açtırma mekanizmasına hızla çarparak sistemi anında açtırır.

Termik ve manyetik korumanın yanı sıra limitör özelliği en önemli koruma sistemidir. Limitör özelliği olarak da adlandırılan akım sınırlama özelliğinde sabit kontağa verilen U formu sayesinde kontaklardan akımlar ters yönde akar. Kısa devre esnasında sabit kontakla hareketli kontak arasında oluşan ters manyetik alan etkisiyle aralarında bir itme kuvveti oluşur ve hareketli kontak sabit kontaktan ayrılır, araya ark direncinin de eklenerek kısa devre akımını %75 oranında azaltarak şalterin ve devreye bağlı cihazların kısa devre esnasında zarar görmesini engeller.



Şekil 1.12: Kontaklarda limitör özelliği

Günümüzde termik- manyetik devre kesiciler limitörlü olarak yapılmaktadır. Bu tip devre kesicilerin çalışma prensibi şu şekildedir:

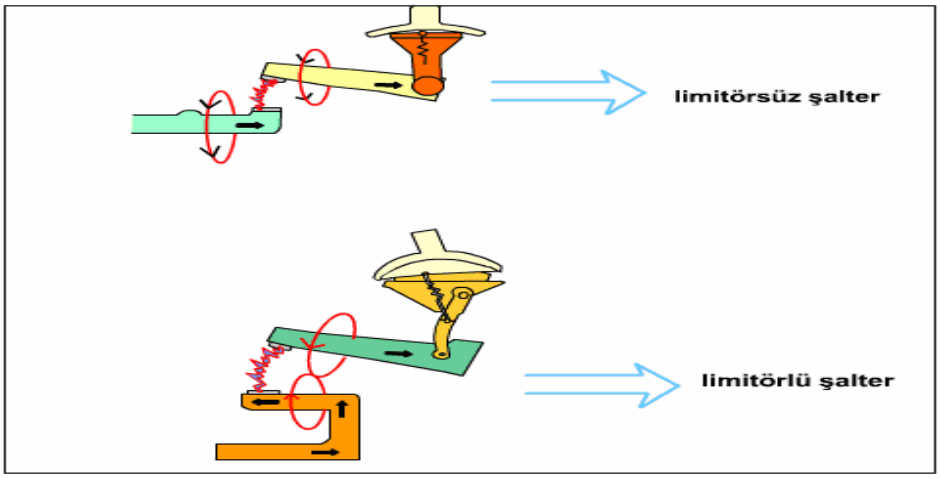
Kesici kol ile açılıp kapatılırken hareketli kontak; ON pozisyonunda poz-1'de; OFF pozisyonunda ise poz-3'te durmaktadır (Şekil 1.12'ye bakınız.). Limitör özelliği olmayan bir kesici devresinde herhangi bir kısa devre meydana geldiğinde oluşan kısa devre akımı, salıcılar sayesinde kesici mekanizmasını harekete geçirerek kesiciyi açar ve kesici kolu da trip pozisyonuna gelir. Bu süre kesicilerde 10- 20 ms arasında değişir. Limitörlü kesicilerde ise ilave olarak, kısa devrenin oluşturduğu zıt manyetik alan, hareketli kontağı poz-1'den poz-2'ye getirir ve kontak bu pozisyonda kalır. Yani kontak kendiliğinden tekrar ON pozisyonuna gelmez. Hareketli kontağın açılmaya başlaması kısa devrenin daha birinci milisaniyesinde başlar. Kontağın poz-2'ye gelmesi ilk iki milisaniyede, arkın komple kesilmesi ise en fazla 5-6 milisaniyede biter.

Limitörlü şalterde kısa devrenin oluşturduğu manyetik alan sabit ve hareketli kontakların tasarımından dolayı kontaklar arasında zıt bir kuvvet oluşturur. Bu kuvvet hareketli kontağı sabit kontaktan kısa devrenin birinci milisaniyesinden itibaren ayırmaya başlar. Kısa devrenin başlamasıyla aynı anda harekete geçen manyetik salıcılar ise; kesici mekanizmasını OFF pozisyonuna ve kesici kolunu da trip pozisyonuna getirir. Hareketli kontağı sabit kontaktan ayıran akım, beklenen kısa devre akımının sekiz, hatta onda biri kadar düşük bir akımdır.

Beklenen kısa devre akımı, limitör özelliği olmasaydı devreden sürekli geçecek bu da şalterin koruduğu devreye zarar verecektir. Aynı zamanda limitör özelliği şalterin 10- 20 ms olan kısa devre açma süresini 5 ms'lere kadar düşürür. Bu özellik sayesinde oluşan kısa devre akımı; tepe değerinin onda biri mertebesinde ve 5 ms gibi daha kısa bir sürede geçecektir bu da şalterin bağlı olduğu devredeki çok değerli trafoları, kabloları ve cihazları koruyacaktır. Meydana gelen arklar daha düşük seviyede kaldığı için hayati emniyet garanti altına alınacaktır.

Limitör özelliği; sabit kontağa yatay U formu verilerek yapılır ve kısa devre akımını yaklaşık % 75 oranında sınırlar. Örneğin, 100 kA kısa devre akımında devreden 25 kA akım geçer.

Kompakt şalterlere yukarıdaki özelliklerin yanı sıra uzaktan kumanda kurma motoru mekanizması, düşük gerilim bobini, açtırma bobinleri, yardımcı kontak blokları ve şu an piyasadaki birçok şalterde olmayan alarm kontak blokları gibi ek özellikler eklenebilirler (Resim 1.18'e bakınız.).



Şekil 1.13: Limitörlü ve limitörsüz şalterlerin farkı

Resim 1.18: Kesici ilave düşük gerilim bobini ve yardımcı kontak bloğu

1.3.5.4. Ana Şalterin Montajı ve Ayarları

Kompakt şalter, mühürlü sayaç bölmesinin altındaki bölmeye montaj yapılmaktadır. Kompakt şalterin boyutları trafo gücüne ve devrenin çekeceği akıma göre değişmektedir. Çekilen akım büyüdükçe şalter boyutları da büyümektedir. Şalter standart boyutları akım ile doğru orantılıdır. Şalter seçimi için tablo 1.7'den faydalanınız.

Örnek 1: Tali çıkışlardaki kesicilerin kısa devre kesme kapasiteleri en az 50 kA olacak şekilde seçilmelidir. Kapasitif yükler için devre kesicinin anma akımı, devre akımı 1,5 katsayısıyla çarpılarak bulunur.

Örnek 2: 400 kVA'lık bir direk tipi trafo A.G. çıkışında kullanılacak kesici standart akımı 630 A olacaktır.

Örnek 3: 250 kVA'lık direk tipi trafo AG çıkışında kullanılacak ana kesici standart akımı 400A olarak seçilecektir (tablo 1.7'den).

Örnek 4: 100 kVA'lık direk tipi trafo anma akımı 144 A dir, bu akıma uygun standart kesici akımı 160 A olacaktır.

Transformatör		
Gücü (kVA)	Anma Akımı 400 V'da (A)	Kesici A. Akımı (40 °C) In (A)
40	58	63
50	72	80
63	91	100
80	115	125
100	144	160
125	180	200
160	231	250
200	289	300
250	361	400
315	455	500
400	578	630
500	723	800
630	910	1000
800	1156	1250
1000	1445	1600
1250	1805	2000
1600	2312	2500

Tablo 1.7: Trafoya göre kesici seçimi

Montaj sırasında emniyet ve güvenlik tedbirlerine uyulması gerekir. Unutmamak gerekir ki en önemlisi bizim sağlığımızdır.

Montaj işlem sırası:

- İlk önce tesisimizin akımına göre kompakt şalteri seçeriz (seçim tablolarından faydalanarak, tablo 1.7). (Şalterimiz 250 A için 105x255 mm boyutundadır.)
- Ölçüm panosundaki şalter montaj tablasını cıvatalarından sökerek çıkartırız (Bazı panolarda iki ayrı tabla, bazılarında yekpare tabla kullanılmaktadır.).
- Seçtiğimiz şalteri dikkatli bir biçimde ambalajından çıkartırız.
- Şalterimizi montaj tablasına yerleştiririz.
- Gönye ve cetvelle montaj düzgünlüğünü kontrol ederiz.
- Şalter montaj deliklerinden tablaya işaretler konur. İşaretlerken şalteri tabladan kaydırmamaya dikkat edilir, yoksa yanlış işaretleyebiliriz. (İşaretlemeyi kalem veya sivri bızla yapabiliriz.) (Resim 1.19'a bakınız.)
- Şalteri yavaşça tabladan çekeriz, çekerken işaretlerin silinmemesine dikkat ederiz.
- İşaret yerlerini sivri nokta ile markalarız.
- Şalter montaj cıvatalarına uygun kalınlıkta sac matkapı ile tablayı deleriz (Delme işlemi yaparken tablayı mengenede sabitlemek önerilir.).
- Delik yerlerindeki çapakları uygun eğe ile temizleriz.

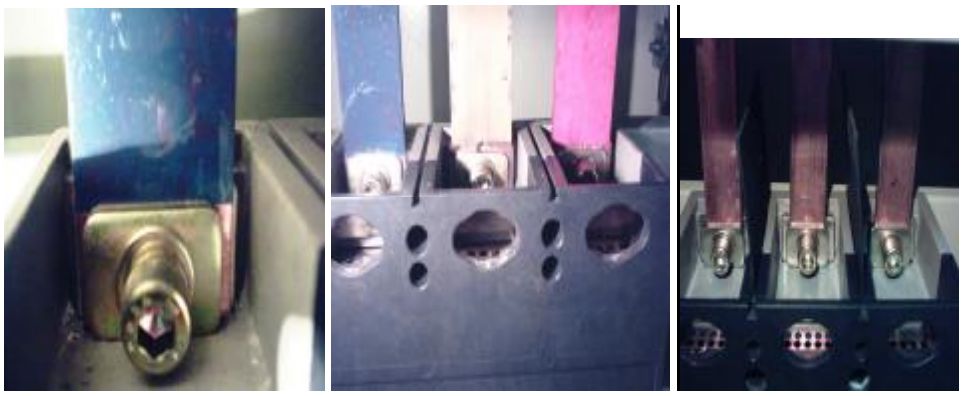
- Şalterin cıvatalarını (M5x70) deliklere takarız, uygun anahtarla sıkarız veya tablayı panoya takarız sonra şalteri tablaya monte ederiz (İki türlü montaj da olabilir.).

- Şalter montajlı tablayı tekrar panodaki yerine takarız. Şalter kolu pano kapağından çıkacak şekilde montajını yapmalıyız.

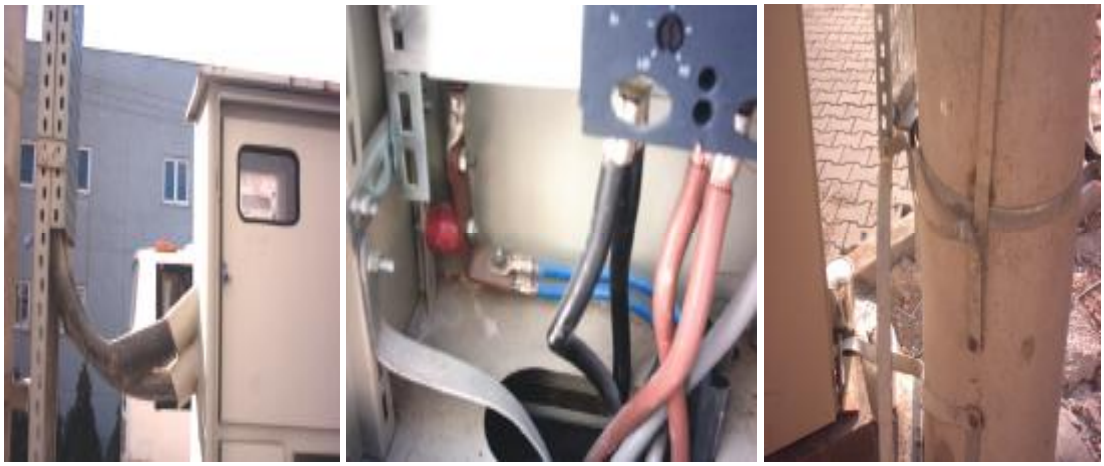
Resim 1.19: Kompakt şalterin montajı

Resim 1.20: Kompakt şalterin panoya montajı

Kompakt şalter panoya montaj yapıldıktan sonra, şalterin girişine baralar, çıkışına tesis ana dağıtım pano kablosu (YVV) montaj yapılır. Bağlantılarda baraların ve kabloların gevşek kalmamasına dikkat edilmelidir.



Resim 1.21: Baraların şalter girişlerine tutturulması



Resim 1.22: Ölçüm panosu giriş-çıkış kablo, nötr ve topraklama bağlantıları

Kompakt Şalter Test ve Ayarları;

Kompakt şalterin konumunu gösteren 3 durum mevcuttur.

- **Ø** ON / I: Şalterin kontaklarının kapalı olduğunu gösterir. Bu durumda şalter kolu en üst pozisyondadır.
- **Ø** TRİP: Şalterin herhangi bir arızadan (aşırı yük veya kısa devre) dolayı açtığını gösterir. Bu durumda şalter kolu ON ile OFF konumları arasında orta pozisyondadır.
- **Ø** OFF / 0: Şalterin kontaklarının açık olduğunu gösterir. Bu durumda şalter kolu en alt pozisyondadır.

Trip pozisyonundaki şalteri ON pozisyonuna almak için;

Şalter kolunu OFF yazısı istikametinde aşağı doğru bastırırız. Şalter 'KLİK' sesiyle beraber kurulacaktır (reset pozisyonu). Şalteri kapatmak için kolu ON istikametine doğru bastırırız.

NOT: Eğer şaltere düşük gerilim bobini takılmışsa, şalteri kapatmak ancak düşük gerilim bobini gerilimi anma değeri ile enerjilendirilmiş iken mümkündür.

Trip butonu: Açma mekanizmasının çalışmasını kontrol etmek amacıyla kapak üzerinde bulunan kırmızı renkli butondur. Bu butona basıldığında mekanizma çalışır ve şalterin kontakları ani olarak açılır.

Mekanik çalışma kontrolü (testi): Şalteri 5 kez kapayıp açınız. Kol, rahatça hareket edebilmeli, I ve 0 konumlarında sabit olarak kalabilmelidir.

Termik/manyetik ayarlarının yapılması: Anma akımı ayar düğmesini *(0,8- 1) x In* işletme akımına ayarlayınız. Ani açma değeri bazı şalterler için sabittir. Bazı şalterlerde ise *(5-8) x In* arasına ayarlanır. Ancak şalterin koruma yapacağı yükün özelliğine göre istenirse üretici nominal akımın 2,5- 12 katı arasında ani açma yapacak şekilde sevk edilebilmektedir.

Resim 1.23: Kompakt şalter ayar bölümü ve trip butonu

1.3.6. Ampermetreler

1.3.6.1. Görevi

Direk tipi trafo ölçüm panolarında, sabit kompanzasyon kondansatörlerinin akımını ölçmek amacıyla kullanılır. Her üç faz içinde ayrı ayrı kondansatörlere bağlanabildiği gibi tek olarak da kullanılabilmektedir.

Ampermetreler bilindiği gibi devrelere seri bağlanırlar, çünkü iç dirençleri çok küçüktür.

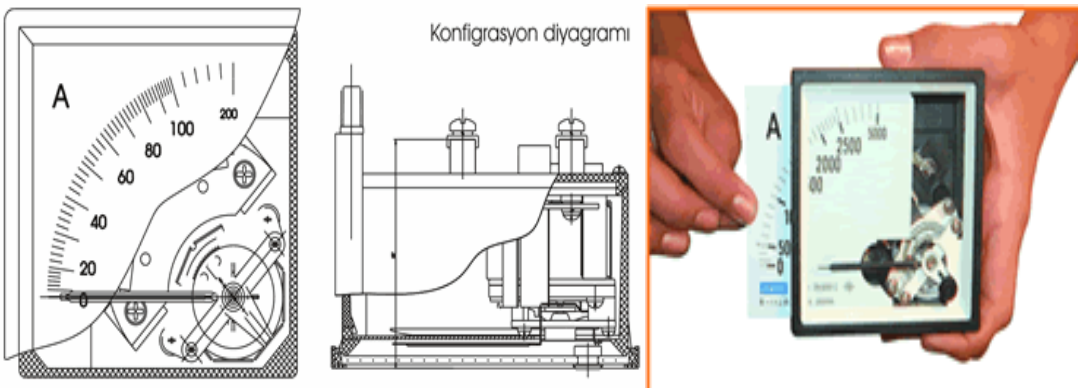
1.3.6.2. Standartları

Analog göstergeli ampermetreler, TS 5590 EN 60051- 2 standartlarına göre genellikle döner demirli olarak üretilirler. Direkt bağlantılı ampermetrelerden 80 A ve 100 A modeller sınıf 2,5 diğer modeller sınıf 1,5 olarak üretilebilmektedir.

Döner demirli ölçü aletlerinin çalışma prensibini hatırlatmak için kısaca açıklarsak, manyetik alanın demir çekirdeğe yaptığı etkiye göre çalışmaktadır. Elektromıknatıs bobini genellikle silindir halindedir. Elektromıknatıs bobini içinde biri sabit, diğeri hareketli olmak üzere iki demir parçası vardır.

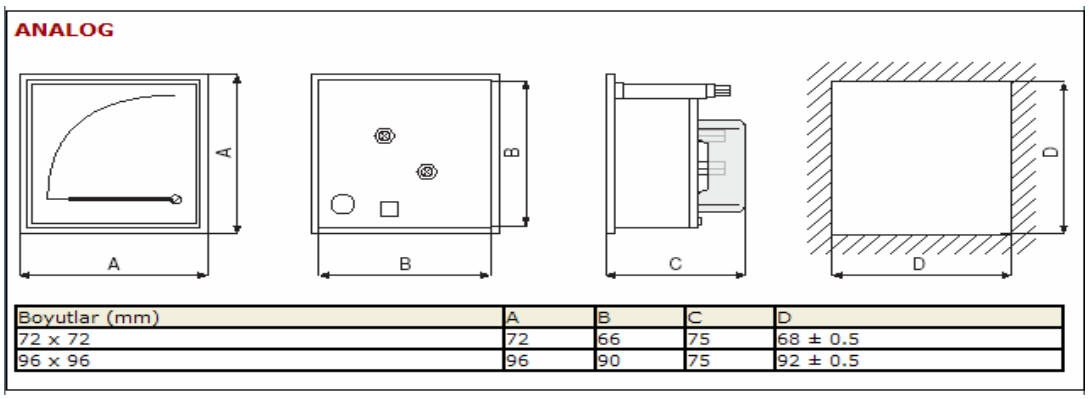
Bir eksen etrafında dönebilecek şekilde tertiplenmiş hareketli demir parçasına ibre tespit edilmiştir. Sabit bobinden akım geçirildiğinde bobin içindeki demir parçaları meydana gelen manyetik alanın etkisi ile aynı yönlü mıknatıslanarak birbirini iterler. Parçaların birbirini itmeleri aynı zamanda bobinin manyetik alanı ile manyetik alanda bobinden geçen

akımın karesi ile orantılıdır. Bu nedenlerle bu ölçü aletlerinin skala taksimat çizgileri eşit aralıklı değildir.



Şekil 1.14: Analog ampermetre

Analog ampermetreler genellikle 72x72 veya 96x96 mm boyutlarında üretilmektedir.



Boyutlar (mm)	A	B	C	D
72 x 72	72	66	75	68 ± 0.5
96 x 96	96	90	75	92 ± 0.5

Şekil 1.15: Analog ampermetre boyutları

Resim 1.24: Ampermetre montajı

1.3.7. Elektrik Sayacı

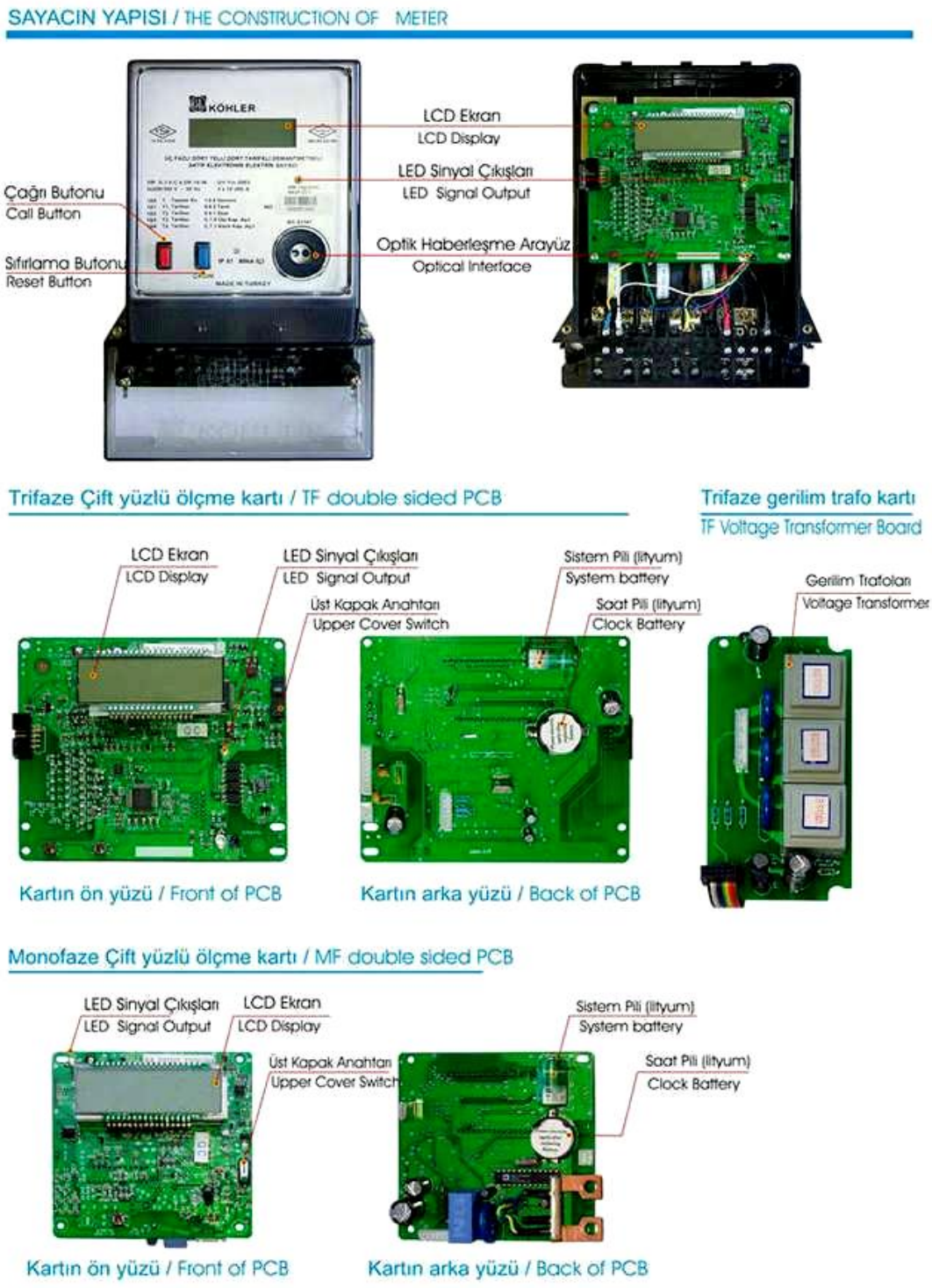
1.3.7.1. Sayacın Görevi

Direk tipi trafo ölçüm panosunda kullanılan elektrik sayacı, kombi tipinde yani 3 fazlı aktif, endüktif ve kapasitif enerjiyi beraber ölçme özelliği olan harici elektronik sayaçtır. Yeni yönetmeliklere göre kombi sayacı kullanmak zorunluluktur. Kullanılacak sayaçlarla ilgili tebliğ, enerji piyasası düzenleme kurumu tarafından, 22 Mart 2003 tarih ve 25056 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Ölçüm panosunda kullanılacak elektronik sayaç x5 tipi, yani akım trafosu ile bağlantı yapılan tipte olacaktır. TS EN 61036 nu.lı standartlara uygun üretilmiş olmalıdır.

