

OG HÜCRELERİ VE DAĞITIM, ÜRETİM BARALARININ TASARIMI

İsmail ATİLLA

Elektrik Mühendisi

Ekim-2024

İçerik:

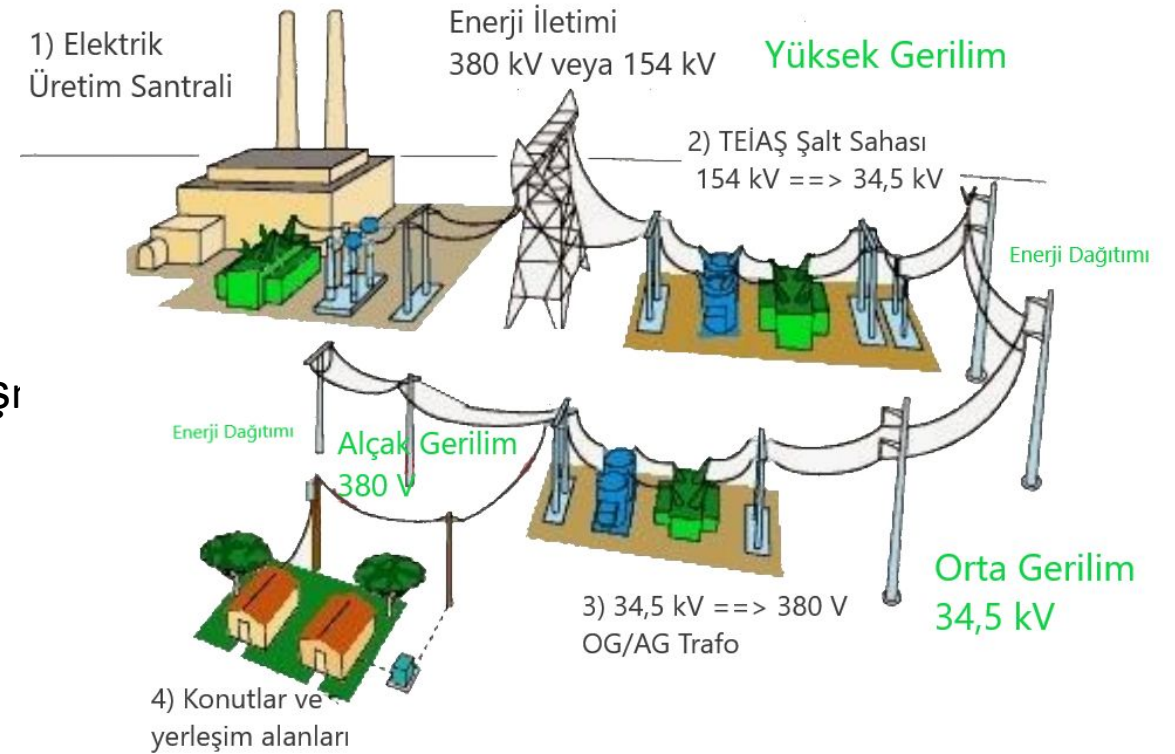
- Elektrik Gerilim Seviyeleri
- Orta Gerilim Hücreleri Nedir ve Ne İşe Yarar ?
- OG Hücrelerin Uygulama Alanları
- Orta Gerilim Hücre Ekipmanları
- IEC 62271-200 standardına göre hücrelerin sınıflandırılması
- Metal Mahfazalı Modüler Hücreler
- Metal Mahfazalı Metal Bölmeli OG Hücreler
- Metal Mahfazalı Metal Bölmeli OG Hücreler
- Metal Enclosed (LSC2A) ve Metal Clad (LSC2B) Farkları
- Kuru Hava Teknolojili GIS
- RMU – Ring Main Unit
- YG Bara Tasarımı

Orta Gerilim Seviyeleri

- Alçak Gerilim : 0 - 1 kV arası
- Orta Gerilim : 1 - 52 kV arası
- Yüksek Gerilim : 52 - 170 kV arası
- Çok yüksek Gerilim ≥ 170 kV

Güncel standartlara göre ise sınıflandırma aşağıdaki gibi değişir

- Alçak gerilim ≤ 1 kVac (veya 1500 Vdc)
- Yüksek gerilim > 1 kVac (veya 1500 Vdc)



Orta (Yüksek) Gerilim Hücreleri Nedir ve Ne İşe Yarar ?

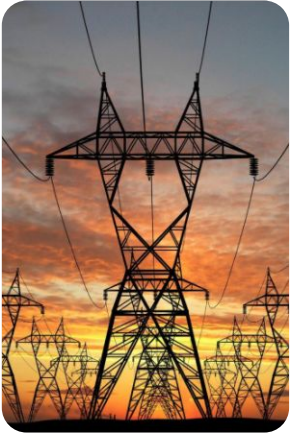
Yüksek gerilim hücreleri 40,5 kV gerilim seviyesine kadar kullanılan, işletmelerin veya dağıtım şirketlerinin giriş, çıkış, transformatör ve hat koruması, ölçü ve faturalamaya esas ölçü, kuplaj hücresi gibi ihtiyaçlarına göre dizayn edilen ve içinde bulunan kesici, ayırıcı ve akım/gerilim trafosu, sekonder koruma rölesi gibi (orta) yüksek gerilim cihazları ile enerji kesme, ayırma ve topraklama işlemlerini güvenli şekilde yapılmasına yarayan sistemlerdir. Kullanım amacı üretim, dağıtım, iletim ve tüketim baralarında işletmelerin gerek duyduğu koruma ve işletme fonksiyonlarının güvenli yapılmasını ve işletmede çalışmakta olan elektrik makinalarının elektrik kaynaklı arızalardan korunmasını sağlamaktır.

Yüksek gerilim hücreleri enerjinin koruma ve işletme amaçlı kontrol edilerek kullanılmasını sağlamaktadır. Koruma işlemi sensörlerden (akım ve gerilim trafolarından) alınan bilgiler nümerik sekonder koruma rölelerine alınır ve hesaplanmış limit değerlerin aşılması durumunda ilgili koruma zaman eğrisi ile kesici açtırmak suretiyle aşırı akım, kısa devre, düşük-yüksek gerilim, düşük veya aşırı frekans, differansiyel hatalar gibi arızalara karşı sistem korumaları YG hücrelerde yapılmaktadır.



YG Hücrelerin Uygulama Alanları

Enerji dağıtımı



- İletim Merkezleri
- Dağıtım Merkezleri
- Trafo Merkezleri
- OSB
- ...

Enerji üretimi



- Yenilenebilir Enerji
- Güneş Enerjisi
- Hidroelektrik Enerji
- Doğalgaz Santrali
- Biyogaz
- Biokütle
- Fosil yakıtlardan (HFO ve Diesel yakıtlı santraller.)

Endüstri



- Demir - Çelik
- Çimento Fabrikaları
- Otomobil
- Petrol
- Kimya
- ...

Ulaşım



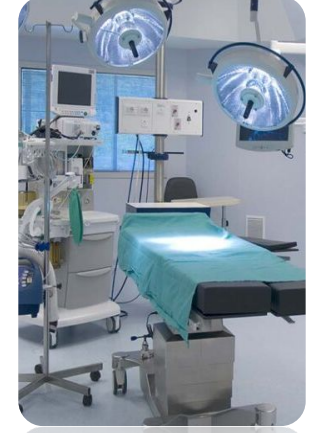
- Havalimanları
- Raylı Sistemler
- ...

Bina



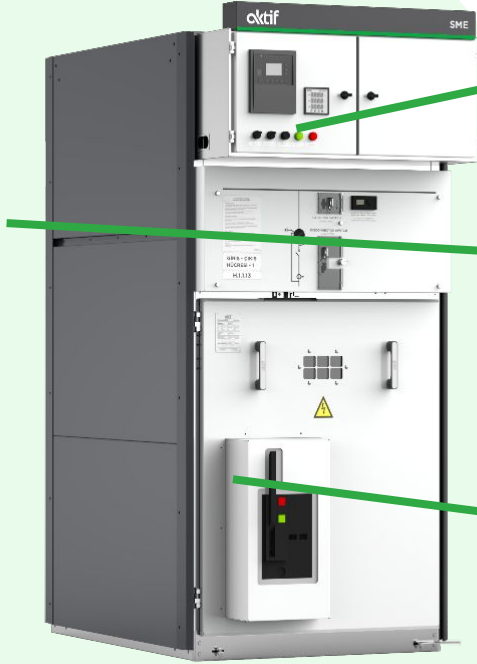
- AVM'ler
- Toplu Konutlar
- Üniversiteler
- ...

Hastane



- Şehir Hastaneleri
- Devlet Hastaneleri
- ...

YG Hücre Ekipmanları



Sayaçlar, ölçüm cihazları
ve Analizörler



Koruma Röleleri



Kapasitif Gerilim
Göstergesi



Baralar



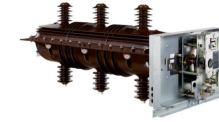
Mesnet İzolatör



Vakum Kesici



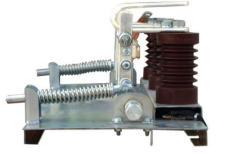
SF6 Gazlı Kesici



Yük Ayırıcı



Döner Ayırıcı



Topraklama Ayırıcısı



Akım Trafosu



Gerilim Trafosu



Parafudr



Kapasitif Gerilim Bölücü

YG Hücre Ekipmanları:

1- Kesiciler

- Yük altında açma (kesme) ve kapama işlevini sağlayan elektrik güç devresi elemanlarıdır. Tüm kesiciler IEC 62271-100 standardına göre imal edilirler. Standard gereği kesiciler için açma ve kapama süresi 45ms olarak tanımlanmış ve müsaade edilen üst limit 100 ms idi ancak günümüzde 120 ms olarak müsaade edilmektedir. Kesiciler İnterupter'ın (Kesici kontaklarının içinde bulunduğu tüp) içinde kontağın iki kutbu arasında izolasyonu sağlayan materyale göre adlandırılmaktadır. (Vakum tipi, SF6 Gazlı, Az yağlı veya yağlı) Kesiciler olarak bilinen kesicilerden günümüzde yalnız Vakum ve SF6 tipi kesiciler çoğunlukla kullanılmaktadır.
- Kesicilerin kontak geçiş direnci kesici kapalı iken ölçümlenir ve $R(\text{Kesici}) \leq 1$ Mikro Ohm değerinde olması istenir.
- Kesici elemanları:
 1. İnterupter: Kesicinin hareketli kontaklarının bulunduğu kapalı hazne.
 2. Açma ve Kapama bobini
 3. Düşük gerilim bobini (Açma ve kapama bobinlerinin de beslemesini sağlayan gerilim kaynağının kesilmesi durumunda kesiciyi açtırır.)
 4. Yardımcı kontaklar (Kontrol sistemi ve Sacada'ya kontakların pozisyonlarını bildirmek ve elektriksel kilitlemeler için kullanılır.
 5. Mekanizma: Elle veya bir elektrik motoru ile sıkıştırılmış olan yayın üzerindeki itme gücünü kesici kontak bloğuna (interupter) açma veya kapama yönünde aktaran mekanik sistemdir.
 6. Bağlantı klemensleri: Kesici kumanda bağlantılarının yapılacağı klemens grubudur.