1.3.7.2. Sayacın Özelliği

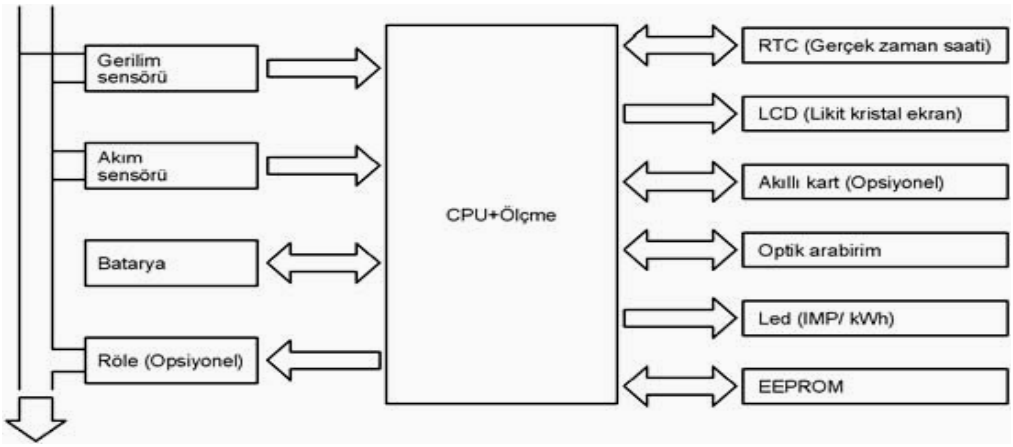
Hatırlayacağınız gibi elektrik sayaçları, üretilen veya tüketilen elektrik enerjisi miktarını ölçen aletlerdir. Elektrik enerjisi miktarı Watt-saat (Wh) olarak belirtilir. Bu da watt olarak çekilen güç ile saat olarak bu gücün çekildiği zamanın çarpımını gösterir. Pratikte enerji birimi olarak daha çok Wh'in 1000 katı olan kilowatt-saat (kWh) veya 1000 000 katı olan Megawatt-saat (mWh) kullanılır.

Sayaç bir tarafından wattmetre gibi bağlı olduğu devrenin gücünü ölçerken diğer taraftan zaman içinde değişen bu güçlerin zamanla çarpımlarını toplayıp kWh veya mWh olarak kaydeder. Sayacın gövdesi ve kapakları IP 54 bina dışı standardına uygun tamamen sızdırmazdır. Üstün nitelikli alev yürümez malzemeden yapılmıştır. Bütün elektronik komponentler PCB özel kart üzerine monte edilmiş ve bu kartlar sayaç gövdesine vidalanmıştır. Üst kapak sayacın fabrikada kalibrasyonundan sonra vidalanıp T.C. Sanayi Bakanlığı yetkili personeli tarafından mühürlenir. Ayrıca açılmaya karşı emniyet sivici mevcuttur.



Resim 1.25: Elektronik sayaç iç yapısı

Üç fazlı elektronik kombi sayaçlar aktif, reaktif ve kapasitif enerjiyi özel chip vasıtasıyla hassas olarak ölçer. Yüksek kaliteli analog digital counters (ADC) ile digital signal (DSP) ile entegre eder. Bu sayaçlar tarih ve saat,4 tarife altında ölçüm yapma, bilgi iletişimi sinyal çıkışı, 12 ay veri kaydetme gibi gelişmiş özelliklerle donatılmıştır. -40 °C +70 °C dereceleri arasında % 95 nem miktarında çalışma aralığına sahiptir. Elektronik sayacın iç yapısı resim 1.25'te görülmektedir. Ayrıca elektronik sayacın blok çalışma diyagramı şekil 1.16'da görülmektedir, inceleyiniz.

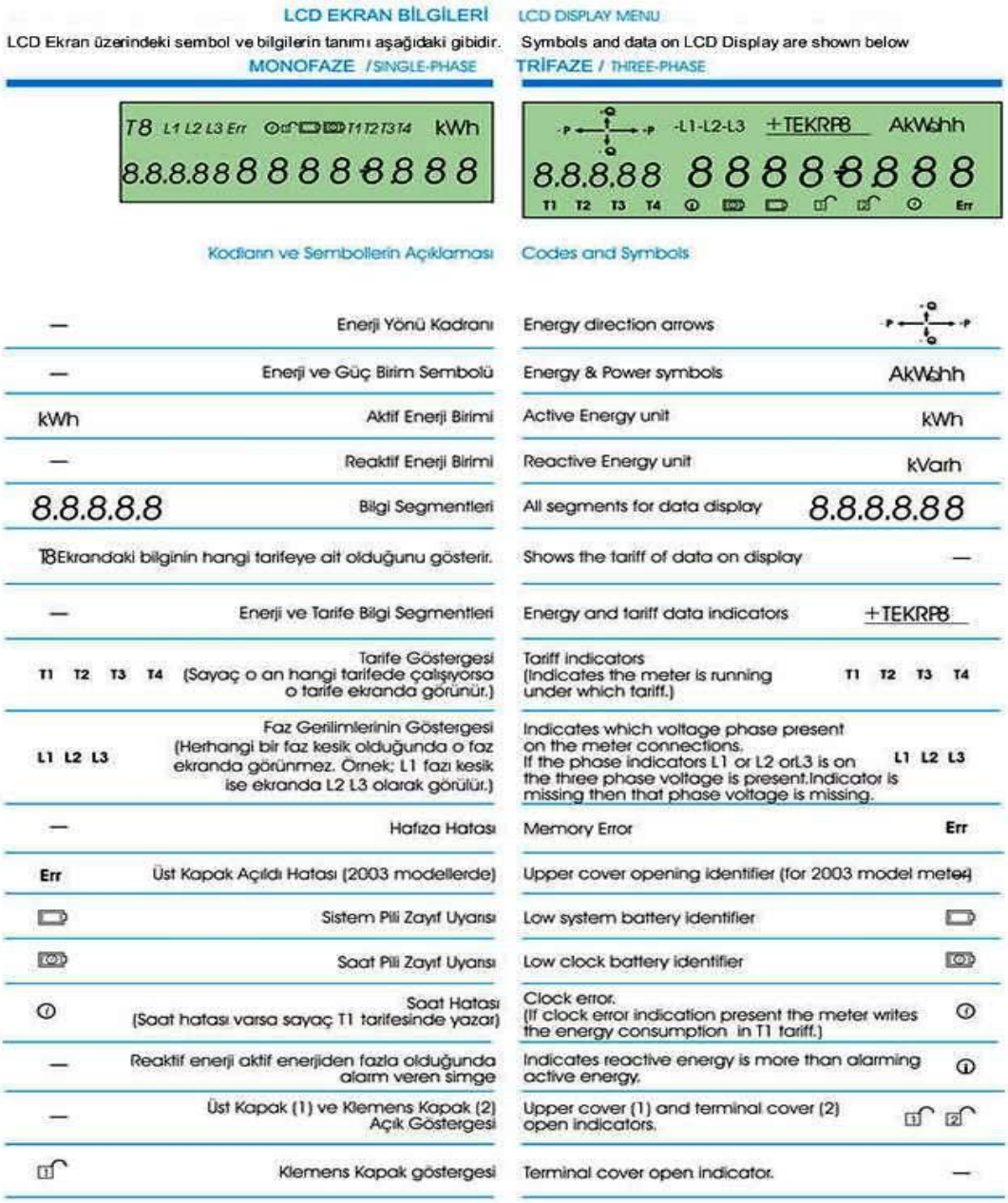


Şekil 1.16: Elektronik sayaç blok diyagramı

Sayacın teknik özellikleri (örnek olarak seçilen):

- Direk tipi trafo ölçüm panolarında 3 fazlı 4 telli 4 tarifeli demantmetreli akım trafolu (x5) Aktif- Reaktif- Kapasitif 3 x 220 / 380 V elektronik sayaç kullanılmaktadır.
- Güç sarfiyatı gerilim devresinde 10 VA, 2 W, akım devresinde 4 VA'dır.
- Pil ömrü 10 yıldır (lityum pil ile).
- Zaman dilimleri ve tarifeler programlanabilir. Gün içinde 12 ayrı zaman dilimi belirlenip, belirlenen bu zaman diliminde 4 tarifeden biri seçilebilir.
- Ayrıca 32 tatil günü, 8 ayrı günlük, 8 ayrı haftalık ve 12 aylık program yapılabilir. Örnek olarak günlük zaman programı (TP) 06.00- 17.00 T1, 17.00-22.00 T2, 22.00-06.00 T3 gibi. (Her zaman dilimindeki tüketim farklı fiyatlandırılmaktadır)
- Demant sıfırlama butonu mühürlenebilir özelliktedir, TEDAŞ yetkilileri mühürler.
- Sayaç kendisindeki devreleri sürekli olarak kontrol ederek arıza menüsünde arıza var veya yok yazısını ekrana getirir.

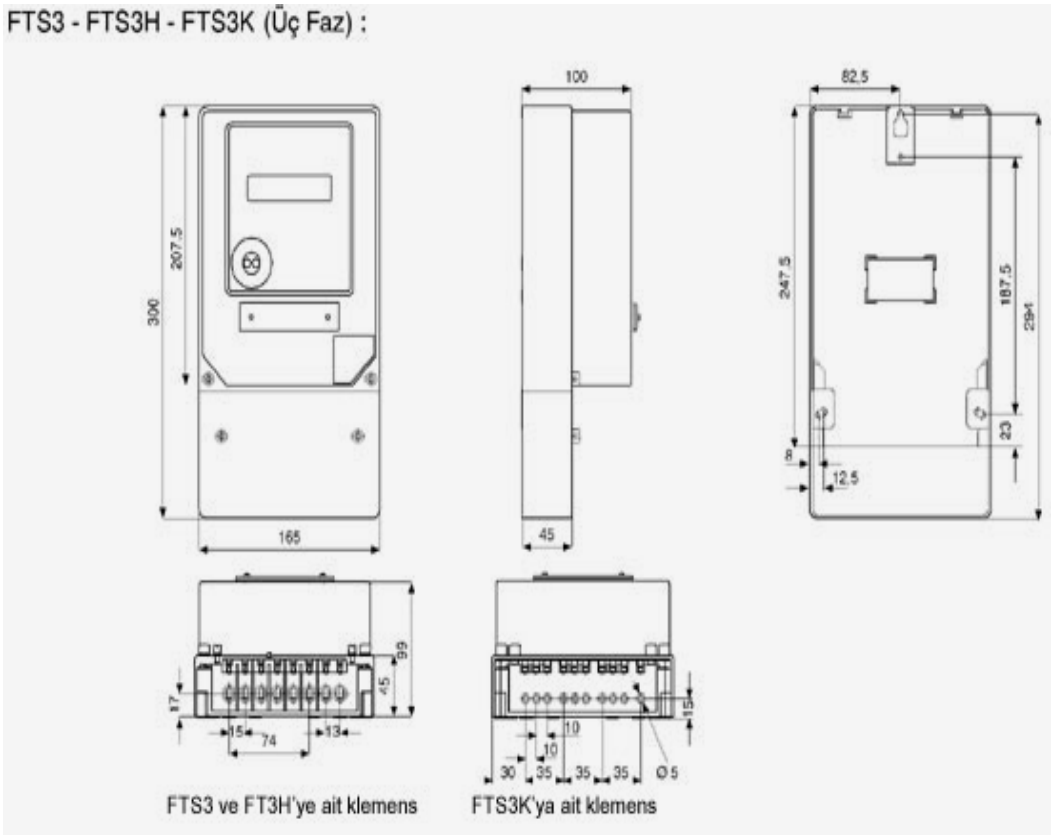
- Klemens kapağı ve üst kapak açma kapama kaydetme özelliği vardır.
- Optik portla ve RS 485 –RS 232 adaptör yardımıyla doğrudan bilgisayardan okunur.
- Sinyal çıkışı, sayaç üzerinde yanıp sönen led vardır, x5 sayaçlarda 1kWh için led 1600 kez yanıp sönme yapar.
- Yaz / kış saati zaman ayarını 16 yıl boyunca otomatik olarak yapar.
- Ekrana bilgi çağırma butonları, mavi butona basılarak ekran çağırma modu devreye girer. Butonlara her basış ve bırakılış 0,5 sn.lik bir süreden sonra ekranda görüntü çıkar. Elektrik kesilse bile bilgiler ekranda görünür.
- Auto displayde her bilgi 5 sn. ekranda kalır ve otomatik olarak kendinden sonra gelen bilgi ekrana gelir (Gösterge ekranında görülen bilgiler için şekil 1.17'ye bakınız.).



Şekil 1.17: Elektronik sayaç (monofaze ve trifaze) ekran bilgileri

1.3.7.3. Sayacın Montaj ve Bağlantıları

Elektrik sayacı, ölçüm panosunun mühürlü bölmesine takılacaktır. Ölçüm panosunda kombi (Aktif-Reaktif-Kapasitif) ve x5 tipte sayaç kullanılacağı için bütün üretim yapan firmaların sayaçları aynı standart boyutta olmak zorundadır. Biz bir firmanın ürettiği sayaç teknik özellikleri ve montaj boyutlarından faydalanarak montajının nasıl yapıldığını inceleyeceğiz.



Şekil 1.18: Sayaç boyutları

Ölçüm pano sayacı yerine montajı:

- İlk önce direk tipi trafo ölçüm panosunda kullanacağımız sayacı (3 fazlı 4 telli kombi sayaç) seçeriz. (Sayacımız 165 x 300 mm boyutunda şekil 1.18'den)
- Ölçüm panosundaki sayaç montaj tablasını cıvatalarından sökerek çıkartırız veya sökmeden pano üzerinde montaj yapabiliriz ama tablayı sökerek sayaç deliklerini delmek tavsiye edilir (Eğer istenirse panocular sayaç deliklerini hazır delerek bize gönderebilirler, burada biz sayaç montaj deliklerini delerek montajı inceleyeceğiz).
- Seçilen sayacı dikkatli bir biçimde ambalajından çıkartırız.

- Sayacımızı montaj tablasına yerleştiririz.
- Gönye ve cetvelle montaj düzgünlüğünü kontrol ederiz.
- Sayaç montaj deliklerinden tablaya işaretler konur. İşaretlerken sayacı tabladan kaydırmamaya dikkat edilir, yoksa yanlış işaretleyebiliriz. (İşaretlemeyi kalem veya sivri bızla yapabiliriz.)
- Sayacı yavaşşa tabladan çekeriz, çekerken işaretlerin silinmemesine dikkat ederiz.
- İşaret yerlerini sivri nokta ile markalarız.
- Sayaç montaj yerlerine uygun kalınlıkta sac matkabı ile tablayı deleriz. (Delme işlemi yaparken tablayı mengenede sabitlemek önerilir.)
- Delik yerlerindeki çapakları uygun eğe ile temizleriz.
- Sayaç montaj tablasını tekrar panodaki yerine takarız.
- Sayacı deliklere uygun sac vidaları ile dikkatlice tablaya tuttururuz.
- Montaj sırasında emniyet ve güvenlik tedbirlerine uyulması gerekir (Eldiven ve iş gözlüğü takma vb.).

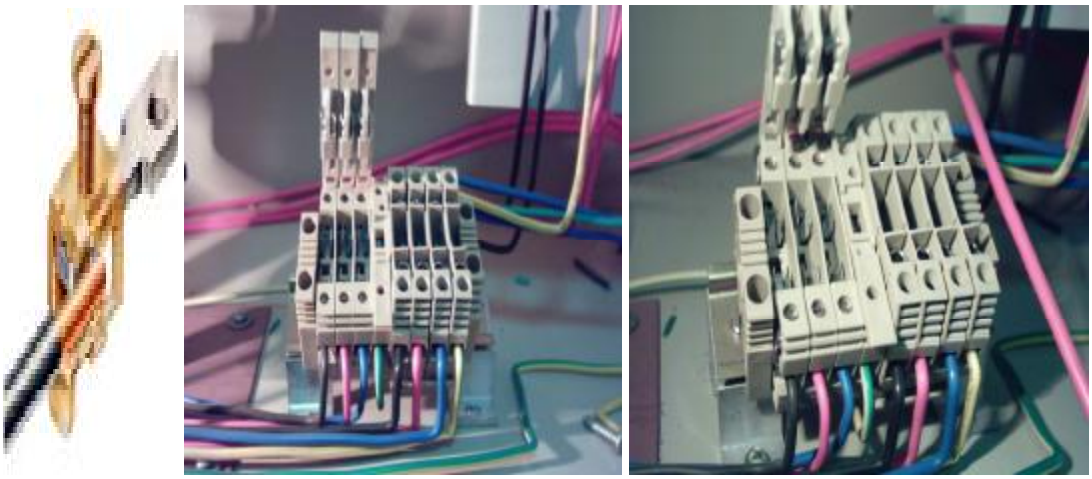
Resim 1.26: Ölçüm panosu sayaç montaj tablası ve sayacın montajı

Ölçüm pano sayaç bağlantıları:

- Sayaç bağlantı kabloları seçilir, akım devresi için 4 mm², gerilim devresi için 2,5 mm² kesitinde tekli kablolar norm renklerde hazırlanır.
- Bağlantı kablolarının uçları uygun bir şekilde açılır.
- Ayrıca akım klemensine aynı renkte kablo ile bağlantı yapılır. Akım klemensinden aynı renkteki kablo ile sayacın 3- 6- 9 nu'lu uçlarına bağlantı yapılır. (Şekil 1.3'e bakınız.)

- Birinci akım trafosunun S1 ucundan renkli kablo ile akım klemensine bağlantı yapılır. Aynı renkteki kablo ile akım klemensinden sayacın 1 nu.lı ucuna bağlantı yapılır (Şekil 1.3'e bakınız.).
- İkinci akım trafosunun S1 ucundan değişik renkte kablo ile akım klemensine bağlantı yapılır. Aynı renkteki kablo ile akım klemensinden sayacın 4 nu.lı ucuna bağlantı yapılır (Şekil 1.3'e bakınız.).
- Üçüncü akım trafosunun S1 ucundan değişik renkte kablo ile akım klemensine bağlantı yapılır. Aynı renkteki kablo ile akım klemensinden sayacın 7 nu.lı ucuna bağlantı yapılır (Şekil 1.3'e bakınız.). Akım trafolarının S2 uçları bir kablo ile birleştirilerek topraklama barasına irtibatlandırılır.
- Baralardan üç faz olarak gerilim klemenslerine bağlantı yapılır.
- Birinci faz gerilim klemens çıkışından sayacın 2 nu.lı klemense bağlantı yapılır.
- İkinci faz gerilim klemens çıkışından sayacın 5 nu.lı klemense bağlantı yapılır.
- Üçüncü faz gerilim klemens çıkışından sayacın 8 nu.lı klemense bağlantı yapılır.
- Gerilim klemensinin dördüncüsüne nötr kablosu bağlanır, klemens çıkışından sayacın 10 nu.lı ucuna bağlantı yapılır.
- Bağlantı kabloları renklerine dikkat edilmelidir. Bağlantı kabloları düzgün şekillerde düzenlenmelidir.

Resim 1.27: Akım trafosuna, gerilim klemenslerine baradan bağlantı ve nötr bara bağlantısı



Resim 1.28: Akım ve gerilim klemenslerine kablo bağlantıları

1.3.8. Sabit Kompanzasyon Kondansatörü

1.3.8.1. Görevi

Direk tipi trafo ölçüm panosunda, trafo gücünün %3'ü ile %5'i arasında bir değerde sabit kompanzasyon yapılır. Ölçüm panosunda mühürlü bölme içinde tesis edilir.

Örnek; 100 kVA'lık bir trafo için % 5 sabit kondansatör gücünü bulalım.

100 x 0,05 = 5,00 kVAR olarak sabit kompanzasyon kondansatör gücü bulunur.