YG Hücre Ekipmanları: 1- Kesiciler



Önden Mekanizmalı Vakum Kesici



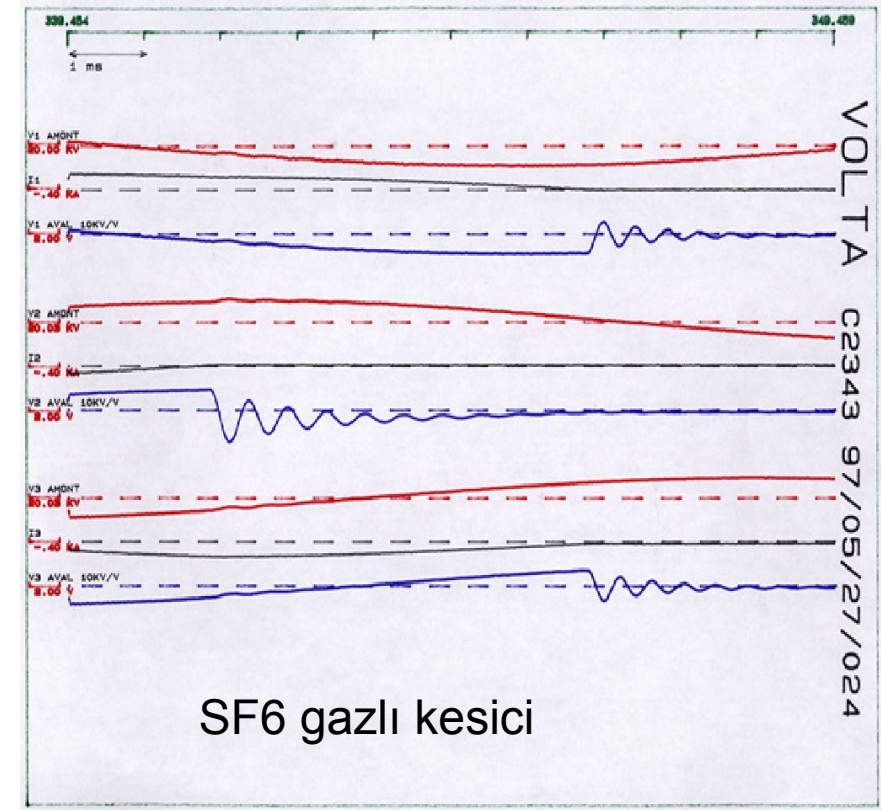
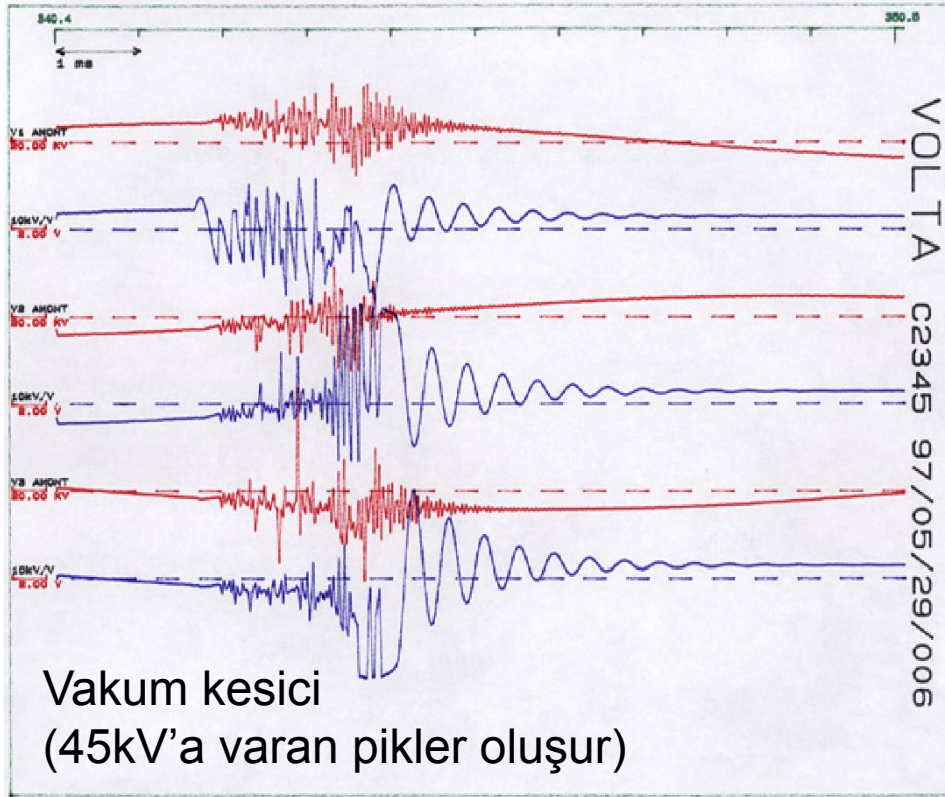
Önden Mekanizmalı SF6 Gazlı Kesici



Yandan Mekanizmalı SF6 Gazlı Kesici

YG Hücre Ekipmanları:

1- Kesiciler (12 kV yalıtımlı kesicinin açma testi)



Yukarıdaki eğrile kesicinin açma süresi (45ms) boyunca açma hızından dolayı ürettikleri şebeke tarafına (Kırmızı) ve yük tarafına (Mavi) doğru etki eden gerilim pikleri gözlemlenmektedir. Buna göre SF6 Gazlı kesicilerde açma sırasında şebeke ve yük tarafına etki eden gerilim pik değerinin işletme gerilim değerinin %10'unu aşmadığı görülmektedir ve bu kabul edilebilir bir değerdir. Vakum kesicide ise 12 kV açma yapan kesicinin 45 kV gerilim piki oluşturduğu gözlenmiştir. Bunu engellemek için fazla olan bu gerilimi süzmek amacıyla **vakum kesici kullanılan tüm hücrelerde prafudr da kullanılmalıdır.**

Kesicilerde Aranılan Özellikler

Sınıflar

- M** =Mekaniksel Dayanım (Açma kapama mekanizmasının sayısal olarak açma kapama ömrünü tanımlar.)
- E** =Elektriksel Dayanım : (Bakıma ihtiyaç duymaksızın orantılı kısa devre akımı anahtarlama sayısı, ve standardın ön gördüğü sayı sonrası bakım yapılmasını anlatır.)
- C** =Kapasitif Dayanım: (Bakıma ihtiyaç duymaksızın kapasitif karakteristikli orantılı kısa devre akımı anahtarlama sayısı, ve standardın ön gördüğü sayı sonrası bakım yapılmasını anlatır.)
- S** = Bağlantı şekline göre sınıflandırma: Hücre içinde bara veya esnek bara ile bağlanan veya havai hat ya da açık şahtlarda kullanılan kesiciler olarak belirtilmiştir.

Class	Description		
M	M1	2,000 switching cycles	Normal mechanical endurance
	M2	10,000 switching cycles	Extended mechanical endurance, low maintenance
E	E1	2 × C and 3 × O with 10 %, 30 %, 60 % and 100 % I_{sc}	Normal electrical endurance (not covered by E2)
	E2	2 × C and 3 × O with 10 %, 30 %, 60 % and 100 % I_{sc}	Without auto-reclosing duty Extended electrical endurance without maintenance of interrupting parts of the main circuit
C	C1	24 × O per 10...40% I_{lc} , I_{cc} , I_{bc} 24 × CO per 10...40% I_{lc} , I_{cc} , I_{bc}	Low probability of restrikes*
	C2	24 × O per 10...40% I_{lc} , I_{cc} , I_{bc} 128 × CO per 10...40% I_{lc} , I_{cc} , I_{bc}	Very low probability of restrikes**
S	S1	Circuit-breaker used in a cable system	
	S2	Circuit-breaker used in a line-system, or in a cable-system with direct connection (without cable) to overhead lines	

Standard: IEC 62271-100 • VDE

62271-100

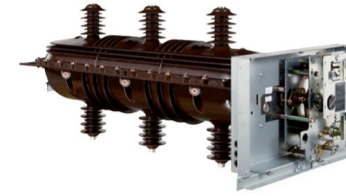
YG Hücre Ekipmanları:

2- Ayırıcılar

2.1-Ayırıcılar: Kesici tarafından açma (Kesme) işlemi yapıldıktan sonra yüksüz devrede ayırma aralığı oluşturarak açma-kapama yapan güç devresi elemanıdır. Akım, gerilim, darbe akımı, kullanım yeri, ortam sıcaklığı seçim kriteri olarak dikkate alınır. (200A'den 3150A'e kadar kullanılmaktadır.) IEC 62271-103 standardına uygun olarak üretilmektedir.

2.2-Topraklama ayırıcısı: Enerjisiz bırakılan tesislerin topraklanmasında kullanılır. Topraklama Ayırıcısı kısa devre akımına hücre tipine bağlı olarak 1 veya 3 sn. dayanarak, kontakları yapışmadan ve deforme olmadan deşarj akımını üzerinden akıtabilmelidir. Gerilim, darbe akımı, kullanım yeri ve kısa devre akımı seçim kriteridir.

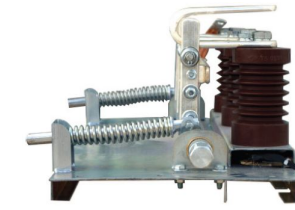
2.3-Yük ayırıcısı: 630A anma akımını ve 16 veya 20kA kısa devre akımı değerlerinde, yük altında nominal akımı anahtarlayabilen anahtarlama elemanıdır. SF6 gazı ile izole edilmiş dökme reçine hazne içinde 3 fazın kutuplarını 36 kV gerilimi izole edecek şekilde, açma ve kapama işlemlerini kesiciler de olduğu gibi manuel veya motor kuvvetiyle sıkıştırılmış yayın itme gücü ile ayırma işlemini ayırıcılardan çok daha hızlı yapma özelliğine sahiptir. Kabloların, trafoların ve enerji iletim hatlarının boşa çalışma akımını da anahtarlayabilirler. Gerilim, akım, darbe akımı, termik dayanım akımı, kullanım yeri, ortam sıcaklığı seçim kriterleridir. Kuvvetli akım tesisat yönetmeliğinde 400 kVA ve bu gücün altında bir güç değerine sahip olan trafolar yük ayırıcısı ile beslenir, sigorta ile korunur. Yük ayırıcısının sigorta ile uygulandığı hücre ile aynı mahalde olması durumunda 1600 kVA gücüne kadar trafolarında sigortalı yük ayırıcısı ile beslenebileceği yazılmıştır ama bu pek tercih edilmemektedir.



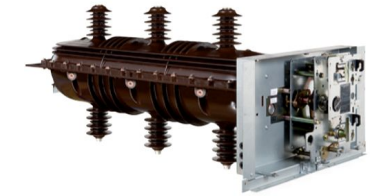
SF6 Gazlı Ayırıcı



Döner Ayırıcı



Topraklama Ayırıcısı



Yük Ayırıcısı

YG Hücre Ekipmanları: 3- YG (OG) Kontaktörler

Anahtarlama sayısı ardışık ve fazla sayıda olan OG motorları ve OG kompanzasyon tesislerinin devreye alınıp devreden çıkartılmasında elektriksel olarak kontrol edilen, devreyi kesmek ve kapamak için kullanılan güç devresi ekipmanlarıdır. IEC 62271-106 standardına göre üretilmektedir. 7,2-12 ve 17,5 kV gerilim seviyeleri için 400 A nominal akım ve max. 8 kA kısa devre dayanım değerinde üretilirler.

Genellikle motor besleme devrelerinde ve kısa devre akımını kesmek için sigorta ile birlikte kullanılır.



Vakum Kontaktör



SF6 Gazlı Kontaktör

YG Hücre Ekipmanları:

4- YG (OG) Sigortalar

Sigortalar; sistemden çekilmekte olan skım değerinin belirli bir süre ile koruma yapılacak akımın limit değerinin aşılması ile devreyi açan ekipmanlardır.

Sigortalar kısa devre akımını sınırlamak için kullanılırlar. Kısa devre akımı çok düşük değerlerde ise sigorta çalışmayabilir. Seçim kriterleri : akım, gerilim, fider tipi, kullanım alanı vb. Ayırıcı+sigorta bileşik cihazları (IEC420 & TSE 8812)

Etien Y.G sigortaları ile 6kV-36kV gerilim aralığında devreleri, sistemleri, cihaz ve tesislerinizi (hatlar, transformatörler, motorlar, kondansatörler vb.) kısa devre ve aşırı akımın neden olduğu termik ve dinamik etkilerine karşı korurlar. Sigortaların uluslararası bağımsız laboratuarda testlerini IEC 60282-1, DIN 43625 ve TS –EN 60282-1 standartlarına uygun olarak üretilmelidir.



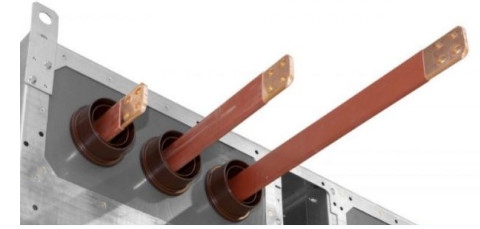
YG Hücre Ekipmanları:

5- YG (OG) Parafudrlar ve Mesnet İzolatörler

Baralar: Hücre içinde bulunan güç devresi elemanları arasında elektriksel bağlantıların yapılarak akım yolunu tamamlayan YG (OG) Hücre elemanlarıdır, bakır veya alüminyum baralar kullanılmaktadır. Akım taşıma kapasitesine uygun kesitte seçilmelidir.

YG Parafudrlar: 36 kV'a kadar olan orta gerilim (OG) Yüksek Gerilim (YG) sistemlerinde gerilim yükselmelerini sınırlamak amacıyla tasarlanmış ve atlama aralıksız, değişken metal oksit dirençli, seramik yada silikon kompozit mahfazalı olarak IEC 60099-4 standardına uygun üretilmektedir.

YG Mesnet İzolatörleri: 36 kV'a kadar olan orta gerilim (OG) Yüksek Gerilim (YG) hücrelerinde gerilim değerini pano gövdesine karşı izole etmek ve fazlar arası güvenli izolasyon mesafesini sağlamak için akım yolu olan baraların sabitlenmesi için kullanılırlar. IEC 62217 standardına uygun olarak üretilirler. Tepe kuvveti değeri (N), Krepaj mesafesi ve Petek sayısı değerlerine dikkat edilerek kullanılırlar.



Baralar



Parafudr



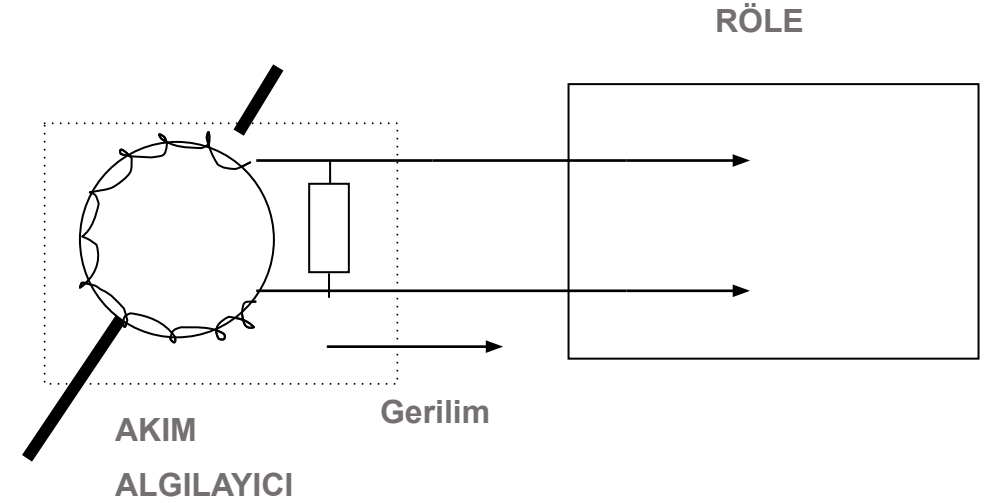
Mesnet İzolatör

YG Hücre Ekipmanları:

6- YG (OG) Akım ve Gerilim Trafoları

6.1- **Toroit Tipi Akım Trafoları:** Toroidal akım dönüştürücü güç beslemesi yapmaz.

- IEC 60044-8'de belirtildiği gibi, rölenin güç ihtiyacı yoktur.
- röleye verilen bilgi gerilimdir. (mV)
- akım algılayıcısı güç sağlamadığından, hassasiyeti tüm çalışma aralığı için geçerlidir:



LPCT : 5A ile 1250A arasındaki akımları, örneğin:100A/22.5 mV oranı ile ölçmek için dizayn edilmiştir. Değişik anma gerilimlerinde kullanılabilirler. Primer akım değerinin 100 A ve altı olan devrelerde hassasiyeti %7,5 olduğundan faturalamaya esas ölçüm sistemlerinde tercih edilemez. **Rogovsky** : Aynı özelliklerde olup, koruma rölesine akım bilgisi çıkışı 22,5 mV yerine 0-10 V oranı ile vermektedir. Primer akım değeri üzerinde bulunan «micro swtch»ler ile ayarlanıp röleye bilgisi bu şekilde verilmelidir. Bu tür akım dönüştürücüler ile haberleşebilen sekonder koruma rölesi ve sayaç, analizör sayısı yok denecek kadar azdır. (Yalnız üretici firmaların ürettiği bazı röle ve ölçüm cihazları haberleşmektedir.)

YG Hücre Ekipmanları:

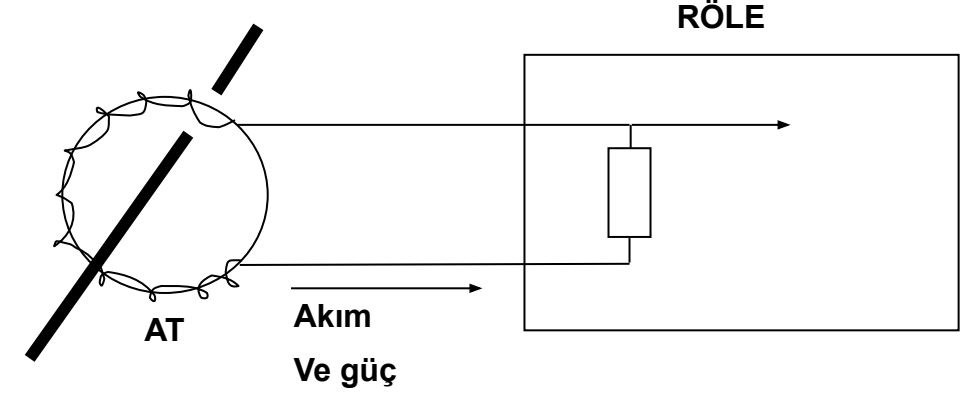
6- YG (OG) Akım ve Gerilim Trafoları

6.2- Konvansiyonel veya Mesnet Tipi Akım Trafoları: Bu akım trafoları sargılar ve manyetik nüveden oluşur.

- EN 60044-1'e göre AT röleye güç sağlamalıdır.
- Röleye verilen bilgi akımdır.
- Manyetik devrelerin doğrusal olmayan çalışma özelliği nedeniyle hassasiyet belirli çalışma noktaları için tanımlanır:
 - ✓ Anma primer akımı
 - ✓ Anma primer akımı katları

örnek: 100 / 1A 15VA 5P 10

- Akım trafosu, sekonder devresindeki röle, ölçü cihazları ve bunları besleyen kablonun oluşturduğu devrenin empedansına akım verir. Dolayısıyla bir güç üretmesi zorunludur. Akım trafolarının; IEC 185'e göre doğruluk sınıfının sağlandığı gücü verilmelidir, bu da $Z_{max} \cdot I_n^2 = P$ şeklinde max. gücü şart koşar.
- AT'nın sekonderi kısa devre edilirse $Z=0$ ve $P=0$ olur ve herhangi bir riski yoktur, açık kalması durumunda ise Z sonsuza gider, teorik olarak P (güç) ve gerilim de sonsuz olur ve bu değer AT'nun manyetik ve bakır kayıpları ile sınırlıdır, yine de gerilim değeri birkaç kV'a ulaşır. Bu nedenle AT'ler sekonderi açık devre olarak bırakılmaz.
- AT ler ölçü veya koruma esaslı olarak üretilir. Hassasiyet sınıfları =0,1-0,2-0,5-1-3-5 olarak tasarlanır.



Örnek: 100/5A , 15VA , 5 P 10

Primer akım :100A (I_p)

Sekonder akım:5A (I_s)

Doğruluk gücü: 15VA

Doğruluk sınır faktörü :10

Yukarıdaki değerler göz önüne alındığında; Primer akımın 10 katı (1000A) geçmesi durumunda sekonder devreden verilecek akım değeri $5 \cdot 10 \cdot \%5 = \pm 2.5A$ dir. Bu da 52.5 veya 47.5 A sekonder devre akımını tanımlamaktadır.

YG Hücre Ekipmanları:

6- YG (OG) Akım ve Gerilim Trafoları

6.3- Gerilim Ölçü Trafoları: Gerilim trafoları da AT ler gibi güç üretirler, ancak GT' lerde sekonder devrede Z arttığı zaman güç sabit kalır ve sekonder devre akımı azalır.

- Bir GT'sunun sekonderi herhangi bir risk olmaksızın açık devre bırakılabilir.
- Ancak GT'nin sekonderi asla kısa devre edilmemelidir. Z azalır ancak buna karşın kısa devre nedeniyle akım ve güç max. seviyelere ulaşır.

Gerilim trafosu seçiminde örneğin; **$34.5 / \sqrt{3} : 0.1 / \sqrt{3} \text{ kV}$, **60VA , Cl:1****

- $34,5 / \sqrt{3}$: Primer devre gerilimini
- $0.1 / \sqrt{3}$: Sekonder devre gerilimini
- 60VA : Doğruluk gücünü (30,45,60,90,120 VA)
- Cl:1 : Doğruluk sınıfı (0.1-0.2-0.5-1-3)

Gerilim trafosu seçiminde ;sekonder devreye bağlı cihazların toplam gücü VA cinsinden belirlenmiş olmalıdır ve doğruluk gücü değeri bulunan toplam gerilim ölçü trafosu yük değerinin %80 ve %120 arasında seçilmiş olması durumlarda gerilim trafosunun çevirme oranı hatası %1 den küçük olacağı garanti edilmiş demektir.

YG Hücre Ekipmanları:

7- YG Kapasitif Gerilim Bölücü ve Göstergesi

YG Kapasitif Gerilim Bölücü: Ana güç devresi ile toprak arasına bağlanan YG kapasitif Gerilim Bölücü izolatör bağlanmış olduğu hücrenin ilk giriş noktasındaki YG işletme gerilimi değerini çok düşük değere düşürür ve bunu düşük bir güç ile Gerilim İndikatörüne gönderir. Günümüzde güç elektroniğinden faydalanılarak yaptığı bu göreve ilaveten kuru kontak çıkışı da alınarak Topraklama ayırıcısına elektromekanik kilitleme yapılmaktadır.

YG Kapasitif Gerilim Göstergesi: Çok düşük güç tüketen YG (OG) hücrelerin giriş noktasında enerjinin varlığını izlenmesini sağlayan bir çeşit sinyal lambalarıdır.