1.3.8.2. Güç Değerleri

Güç kondansatörleri, 1- 1,5- 2,5- 5- 7,5- 10- 12,5 kVAR standart güçlerinde üretilirler. Bu değerlerden daha fazla güç istendiğinde kondansatörler paralel bağlanarak, istenilen güç elde edilir.

Örnek; 50 kVAR güç istenildiğinde, ya 5 adet 10 kVAR'lık kondansatörler paralel bağlanır veya 4 adet 12,5 kVAR'lık kondansatörler paralel bağlanarak 50 kVAR gücüne ulaşılır.

400 V, 50 Hz, MKP kuru tip, IP 20 (40-50 kVAr için IP 00), Güç Kondansatörleri :

Tip	Güç (kVAr)	Akım In (A)	Kapasite (µF)	Boyutlar Ø D x H (mm)	Ağırlık (kg)	Şekil No
FECSADP1 0,4/5	5	7,2	3 X 33,2	85 X 175	1,2	1
FECSADP1 0,4/10	10	14,4	3 X 66,3	85 X 245	1,6	1
FECSADP3 0,4/12,5	12,5	18,0	3 X 82,9	85 X 245	1,6	1
FECSADP1 0,4/15	15	21,7	3 X 99,5	110 X 245	2,6	1
FECSADP1 0,4/20	20	28,9	3 X 132,6	110 X 245	2,6	1
FECSADP1 0,4/25	25	36,1	3 X 165,8	110 X 261	2,9	1
FECSADP1 0,4/30	30	43,3	3 X 198,9	146 X 220	3,8	1
FECSAKP1 0,4/40	40	57,7	3 X 265,3	146 X 261	4,4	3
FECSAKP1 0,4/50	50	72,0	3 X 332,0	146 X 355	6,0	4

FECSADP1 0,4/5 Tip Kodunun Açılımı: FE: Elektrik, C: Kompanzasyon, S: 3 Fazlı, A: Doğal havalandırma, D: IP20 (K: IP00), P: MKP, 1: Konfigürasyon no., 0,4: Anma gerilimi (kV), 5: Kapasitör gücü (kVAr)

Tablo 1.8: Kompanzasyon kondansatörlerinin özellikleri

Sabit Kompanzasyon Kondansatör Bağlantıları;

- Uygun bağlantı kablosu seçilir. En az 2,5 mm² çoklu kablo seçilir (Kondansatör gücü arttıkça kesit artar.).
- Kablolar uygun boyda kesilir. Baralara 3 faz olarak kabloların birer uçlarının bağlantıları yapılır. (Kablolara pabuç takılır) Kesinlikle akım trafolarından sonra kondansatör kabloları bağlanmamalıdır, çünkü akım trafolarından sonra bağlanacak olursa tesisin kapasitif değerinin yükselmesine neden olur (Şekil 1.3).
- Sayaç bölmesinden rekor içerisinden kompanzasyon bölmesine kablo geçirilir.
- Kabloların diğer uçları otomatik sigortalara bağlanır.
- Otomatik sigortalardan çıkarılan kablolar ampermetrelere bağlanır (3 ampermetre veya tek ampermetre)
- Ampermetrelerden çıkan kablolar kondansatör bağlantı terminallerine bağlanır.
- Kondansatör topraklaması yapılır.
- Kablo bağlantılarında, kabloların uçlarının fazla açılmamasına dikkat edilir. Kablo pabuçlarını sıkmak için pabuç pensesi kullanılmalıdır.

Resim 1.29: Sabit kompanzasyon kondansatör bağlantıları

1.3.9. Anahtarlı Otomatik Sigortalar

1.3.9.1. Görevi

Direk tipi trafo ölçüm panosunda sabit kompanzasyon kondansatörlerinin korumasında anahtarlı otomatik sigortalar kullanılır. Kompanzasyon kondansatörlerinin bulunduğu mühürlü bölmede tesis edilirler. Otomatik sigortalar, bağlı bulunduğu elektrik devresini aşırı akım ve kısa devrelere karşı korurlar. Devrenin kolayca açılıp kapatılmasına imkân sağlarlar. 1 fazlı 3 adet sigorta kullanılmalıdır. Örnek olarak 5 kVAR kondansatör nominal akımı 7,2 A olduğuna göre 16 amperlik sigortalar kullanılabilir.

1.3.9.2. Standart Değerleri

Otomatik sigortalar 2 A'den 63 A'e kadar 1, 2, 3, ve 4 kutuplu olarak imal edilirler. TS 5018 EN 60898 standartlarına göre B ve C olmak üzere iki ayrı tipi mevcuttur.

B tipi genellikle aydınlatma, priz ve kumanda devrelerinde, C tipi ise transformatör, floresan lamba gibi endüktif yüklerde kullanılır. Bu sigortalar kısa devre anında devreyi kısa sürede açarlar, böylece kısa devre akımının termik ve manyetik zorlanmaları sınırlandırılır. Otomatik sigortalar 6 kV'luk darbe gerilimine, 55°C'lik çevre sıcaklığı ve % 95'lik bağıl neme dayanıklıdır.

Anahtarlı Otomatik Sigortalar

TS EN 60898 / IEC 60898 TSE 5018 CE		
Tip	FMH	
Karakteristik	B, C	
Kısa devre kesme kapasitesi kA_{rms}	6	10
Anma akımı A	6,10,16,20,25,32,40,50,63	6,10,16,20,25,32,40,50,63
Kutup sayısı	1, 2, 3, 4	

Tablo 1.9: Anahtarlı otomatik sigorta özellikleri

1.4. Ölçüm Panolarının Yerine Montajı

Direk tipi trafo ölçüm panoları mutlaka direk yanına monte edilmelidir. Direk demir veya beton direk olabilir. Ancak beton direkler daha çok tercih edilmektedir. Ölçüm panosunun standarda en uygun montajı direk yanı beton platform üzerine olanıdır. Diğer montajlar pek sağlıklı olmamaktadır. Bazı durumlarda (kuyu pompaları panoları) kompanzasyon ve AG dağıtım panosuyla ölçüm panosu beraber montaj yapılmaktadır.

Montajda dikkat edilecek hususlar:

- Ø Ölçüm panosu montaj atölyesinden dikkatli bir şekilde, montaj yerine taşınır.
- Ø Trafo direği yanında daha önceden beton platform (kaide) hazırlanmalıdır. Beton platform zeminden en az 30 cm yüksekte olmalıdır ve pano alt genişliğinden küçük olmamalıdır. Tesise gidecek yer altı kablosu beton platformun içinde kalmalıdır.
- Ø Beton platform, ölçüm pano alt montaj yerlerine uygun olarak işaretlenir.
- Ø İşaretlenen yerler beton matkabı ile delinir.
- Ø Delinen yerlere uygun çelik dübeller takılır.
- Ø Ölçüm panosu montaj delikleri, platformdaki çelik dübellere geçirilerek platforma yerleştirilir.
- Ø Çelik dübeller uygun bir şekilde sıkılarak yerine montajı bitirilir.
- Ø Yerine montajda iş güvenliği ve emniyet tedbirlerine uyulmalıdır.

Resim 1.30: Ölçüm panosunun montaj yerine taşınması

Resim 1.31: Ölçüm panosunun yerine montajı

Resim 1.32: Ölçüm panosunun direk üzerine montajı

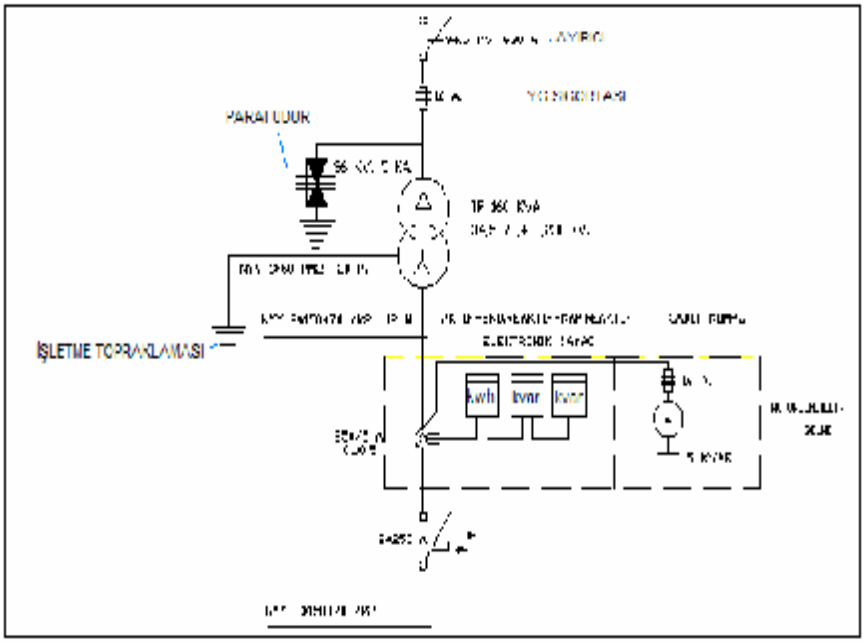
Resim 1.33: Ölçüm panosu AG ve kompanzasyon panosu birlikte ve direk dibine montajı

Ölçüm panosu giriş çıkış kablo bağlantısı:

Trafo çıkışı alçak gerilim kablosu ölçüm panosuna, üstte bulunan kablo giriş yerinden geçirilerek baralara takılır. Tesise giden çıkış kablosu ise kompakt şalter çıkışına takılır. Ölçüm pano giriş çıkış kabloları olarak NYY (YVV) enerji kablosu kullanılmaktadır. Genellikle 160 kVA'dan sonraki direk tipi trafoların çıkış kabloları paralel olarak ikiye

bölünmektedir. Çünkü kablo kesiti arttığı için kablonun işlenmesi zorlaşmaktadır, ayrıca kablonun çok ısınması ve kayıplarz da azaltılmaktadır.

Örnek: 2 (3*150+70) mm² NYY kablo, burada iki adet 150'lik NYY kablo kullanılmaktadır. Şekil 1.19'da 160 kVA'lık direk tipi trafo tek hat şeması görülmektedir, şemayı incelediğimizde pano giriş ve çıkış kablosu olarak 3*150+70 mm² NYY kablo kullanılacağı görülmektedir.



Şekil 1.19: 160 kVA trafo tesis tek hat şeması

UYGULAMA FAALİYETİ

ÖLÇÜM PANOSU MALZEMELERİNİ SEÇMEK	
İşlem Basamakları	**Öneriler**
Ø Ölçüm panosunu seçiniz	Ø Bütün malzemelerin katalog ve varsa CD'lerini inceleyiniz. Ø Seçeceğiniz panonun harici tip özellikte olduğunu dikkate alınız.
Ø Pano şalterini seçiniz.	Ø Pano genel teknik şartnamesini dikkate alınız.
Ø Elektrik sayacını seçiniz.	Ø Seçeceğiniz şalterin kompakt tipte olmasına dikkat ediniz. Ø Kompakt şalterin etiket değerlerini okuyunuz. Ø Seçeceğiniz sayacın elektronik sayaç olacağını unutmayınız.
Ø Akım trafosunu seçiniz.	Ø Sayacın kombi ve x5 tipte olmasına dikkat ediniz. Ø Sayacın etiket değerlerini okuyunuz.
Ø Güç kondansatörünü seçiniz. Ø Akım ve gerilim ölçü klemenslerini seçiniz.	Ø Akım trafosunun barasız tipte olmasına dikkat ediniz. Ø Akım trafolarının etiket değerlerini okuyunuz.
Ø Bara ve mesnet izolatörlerini seçiniz.	Ø Kondansatörün sabit kompanzasyon için kullanılacağını dikkate alınız. Ø Kondansatörün etiket değerlerini okuyunuz. Ø Akım klemenslerini seçiniz. Ø Gerilim klemenslerini seçiniz. Ø Klemenslerin farklarını bulunuz. Ø Bakır baraların dikdörtgen kesitte olmasına dikkat ediniz. Ø Mesnet izolatörlerinin baralara uygun olmasına dikkat ediniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TESTLER(ÖLÇME SORULARI)

Aşağıda bu öğrenme faaliyetiyle ilgili bir test yer almaktadır. Aşağıdaki soruların cevaplarını çoktan seçmeli, tamamlamalı ve doğru-yanlış olarak değerlendiriniz.

1. Ölçüm panosu……..de kullanılır. Boşluğu doldurunuz.

2. Ölçüm pano sacları kalınlığı en az kaç mm olmalıdır. Doğru seçeneği işaretleyiniz.

A)1mm **B)** 2mm **C)** 0,5mm **D)** 0,2mm **E)** 0,1mm

3. Baraların panoya sabitlenmesinde……kullanılır. Boşluğu doldurunuz.

4. Ölçüm panosunda ana şalter olarak,……şalter kullanılır. Boşluğu doldurunuz.

5. Ölçüm panosunda kullanılan sayaç aşağıdakilerden hangisidir. Doğru seçeneği işaretleyiniz.

A) Elektromekanik **B)** Mekanik **C)** Elektronik kombi **D)** Aktif **E)** Reaktif

6. Ölçüm panosundaki sabit kompanzasyon gücü trafo gücünün en az % kaçı olması gerekir?

A) %10 **B)** %20 **C)** %40 **D)** %3 **E)** %8

7. Ölçüm panosu akım ve gerilim klemenslerinin görevi……dir. Boşluğu doldurunuz.

8. Ölçüm panosu akım trafolarının sekonder sargı uçları ……. bağlanır. Boşluğu doldurunuz.

9. Ölçüm panosundaki ampermetrenin görevi……dir. Boşluğu doldurunuz.

10. Ölçüm panosu giriş çıkış kablosu olarak aşağıdakilerden hangisi kullanılır.

A) YE3V **B)** YVV **C)** NVV **D)** YVŞV **E)** YVMV

DEĞERLENDİRME

Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar ediniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

PERFORMANS TESTİ

MODÜL ADI: Dağıtım Panoları **UYGULAMA FAALİYETİ**: Ölçüm pano malzemelerini seçmek	**ÖĞRENCİNİN** **ADI SOYADI:…….** **SINIF VE Nu:…….**

AÇIKLAMA: Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri EVET ve HAYIR kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Ölçüm panosunu yönetmeliklere uygun seçtiniz mi?		
Ölçüm pano şalterini uygun olarak seçebildiniz mi, etiket değerlerini doğru okudunuz mu?		
Ölçüm pano sayacını uygun olarak seçebildiniz mi, etiket değerlerini doğru okudunuz mu?		
Ölçüm pano akım trafosunu uygun olarak seçebildiniz mi, etiket değerlerini doğru okudunuz mu?		
Ölçüm pano akım ve gerilim klemenslerini doğru olarak seçtiniz mi?		
Ölçüm pano mesnet izolatörlerini doğru olarak seçtiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda “hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı “evet” ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, uygun ortam sağlandığında, standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak, alçak gerilim dağıtım pano ve malzemelerini hatasız seçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde konuyla ilgili araştırma ve gözlem yapmanız, bilgileri daha rahat kavramanıza yardımcı olacaktır, yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Alçak gerilim dağıtım panoları nerelerde kullanılır? Araştırınız.
- Alçak gerilim dağıtım panolarında kullanılan malzemeler nelerdir? Araştırınız.

Araştırma işlemleri için internet ortamını kullanabilir, elektrik malzemeleri satan iş yerlerini, yüksek gerilim taahhüt firmalarını, çevrenizde varsa eğer pano imalatı yapan firmaları gezebilirsiniz. Ayrıca pano ürün kataloglarını incelemelisiniz. Araştırmanızı rapor haline getirerek arkadaşlarınıza sununuz.

2. ALÇAK GERİLİM DAĞITIM PANOSU VE MALZEMELERİ

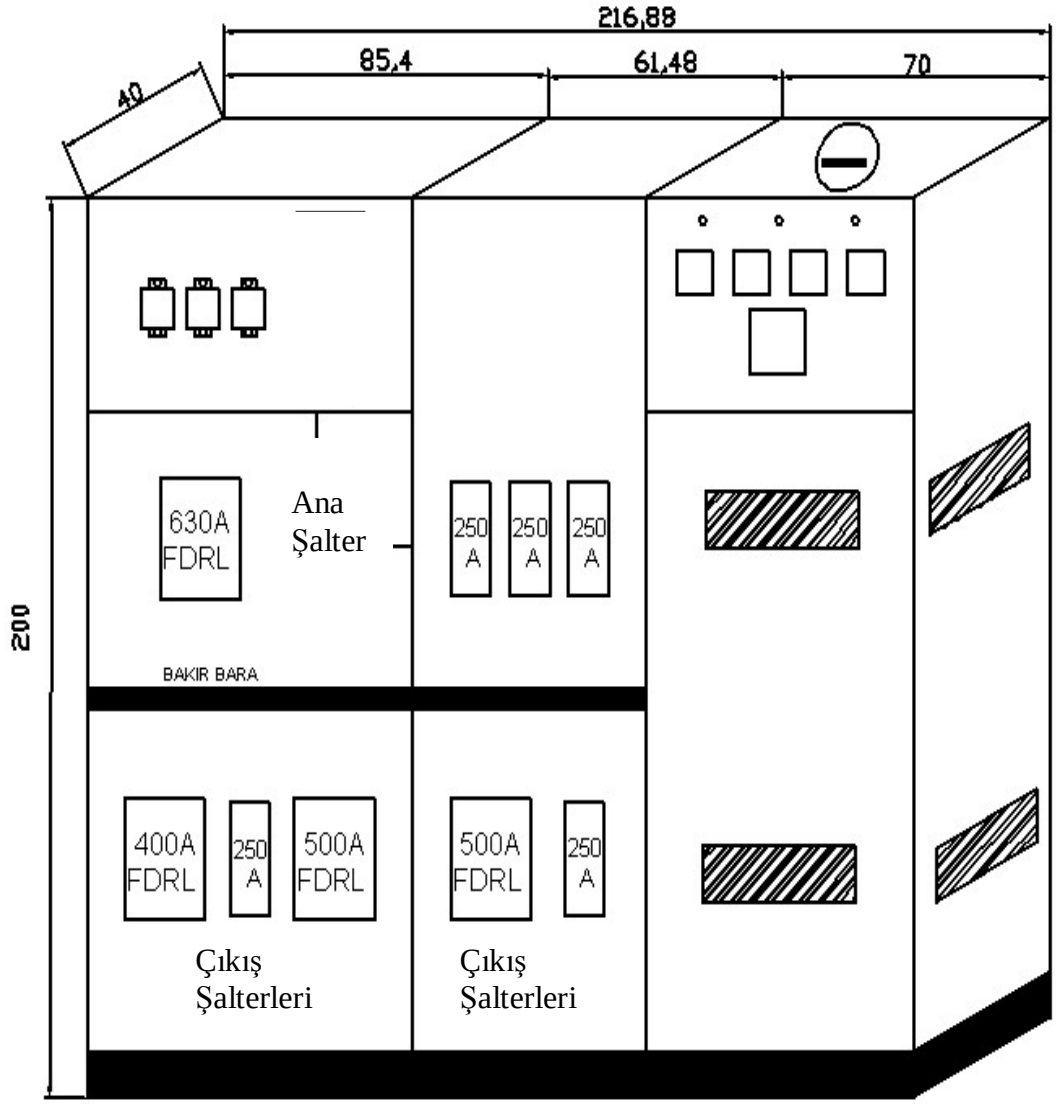
2.1. Alçak Gerilim Panosu

2.1.1. Görevi

Fabrika, atölye ve iş yerlerinde elektrik enerjisinin ana dağıtımının yapıldığı panolardır. Bina tipi trafo merkezli tüketicilerde, trafo alçak gerilim çıkışı direkt olarak ana dağıtım panosuna gelir, oradan tali panolara enerji dağıtımı yapılır. Direk tipi trafo merkezli tüketicilerde, ölçüm panosundan gelen elektrik enerjisi ana dağıtım panosuna giriş yapar, oradan tali dağıtım panolarına şalterlerden çıkış yapılır. Trafosuz iş yerlerinde ana kofradan gelen enerji, dağıtım panosuna giriş yapılır ve oradan tesise enerji dağıtılır. Ana dağıtım panosu ile tesisin enerjisi tek bir panodan kontrol edilebilir. Büyük tesislerde kompanzasyon panosu ile birlikte montaj yapılır.

2.1.2. Ana Dağıtım Pano Boyutları

Ana dağıtım panoların boyutları tesisin büyüklüğüne yani tesis gücüne göre değişmektedir. Tesis gücü ne kadar fazla olursa şalter ve bara boyutları da büyüyeceğinden, panonun boyutları büyümektedir. Ana dağıtım pano yüksekliği 200- 210 cm standart olarak yapılmaktadır. Pano derinliği en az 40 cm olmak üzere, 50- 60- 70- 80- 90 cm olabilmektedir. Pano genişliği ise tesisin büyüklüğüne göre değişmektedir. Şekil 2.1'de bir tesisin ana dağıtım ve kompanzasyon panoları birlikte olarak boyutları görülmektedir. Şekil 2.1'deki tesisin ana şalteri görüldüğü gibi 630 Amper kompakt şalterdir. Bu tesisin 7 tane çıkış şalteri, 1 adet kompanzasyon kompakt şalteri bulunduğu görülmektedir.



Şekil 2.1: Bir tesisin ana dağıtım ve kompanzasyon pano boyutları

2.1.3. Ana Dağıtım Pano Özellikleri

Ana dağıtım pano iskeleti için 40x40x4 mm köşebent veya benzeri profil demir kullanılır. Panolarda kullanılan DKP sacın kalınlığı en az 2 mm olmalıdır. Pano sacı üzerine mekaniki etki yapacak şalter ve kumanda elemanı yerleştirilecek ise sac kalınlığının 3 mm seçilmesi daha iyi olmaktadır. Ana dağıtım panoları 1600 kVA' ya kadar standart olarak TS 3367 ve IEC 439'a uygun olarak imal edilirler.