Kapasitif Gerilim Bölücü



Kapasitif Gerilim
Göstergesi

IEC 62271-200 Standardına Göre Hücrelerin Sınıflandırılması

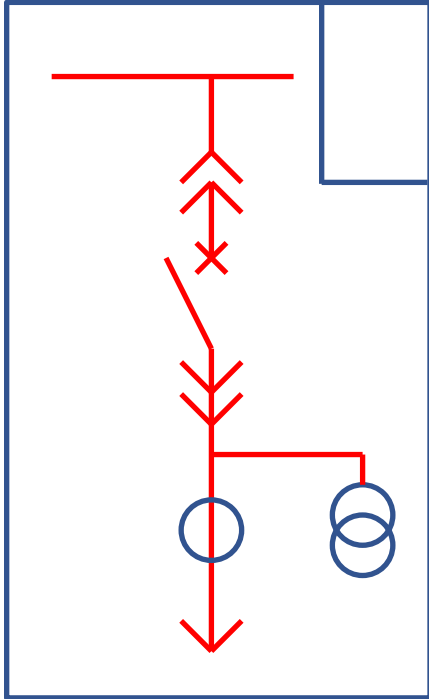
IEC 62271-200 Standardına göre hücreler aşağıdaki kriterlere göre sınıflandırılmaktadır;

1. Hücre içindeki her bir faza ait güç devresi iletkenlerinin birbirleriyle ve hücre gövdesiyle gerilim izolasyonunu sağlayan malzemeye göre sınıflandırılır.
 - Hava İzoleli hücreler
 - Gaz İzoleli Hücreler (SF6 Gazlı veya Kuru havalı)
 - Katı izolasyonlu hücreler
2. Bölmelendirme malzemesine göre sınıflandırma
 - PM Metal Bölmelendirmeli. (Bölmelendirmede esas olan metal malzeme 12mm fazla izole malzeme ile kesintiye uğrarsa hücre bölmelendirme sınıfı PM olamaz PI olur)
 - PI İzole malzeme bölmelendirmeli.
3. İç ark sınıflandırması: Hücrelerin iç hacminde topraklama ayırıcısı kapalı iken hücreye enerji verilmek suretiyle iç ark kısa devre dayanım akımı kadar akım ve dayanım süresince enjekte edilir. Bu durumda topraklama ayırıcısında ark oluşur. Oluşan arkın merkezinde sıcaklık 20.000°C değerini aşar ve bu hücre hacmi içinde bulunan havanın basıncını arttırır. Sınıflandırmada esas olan bu basıncın personele ve işletmeye zarar vermeden boşaltılmasıdır. Basıncı ve sıcaklığı yüksek olan hava boşaltılırken **A** : yetkili personeli tanımlar, **F** : personelin hücrenin ön tarafında **L** : personelin hücre sağ ve sol yan tarafında, **R** : ise hücrenin arka tarafında durduğu takdirde bu durumdan zarar görmeyeceğini anlatır. Sınıflandırmada yazılması gereken ibare **IAC 25 kA/3s AFLR** veya **IAC 20 kA/1s AFL** gibi bilgiler yazılmalıdır. Bu bilgi ile Kompartmanlarda oluşan yüksek basınç ve sıcaklıktaki havayı dışarı boşaltacak olan flaplar hücre arkasında ise **AFLR** olamaz **AFL** tipindedir, eğer hücre tavanında ise sıcak ve basınçlı gaz arkaya etki etmeyeceğinden **AFLR** sınıfındadır.

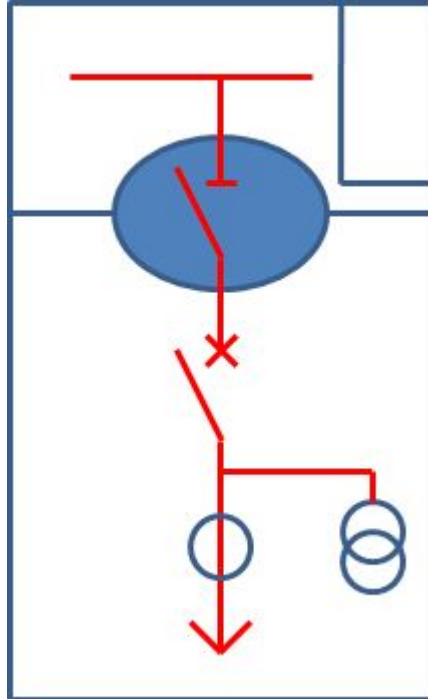
IEC 62271-200 Standardına Göre Hücrelerin Sınıflandırılması

4. Servis sürekliliği kaybına göre sınıflandırma

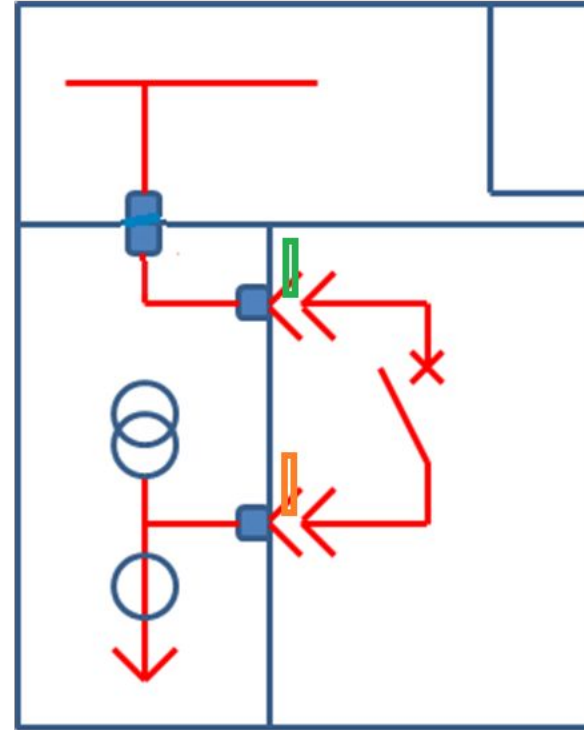
LSC1
Dolap tipi



LSC2-A
Metal Mahfazalı



LSC2-B
Metal Bölme



LSC1
Dolap tipi



LSC2-A
Metal Mahfazalı



LSC2-B
Metal Bölmeli



LSC 2A Metal Mahfazalı Modüler Hücreler - (Metal Enclosed)



40.5 kV & 1250 A'e kadar 16, 20, 25 kA/1s Kısa devre dayanım değerinde üretilmektedir.

LSC 2A Metal Mahfazalı Modüler Hücreler - (Metal Enclosed)

Elektriksel Değerleri;

- Nominal Gerilim : 12 kV, 24 kV, 36 kV, 40,5 kV
- Nominal Akım : 630 A, 1250 A
- Nominal Kısa Devre Akımı : 16 kA/1s, 20 kA/1s, 25 kA/1s

IEC Özellikleri;

- LSC 2A servis sürekliliği
- PI bölümlendirme
- AFL sınıfı iç ark dayanımı
- IP3X koruma sınıfı
- 3 ayrı erişilebilir bölüm
- Elektriksel ve mekanik kilitleme sistemleri

Opsiyonel özellikler;

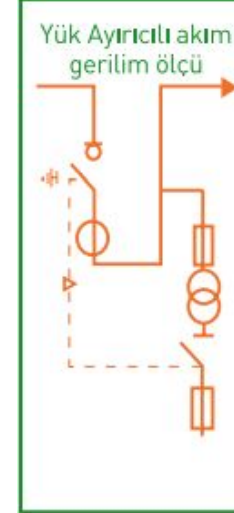
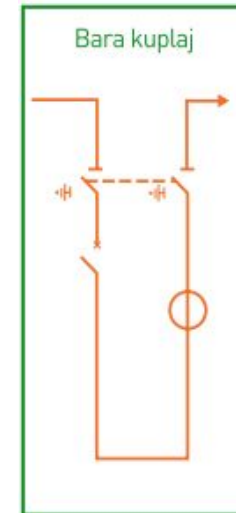
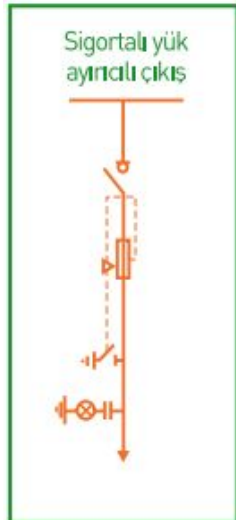
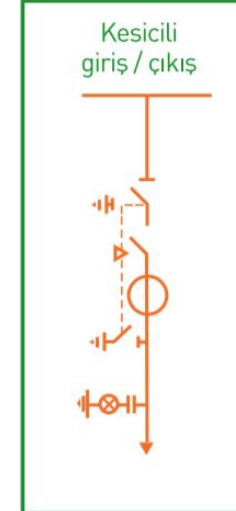
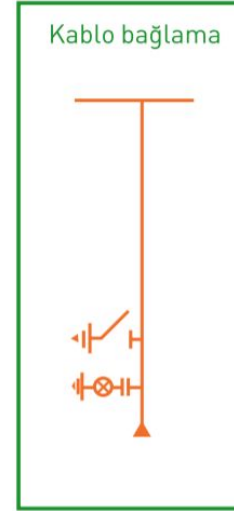
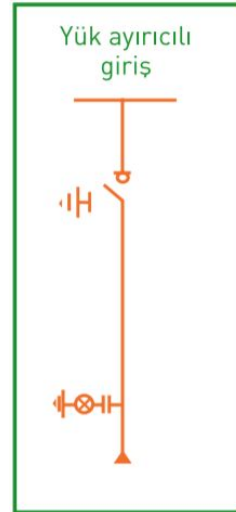
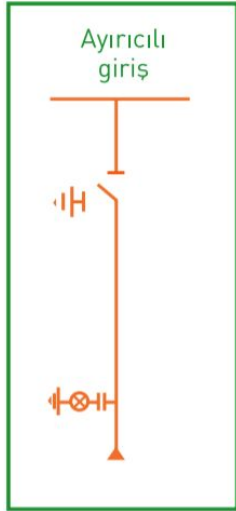
- Sabit veya çekmeceli kesici opsiyonu
- Hava izoleli döner ayırıcı veya SF6 gazı izoleli ayırıcı opsiyonu
- Standartlarına göre uygulanmış sismik testler uygun imalat (IEC 62271-210, EN 60068, IEEE 693, GR-63-Core-Zone4)



LSC 2A Metal Mahfazalı Modüler Hücreler - (Metal Enclosed)



LSC 2A Metal Mahfazalı Modüler Hücreler - (Metal Enclosed)



LSC 2B Metal Mahfazalı Metal Bölme OG Hücreler (Metal Clad)



Arabalı Kesicili Metal Clad
40.5 kV & 4000 A'e kadar



Çekmeceli Kesicili Metal Clad
36 kV & 3150 A'e kadar



Çekmeceli Kesicili Çift Baralı
Metal Clad
36 kV & 2500 A'e kadar

16, 25,31,5 ve 40 kA/1 ve 3s Kısa devre dayanım değerinde üretilmektedir.