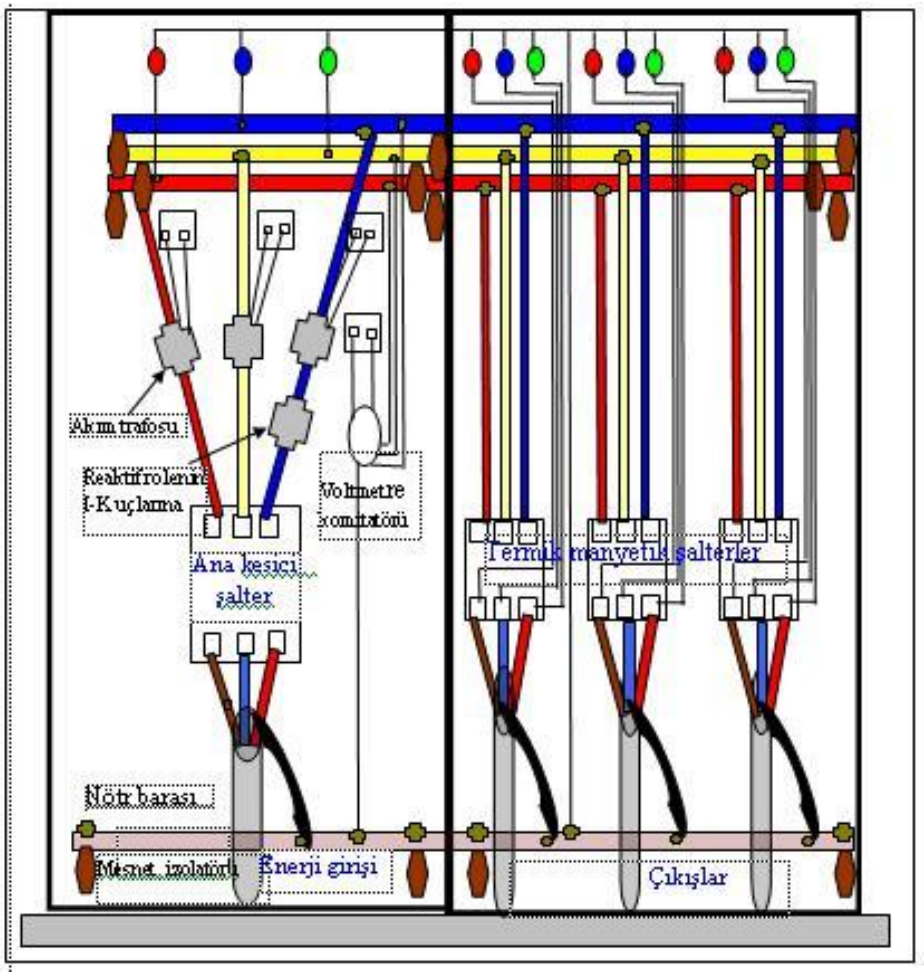
Ana dağıtım panolarının kullanılacağı tesise göre özellikleri değişmektedir. Su kuyu pompaları gibi yerlerde harici özellikte ve ölçüm panosu, dağıtım panosu ve kompanzasyon panosu birlikte tesis edilirler. Küçük tesislerde elektrik sayaclı ana dağıtım panosu, kompanzasyon panosu birliktedir. Eski yönetmeliklere göre yapılmış tesislerde de elektrik sayaçlı ana dağıtım panosu ve kompanzasyon panosu birliktedir. Yeni yönetmeliklere göre eğer direk tipi trafolu tesis ise, elektrik sayacı direk yanında montajlı ölçüm panosunda bulunacaktır. Eğer bina tipi trafolu tesis ise modüler ölçüm hücresinde elektrik sayacı bulunacaktır. Eski yönetmeliklere göre yapılmış direk tipi trafolu tesislerde ana dağıtım panosunda bulunan elektrik sayacının, dışarıda direk dibinde bulunan ölçüm panosuna konulması gerekmektedir.

Büyük tesis ana dağıtım panosunda; bakır baralar, ana şalter, çıkış şalterleri, akım trafoları bulunmaktadır. Eğer dağıtım panoları bina dışında montaj yapılacak ise harici tip özellikte olmalıdır. Bina içinde montaj için dahili özellikte doğal havalandırmalı veya aspiratörlü olarak montaj yapılmalıdır. Gerekli olan durumlarda iç aydınlatma da konulabilir. Ana dağıtım panolarına ölçü aletleri de monte edilebilmektedir. Panolarda bulunan baralara dokunmayı önlemek için, şeffaf fiberglas cam ile baraların üstü muhafaza altına alınmalıdır.

Resim 2.1: Ana dağıtım ve kompanzasyon panosu

2.2. Ana Dağıtım Pano Bağlantı Şeması

Ana dağıtım panosu bağlantı şeması olarak, şekil 2.2'de görülen şema örnek olarak verilmiştir. Bu şemayı incelediğimizde enerji girişi ve çıkışı alttan kablolar ile yapılmaktadır. Ana şalter çıkışı baralar ile yapılmaktadır, baralara 3 adet ölçü aleti için akım trafosu ve reaktif güç rölesi için 1 adet akım trafosu montajlıdır. Çıkış şalterlerine enerji girişi baralardan yapılmaktadır. Ayrıca sinyal lambaları ve voltmetre ile komütatörü bağlanmıştır.



Şekil 2.2: Ana dağıtım panosu bağlantı prensip şeması

2.3. Ana Dağıtım Pano Malzemeleri

Ana dağıtım panosunda kullanılan malzemeler; baralar, şalterler, akım trafoları, mesnet izolatörleri ve pano iç ihtiyaç priz lambaları incelenecektir.

2.3.1. Baralar

Ana dağıtım panolarında ana şalter çıkışları ve bazen de girişleri dikdörtgen kesitli bakır baralarla yapılmaktadır. Tesisin gücüne göre bara boyutları değişmektedir.

Örnek: 400 kVA trafolu bir tesisin kurulu gücü 325 KW'tır. Bu tesisin çekeceği akımı bulalım. (Cos ϑ= 0,97 alınacaktır.)

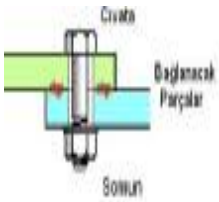
Çözüm: $I = \frac{N}{1,73 .V .Cos\ J}$ = 325000 / 1,73 x 380 x 0,97

I= 325000 / 637,678 = 509,661 A.

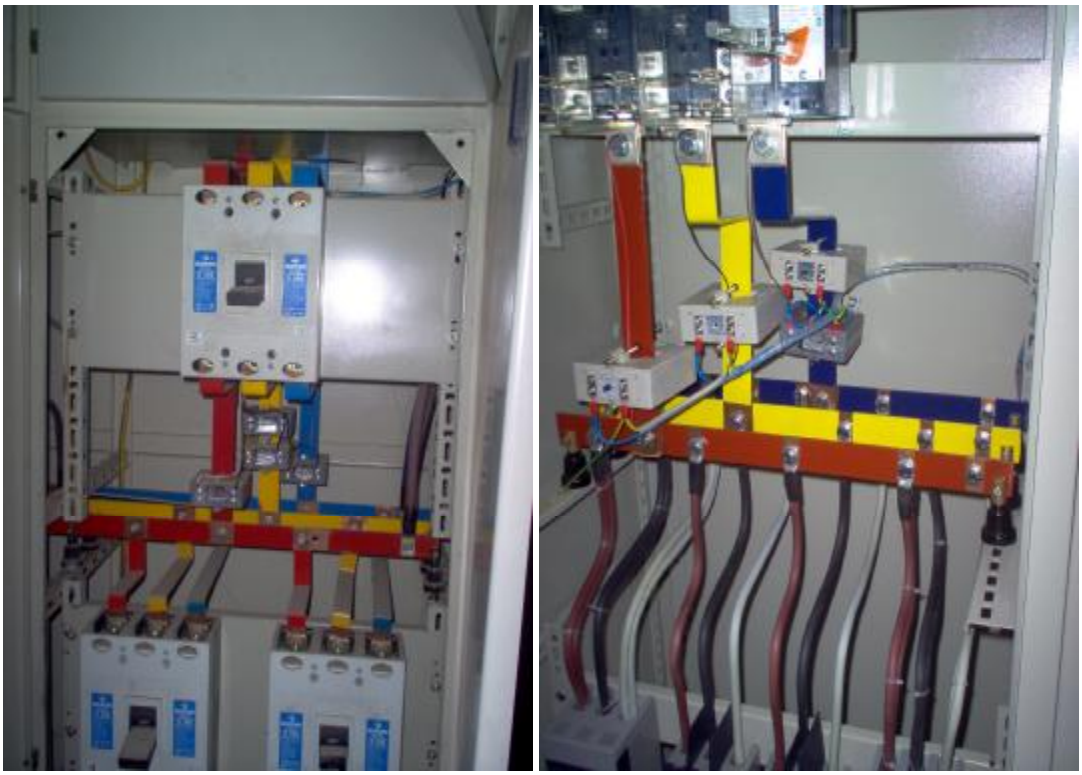
Bu tesisin akımı ana dağıtım panosundaki ana baradan geçeceği için, bu akıma uygun baralar seçilmelidir. Tablo 2.1'den 510 ampere uygun boyalı 40 x 5 bara kullanılmalıdır.

			SÜREKLİ YÜKLEME AKIMI (A)-50 Hz. A.C.							
			BOYALI BARA ADEDİ				ÇIPLAK BARA ADEDİ			
BOYUTLAR mm	KESİT mm²	AĞIRLIK Kg / m	I	II	III	IV	I	II	III	
12x2	24	0,21	125	250	-	-	110	220	-	-
15x2	30	0,27	155	270	-	-	140	240	-	-
15x3	45	0,4	185	330	-	-	170	300	-	-
20x2	40	0,36	205	350	-	-	185	315	-	-
20x3	60	0,54	245	425	-	-	220	380	-	-
20x5	100	0,89	325	550	-	-	290	495	-	-
25x3	75	0,67	300	510	-	-	270	460	-	-
25x5	125	1,12	385	670	-	-	350	600	-	-
30x3	90	0,8	350	600	-	-	315	540	-	-
30x5	150	1,34	450	780	-	-	400	700	-	-
40x3	120	1,07	460	780	-	-	420	710	-	-
40x5	200	1,78	600	1000	-	-	520	900	-	-
40x10	400	3,56	835	1500	2060	2800	750	1350	1850	2500
50x5	250	2,23	720	1200	1750	2300	630	1100	1500	2100
50x10	500	4,45	1025	1800	2450	3330	920	1620	2200	3000
60x5	300	2,67	825	1400	1980	2650	750	1300	2800	2400
60x10	600	5,34	1200	2100	2800	3800	1100	1860	2500	3400
80x5	400	3,56	1060	1800	2450	3300	950	1650	2200	2900
80x10	800	7,12	1540	2600	3300	4600	1400	2300	3100	4200
100x5	500	4,45	1310	2200	2950	3800	1100	2000	2600	3400
100x10	1000	8,9	1880	3100	4000	5400	1700	2700	3600	4800
120x10	1200	10,68	2200	3500	4600	6100	2000	3200	4200	5500
160x10	1600	14,24	2880	4400	5800	7800	2600	3900	5200	7000

Tablo 2.1: Bakır bara seçim tablosu



Baraların birbirine bağlantıları gevşek olmamalıdır. Baralar kırmızı, mavi, sarı renklerde boyanmalıdır. 100 amper üzerinde olan akımlar için pano bağlantıları baralarla yapılmalıdır.



Resim 2.2: Ana dağıtım pano baraları

2.3.2. Şalterler

Ana dağıtım panolarında giriş şalteri olarak yük şalteri, kompakt şalter ve büyük güçlerde açık tip otomatik şalterler kullanılmaktadır. Çıkış şalterleri olarak küçük panolarda pako şalter, büyük akımlar için kompakt şalter veya açık tip otomatik şalterler kullanılmaktadır. Pako şalterler kullanıldığı zaman ayrıca sigortalar da (anahtarlı otomatik sigorta veya bıçaklı sigorta) kullanılmalıdır.

2.3.2.1. Görevi

Ana dağıtım panosunda, tesisin elektrik enerjisini açıp kapama ve çıkış şalteri olarak alıcılara kumanda etme görevi yaparlar.

2.3.2.2. Çeşitleri ve Özellikleri

Ana dağıtım panosunda daha önceden de belirtildiği gibi, giriş şalteri olarak yük şalteri, kompakt şalter veya açık tip otomatik şalter kullanılmaktadır. Kullanılacak şalterler tesis anma akımına uygun olmalıdır.

- **Yük Şalteri**

Yük şalteri olarak; yük kesicisi veya yük ayırıcısı kullanılmaktadır. Yük kesicileri NH bıçaklı sigortalar ile birlikte kullanıldığından "şalter" ve "devre koruma elemanı (sigorta)" olarak iki önemli fonksiyona sahiptir. Çekilen akım veya yükteki değişikliklere bağlı olarak bıçaklı sigortaların değiştirilmesiyle, istenilen anma akımında ve işletme sınıfında devre koruma imkânı sağlandığından aynı şalteri çok yönlü kullanmak mümkündür. Termik magnetik şalterlere göre daha hassas selektivite özelliğine sahiptir. Termik manyetik şalterden farklı olarak kısa devre akımını daha küçük değerlerde sınırlamaktadır. VDE ve IEC'ye uygun olarak yüksek kısa devre kesme yeteneğine sahiptir. 160 A şalterlerde sürtünmeli, diğer büyük boy şalterlerde ise döner kontak sistemi vardır.

Resim 2.3: Yük şalteri

Kullanımı oldukça ekonomiktir. Elektrik tesisinde kullanılmaları halinde 3 adet bıçaklı sigorta altlığı 1 adet ark hücreli şalter, ara bağlantıları için gerekli kablo, kablo pabucu, bara vs. gibi malzemelerden tasarruf edilmektedir. Aynı zamanda bağlantı noktalarının sayıları da 12'den 6'ya inmektedir. Bu nedenle temas direnci ve bağlantı hatalarının sebep olduğu enerji kayıpları en az olmakta, montaj işçiliğinden ve pano ebatlarının küçülmesinden maliyet tasarrufu sağlanmaktadır.

Yük altındaki açma ve kapama sırasında meydana gelen ark, özel geliştirilmiş ark hücreleri sayesinde tamamen söndürülmektedir. Kesici kapağı üzerinde bulunan muhafazalı küçük pencereler sayesinde, kesici açılmadan sigorta buşonlarının etiketi okunabilmekte, atık olup olmadığı görülebilmektedir. Kapak, yerinden tamamen çıkarıldığından sigorta buşonları tehlikesiz ve emniyetli bir şekilde değiştirilir.

Tesisteki arıza veya bakım çalışmaları sırasında kapağın yerinden çıkarılması veya buşonsuz olarak yerine tekrar takılabilmesi mümkün olduğunda devrenin yanlışlıkla kapatılması sonucu çeşitli arıza veya kazaların meydana gelmesi önlenir.

Bıçak sigortalı yük kesicileri hem pano içinde hem de pano ön yüzeyinde kullanılabilir. Faz araları speratörler ile izole edilmiştir. Yük kesici ve bağlantı kabloları sökülmeden kapak, ark hücreleri ve seperatörler değiştirilebilir. Yük kesicinin seri olarak açılıp kapatılabilmesi için monte edildiği zemin açma kapama sırasındaki esneme ve sarsılmalara karşı dayanıklı olmalıdır. Bu şart sağlandığı takdirde, yük kesiciler kullanma şekline göre pano ön yüzüne göre veya pano içine monte edilerek kullanılır.

Yük kesicilerin kullanılması sırasında dikkat edilmesi gereken diğer bir husus kapağın kapatılarak yerine tam oturtulmasıdır. Kesici kapağının tam kapatılmaması durumunda, yeterli kontak teması sağlanamadığından kontak direnci büyümekte ve neticede ısınma ve enerji kayıplarının artmasına, yük kesici kullanma ömrünün azalmasına sebep olmaktadır. Kapak tam kapatıldığı takdirde kilitleme sistemi nedeniyle kendiliğinden açılmamaktadır. Şebeke girişi bağlantısı alt veya üst kontak tarafından yapılabilir.

Kullanıldığı tablo ve panolarda büyük yer tasarrufu sağlarlar. Sigortalı ve sigortasız tip yük şalterleri TS EN 60947-3, IEC 60947-3 ve VDE 0660 standartlarına göre, AÇ 23 sınıfına uygun olarak üretilmektedirler. Bu özellikleri sayesinde AC-DC sistemleri ile motor devrelerinde güvenle kullanılırlar. Yük şalteri, komple ünite içine yerleştirilmiş sabit kontak bıçakları ve kendine has kontak sisteminden oluşmuştur. Bu sistemle, kesme enerjisi kontaklar arasında bölünür. Enerjinin kontaklar arasında bölünmesi ve yük kesme hücrelerindeki ark söndürücü elemanlar sayesinde; kontak yüzeyindeki yanma en aza indirilmiştir. Yanmanın az olması kontak ömrünü uzatır.

Sürtünmeli ve döner kontak sistemleri her açma - kapamada temiz ve sıhhatli bir temasın gerçekleşmesini temin eder. Özel yay sistemleri sayesinde kontaklardaki geçiş dirençleri ve enerji kayıpları minimuma indirilmiştir. Akım, şalter içinde her faz içinde dört noktadan kesilir. Bu özellik, şalterin hem akım kesme kapasitesini yükseltir, hem de buşonları her iki ucundan devreden ayırır.

Kumanda kolu "l" konumunda mekanik olarak kilitlenmektedir. Dolayısıyla şalterde enerji varken pano açılamaz. Panoda enerji yokken yani "O" konumunda, kumanda kolu asma kilit ile tamamen kilitlenerek yetkisiz kişilerin devreye enerji vermesi önlenebilir.

Şalter gövdesinde ve yalıtkan kısımlarda ısıya ve ateşe dayanıklı, su emmeyen malzemeler kullanılmıştır. Gövde malzemesi cam elyaflı polyester reçineden olup dielektrik ve mekanik özellikleri çok yüksektir. Fazlar arasındaki yalıtım mesafesi herhangi bir atlamaya karşı oldukça geniş tutulmuştur. Buna rağmen sigortalı tiplerde araya ilave seperatörler konularak hem daha iyi bir yalıtım hem de olabilecek el temaslarına karşı koruma sağlanmıştır.

Açma - kapama mekanizması bütün kutupların birlikte ve çok hızlı çalışmasını sağlar. Açma - kapama hızı el hareketinden bağımsızdır. Mekanizmadaki yaylar sayesinde çok hızlı bir açma-kapama işlemi olmaktadır. Özellikle döner kontak sistemi ile kontak tahribatı önlenmiştir. Yük kesme hücrelerinde ark söndürücü elemanlar vardır. Kumanda kolu

geçmeli tipte olup boyu, istenen pano derinliğine göre ayarlanabilir. Gösterge plakası ve kumanda kolu sayesinde şalterin hangi konumda olduğu rahatlıkla görülebilir.

Yük kesicisinin “sigorta taşıyıcı ile elle tahrik” veya “yaylı mandal mekanizması ile elle tahrik” olarak çeşitleri vardır. Sigortalı yük kesicisi standart anma akımları, 160- 250- 400- 630 amperdir.

Yük ayırıcısı, yük var iken devreyi açıp kapama yapabilmektedir. Standart anma akımları 160- 250- 315- 400- 630- 800- 1000- 1250- 1600- 2000- 2500- 3150 amperdir.

Resim 2.4: Sigortalı ve sigortasız yük şalteri montajlı ana dağıtım panosu

Ø Kompakt Şalter

Ana dağıtım panosunda, ana giriş ve çıkış şalterleri olarak kullanılır. Termik manyetik şalterin özellikleri Öğrenme Faaliyeti 1’de incelenmiş olduğundan burada tekrar incelenmeyecektir. Elektrik enerji kablosu ana şaltere giriş yapılır, şalter çıkışından baralara enerji verilir.

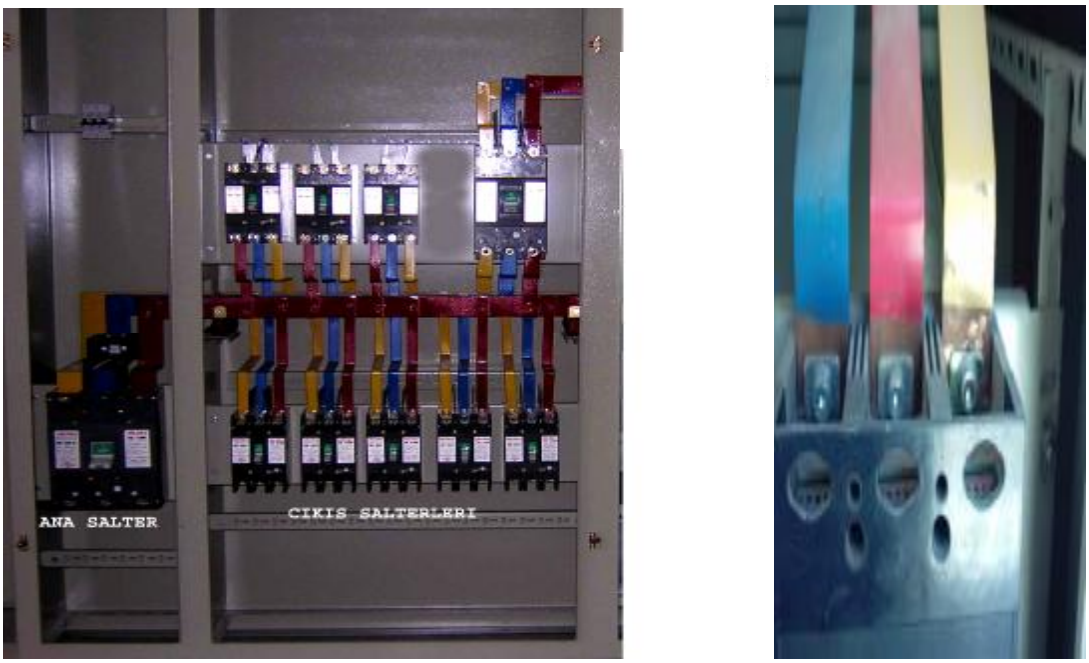
En az üç çıkış şalteri olmalıdır, bir adetde yedek şalter bırakılmalıdır. Kompanzasyon panosu içine bir adet şalter konulmalıdır.