LSC 2B Metal Mahfazalı Metal Bölmeli OG Hücreler – Arabalı Kesicili

Elektriksel Değerleri;

- Nominal Gerilim : 12 kV, 24 kV, 36 kV, 40.5 kV
- Nominal Akım : 630 A, 1250 A, 1600 A, 2000 A, 2500 A, 3150 A, 4000 A
- Nominal Kısa Devre Akımı : 16 kA/3s, 25 kA/3s, 31,5 kA/3s, 40kA/3s

IEC Özellikleri;

- LSC 2B servis sürekliliği
- PM bölümlendirme
- AFLR sınıfı iç ark dayanımı
- IP4X koruma sınıfı
- 4 ayrı erişilebilir bölüm
- Tamamı 3 mm sac ve kaynaksız ana karkas yapısı

Opsiyonları;

- Vakum veya SF6 kesici opsiyonu
- Önden veya arkadan erişim opsiyonu
- Opsiyonel patlama bacası
- Elektriksel ve mekanik kilitleme sistemleri
- Tropikal iklim koşullarına uygun imalat



LSC 2B Metal Mahfazalı Metal Bölmeli OG Hücreler – Arabalı Kesicili

1) Bara Bölümü

- Bakır baralar
- Mesnet İzolatörler

2) Kablo Bölümü

- Akım / gerilim trafoları
- Parafudr
- Topraklama ayırıcısı
- Kapasitif gerilim bölücü



3) Alçak Gerilim Bölümü

- Koruma röleleri
- Ölçüm cihazları
- Terminal bağlantıları

4) Anahtarlama Ekipmanları Bölümü

- Kesici, kontaktör
- Arabalı Kesicili Tip

LSC 2B Metal Mahfazalı Metal Bölme OG Hücreler – Çekmeceli Kesicili

Elektriksel Değerleri;

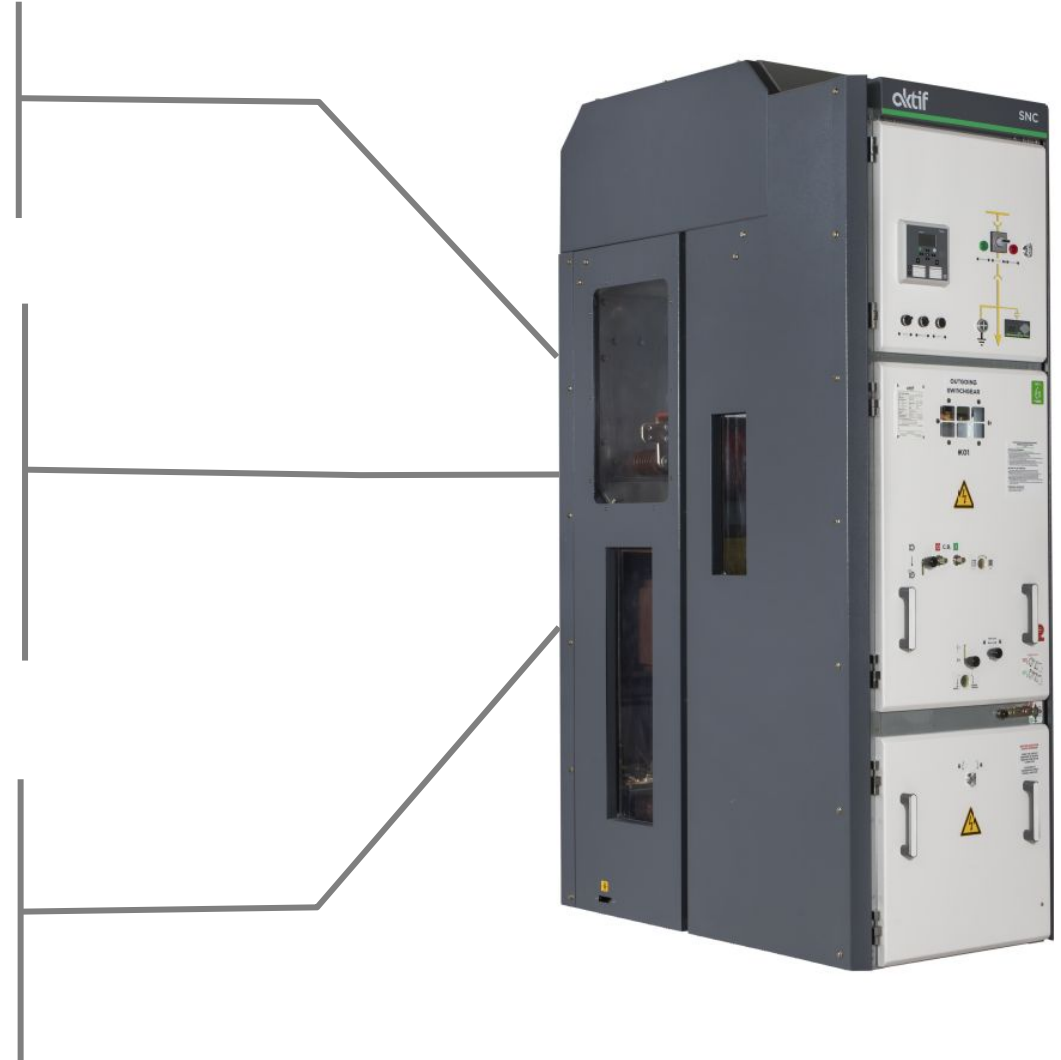
- Nominal Gerilim : 12 kV, 24 kV, 36 kV
- Nominal Akım : 630 A, 1250 A, 1600 A, 2000 A, 2500 A, 3150 A
- Nominal Kısa Devre Akımı : 16 kA/3s, 20 kA/3s, 25 kA/3s, 31,5 kA/3s, 40 kA/3s

IEC Özellikleri;

- LSC 2B servis sürekliliği
- PM bölümlendirme
- AFLR sınıfı iç ark dayanımı
- IP4X koruma sınıfı
- 4-5 ayrı erişilebilir bölüm
- Tamamı 3 mm sac ve kaynaklı ana karkas yapısı

Opsiyonları;

- Vakum veya SF6 kesici opsiyonu
- Sabit veya çekmeceli gerilim trafosu opsiyonu
- Opsiyonel patlama bacası
- Elektriksel ve mekanik kilitleme sistemleri
- Standartlarına göre uygulanmış sismik testler ve bu testlere uygun imalat (IEC 62271-210, EN 60068, IEEE 693, GR-63-Core-Zone4)
- Tropikal iklim koşullarına uygun imalat



1) Bara Bölümü

- Bakır baralar
- Mesnet İzolatörler

2) Kablo Bölümü

- Akım / gerilim trafoları
- Parafudr
- Topraklama ayırıcısı
- Kapasitif gerilim bölücü



3) Alçak Gerilim Bölümü

- Koruma röleleri
- Ölçüm cihazları
- Terminal bağlantıları

4) Anahtarlama Ekipmanları Bölümü

- Kesici, kontaktör
- Arabalı Kesicili Tip

5) Gerilim Trafosu Bölümü

- Sabit veya Çekmeceli tip Gerilim Trafosu ve sigortası.

LSC 2B Çift Baralı Metal Mahfazalı Metal Bölmeli OG Hücreler – Çekmeceli Kesicili

Elektriksel Değerleri;

- Nominal Gerilim : 12 kV, 24 kV, 36 kV
- Nominal Akım : 630 A, 1250 A, 1600 A, 2000 A, 2500 A
- Nominal Kısa Devre Akımı : 16 kA/3s, 20 kA/3s, 25 kA/3s, 31,5 kA/3s, 40kA/3s

IEC Özellikleri;

- LSC 2B servis sürekliliği
- PM bölümlendirme
- AFLR sınıfı iç ark dayanımı
- IP4X koruma sınıfı
- 4-5 ayrı erişilebilir bölüm
- Tamamı 3 mm sac ve kaynaklı ana karkas yapısı

Opsiyonları;

- Minimize edilmiş boyutlar ile yerden tasarruf
- Vakum veya SF6 kesici opsiyonu
- Sabit veya çekmeceli kesici ve gerilim trafosu opsiyonu
- Opsiyonel patlama bacası
- Elektriksel ve mekanik kilitleme sistemleri
- Standartlara göre uygulanmış sismik testler ve bu testlere uygun imalat
- Tropikal iklim koşullarına uygun imalat



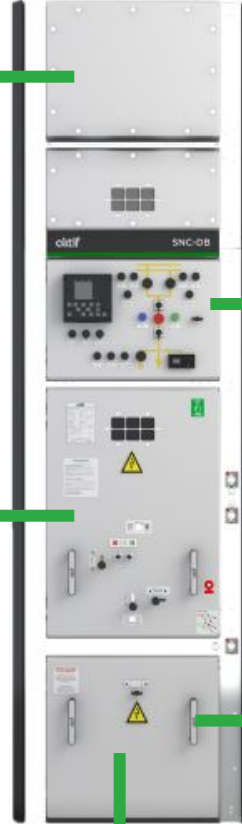
LSC 2B Çift Baralı Metal Mahfazalı Metal Bölme OG Hücreler – Çekmeceli Kesicili

1) Bara Bölümü

- Bakır baralar
- Mesnet İzolatörler

2) Anahtarlama Ekipmanları Bölümü

- Kesici, kontaktör
- Çekmeceli tip araba



3) Alçak Gerilim Bölümü

- Koruma röleleri
- Ölçüm cihazları
- Terminal bağlantıları

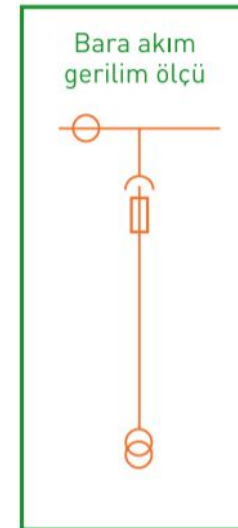
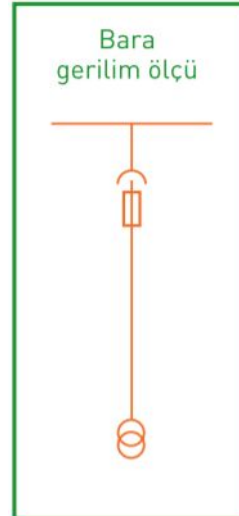
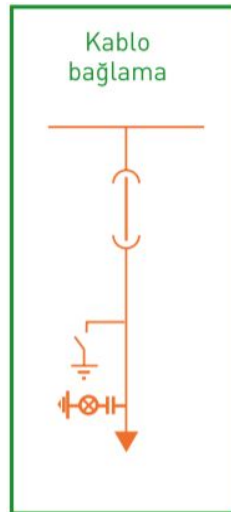
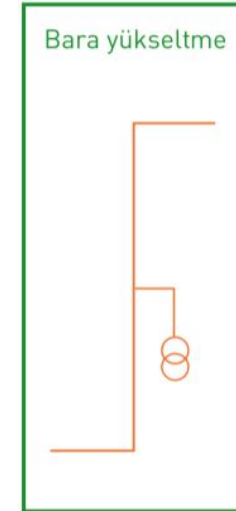
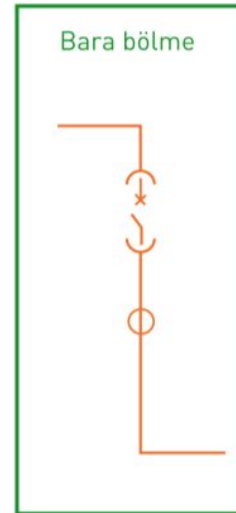
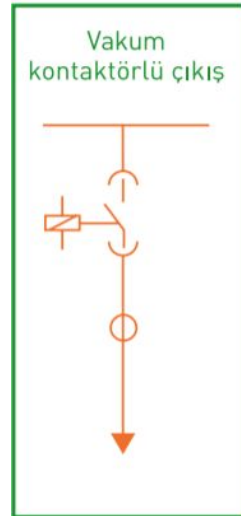
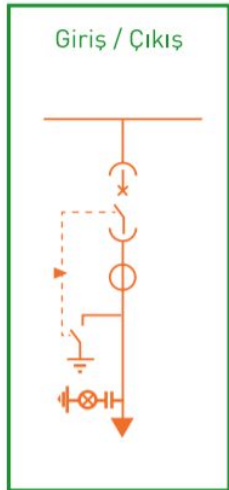
4) Kablo Bölümü

- Akım / gerilim trafoları
- Parafudr
- Topraklama ayırıcısı
- Kapasitif gerilim bölücü

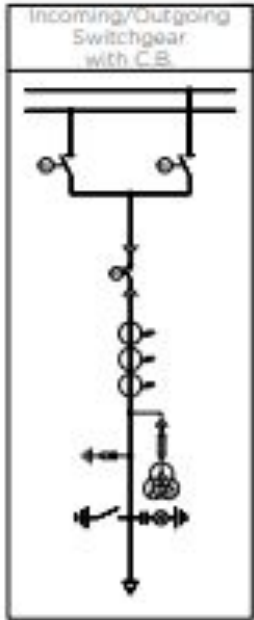
5) Arabalı Gerilim Trafosu Bölümü

- Gerilim trafoları ve araba ünitesi
- Sigortalar

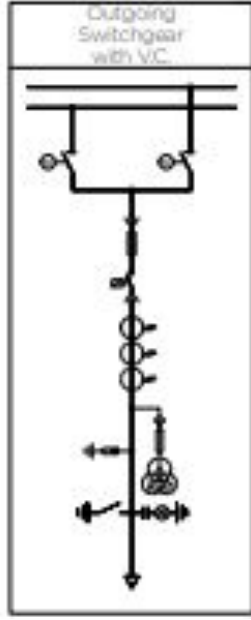
LSC 2B Metal Clad Hücre Tipleri



LSC 2B Çift Baralı Metal Clad Hücre Tipleri



Kesicili G.T.'lu
Giriş-Çıkış
Hücresi



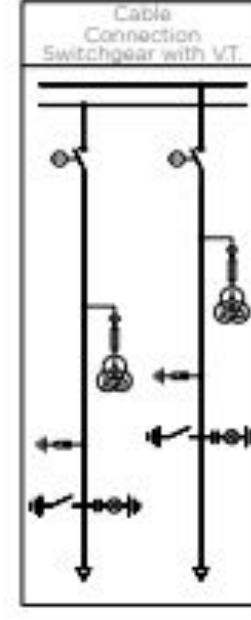
Vakum
Kontaktörlü
G.T.'lu Giriş-
Çıkış Hücresi



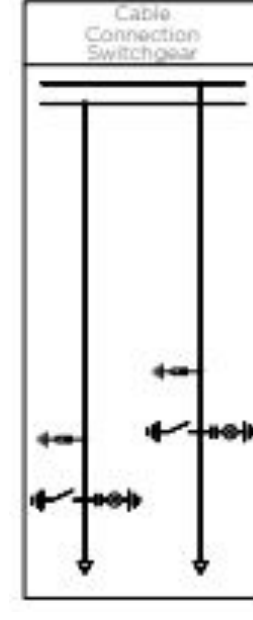
Çift Barada
Gerilim Ölçü
Hücresi



Çift Barada
Akım-Gerilim
Ölçü Hücresi



Motorlu Adi
Ayrıcılı Giriş-
Çıkış Hücresi



Çift Baraya
Kablo Bağlantı
Hücresi

LSC2A (Metal Enclosed) ve LSC2B (Metal Clad) Hücre Farkları

- ❖ Metal enclosed hücreler daha küçük yüklerle ve daha düşük arıza akımına sahip sistemler için uygundur. Metal clad ise daha yüksek arıza akımına sahip sistemler içindir.
- ❖ Metal enclosed hücreler 1250 A, 25 kA/1s'e kadar yapılabilmektedir bu karşılık metal clad hücreler 4000 A, 40 kA/3s'e kadar yapılabilmektedir.
- ❖ Mevcut arıza akımının daha yüksek olduğu durumlarda, metal clad şalt sistemi ek güvenlik özellikleri sunar. Metal enclosed gibi "açık" bir sistemde, sistemin bir parçası arızalandığında, diğer parçalar ilk arızadan etkilenir ve hızla kontrolden çıkabilir. Metal clad sisteminde durum böyle değildir.
- ❖ Metal enclosed hücrelerin sistem bakımı tüm bileşenlerin açıkta olması nedeniyle metal clad hücreye göre daha kolaydır.
- ❖ Metal enclosed hücreler 3 ayrı erişilebilir bölümden (Bara, anahtarlama ekipmanı, AG) oluşur. Metal clad hücreler ise ekstradan kablo bölümü ve gerilim trafosu bölümü ile 4-5 erişilebilir bölümden oluşur.



Metal Clad Hücre



Metal Enclosed Hücre

GIS – Kuru Hava Teknolojili GIS



GIS Serisi
36 kV & 1250 A'e kadar

GIS – Kuru Hava Teknolojili GIS

Elektriksel Değerleri;

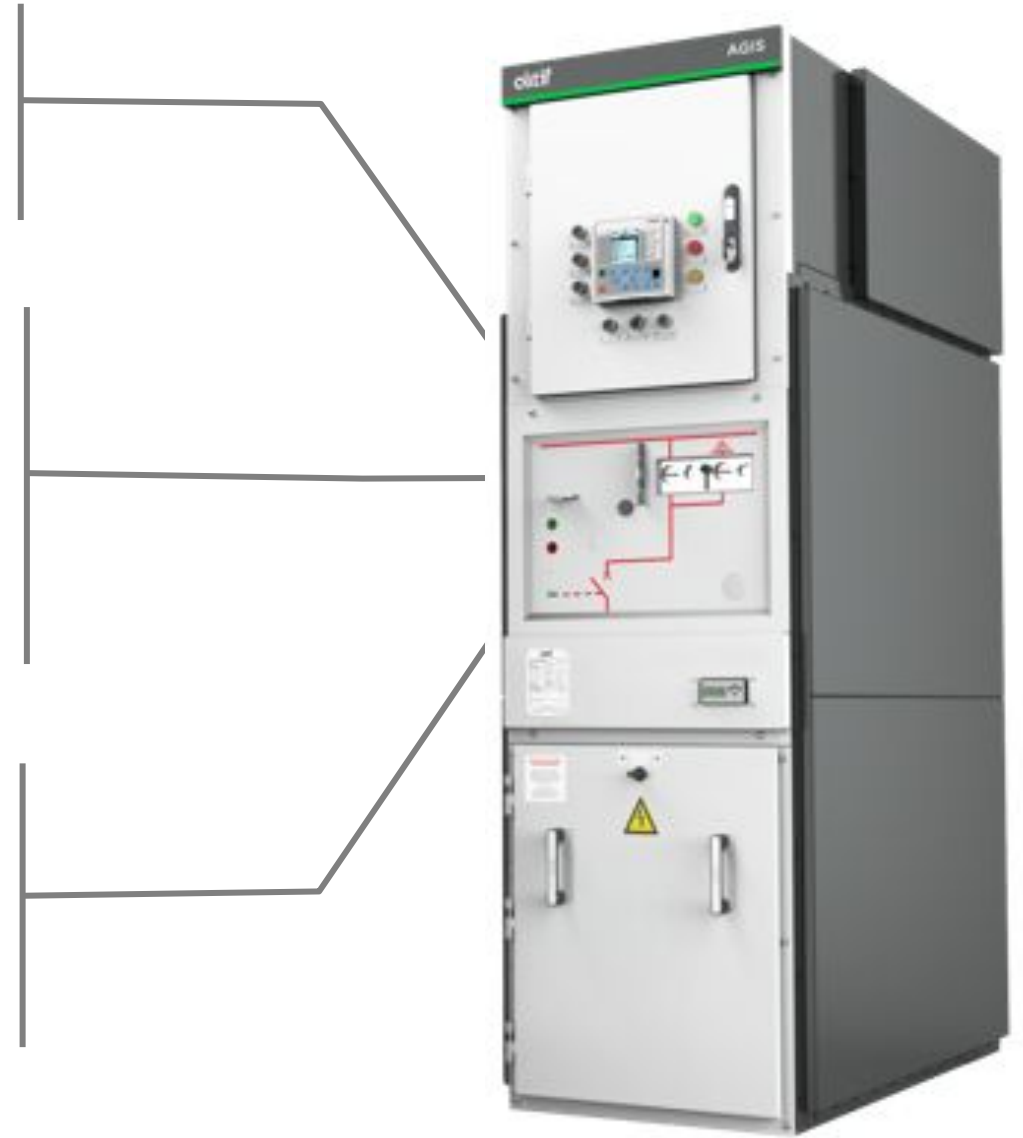
- Nominal Gerilim : 36 kV
- Nominal Akım : 1250 A, 2000 A
- Nominal Kısa Devre Akımı : 31,5 kA/3s

IEC Özellikleri;

- LSC 2 servis sürekliliği
- PM bölümlendirme
- AFLR sınıfı iç ark dayanımı
- IP4X koruma sınıfı
- 3 ayrı erişilebilir bölüm
- Tamamı 2 mm sac ve kaynaklı ana karkas yapısı

Avantajları;

- Çevre dostu
- Endüstri 4.0'a uygun
- Opsiyonel patlama bacası
- Elektriksel ve mekanik kilitleme sistemleri
- Tropikal iklim koşullarına uygun imalat



GIS – Kuru Hava Teknolojili GIS

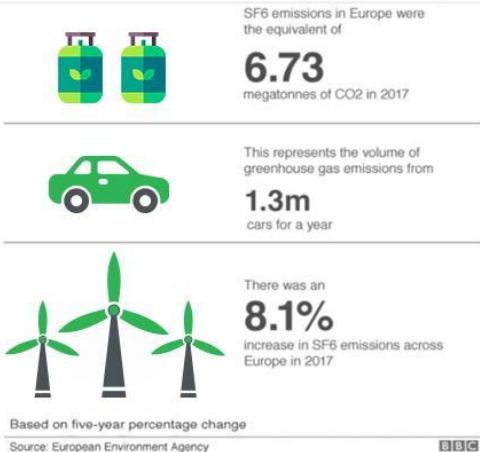
SF₆ is emitted day by day

 **SF₆**
Sulfur Hexafluoride
is the **strongest**
greenhouse gas that
humanity knows

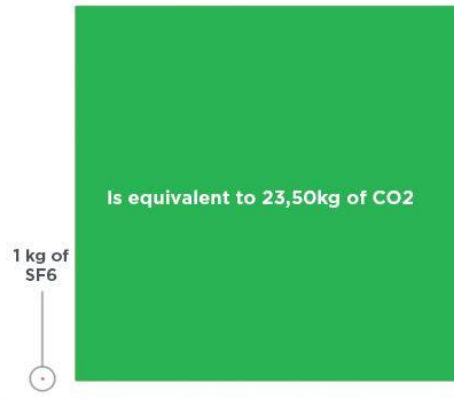
1t SF₆ = 23500 t CO₂-e²



- SF₆ en güçlü sera gazıdır.
- 1 kg SF₆, 23.500 kg CO₂ emisyonuna eşdeğerdir.
- Avrupa'da SF₆ emisyonu 6,73 megaton CO₂ emisyonuna eşdeğerdir.
- Yılda 1.3 milyon arabadan kaynaklanan sera gazı emisyonu hacmini temsil eder.
- Yıllık ölçülen SF₆ emisyonu 116 milyondan fazla arabaya eşdeğerdir.
- SF₆ gazı emisyonu Avrupa genelinde yıllık %8,1 arttı

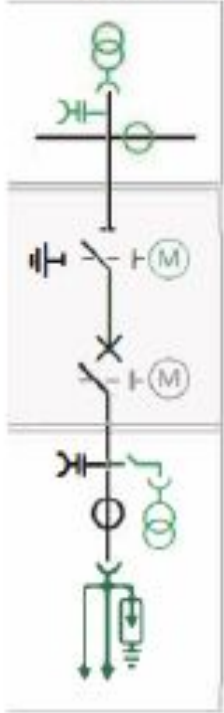


Why should we worry about SF₆?