Örnek olarak, 400 kVA trafolu tesis ana dağıtım panosu şalteri 3 x 630 A olmalıdır.

Tablo 2.2’de termik manyetik şalterin (kompakt) standart akım değerleri verilmiştir, inceleyiniz.

ŞALTER ANMA AKIMI (In)	TERMİK AYAR SAHASI (Ir)	MANYETİK AYAR SAHASI (Ii)
20	16- 20 A	300 A
32	25- 32	300
40	32- 40	600
50	40- 50	600
63	50- 63	600
80	63- 80	1000
100	80- 100	1000
125	100- 125	1000
160	125- 160	1500
200	160- 200	1000- 2000
250	200- 250	1200- 2500
315	250- 315	1000- 2000
400	315- 400	1200- 2500
500	400- 500	2500- 5000
630	500- 630	3250- 6300
800	320- 800	8 x In
1000	400- 1000	11 x In
1250	500- 1250	10 x In
1600	640- 1600	9 x In

Tablo 2.2: Termik manyetik şalter akım değerleri



Resim 2.5: Ana dağıtım panosu kompakt şalterleri

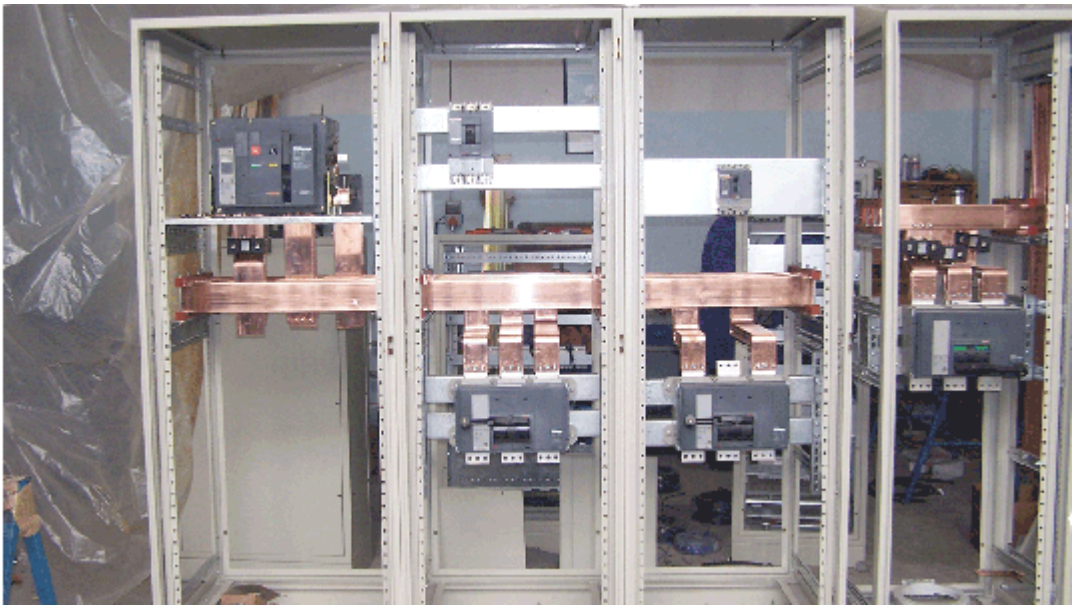
Ø Açık Tip Otomatik Şalter

Büyük güçlü tesis panolarında daha hassas kumanda etme özelliği olan şalterlerdir. 630 A'den 6300 ampere kadar akım değerlerinde üretilirler.

Özellikleri şunlardır;

- 440 V AC'de, 3 boy ile 6 tip kısa devre kesme kapasitesinde 50, 55, 65, 80, 100 ve 150 kA.
- Kontrol devresi özellikleri: Koruma fonksiyonları, aşırı yük, uzun ters zaman gecikmeli, kısa ters zaman gecikmeli, kısa zaman gecikmeli, sabit zaman eğrileri gibi değişik fonksiyonlar, değişiklik koruma özellikleri isteyen kullanıcılar için mümkündür. Gösterge fonksiyonu, akım ayarı göstergesi ve işletme akımı göstergesi vardır.
- Alarm özelliği: Aşırı yük durumunu gösterir. Oto kontrol özelliği, aşırı ısınmaya karşı koruma ve mikrologic kontrol üniteleriyle ile kendi kendini sistemden ayırır.
- Test özelliği: Kesicinin özelliklerini test etmek içindir. (Not: Kesici bir haberleşme ağı ile bilgisayar üzerinden uzaktan kontrol, uzaktan ayarlama ve görüntüleme işlemlerini 1 km mesafeye kadar yapabilir.)
- Ampermetre özelliği: Ampermetre ana devre akımını display ekranda gösterir. SELECT butonuna basılınca LED'i yanan fazın akımını veya maksimum faz akımını gösterir. Tekrar butona basıldığında diğer fazın akımını gösterir.
- Ayarlama özelliği: Kullanıcının taleplerine göre akım ve gecikme zamanı, "+/–" butonlarına basarak ayarlanır. İstediğiniz akımı veya gecikme zamanını ekranda gördüğünüzde STORAGE butonuna basıp kaydedin. Aşırı akım oluştuğunda, bu fonksiyon otomatik olarak kesilir.

Resim 2.6: Açık tip otomatik güç şalteri



Resim 2.7: Açık tip güç şalterinin ana dağıtım panosunda kullanılması

2.3.3. Akım Trafoları

Ana dağıtım panosunda ana şalter çıkış baralarına montaj yapılır. Görevleri ampermetre, reaktif güç rölesi, cosinüsfimetre, multimetre gibi cihazlara dönüştürme oranına göre akım sağlamaktır. Baralı veya barasız tipte montaj yapılırlar. Alçak gerilim akım transformatörleri; primer sargı, sekonder sargı ve bu sargıların üzerine sarıldığı manyetik nüve olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Primeri barasız olan akım, transformatörlerinde primer sargısı bulunmamaktadır. Bunun yerine transformatörün toroidal nüve içerisinden

bara veya kablo geçirilerek primer sargısı oluşturulur. Alçak gerilim akım transformatörleri, ölçü ve koruma akım transformatörleri olmak üzere iki şekilde imal edilmektedir.

Ölçü akım transformatörleri; ölçme aletleri, sayaçlar, röleler ve benzer teknikle çalışan diğer aygıtları beslemek amacıyla yapılmıştır. Bu cihazları yüksek gerilim şebekelerinden yalıtan ve ölçü aletlerinin sınırı dışında olan akımlarını ölçülebilir değerlere indirmesini sağlayan transformatörlerdir. Koruma akım transformatörleri; koruma rölelerini besleyen bir akım transformatörüdür.

Ölçü akım transformatörünün doğruluk sınıfı, primer anma akımı ve anma yükünde, yüzde olarak, akım yanılgısının üst sınırına eşit olan ve «sınıf indisi» denilen bir sayı ile verilir. Standart değeri 0,1 - 0,2 - 0,5 - 1 - 3 – 5'tir. Laboratuvar ölçümlerinde 0,2 sınıfı akım trafoları kullanılır. Teknik uygulamada ölçme için 1 sınıfı akım trafoları, koruma için 3 sınıfı akım trafoları kullanılır.

Akım transformatörlerinin montajında dikkat edilecek hususlar:

- Ø Primerden akım geçerken, sekonder devresi asla açılmamalıdır.
- Ø Akım transformatörleri bir fazlı olarak yapılır.
- Ø Akım transformatörleri genellikle kısa devre durumunda çalışan cihazlardır.
- Ø Akım trafoları daima kısa devre durumunda çalıştırılmalıdır. Primer sargı gerilim altında bulunduğu takdirde sekonder sargı kısa devre edilmiş durumda tutulmalıdır. Aksi halde sekonder sargıda oluşacak aşırı gerilimden dolayı ölçü yapmakta olan kimseler için hayati bir tehlike baş gösterebilir.
- Ø Sekonder sargının bir ucu topraklanmalıdır.
- Ø Devre akımına uygun değerde akım trafoları seçilmelidir. Reaktif güç rölesinin akım trafosu genellikle ayrı olmaktadır.

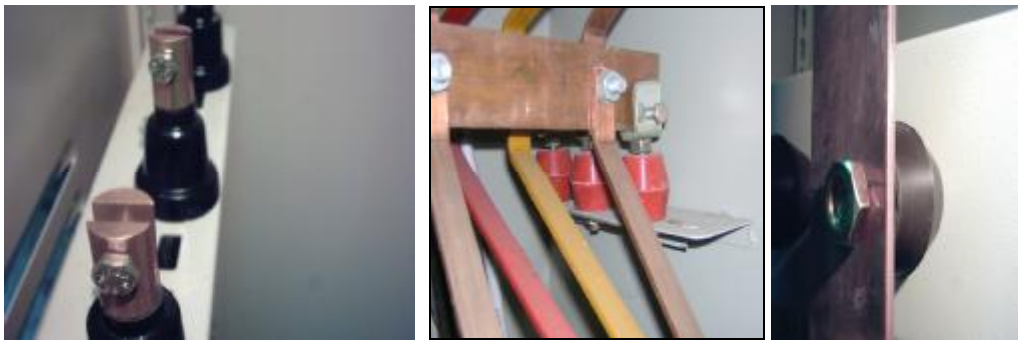
Resim 2.8: Akım trafoları

2.3.4. Mesnet İzolatörleri

Panolarda kullanılan mesnet izolatörleri, baraları pano gövdesi üzerine yalıtımlı olarak tutturmaya yararlar. Mesnet izolatörünün alt kısmı metalden yapılmışıtır. Panoya bağlantı bu kısımdan yapılır. Gövdesinin üzeri ise porselen, bakalit veya sertleştirilmiş PVC'den yapılmıştır. İzolatörlerin üzerinde bara tutturmak için cıvatalı bir bölüm bulunur. Mesnet izolatörlerinin bara tutturma yerleri, baraların boyutlarında yapılır. Alçak gerilimde (1 kV'a kadar) kullanılan bara mesnet izolatörleri küçük orta ve büyük olmak üzere üç ebatta üretilir.

Cinsi	Boyu (mm)	Çapı (mm)	İzolatör başı cıvata çapı (mm)
Küçük	25	20	4
Orta	25	30	6
Büyük	40	40	6

Tablo 2.3: Bara mesnet izolatörü boyutları



Resim 2.9: Mesnet bara izolatörleri

2.3.5. Pano İç İhtiyaç Priz ve Lambası

Panodan elektrik alınması için bazı panolara üç faz, bazılarına da bir fazlı prizler montaj edilir. Panonun iç aydınlatması için de lamba konulmaktadır. Priz ve lambaların sigortaları ayrı olmaktadır.

Pano metal gövdesi koruma topraklamasına irtibatlandırılmalıdır.

Resim 2.10: Pano metal gövdesinin topraklanması

2.4. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

Uyarma levhaları
Madde 21- Çeşitli yerlere ve tesis bölümlerine, görevlilerin makineler, aygıtlar ve iletkenlerin ne işe yaradığını açıkça anlayabileceği biçimde bozulmaz türden yazı, işaret ve şemalar konulmalıdır.
Ayrıca elektrik tesislerinde uygun yerlere aşağıdaki levhalar asılmalıdır:

1) Elektrik akımının neden olduğu kazalarda yapılacak ilk yardımla ilgili yönergeler
2) Tesisin bağlama şeması
3) Tesisin işletilmesi sırasında alınması gereken özel önlemlerle ilgili kısa yönerge

2.5. Topraklamalar Yönetmeliği

Madde 9:
a) Toprağa olan bağlantılar:
2) Topraklama tesisinin her bir kısmının (işletme elemanı) seçimi ve kurulması ile ilgili, aşağıdaki hususlar sağlanmalıdır:

- Topraklayıcının yayılma direnci değeri koruma için gerekli koşullara ve tesisin işletmesine uygun olmalı, ayrıca topraklayıcının fonksiyonu değişmeden kalabilmelidir.
- Her bir kısım beklenen dış etkilere karşı dayanıklı olmak üzere yeteri kadar sağlam olmalı ve makanik koruma ile donatılmalıdır.

2.6. Dağıtım Panoları Genel Teknik Şartnamesi

- Panolar, şartname ve projelere göre hazırlanıp tasdik ettirilecek imalat resimlerine uygun olarak serbest dikili sistemde en az 2 mm kalınlığında düzgün yüzeyli DKP sac levhalardan imal edilecektir. Kimyasal temizlemeden sonra fosfat kaplanacaktır.

- Panoların taşıyıcı çerçevesi delikli L ve U profillerin, kadmiyum kaplı cıvalarla birleştirilmesi ile yapılacak ve panolar birbirlerinden sac levhalarla ayrılacaklardır. Ayrıca kısa devre akımının meydana getireceği kuvvetlere dayanıklı olacaktır (en az 50 kA).

- Vida bağlantılarının, özel olarak temizlenmiş ve asitsiz vazelin ile iyice yağlanmış dokunma yüzeylerine sahip olması gerekir. Vidalar galvanizli veya paslanmaz maddeden olacaktır.

- Panolar, modüler yapıda olup, önden kontrol edilebilir tarzda olacak, gerekli sinyal lambaları, kumanda şalteri ve ölçü aletleri kapakta, sigorta, şalter, kontaktör vb. teçhizatlar panolar içinde kalacak şekilde imal edileceklerdir. Panonun içerisine siviç vasıtası ile kapıların açılması ile yanan lamba konulacaktır.

- Pano için zemin üzerinde en az 10 cm yüksekliğinde beton kaide yaptırılarak, pano bunun üzerine monte edilecektir.

- Pano ölçüleri resimlerde belirtildiği gibi olacaktır. Detaylara uyulacaktır.

- 160 A'den büyük sigorta ve şalter bağlantıları bakır bara ile yapılacak bütün ek yerleri, temizlenmiş olacak ve bağlantı için kadmiyum kaplı cıvatalar kullanılacaktır.

- Pano içerisinde kullanılan şalter ve sigortalar TSE ve uluslararası standartlara uygun, kaliteli markalardan seçilecektir.

- Panoda; faz, nötr ve toprak baraları bulunacak, faz ve nötr baralarının gövdeden izolesi için yalıtkan levhalar veya izolatörler kullanılacaktır. Baralar saf bakır olacak ve boyutları kısa devre akımı ile kısa devre mukavemetlerine göre tayin edilecek, klemensler ısıya dayanıklı yanmaz malzemeden olacaktır.

- Hareketli kapaklar tek tip anahtarla açılacak, tablonun rutubet ve tozdan korunması için gövde ile kapak arasında lastik conta bulunacaktır. Kullanılan contalar yapıştırma şeklinde olmayıp kanala geçmeli şekilde olacaktır.

- Hareketli kapakların topraklanması, 16mm^2 çok telli, örgülü ve sarı-yeşil izoleli iletkenle yapılacaktır. Bu bağlantıda iletken her iki ucundan pabuçlanarak gövdeye ve kapağa uygun bir şekilde kaynatılmış cıvatalarla bağlanacaktır.

- Panonun metal kaplama yapılmayan sac aksamının temizleme işlemleri tamamlandıktan sonra epoxi-polyester elektrostatik toz mat boya ile boyanacaktır.

- Cihaz etiketleri, üzerindeki yazılar, siyah eloksallı alüminyum plaka üzerine pantografla yazılı olacaktır.

- Ø Pano içindeki kablolara düzgün bir form verilecek, gerekli yerlerde plastik kablo kanalları kullanılacaktır. Pano teçhizatları ve kendisi bir sistem dahilinde etiketlenecektir.

- Ø Pano giriş ve çıkışları kontrolluğun uygun gördüğü şekilde yerine göre üstten veya alttan olacaktır.

- Ø Panoların uygun yerine, projelerde belirtilen tablo numaraları yazılacaktır. Yazılar siyah eloksallı alüminyum plaka üzerine pantografla yazılı olacaktır.

- Ø Panoların ortasından yatay giden ve yan yana sıralanmış yeterli amperajda faz baraları bulunacaktır. Faz baraları boyalı ve fazların boya rengi, aşağıda belirtildiği gibi olacaktır.

  - Faz 1 (L1) : SARI
  - Faz 2 (L2) : KIRMIZI
  - Faz 3 (L3) : MAVİ

- Ø Nötr ve toprak barası, panonun alt ve üst bölümünde yatay olarak götürülecek ve boya renkleri aşağıda belirtildiği gibi olacaktır.

  - Nötr (N) : SİYAH
  - Toprak (PE) : SARI-YEŞİL

- Ø Terminal klemenslerine, çok telli fleksibl iletkenler bağlanacak ise iletkenlerin ucuna mutlaka yüksük takılacak veya uçları lehimlendikten sonra klemenslere bağlantı yapılacaktır. Kullanılan klemensler ve kablolar ısıya dayanıklı ve yanmaz özellikte olacaktır. Isıyla büzüşen makaron kullanılacaktır.

- Ø Klemenssiz bağlantıları çok telli iletkenlerde, iletken kesitine uygun yarıksız tip kablo pabucu ile yapılacaktır.

- Ø Panonun alt bölümünde, kabloların kablo bağı ile bağlanacağı, delikli U profilden bir kuşak bulunacaktır.

- Ø İmalat resimlerinin bir kopyası naylon kılıf içinde ana pano odasında muhafaza edilecektir. Ayrıca tek hat şeması, camlı çerçeve içine alınacak ve bu bölümdeki uygun bir yere asılacaktır.

- Ø Ana dağıtım tabloları, IEC 439-1'e göre imal edilecek ve rutin testleri yapılacaktır.

- Ø Panoların yan yüzlerindeki sac plakalar dış taraftan tespit edilecektir. Böylece bir tablonun tevsii mümkün olabilecektir.

- Ø Panonun önünde menteşeli sac kapak bulunacak ve şalter kumanda kolları ön kapak üzerinde olacaktır. Şalter kumanda kolları için sac kapakta açılan delikler düzgün bir şekilde delinmiş ve panonun imalatında esas alınan IP sınıfına göre izole edilmiş olacaktır.

- Tüm kumanda ve ölçü aletleri, klemensleri ile birlikte ayrı bir bölümde olacaktır.
- Kullanılan akım trafolarının zaman içerisinde gevşeyerek bulunduğu yerden hareket etmemesi için bara üzerine sabitlenecektir.
- Kompanzasyon kontaktörleri kondansatörleri için özel kontaktör kullanılacaktır.
- Kompanzasyon panosunda yanmaz özellikte kablo kullanılacaktır.
- Panoların imalatında kullanılacak malzemeler en az 1 (bir) yıl garantili olacaktır.

UYGULAMA FAALİYETİ

KOMPAKT ŞALTERİN MONTAJ VE BAĞLANTILARINI YAPMAK	
İşlem Basamakları	**Öneriler**
Ø Kompakt şalteri seçiniz. Ø Kompakt şalteri montaj tablasına tutturunuz. Ø Kompakt şalter girişine bara montajını yapınız.	Ø Kompakt şalter seçiminizde kataloglardan faydalanınız. Ø Şalterin termik manyetik özellikte olmasına dikkat ediniz. Ø Montaj tablasını panodan çıkartarak şalteri tutturunuz. Ø Şalterin tutturma delik yerlerini sac tablonun tam ortasına gelecek şekilde işaretleyiniz. Ø İşaretleme işlemlerinizde sivri çubuk (bız) veya kalem kullanınız. Ø İşaretlediğiniz yerleri nokta ile markalayınız. Ø Matkapla montaj vidalarına uygun kalınlıkta işaretli yerleri deliniz, delme işleminizde çok dikkatli davranınız. Ø Matkap ucu sac delici özellikte olmalıdır. Ø Şalteri delik yerlerine cıvatalarından tutturunuz. Ø Şalterin düzgün olarak montaj yapılmasına dikkat ediniz. Ø İşlemlerinizde iş eldiveni kullanınız. Ø Baraları uygun boyutlarda seçiniz. Ø Seçimlerinizde bara akım tablosundan faydalanınız. Ø Daha önceden uçları delinmiş baraları şalter girişine uygun olarak tutturunuz. Ø Baraların şaltere tutturulmasında gevşeklik olmamasına dikkat ediniz. Ø Bütün işlemlerinizde iş güvenliği tedbirlerine uyunuz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıda bu öğrenme faaliyetiyle ilgili bir test yer almaktadır. Aşağıdaki soruların cevaplarını çoktan seçmeli ve doğru-yanlış olarak değerlendiriniz.

1. Ana dağıtım pano yüksekliği en fazla kaç cm olmalıdır. Doğru seçeneği işaretleyiniz.

A) 250 cm **B)** 280 cm **C)** 300 cm **D)** 120 cm **E)** 210 cm

2. Ana dağıtım panosundaki akım trafolarının görevi ölçü aletleri ve reaktif güç rölesine enerji sağlamaktır..

DOĞRU……. **YANLIŞ**…….

3. Boyalı baraların akım taşıma kapasitesi çıplak bakıra göre daha azdır.

DOĞRU……. **YANLIŞ**…….

4. Ana dağıtım panosunda ana şalter olarak aşağıdakilerden hangisi **kullanılmaz?** Doğru seçeneği işaretleyiniz.

A) Kompakt şalter **B)** Pako **C)** Açık tip otomatik **D)** Sigortalı yük **E)** Termik manyetik

5. Ana dağıtım panosunda en az üç adet çıkış şalteri bulunmalıdır.

DOĞRU……. **YANLIŞ**…….

6. Ölçme akım trafolarının doğruluk sınıfı 1 olmalıdır.

DOĞRU……. **YANLIŞ**…….

7. Akım trafolarının primer sargısı ucunun birisi topraklanmalıdır.

DOĞRU……. **YANLIŞ**…….