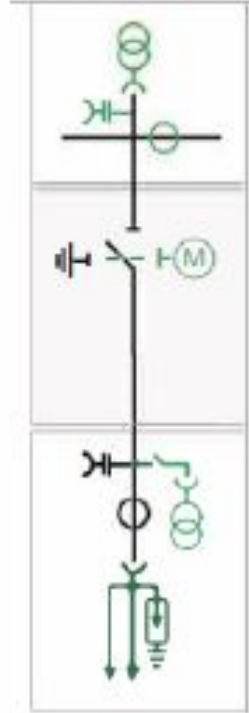


GIS – Kuru Hava Teknolojili GIS

Circuit - breaker panel



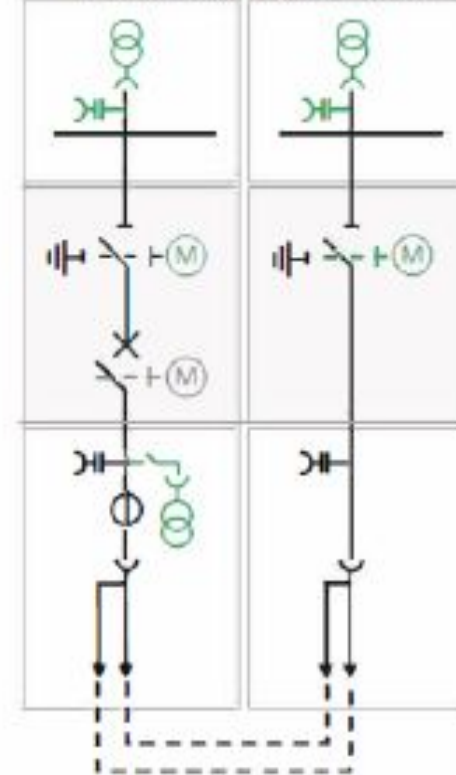
Disconnecter panel



Direct connection panel



Busbar sectionalizer panel



- Aktif kuru hava teknoloji GIS tasarımı, opsiyonel olarak kablo ve bara tarafına akım trafosu, gerilim trafosu ve parafudr eklenmesine olanak sağlar.

RMU – Ring Main Unit



RMU Serisi
36 kV & 630 A'e kadar

ARMU – Ring Main Unit

Elektriksel Değerleri;

- Nominal Gerilim : 12/24 kV, 36 kV kV
- Nominal Akım : 630 A
- Nominal Kısa Devre Akımı : 20 kA/1s

IEC Özellikleri;

- LSC 2A servis sürekliliği
- PM bölümlendirme
- AFL sınıfı iç ark dayanımı
- IP3X koruma sınıfı
- 2 ayrı erişilebilir bölüm
- Tamamı 2 mm sac ve kaynaklı ana karkas yapısı

Avantajları;

- Ömür boyu sızdırmazlık sağlayan tam yalıtım
- Ünitelerin %100'ünde rutin fabrika testleri
- Kurulum ve test için önden kolay erişim
- Elektriksel ve mekanik kilitleme sistemleri
- Tropikal iklim koşullarına uygun imalat

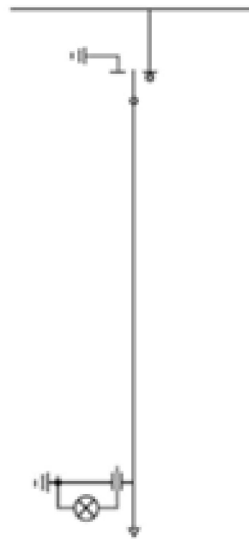


RMU – Ring Main Unit

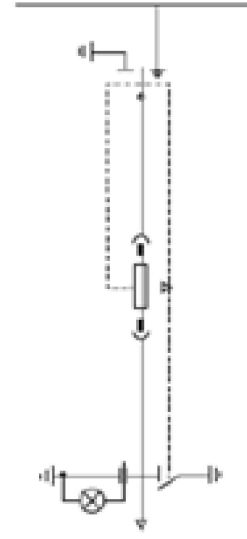
- L ünitesi, giriş veya çıkış ünitesi olarak kullanılır. L ünitesi, 3 konumlu yük ayırıcı ile donatılmıştır. Topraklama konumunda kablo bölmesine erişim mümkündür.
- T ünitesi, sigorta korumalı trafo çıkışı gerektiğinde kullanılır. T ünitesi, IMS açma bobini ile donatılabilir. Sigortaların topraklanması için giriş tarafında entegre topraklama ayırıcısı, çıkış tarafında ise ek bir topraklama ayırıcısı kullanılır.

Aktif RMU'ların genişletilebilir ve kompakt olmak üzere iki seçeneği vardır, bunlar genişletilebilir L (Giriş/Çıkış), T (Sigorta koruma) tiplerinden oluşur ve kombinasyonları aşağıdaki gibidir:

- Genişletilebilir L
- Genişletilebilir T
- Genişletilebilir 2L + 1T
- Kompakt 2L + 1T
- Kompakt 2L + 2T
- Kompakt 3L
- Kompakt 3L + 1T
- Kompakt 4L
- Kompakt 4L + 1T



L ünitesi



T ünitesi

YG Bara Tasarımı:

Tek hat şeması oluşturulmuş tesisin mühendislik hesaplamaları yapılır.

Hava izoleli hücrelerin seçiminde baz alınacak en önemli iki kriter vardır.

1. Nominal işletme akımı (200,400,630,1250,2500 A)
2. Kısa devre akımı (12.5,16,20,25,31.5,40 kA)

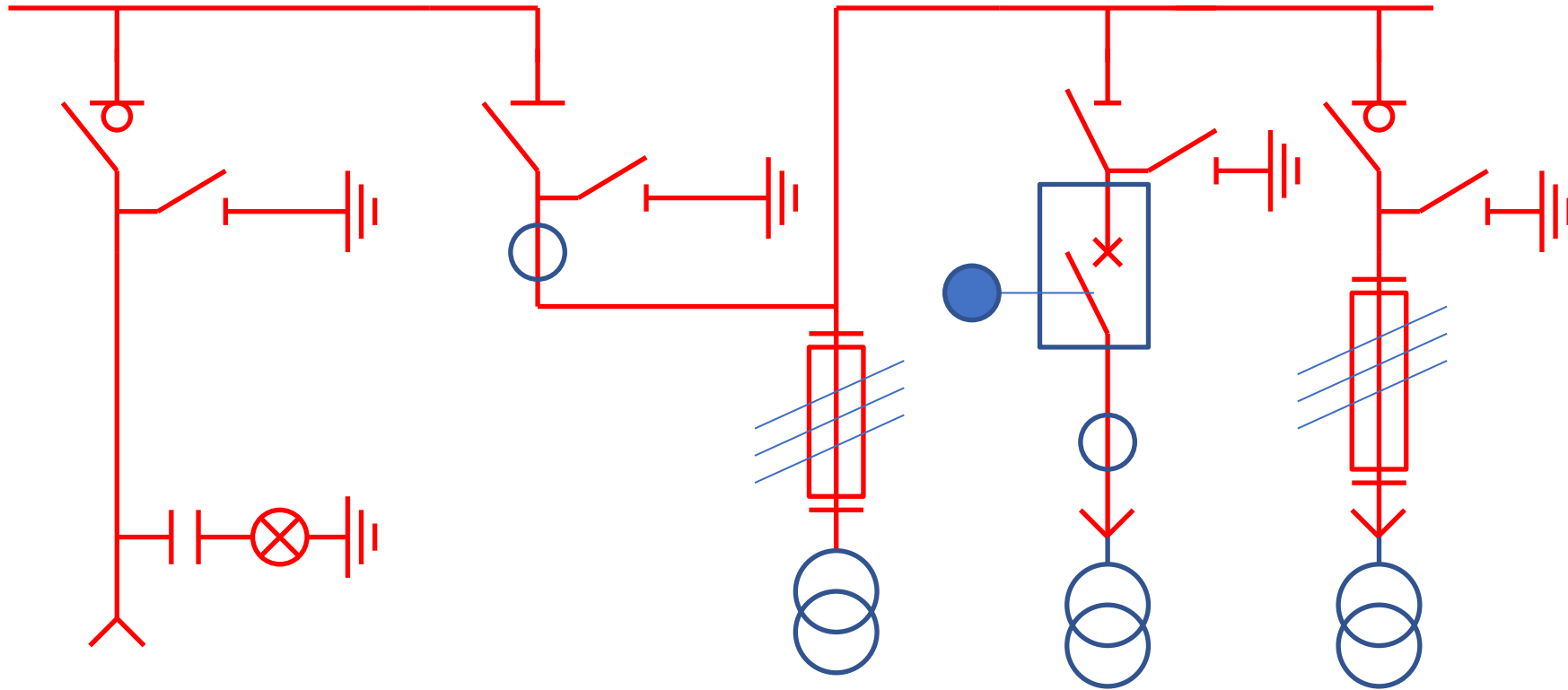
Yapılmış hesaplamalar sonucunda OG tesisi için 1250A, 25kA e kadar değerler elde edilmiş ise; LSC2-A servis sürekliliğine haiz Metal Enclosed hücrelerle enerji dağıtmak uygun çözümdür.

Yapılmış hesaplamalar sonucunda OG tesisi için 1250A, 25kA den büyük değerler elde edilmiş ise; LSC2-B servis sürekliliğine haiz Metal Clad hücrelerle enerji dağıtmak uygun çözümdür.

Eğer OG barasını uygulayacağımız alan çok küçük ise veya rutubet aşırı yüksek ya da yanıcı parlayıcı gazların olduğu ortam söz konusu ise RMU veya gaz izoleli hücrelerle (GIS) enerji dağıtmak uygun çözümdür.

YG Bara Tasarımı:

36kV'da kurulu gücü 20MVA'dan küçük işletmeler için;
36kV anma gerilimi, 630 veya 1250 A anma akımında, hesaplanmış kısa devre akımına göre 16-20-25kA değerinde metal mahfazalı OG hücreleri ile sistem tasarlanır.