8. Dağıtım pano faz baraları boya renkleri sarı- siyah- beyaz olmalıdır.

DOĞRU……. **YANLIŞ**…….

DEĞERLENDİRME

Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar ediniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

PERFORMANS TESTİ

MODÜL ADI: Dağıtım Panoları **UYGULAMA FAALİYETİ**: Kompakt şalter montajını yapmak	**ÖĞRENCİNİN** **ADI SOYADI:…….** **SINIF VE NO:…….**

AÇIKLAMA: Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri EVET ve HAYIR kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Kompakt şalteri doğru olarak seçtiniz mi?		
Kompakt şalter montaj delik yerlerini düzgün şekilde işaretleyip deldiniz mi?		
Kompakt şalteri sac montaj tablasına düzgün olarak tutturdunuz mu?		
Kompakt şalter giriş baralarını doğru olarak seçtiniz mi?		
Kompakt şalter giriş baralarını doğru ve düzgün olarak tutturdunuz mu?		
İş güvenliği tedbirlerine uydunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda “hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı “evet” ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–3

AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, uygun atölye ortamında, standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak, kompanzasyon pano ve malzemelerini hatasız seçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde konuyla ilgili araştırma ve gözlem yapmanız, bilgileri daha rahat kavramanıza yardımcı olacaktır, yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Kompanzasyon yapılmasının nedenleri nelerdir? Araştırınız.
- Kompanzasyon panolarında hangi malzemeler kullanılır? Araştırınız.
- Reaktif güç rölesinin görevi nedir? Araştırınız.

Araştırma işlemleri için internet ortamını kullanabilir, elektrik malzemeleri satan iş yerlerini, yüksek gerilim taahhüt firmalarını, çevrenizde varsa eğer pano imalatı yapan firmaları gezebilirsiniz. Ayrıca kompanzasyon pano, reaktif güç rölesi, kondansatör ürün kataloglarını incelemelisiniz. Araştırmanızı rapor haline getirerek arkadaşlarınıza sununuz.

3. KOMPANZASYON PANOSU VE MALZEMELERİ

3.1. Kompanzasyon Panosu

3.1.1. Görevi

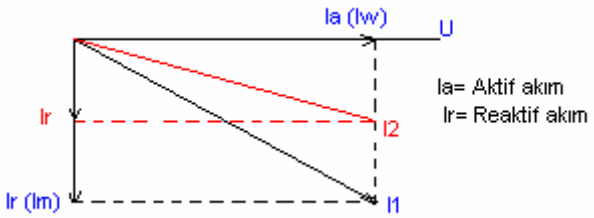
Tesisin güç kat sayısını düzeltmek için gerekli cihaz, kondansatör ve ölçü aletlerinin bulunduğu panodur. Endüktif yükler (motorlar, trafolar, balastlar vb.) reaktif güç de çekerler. Reaktif gücün ihtiyaç duyulduğu noktaya en yakın yerde üretilmesinde, elektrik sisteminin en iyi şartlarda çalıştırılması açısından büyük yararları vardır.

Kompanzasyon olayından kısaca bahsedelim, elektrik sisteminin ve yüklerin reaktif güç ihtiyaçlarının belirli teknikler kullanılarak karşılanmasına **reaktif güç kompanzasyonu** denir.

Diğer bir tanımlama ile bobinli bir yükün küçük olan güç kat sayısının daha büyük bir değere yükseltilmesi işlemine güç kat sayısının düzeltilmesi veya kompanzasyon denir. Güç kat sayısının düzeltilmesi ile Cos φ 1'e yaklaştırılır fakat tam 1 yapılması ekonomik olmadığından genellikle 0,95- 0,98'e çıkartılır.

Güç kat sayısını düzeltmekle reaktif güç, dolayısıyla akımın reaktif (Ir) bileşeni küçültülür. Böylece devre akımı (I_2) küçülerek aynı iş daha küçük akımla yapılır. Bu sırada aktif akım (Ia) bileşeninde ve aktif güçte bir değişiklik olmaz.

Şekil 3.1'i incelediğimizde, Ir (reaktif akım) kompanzasyondan önce daha fazladır, kompanzasyondan sonra (Ir) akım küçülmüştür. Kompanzasyon öncesi devre akımı (I_1)'nın kompanzasyondan sonra (I_2) olarak daha küçüldüğü görülmektedir.

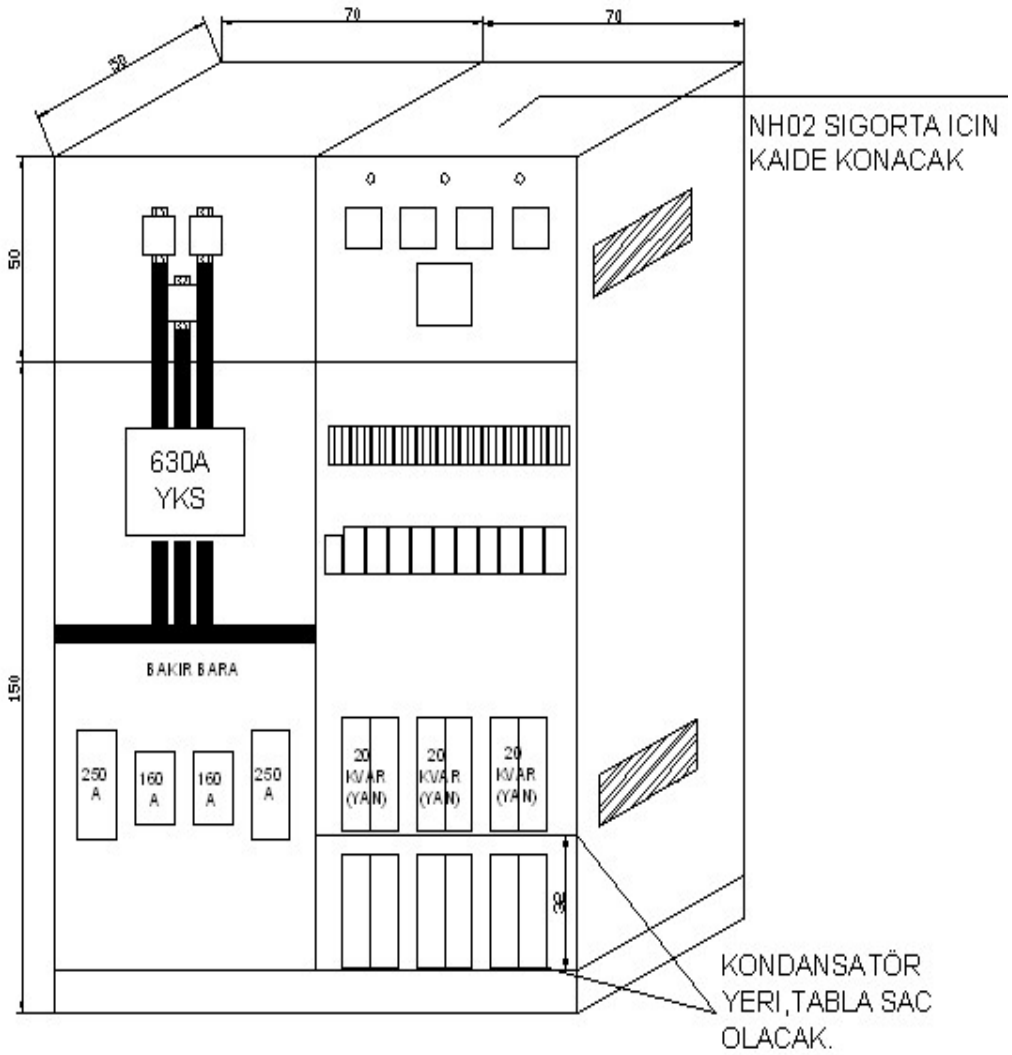


Şekil 3.1: Akım bileşenleri vektörü

Yükler endüktif özellikte olduğundan reaktif güç de endüktif özelliktedir. Bu endüktif reaktif güç, zıt etkili olan kapasitif reaktif güç çekilerek küçültülür. Kapasitif reaktif güç çeken elemanlardan biri kondansatör olduğundan, kompanzasyon işleminde genellikle kondansatör kullanılır. Elektrik sistemlerinde kullanılan kondansatörler birer reaktif güç üreticisidirler ve endüktif alıcıların ihtiyacı olan reaktif gücü üretirler.

3.1.2. Kompanzasyon Pano Boyutları

Daha önceden de belirtildiği gibi kompanzasyon panoları yeni tesislerde ana dağıtım panoları ile birlikte montaj yapılırlar. Bizde ana dağıtım panosu ve kompanzasyon panosu birlikte olan tipte panoları inceleyeceğiz. Kompanzasyon panoları yüksekliği 200- 210 cm, derinliği 40 cm'den az olmayacak şekilde, eni ise tesisin gücünün büyüklüğüne göre değişmektedir. Şekil 3.2'de bir tesisin ana dağıtım ve kompanzasyon panosu boyutları verilmiştir, inceleyiniz.



Şekil 3.2: Bir tesisin ana dağıtım ve kompanzasyon panosu boyutları

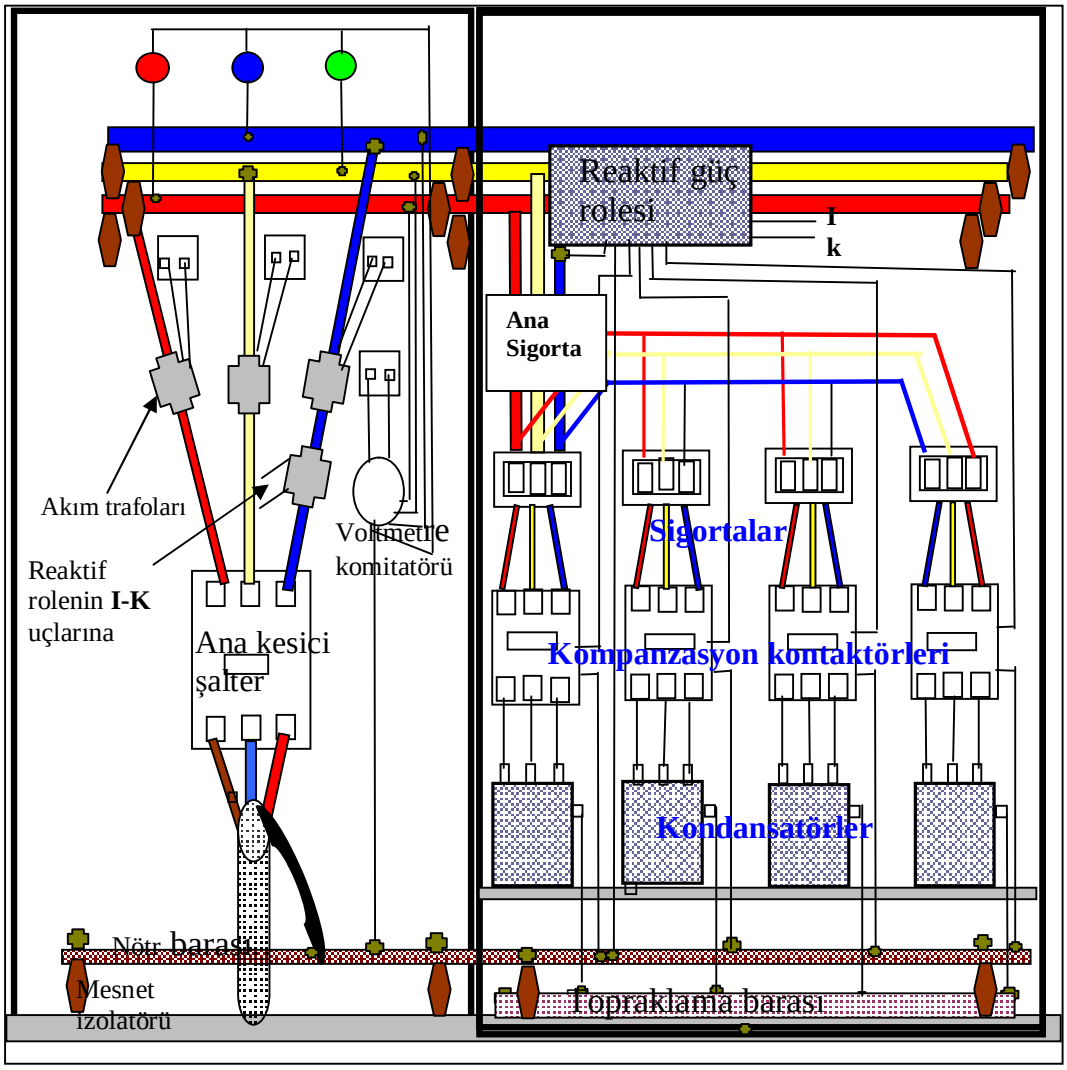
3.1.3. Kompanzasyon Pano Özellikleri

Kompanzasyon panoları harici ve dahili olarak montaj yapılabilirler. Harici panoların üstü eğimli olarak çatı yapılmalı ve havalandırma pancurları olmamalıdır. Dahili tip panoda havalandırma pancurları bulunmalı, büyük panolarda kondansatörlerin havalandırılması için aspiratörler konulmalıdır. Kondansatörlerin konulacağı yeterli özellikte raflar bulunmalıdır. Ana dağıtım panosundan bara ile (büyük güçlülerde) veya kablo geçiş yerleri bulunmalıdır. Ana dağıtım panosunda kompanzasyon için termik manyetik şalter konulması tercih edilmelidir.

Resim 3.1: Harici tip pano

Resim 3.2: Kompanzasyon pano özellikleri

3.2. Kompanzasyon Panosu Bağlantı Şeması



Şekil 3.3: Kompanzasyon pano bağlantı şeması

Şekil 3.3'ü incelediğimizde, baralardan enerji ana sigortaya, ana sigortadan kondansatör sigortalarına bağlanır. Kondansatör sigortalarından kontaktörlere kontaktörlerden kondansatörlere bağlanır. Reaktif güç rölesine akım trafosundan (I – k) bağlantı yapılmalıdır.

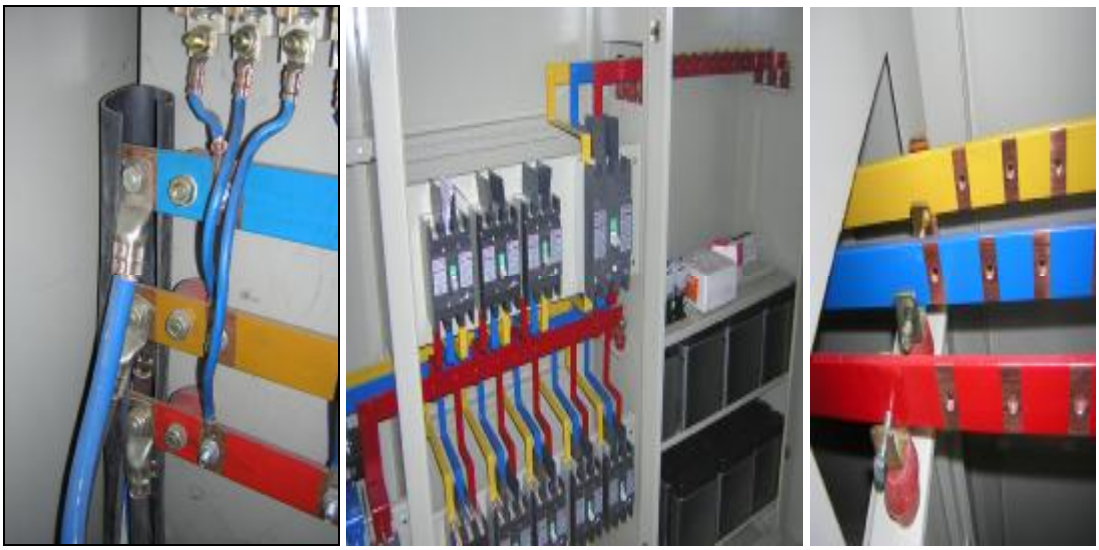
3.3. Kompanzasyon Pano Malzemeleri ve Özellikleri

3.3.1. Baralar

Ana dağıtım panosu ile kompanzasyon panosu birlikte olan panolarda, kompanzasyon panosuna enerji dağıtım panosundan baralar ile veya kablolar ile verilebilir. Tesisin gücüne göre baraların boyutu veya kabloların kesiti değişebilir. Tablo 3.1'de besleme bara boyutları ve kablo kesitleri verilmiştir.

Örnek: Toplam kondansatör gücü 150 kVAR için; kondansatör normal şartlarda yaklaşık 216 A çeker, kompanzasyon pano otomatik şalteri akım kapasitesi 300 A. olmalı, besleme kablosu 3x95 mm² NYY, kompanzasyon pano ana besleme barası 30x5 boyutunda olmalıdır.

350 kVAR için besleme hattı, otomatik şalter, bara ve kablo değerlerini bulunuz ?



Resim 3.3: Kompanzasyon pano besleme bara ve kablosu

Kondansatör gücü kVAr	Kompanzasyon Pano Ana Beslenme Hattı Devre Elemanları				
	Nominal Akım A	Otomatik şalter A	Kablo NYY mm^2	Ana bara mm^2Cu	Kademe Barası mm^2Cu
5	7,6	16	3x2.5	-	-
10	15	25	3x4	-	-
15	22	40	3x6	-	-
20	29	63	3x6	-	-
25	36	100	3x6	-	-
30	43	100	3x6	-	-
40	58	100	3x10	25x3	25x3
50	72	125	3x16	25x3	25x3
60	87	125	3x25	25x3	25x3
80	115	160	3x35	25x3	25x3
100	144	200	3x50	25x3	25x3
125	180	250	3x70	30x5	
150	216	300	3x95	30x5	
200	288	400	2x(3x50)	30x5	
250	361	400	2x(3x70)	40x5	
300	433	630	2x(3x95)	40x5	
350	505	630	3x(3x70)	40x5	
400	577	800	3x(3x95)	40x5	
450	650	800	3x(3x95)	40x10	
500	722	1000	3x(3x95)	40x10	
550	793	1000	4x(3x70)	40x10	
600	866	1000	4x(3x95)	40x10	

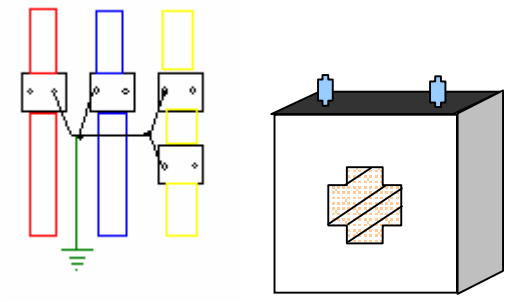
Tablo 3.1: Kompanzasyon panosu besleme hattı malzemelerinin özellikleri

3.3.2. İletkenler

Ölçü aletleri ve reaktif güç rölesi için çok telli kablolar kullanılır. Kondansatör kabloları için en az 2,5 mm² kesitinde kablo kullanılmalıdır.

3.3.3. Akım Trafoları

Ana dağıtım panosu ve kompanzasyon panosu birlikte olan panolarda akım trafoları, ana dağıtım panosunda bulunur. Tesis akımına uygun standart değerde akım trafoları seçilmelidir. Akım trafoları üç faz ampermetreleri için veya multimetre kullanılacaksa beslemeleri için kullanılır. Reaktif güç rölesi içinde (eğer regler bir fazlı ise) bir adet akım trafosu kullanılır. Regler akım trafosu üç faz akım trafolarından biraz daha küçük değerde seçilir. Akım trafolarının sekonder sargı birer ucu birleştirilerek topraklanır.



Şekil 3.4: Akım trafolarının topraklaması

Resim 3.4: Akım trafoları

3.3.4. Şalter

Kompanzasyon pano beslemesi genellikle termik manyetik şalterden geçirilerek yapılır. Bazen tesis için sabit kompanzasyon yapmak gerekebilir, sabit kompanzasyon içinde şalter kullanılmaktadır. Şalter, güce uygun seçilmelidir.

3.3.5. Ampermetreler

Tesis üç faz ana akımlarının ölçülmesi için kullanılırlar. Akım trafosu ile birlikte kullanılırlar. Tesis akımına uygun değerde seçilmelidirler. Djital veya analog tipleri kullanılabilir. Son zamanlarda ampermetre ve voltmetrelerin yerine multimetreler kullanılmaktadır. Multimetrelerin, gerilimi, akımı ve frekansı ölçebilme özellikleri vardır.

Resim 3.5: Kompanzasyon panosu ampermetreleri

3.3.6. Kondansatörler

Kondansatörler kompanzasyon panosunun en önemli elemanıdır. Güç kat sayısının düzeltilmesi görevinde bulunurlar.

Büyük şebekelerin yükleri çoğu zaman endüktif karakterdedir. Endüksiyon prensibine göre çalışan trafolar, motorlar, bobin vb. tüketiciler çalışmaları için manyetik alanın oluşturulmasında mıknatıslanma akımı çekerler. Mıknatıslanma akımı elektroteknikte reaktif akımdır. Bu akıma karşı gelen güç ise reaktif güçtür. Bu tüketiciler bağlı bulundukları şebekelerin güç kat sayılarını küçültürler. Güç kat sayısının küçülmesi enerji iletim ve dağıtım hatlarında gerilim düşümlerine ve güç kayıplarına neden olur. Bu durum verimi azaltır. Düşük güç kat sayılı yükler alternatör, transformatör ve devre elemanlarının kapasitelerinin gereksiz yere büyük tutulmalarına da neden olur.

Yükün güç faktörü, görünürdeki güce aktif gücün oranı olarak tanımlanır. Cos Ø, 1'e ne kadar yakın olursa, şebekeden daha az güç çekilir.

Eğer Cos Ø=1 olursa, 400 V trifaze ana hatlarda 500 kW'ın iletimi 722 A akıma ihtiyaç duyar. Cos Ø=0,6'daki aynı efektif gücün iletimi çok daha yüksek akıma (1203 A) ihtiyaç duyacaktır. ***(P=VxIx Cos Ø)***

Bundan dolayı besleme trafoları gibi dağıtım ve iletim ekipmanları da bu yüksek yük için boyutlandırılmak zorundadır. Fazla masrafın nedeni, trafo ve jeneratörlerin sargıları olduğu gibi, sistemin tüm akımının neden olduğu, iletkenlerde oluşan ısıdan kaynaklanan kayıplardır.

Genel şartlarda, bir trifaze sistemin güç faktörü düşerken, akım artar. Sistemdeki ısı kaybı akım artışının karesine orantılı olarak artar. Kondansatörün sisteme sağladığı karşıt kapasiteli reaktif güç, elektrik yükünün ihtiyaç duyduğu endüktif reaktif güçle telafi edilebilir. Bu şebekeden çekilen reaktif güç de bir düşüşü temin eder ve güç faktörü düzeltme (GFD) adını alır.

Güç faktörü düzeltmenin (kompanzasyon) en yaygın metotları:

- Tek veya sabit kompanzasyon (büyük güçte tek alıcılar için)
- Grup kompanzasyon (grup çalışan endüktif yükler için)
- Merkezi kompanzasyon (reaktif güç rölesi kontrolü ile)

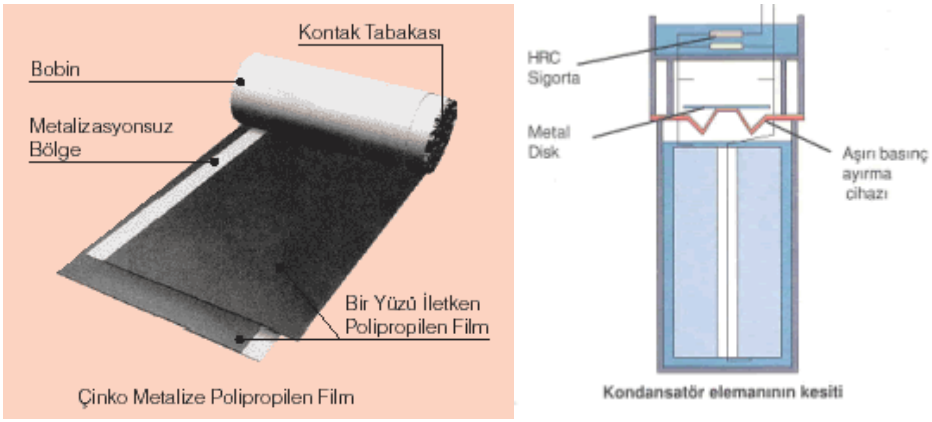
Kondansatörlerin yapısı ve özellikleri:

Alternatif akım devrelerinde, elektrik yükünü biriktirmek, kapasitif reaktans sağlamak amacıyla kullanılan gereçlerdir. İnce bir yalıtkan ile birbirinden ayrılmış iki iletken levhadan oluşur. Bir kondansatörün elektrik yükü taşıyabilme yeteneği yani kapasitesi C ile gösterilir ve levhalarda birikmiş elektrik yükünün (Q=coulomb), levhalar arasındaki potansiyel farkına (V=volt) oranına eşittir. ***C= Q/V (farad)***

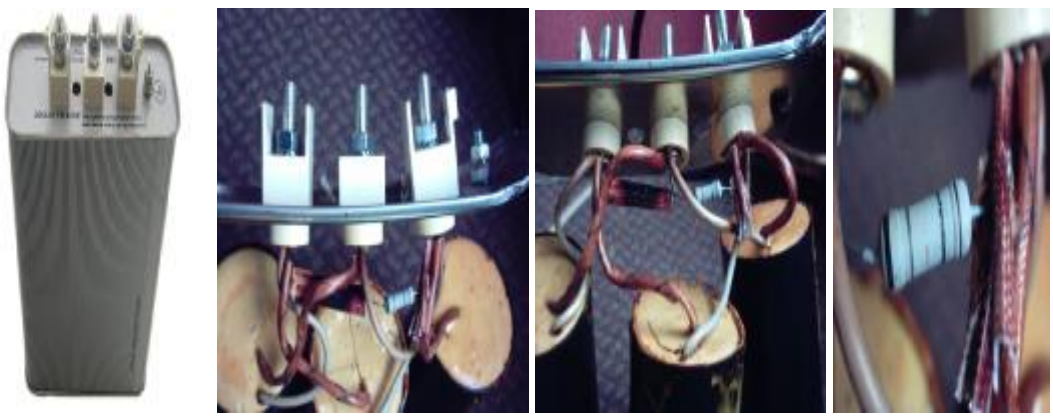
Tüketicilerin güç kat sayısını düzeltmek için kullanılan güç kondansatörlerinin imalatında, saf polipropilenden yapılmış, iki çinko metalize polipropilen film üst üste sarılır. Kondansatörün kapasite değerini, filmlerin genişliği, filmlerin kalınlığı, sarım sayısı, aktif genişlik ve kaydırma aralığı belirler. Çinko metalize film, polipropilen filmin vakumda çinko buharına tutularak kaplanması ile elde edilir. Sonuçta bir yüzü iletken, ikinci yüzü yalıtkan bir film elde edilmiş olur. Çinko metalize polipropilen film, vakum teknolojisi ile üretilmektedir. Silindir şeklindeki elemanların taban alanları çinko ile kaplanır.

Üç fazlı alternatif akım tesislerinde kondansatörler şebekeye veya tüketici uçlarına üçgen veya yıldız olarak bağlanabilirler. Her iki sistemde de Qc gücünün eşit olduğu kabul olunursa $Cy=3C\Delta$ olacaktır. Yıldız bağlamada her bir faza bağlanan kondansatörün kapasitesi, üçgen bağlamadaki kondansatör kapasitesinin üç katına eşittir. Bu yüzden üçgen bağlama, yıldız bağlamaya göre 1/3 oranında daha ucuza mal olur.

Bazı firmaların ürettiği güç kondansatörlerinin içinde ayırıcı sigorta sistemi ile aşırı yüklemeye karşı koruma sağlanmıştır (Şekil 3.5'e bakınız). Ayrıca kondansatör içerisinde deşarj dirençleri vardır.



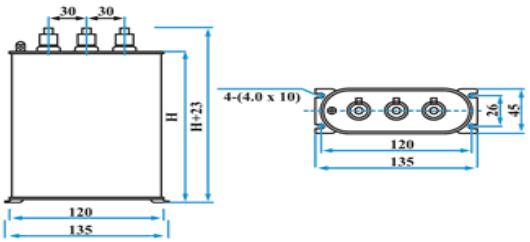
Şekil 3.5: Kondansatör iç yapısı



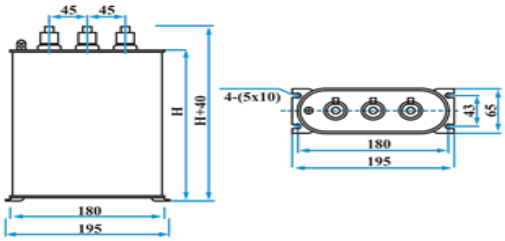
Resim 3.6: Kompanzasyon kondansatörü

Ürün Tipi	Çalışma Gerilimi	Gücü (kVar)	Çalışma Kapasitesi mF	Çalışma Akımı A	Bağlantı Terminali	Yükseklik (H)	Çizim No
ZnAIPP (mini)	400 V 50 Hz	1	20	1,4	M5	105	1
ZnAIPP	400 V 50 Hz	1.5	30	2,16	M5	130	2
ZnAIPP	400 V 50 Hz	2.5	50	3,6	M5	130	2
ZnAIPP	400 V 50 Hz	5	100	7,2	M5	130	2
ZnAIPP	400 V 50 Hz	7.5	149	10,8	M6	185	2
ZnAIPP	400 V 50 Hz	10	199	14,4	M6	185	2
ZnAIPP	400 V 50 Hz	12.5	249	18	M6	185	2
ZnAIPP	400 V 50 Hz	15	299	21,7	M6	220	2
ZnAIPP	400 V 50 Hz	20	398	28,9	M6	220	3
ZnAIPP	400 V 50 Hz	25	497	36,1	M8	220	3
ZnAIPP	400 V 50 Hz	30	597	43,3	M8	270	3
ZnAIPP	400 V 50 Hz	40	796	57,7	M8	345	3
ZnAIPP	400 V 50 Hz	50	995	72,2	M10	250	4

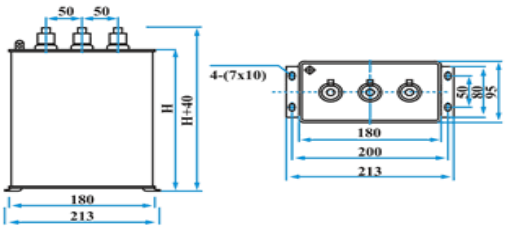
Çizim:1



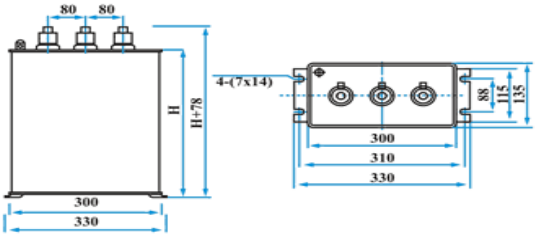
Çizim:2



Çizim:3



Çizim:4



Tablo 3.2: Kompanzasyon güç kondansatör özellikleri

Kompanzasyon kondansatörleri, kontaktör kontaklarına bağlanır, bazı tesislerde sabit bağlanan kondansatörler de bulunmaktadır.

3.3.7. Sigortalar

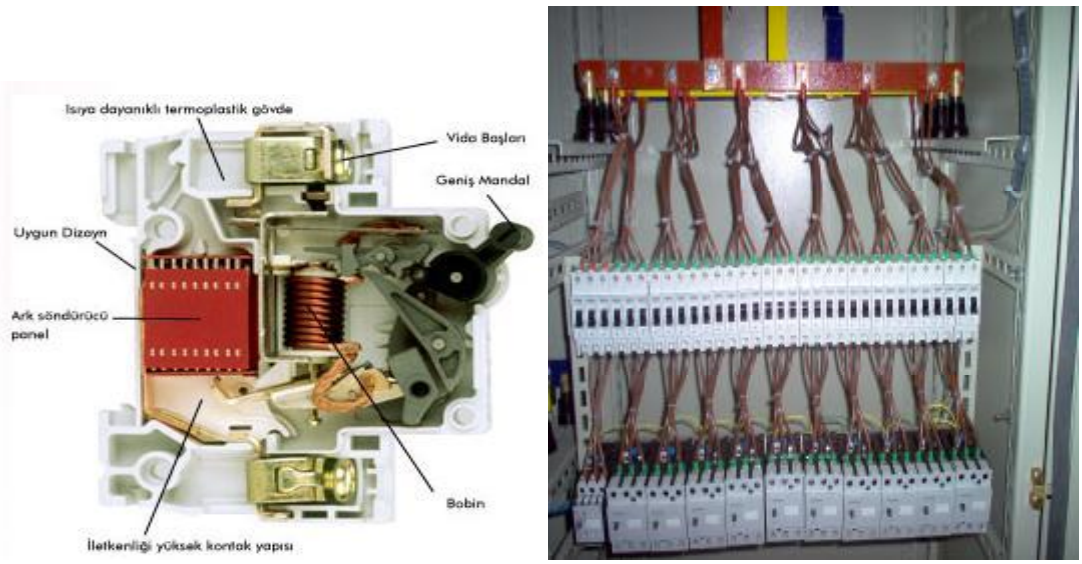
Kondansatörlerin korunması, kompanzasyon pano besleme girişinde ve regler kumandası için kullanılırlar. Anahtarlı otomatik sigorta veya NH bıçaklı sigortalar

kullanılabilir. Anahtarlı otomatik sigorta kullanılacak ise 3 fazlı tip yerine 3 tane ayrı ayrı 1 fazlı kullanılması tercih edilmelidir.

(NH) BIÇAKLI SİGORTA ve AMPERAJLARI				
BOY	**00**	**1**	**2**	**3**
	6	80	200	500
	10	100	250	630
	16	125	315	
	20	160	400	
	25	200		
	32	250		
	40			
	50			
	63			
	80			
	100			
	125			
	160			
Altlık Anma Akımı (A)	160	250	400	630

Tablo 3.3: NH sigorta özellikleri

Resim 3.7: NH sigortalar



Resim 3.8: Anahtarlı otomatik sigorta

3.3.8. Kontaktörler

Devre açıp kapama işlemini elektro manyetik olarak yapan devre elemanlarıdır. Kompanzasyon panolarında kullanılan kontaktörler kondansatör guruplarını devreye alıp çıkarma işleminde kullanılırlar.

Kontaktörlerin özelliği:

- Ø Ana kontakları yanında ilave iki açık ve iki de kapalı kontağı bulunmalıdır.
- Ø Kontaktör bobinlerinin çalışma gerilimleri 220 Volt olmalı ve %10 töleransı bulunmalıdır.
- Ø Kumanda ettiği kondansatör devre dışı kaldığında, iki kapalı kontağı üzerinden boşaltma direncine bağlanmalıdır (kondansatör, boşaltma dirençli değilse).
- Ø Kontaktörün kontak akım değerleri, kondansatörün nomimal akımının 1,25 katından büyük seçilmelidir.
- Ø İlk kademe kondansatörlerini kumanda eden kontaktörlerin daha sık devreye girip çıktıkları göz önünde bulundurularak kontak akımları, kondansatör çalışma akımının 1,5 katı değerindeki kontaktörler seçilmelidir.
- Ø Kompanzasyona özel kontaktörler kullanılması tercih edilmelidir.

Resim 3.9: Kontaktörler

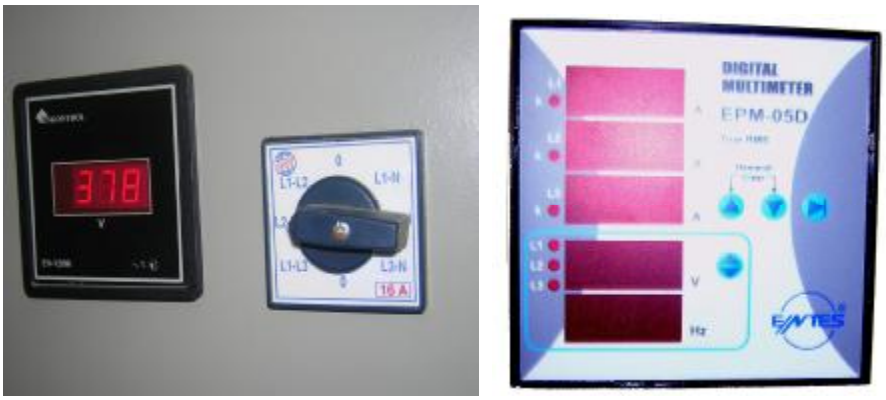
Kompanzasyon panosunda kullanılacak elemanların özellikleri tablo 3.4'te verilmiştir, inceleyiniz.

Kondansatör gücü (kVAr)	Sabit ve Otomatik Kompanzasyon Kademeleri Devre Elemanları							
	Sigorta NH tip (A)	Kontaktör (A)	Anahtarlı Otomatik Sigorta (A)	Kademe Kablosu NYY mm^2	Deşarj Dirençleri			
					Otomatik		Sabit	
					KOhm	W	KOhm	W
5	16	9	16	3x2.5	31	4	205	3
10	25	16	25	3x4	15	4	102	5
15	36	32	40	3x6	10	6	68	8
20	50	32	50	6	6.8	6	51	10
25	63	40	63	6	1.5	6	41	12
30	80	45	80	6	1.5	6	34	15
40	100	63	100	10	1.5	6	25	20
50	125	80	125	16	1.5	6	20	25
60	160	90	-	25	1	12	17	30
80	200	115	-	35	1	12	14	34
100	250	160	-	50	1	12	10	50
125		185						
150		225						

Tablo 3.4: Kompanzasyon pano devre elemanları seçim tablosu

3.3.9. Voltmetre Komitatörü ve Voltmetre

Voltmetre komitatörü, tek bir voltmetre ile fazlar arası ve faz nötr arası gerilimleri ölçmemizi sağlayan paket şalter tipleridir. Voltmetre, fazlar arası ve faz nötr arası gerilimleri ölçmek için panoda bir adet bulundurulur. Panoya gelen gerilimleri voltmetre komitatörü yardımı ile analog veye dijital olarak gösterir. Yeni teknolojide akımın yanında gerilim ve frekans gibi değerleri de ölçen multimetreler geliştirilmiştir. 1 veya 1,5 hata sınıfında 0-500 volt ölçme alanlı olarak seçilirler.



Resim 3.10: Voltmetre ve multimetre

3.3.10. Kosinüsfimetre

Bağlı bulunduğu tesisin güç kat sayısını ölçmekte kullanılır. Aletin doğru ölçüm yapabilmesi için akım bobini uçlarının uygun polaritede bağlanmış olması gerekir. Alet hata mesajı veriyorsa (analog ise ters sapar); akım bobini giriş uçlarının yerlerinin değiştirilmesi sorunu çözer. Alet sürekli 1 değerini ölçüyorsa; akım bobini giriş kablolarının sağlamlığı kontrol edilmelidir. Dijital veya analog tipte kullanılabilir. Regler akım trafosunun sekonder ucu kosinüsfimetre akım bobini ucuna bağlanır, daha sonra akım bobininin çıkışı regler akım bobinine bağlanır. Regler akım bobini diğer ucu, akım trafosu sekonder diğer ucuna bağlanır.

Böylece regler ile kosinüsfimetre akım bobinleri birbirine seri bağlanmış olur. Yeni nesil reaktif güç rölelerinde kosinüsfimetre özelliği vardır.

3.3.11. Reaktif Güç Kontrol Rölesi

Reaktif güç kontrol rölesi otomatik olarak ayarlanan güç katsayısına ulaşmak için kondansatörleri devreye alıp çıkartma görevini yapan elektronik cihazdır. Gösterge, kıyaslama ünitesi ve çıkış röle devre katlarından oluşur. Sistemde bulunan gerilim ile çekilen akımın faz farkını algılayarak, çıkış röle gurubu aracılığı ile kondansatörleri kumanda eder. Güç kat sayısı düşünce kondansatörleri sıralı olarak devreye alır. Bir yandan da değişen güç kat sayısını ölçerek döngüsel kontrol yapar. Ayarlanan güç faktörünü sağlayacak kadar kondansatörü devrede tutar. Tek fazın akım bilgisi ile işlem yapan röleler yanında üç fazın da akımına göre işlem yapan röleler mevcuttur.

Şimdiki Cos φ	Ulaşılmak İstenen Cos φ				
	0.80	0.85	0.90	0.95	1
0.54	0.81	0.94	1.08	1.23	1.56
0.56	0.73	0.86	1.00	1.15	1.48
0.58	0.66	0.78	0.92	1.08	1.41
0.60	0.58	0.71	0.85	1.01	1.33
0.62	0.52	0.65	0.78	0.94	1.27
0.64	0.45	0.58	0.72	0.87	1.20
0.66	0.39	0.52	0.66	0.81	1.14
0.68	0.33	0.46	0.59	0.75	1.08
0.70	0.27	0.40	0.54	0.69	1.02
0.72	0.21	0.34	0.48	0.64	0.96
0.74	0.16	0.29	0.43	0.58	0.91
0.76	0.11	0.23	0.37	0.53	0.86
0.78	0.05	0.18	0.32	0.47	0.80
0.80		0.13	0.27	0.42	0.75
0.82		0.08	0.21	0.37	0.70
0.84		0.03	0.16	0.32	0.65

Tablo 3.5: K değeri hesaplama tablosu

İyi bir kompanzasyon yapabilmenin iki önemli koşulu, gereken kondansatör gücünün dikkatli saptanması ve kondansatör adımları ile akım trafosunun doğru seçimidir. Aşağıda bu değerlerin doğru seçimi için pratik bir yöntem bir örnek ile açıklanmıştır. Uygulamada ise 5 kademeli kompanzasyon rölesi (regler) kullanılmıştır.

Gerekli kondansatör gücünün seçimi: Gerekli kondansatör gücünün tayini için tesisin cos φ'sinin ve kurulu aktif gücünün bilinmesi gerekmektedir.

Tesisin cos φ 'si pratik olarak faturalardan bulunur. O dönemde harcanan aktif ve reaktif enerji bilindiğine göre; tan φ = Harcanan reaktif enerji / aktif enerji buradan cos φ bulunur. Tesisin kurulu aktif gücü ise, tesisteki tüm alıcıların (motorlar, aydınlatma elemanları, fırın rezistansları vb.) etiketleri üzerindeki güçler toplanarak belirlenir.

Örnek olarak: Tesisimizin aktif gücü 60 kW Cos φ = 0.68 olsun. Hedefimiz cos φ'yi 0.95'e çıkartmaktır. Bunun için aşağıdaki tablo 3.5'ten yararlanarak K değerini bulup aktif güçle çarparak kVAR olarak kullanılacak kondansatör değerini buluruz. Bu ifadeyi formüle dökersek;

Q_c= P.K tablo 3.5'ten K değeri 0.75 bulunur. $Q_{c=}$ 60. 0,75= 45 kVAR bulunur.

Kondansatör Adımının Tayini: Dikkat edilmesi gereken en önemli husus 1. adımda seçilen kondansatör değeri diğer adımlardakilerden daha küçük seçilmelidir. Yukarıdaki örnekte 45 kVAR'lık kondansatör ile yapılacak kompanzasyon panosunda 5 kademeli röle kullanılması durumunda adımlar aşağıdaki gibi olmalıdır:

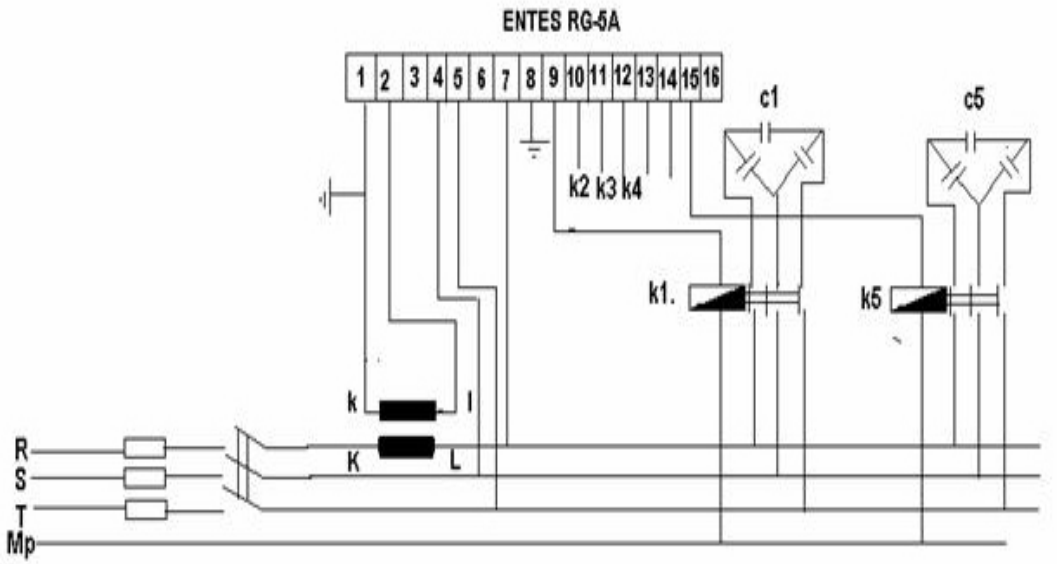
1. kademe 5 kVAR
2. kademe 10 kVAR
3. kademe 10 kVAR
4. kademe 10 kVAR
5. kademe 10 kVAR

Akım trafosunun tayini: Akım trafolarından, içlerinden etiketlerde yazılı akım değerlerinin 0.1 katından çok, 1.2 katından az akım geçtiğinde hatasız çalışırlar. Bu nedenle akım trafoları ne çok büyük ne de çok küçük seçilmelidir. Örnek tesiste güç 60 kW çalışma gerilimi 380 V ise işletmenin nominal akımı I= P/1.73*V = 60 / 1.73*380= 91,26 amperdir.

Bu formülden elde edilen akım değerlerine en yakın bir üst standart akım trafosu seçilir. Örnekte 100/ 5' lik trafo kullanmak yeterlidir.

Reaktif rölenin bağlanması:

- Röleyi bağlamadan önce şekil 3.6'daki bağlantıyı dikkatle inceleyiniz (3 fazlı röle).
- Akım trafosunu, ana şalter çıkışına veya ana giriş sigortalarından birinin ayağına bağlayınız. En çok karşılaşılan hata, akım trafosunun kompanzasyon panosundan sonra bağlanmasıdır. Bu durumda röle çalışmaz. Akım trafosu daima kondansatörlerden önce ve işletmenin ilk girişine bağlanmalıdır. Ayrıca akım trafosundan çıkan telleri en kısa yoldan (panonun demir aksamına ve diğer kablolara sarmadan) tercihen 2x1,5 çoklu telli kablo kullanarak rölenin 1 ve 2 nu.lı uçlarına bağlayınız.
- Akım trafosunun bağlı olduğu faz R olsun. Rölenin 4 ve 5. nolu klemenslerine mutlaka diğer iki fazı yani S ve T fazını bağlayınız.



Şekil 3.6: Üç fazlı reaktif güç kontrol rolesi

Reaktif rölenin işletmeye alınması:

- Ø % ayar düğmesini 0. 33' e getiriniz. (TEDAŞ'ın 2006 yılında ön gördüğü değerdir)
- Ø Röleyi otomatik konumuna alınız.
- Ø c/k ayar düğmesini 0.05'e alınız. Devreye indüktif bir yük (örneğin motor) alınız. Röle üzerindeki ind ışığı yanmalıdır. Kap yanıyorsa 4 ve 5 nu.lı uçları ters çeviriniz.
- Ø Bundan sonra geriye kalan tek işlem c/k ayarının düzgün olarak yapılmasıdır.

Buradaki oranda c: 1. Adımdaki kondansatör gücünü k: akım trafosunun dönüştürme oranını göstermektedir. Örneğimizde bu oran ;

$$\frac{c}{k} = \frac{5}{100/5} = 0.25$$

Bulunur ve bu ayar 0.25'e getirilir. Yeni nesil reglerler c/k ayarını otomatik olarak yapabilmektedirler.

Tablo 3.6'da c/k ayarı için seçim tablosu görülmektedir.

Akım Trafosu	1. kademedeki kondansatör gücü								
	5	10	15	20	25	30	40	50	100
30/5	0.83								
50/5	0.50	1							
75/5	0.33	0.67	1						
100/5	0.25	0.50	0.75	1					
150/5	0.17	0.33	0.50	0.67	0.83	1			
200/5	0.13	0.25	0.38	0.50	0.63	0.75	1		
300/5	0.08	0.17	0.25	0.33	0.42	0.50	0.67	0.83	
400/5	0.06	0.13	0.19	0.25	0.31	0.38	0.50	0.63	
600/5		0.08	0.13	0.17	0.21	0.25	0.33	0.42	0.83
800/5		0.06	0.09	0.13	0.16	0.19	0.25	0.31	0.63
1000/5		0.05	0.08	0.10	0.13	0.15	0.20	0.25	0.50
1500/5			0.05	0.07	0.08	0.10	0.13	0.17	0.33
2000/5				0.05	0.06	0.08	0.10	0.13	0.25

Tablo 3.6: c/k oran seçim tablosu

Olabilecek sorunlar:

Arıza 1: Röle sürekli kondansatör alıyor. Cos φ metre kapasitif gösterdiği halde çıkarmıyor. Sebepleri:

- Kondansatör panosunu besleyen güç kablosu akım trafosundan önce alınmıştır.
- Rölenin 4 ve 5 nu.lı klemenslerine akım trafosunun bağlı olmadığı diğer iki faz yerine(S T) akım trafosunun bağlı bulunduğu faz (R) bağlanmıştır. Bu durumda ind veya kap ledlerinden biri sürekli yanar ve röle devreye sürekli kondansatör alır veya çıkarır.

Arıza 2: Röle çalışıyor. Kademelerin devreye girdiği röle üzerindeki ışıklardan belli oluyor. Kontaktörler çekiyor fakat Cos φ yükselmiyor ve röle kondansatör almak istiyor.

Sebepleri:

- Ø Kondansatör sigortaları atmıştır.
- Ø Kontaktör kontakları kirlenmiştir.
- Ø Kondansatörler değer kaybetmiştir.
- Ø Kurulu kondansatör gücü, tesisin kompanzasyonuna yetmemiştir. Kondansatör ilavesi gerekmektedir.

Arıza 3: Motorlar çalışıyor. Devrede kondansatör olmadığı halde kap. ışığı yanıyor.

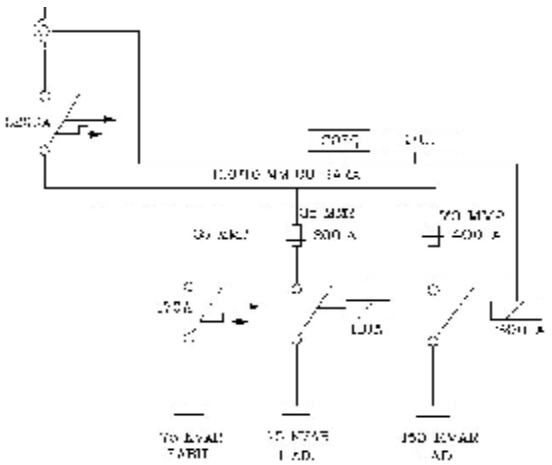
Sebepleri:

- Ø Rölenin 4 ve 5 nu.lı uçlarını değiştiriniz.

Arıza 4: Aynı akım trafosundan hem röle hem de cos φ metre besleniyor ancak her iki cihaz da düzgün çalışmıyor.

Sebepleri:

- Ø Bağlantı hatası vardır. (Röle ve cos φ metre akım devreleri (şekil 3.7) seri bağlanmalıdır.
- Ø Akım trafosu büyük seçilmiştir.
- Ø Cos φ metre gerilim devresi bağlantısı R fazından alınmıştır. (Reaktif güç kontrol rölesinin tersine cos φ metrenin gerilim devresi, akım trafosu ile aynı faza bağlanmalıdır.



Şekil 3.7: Kompanzasyon panosu tek hat şeması

Resim 3.11: Regler montajı

Kablo pabucu takılmadan önce iletken temizlenmeli, pabuc çekiçle takılmamalı mutlaka pabuç pensesi kullanılmalıdır.

3.4. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

- Kuvvetli akım elektrik aygıtları, kullanılmaları ya da işletilmeleri sırasında oluşacak ark ve kıvılcımlar, insanlar ve eşyalar için tehlikeli olmayacak biçimde yapılmalı ya da düzenlenmelidir. Bu durum kullanılan her aygıt için yürürlükteki TS'da (yok ise sırasıyla EN, HD, IEC, VDE'de) belirtilen tip deneyleri ile doğrulanmış olmalıdır.

- Yangın tehlikesi bulunan yerlerdeki sigortalı ayırıcılarda oluşabilecek arkların yaratacağı yangın tehlikesini en aza indirmek üzere, bu tip ayırıcıların bulunduğu direklerin altına 10 cm kalınlığında ve 3 metre yarıçapında bir bölgeye mıcır dökülecek veya grobeton atılacaktır.

- Kuvvetli akım tesisleri her türlü işletme durumunda, cana ve mala herhangi bir zarar vermeyecek ve tehlike oluşturmayacak bir biçimde yapılmalıdır.

- Topraklamalar ve endirekt temasa karşı diğer koruma yöntemleri: Elektrik kuvvetli akım tesislerinin topraklanmasında Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği hükümleri uygulanır.

- Endirekt temasa karşı şebeke tiplerine göre uygulanabilecek diğer koruma yöntemleri ve şebeke tip sınıflamaları için Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'nde belirtilen ilgili hükümler de göz önüne alınır.

- Aşırı gerilimlerin oluşmasını önlemek veya aşırı gerilimleri zayıflatmak için alınacak önlemler: İç aşırı gerilimlerde; toprak teması sonucunda oluşacak aşırı gerilimlere karşı alınacak önlemler: 3 amperden küçük kapasitif toprak temas akımlarında ark, özel bir önlem alınmadan kendi kendine söner. Toprak temas akımının daha büyük değerlerinde, şebekenin yıldız noktası topraklanmalıdır.

- Tesislerin bütün bölümleri, işletme koşulları nasıl olursa olsun, kısa devre akımının kesilmesine ve bu kesilme anında dahil olmak üzere, en büyük kısa devre akımının etkisiyle insanlar için herhangi bir tehlike oluşmasına, yangın çıkmasına ya da tesisin zarara uğramasına engel olacak şekilde düzenlenmeli ve boyutlandırılmalıdır.

- Her koruma elemanı hemen önündeki işletme elemanının korunmasını sağlayacak şekilde, bu elemanın anma değerine göre ayarlanmalı, gerekirse daha sonraki işletme elemanları için de yedek koruma görevi yapabilmelidir.

- Tesislerdeki elektrik donanımlarının aşırı akımlara karşı korunması genel kural olarak sigortalarla ya da kesicilerle yapılacaktır. Sigortalar minyatür kesiciler, kesiciler ve kesicilerin bulundukları yerde ulaşılabilecek en büyük devre akımını güvenlikle kesebilecek değerde seçilmelidir. Üzerine tel sarılarak köprülenmiş veya yanmamış sigortalar kullanılmamalıdır.

- Aşırı akımlara karşı koruma düzeni, arıza olduğunda tehlike altında kalan iletkenlerin akımının kesilmesini sağlayacak biçimde yerleştirilmelidir. Buna karşılık topraklanmış sistemlerde, aşırı akımlara karşı koruma düzeninin çalışması sırasında topraklama tesisleri sistemden ayrılmamalı; topraklama tesisleri direnci yükseltilmemelidir.

- Kuvvetli akım elektrik aygıtlarının gerilim altındaki bölümleri işletme gerilimi ve yerel koşullar göz önüne alınarak toprağa karşı, kendi aralarında güvenli ve sürekli bir biçimde yalıtılmalıdır.

- Kuvvetli akım elektrik aygıtlarının gerilim altındaki bölümlerine rastgele dokunmayı önlemek için yapılan kutular, bir arıza anında oluşabilecek iç ve dışarıdan gelebilecek mekanik zorlamalara karşı dayanıklı ve aygıtta ark oluşsa bile tehlikesiz bir manevra yapılabilecek biçimde olmalıdır. Bu koruyucu kutular aygıtın bulunduğu yerin koşullarına uygun koruma derecesine sahip olmalıdır. Koruma derecelerinin tanımı, ilgili standartlarda belirtildiği gibidir. (Not: Burada kutu kelimesi mahfaza anlamında kullanılmaktadır.)

- Kuvvetli akım elektrik aygıtlarının gerilim altındaki bölümleri işletme gerilimi ve yerel koşullar göz önüne alınarak toprağa karşı ve kendi aralarında güvenli ve sürekli bir biçimde yalıtılmalıdır.

- Bu Yönetmeliğin kapsamına giren tesislerde Türk Standartlarına uygun kablolar kullanılacaktır. Bunlar bulunmadığında belirtilen standartlara uygun kablolar kullanılacaktır.

3.5. Topraklamalar Yönetmeliği

1. Topraklama tesislerinin kurulması için temel koşullar:

- Mekanik dayanım ve korozyona karşı dayanıklılığın sağlanması

- Isıl bakımdan en yüksek hata akımına (hesap yolu ile bulunan) dayanıklılık

- İşletme araçları ve nesnelerin zarar görmesinin önlenmesi

- En yüksek toprak hata akımı esnasında, topraklama tesislerinde ortaya çıkabilecek gerilimlere karşı insanların güvenliğinin sağlanması.

Bu koşulların sağlanması için, aşağıdakeler önemlidir:

- Hata akımının değeri,
- Hatanın süresi,
- Toprağın özellikleri önemlidir.

2. Bütün topraklamalar, Topraklama Yönetmeliğine, Elektrik Dağıtım Tesisleri Genel Teknik Şartnamesine, Tip Projelerine, TEDAŞ şartname ve uygulama esaslarına uygun olarak yapılacaktır.

3. Topraklama iletkeni olarak işletme topraklamalarında 50mm^2 kesitinde bakır iletkenli NYY kablo, koruma topraklamalarında 95 mm^2 galvanizli örgülü çelik iletken veya muadili en az 100 mm^2 kesitinde 3 mm kalınlığında sıcak daldırma galvanizli şerit kullanılacaktır.

4. Aydınlatma direklerinin veya AG saha dağıtım kutularının topraklama elektrodu yerine gerektiğinde topraklama sistemi olarak 35, 50 veya 95 mm^2 örgülü bakır iletken kullanılacaktır.

UYGULAMA FAALİYETİ

KONDANSATÖR VE REGLER BAĞLANTILARINI YAPMAK	
İşlem Basamakları	**Öneriler**
Ø Kondansatörleri seçiniz.	Ø Bütün malzemelerin katalog ve varsa CD'lerini inceleyiniz. Ø Örnek olarak verilen 45 kVAR'lık kondansatörleri seçiniz. (5-10-10-10-10)
Ø Kondansatörlere güç kablolarını bağlayınız.	Ø Kondansatörler için kabloları seçiniz. Ø Kablo seçiminizde faaliyette verilen tablolardan faydalanınız. Ø Kabloları kondansatör terminallerine bağlayınız, bağlantılarınızda kablo pabucu kullanınız.
Ø Regler bağlantılarını yapınız.	Ø Kablonun diğer uçlarını kontaktörlere bağlayınız. Ø 5 kademeli regler seçiniz. Ø Uygun bağlantı kablolarını seçiniz. Ø Akım trafosundan gelen uçları reglere bağlayınız. (1-2) (Cosinüsfimetre bağlanmayacaktır) Ø 4 ve 5 nu.lı regler klemensine diğer iki fazı bağlayınız. Ø Bağlantılarınızda şekil 3.6'dan faydalanınız. Ø Regler c/k ayarını yapınız. Ø Bağlantıları yaparken iş güvenliği tedbirlerine uyunuz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TESTLER(ÖLÇME SORULARI)

Aşağıda bu öğrenme faaliyetiyle ilgili bir test yer almaktadır. Aşağıdaki soruların cevaplarını "doğru – yanlış" olarak değerlendiriniz.

1. Kompanzasyon kondansatörleri güç kablosunun kesiti en az 2,5 mm² olmalıdır.

DOĞRU……. **YANLIŞ**…….

2. Akım trafolarının sekonder sargı bir ucu topraklanmalıdır.

DOĞRU……. **YANLIŞ**…….

3. Kompanzasyon pano ampermetreleri devreye direkt olarak bağlanır.

DOĞRU……. **YANLIŞ**…….

4. Kondansatörlerin üçgen bağlanmasının maliyeti yıldız bağlamaya göre daha pahalıdır.

DOĞRU……. **YANLIŞ**…….

5. 5 kVAR'lık 2 kondansatörü seri olarak bağladığımızda toplam kapasite 10 kVAR olur.

DOĞRU……. **YANLIŞ**…….

6. Kompanzasyon kontaktörlerinin, kontak akım değerleri kondansatör nominal akımının 1,25 katından fazla seçilmelidir.

DOĞRU……. **YANLIŞ**…….

DEĞERLENDİRME

Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar ediniz.

PERFORMANS TESTİ

MODÜL ADI: Dağıtım Panoları **UYGULAMA FAALİYETİ**: Kondansatör ve regler bağlantılarını yapmak	**ÖĞRENCİNİN** **ADI SOYADI:…….** **SINIF VE NU:……**

AÇIKLAMA: Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri EVET ve HAYIR kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Kondansatörleri doğru olarak seçtiniz mi?		
Kondansatör güç bağlantı kablolarını doğru olarak seçtiniz mi?		
Kondansatör güç kablolarını doğru ve düzgün olarak bağladınız mı?		
Regleri doğru olarak seçtiniz mi?		
Regler bağlantılarını doğru olarak yaptınız mı?		
Bağlantılarda iş güvenliği tedbirlerine uydunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda “hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı “evet” ise modül değerlendirmeye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

UYGULAMALI ÖLÇME ARAÇLARI (PERFORMANS TESTLERİ)

Modülün Adı	Dağıtım Panoları	Öğrencinin Adı Soyadı: Sınıfı No:	…… ……
Amaç	Gerekli atölye ortamı ve donanımlar sağlandığında uygun dağıtım pano malzemelerini seçmek, malzeme montaj ve bağlantılarını yapmak.		

AÇIKLAMA: Aşağıda listelenen davranışları öğrencide gözleyemediyseniz (0), zayıf nitelikli gözlemlediyseniz (1), orta düzeyde gözlemlediyseniz (2), ve iyi nitelikte gözlemlediyseniz (3) rakamın altındaki ilgili kutucuğa X işareti koyunuz.

Değerlendirme Ölçütleri	0	1	2	3
Ölçüm Pano Malzemelerinin Seçme				
A)Ölçüm panosu görevini bilme				
B)Ölçüm pano özelliklerini bilme				
C)Ölçüm pano kompakt şalteri görevini bilme				
D)Kompakt şalter yapısını bilme				
E)Kompakt şalter etiket değerlerini okuma				
F)Akım trafosu, sayaç ve ölçüm klemenslerinin görevlerini bilme				
G)Akım trafosu, sayaç yapısını bilme				
H)Akım trafo, sayaç etiket değerlerini okuma				
Ana Dağıtım Pano Malzemelerini Seçme				
A)Ana dağıtım pano görevini bilme				
B)Ana dağıtım pano özelliklerini bilme				
C)Ana şalter görevini ve yapısını bilme				
D)Akım trafolarının görevini bilme				
E)Baraların görevini bilme				
F)Şalter montajını yapma				
Kompanzasyon Pano Malzemelerini Seçme				
A)Kompanzasyon pano görevini bilme				
B)Kompanzasyon pano özelliklerini bilme				
C)Regler ve kondansatör bağlantılarını yapma				
D)Montaj ve bağlantılarda emniyet ve güvenlik tedbirlerine uyma				
TOPLAM PUAN				

DEĞERLENDİRME

Performans denetim listesinde, kazandığınız davranışlar öğretmeniniz tarafından belirlenen değer ölçeğine göre değerlendirilecektir. Yukarıdaki ölçeğe göre kendinizi değerlendirip yetersiz bulduğunuz faaliyeti tekrar ediniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	**Direk tipi trafo merkezlerinde**
2	**B**
3	**Mesnet izolatörleri**
4	**Kompakt şalter**
5	**C**
6	**D**
7	**Ölçme ve ayırma**
8	**Sayaç akım bobinlerine**
9	**Kondansatör akımını göstermek**
10	**B**

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	**E**
2	**DOĞRU**
3	**YANLIŞ**
4	**B**
5	**DOĞRU**
6	**DOĞRU**
7	**YANLIŞ**
8	**YANLIŞ**

ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

1	**DOĞRU**
2	**DOĞRU**
3	**YANLIŞ**
4	**YANLIŞ**
5	**YANLIŞ**
6	**DOĞRU**

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- Pano üretimi yapan firmaların internet siteleri ve broşürleri
- Kablo üretimi yapan firmaların internet siteleri ve broşürleri
- Kompakt şalter üretimi yapan firmaların internet siteleri ve broşürleri
- Elektrik sayaç üretimi yapan firmaların internet siteleri ve broşürleri
- Bu firmaların internet sitelerini bulmak için arama motorlarından faydalabilirsiniz.

KAYNAKÇA

- YILMAZ Ünsal, Hayati DURMUŞ, **Elektrik Tesisat Projesi Meslek Resmi,** Ankara 2002.
- **Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği**, Ankara 2002.
- **Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği**, Ankara 2000.
- TEDAŞ YÖNETMELİKLERİ-2003.
- YAVAŞ Hakan, Öğrt. Gör. **Dağıtım Panoları Ders Notları**, Bursa 2006.
- GÖRKEM Abdullah, **Atelye 2,** Ankara 1998.