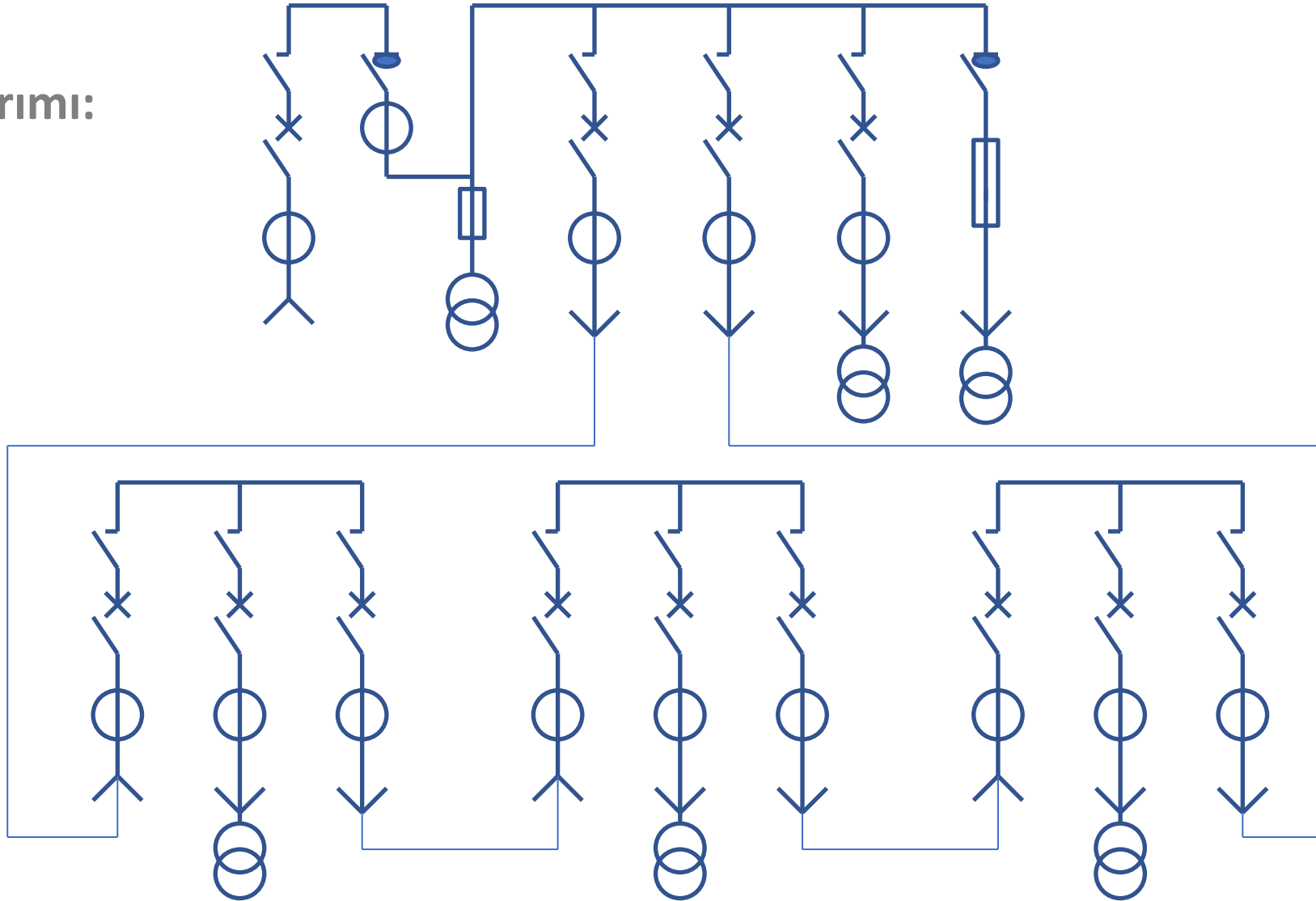


YG Bara Tasarımı:

- **36kV'da dağınık ve çok sayıda trafoları bulunan işletmeler için;**
36kV anma gerilimi, 630A anma akımında hesaplanmış kısa devre akımına göre 16-20-25kA değerinde metal mahfazalı OG hücreleri ile sistem tasarlanır.
- **36kV'da dağınık ve çok sayıda trafoları bulunan gerilim hassasiyeti olan işletmeler için yükte Otomatik kademe değiştiricili trafo sayesinde ara gerilim değerinden OG dağıtım;**
Ara gerilim değerine göre dizayn edilmiş metal mahfazalı OG hücreleri ile enerji dağıtımı sağlanabilir. Sistemin gücüne bağlı ve işletmede kullanılacak elektrik makineleri özelliklerine göre 7,2 - 12 - 17,5 - 24 kV değerlerinden bir ara gerilim değeri seğilerek OG dağıtımı yapılır.

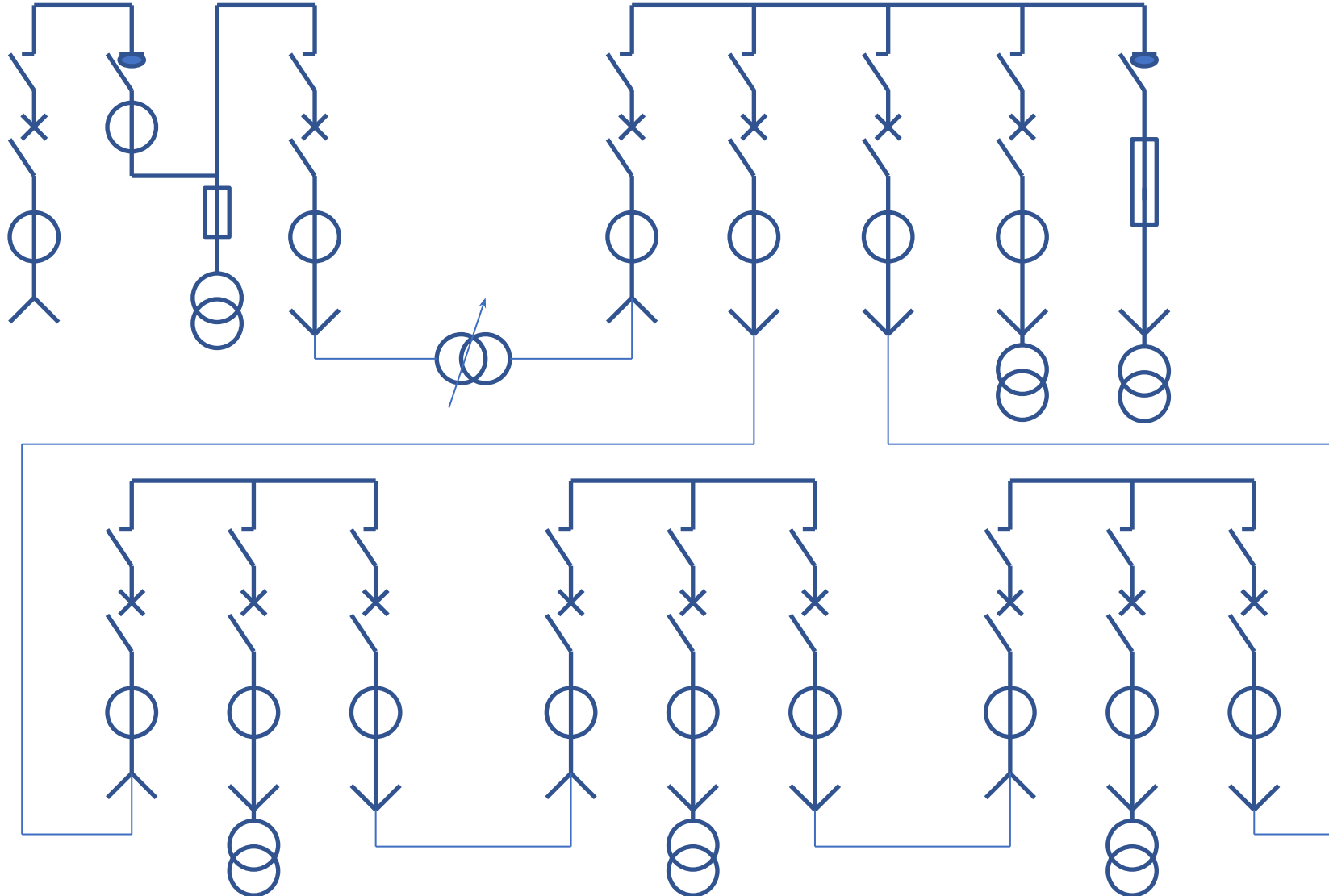
36kV'da dağınık ve çok sayıda trafoları bulunan işletmeler

YG Bara Tasarımı:



36kV'da dağınık ve çok sayıda trafoları bulunan işletmeler için izole trafo sayesinde ara gerilim değerinden OG dağıtım;

YG Bara Tasarımı:



YG Bara Tasarımı:

Tek beslemeli radyal şebeke;

Bir ana dağıtım merkezinden her bir yüke veya enerji nakil hattına ayrı çıkış hücreleri verilerek oluşturulmuş şebeke biçimidir. Dal budak şebekeler de bu gruba girerler.

Açık ring şebeke;

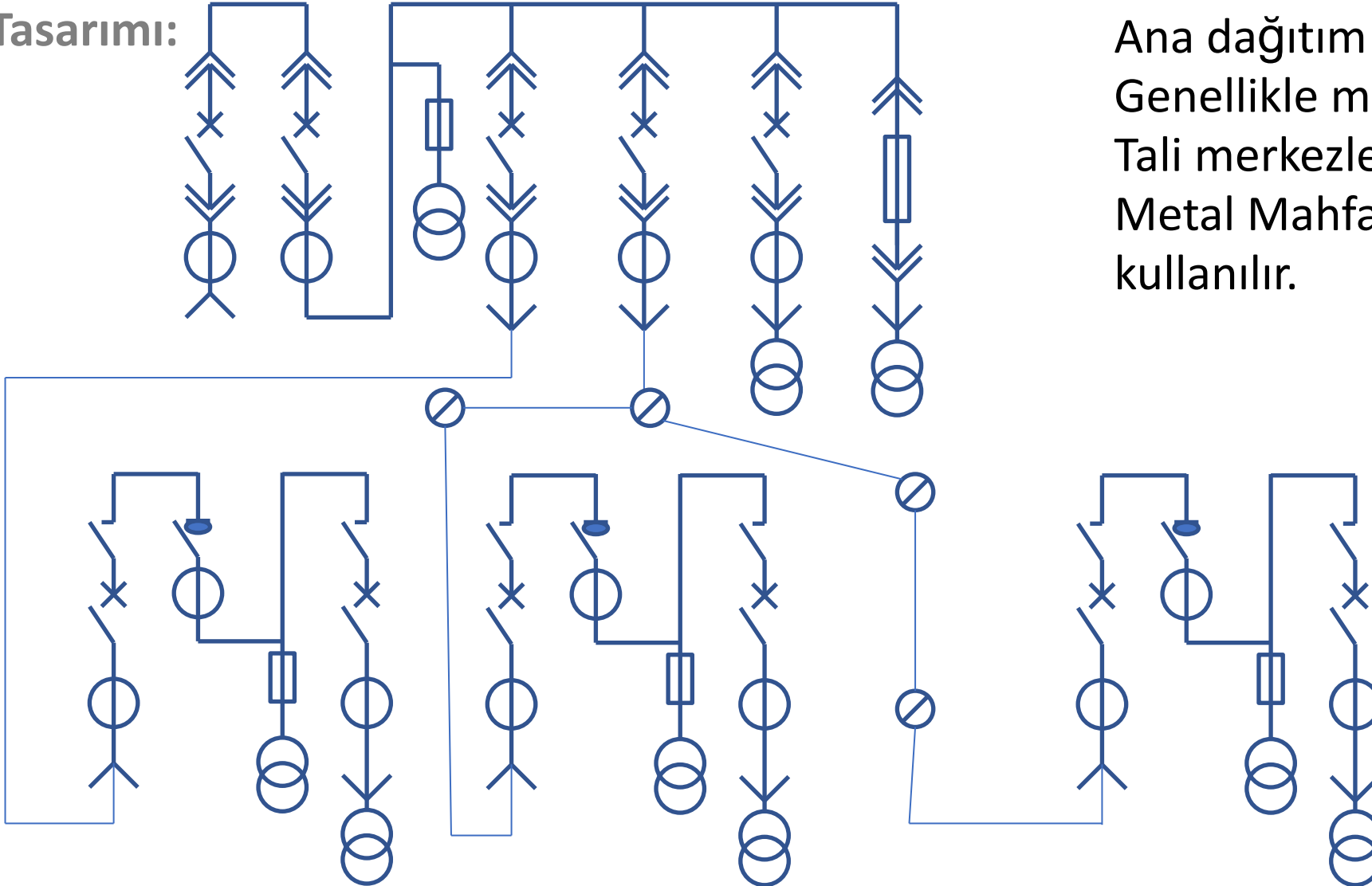
İki ayrı giriş ve kuplajlı iki baradan oluşan ana dağıtım merkezinin bir barasından çıkılarak ayırıcılı giriş , kesicili çıkışlar yapılarak tali dağıtım merkezlerini birbirlerine bağlayıp her hangi iki merkezin arası açık bırakılmak şartıyla ana dağıtım merkezinin diğer barasına döndüğü şebeke şeklidir.

Kapalı ring şebeke;

İki ayrı giriş ve kuplajlı iki baradan oluşan ana dağıtım merkezinin bir barasından çıkılarak kesicili giriş ve çıkışlar yapılarak tali dağıtım merkezlerini birbirlerine bağlayıp tekrar ana dağıtım merkezinin diğer barasına döndüğü şebeke şeklidir. Ring üzerinde ki tüm kesiciler kapalıdır.

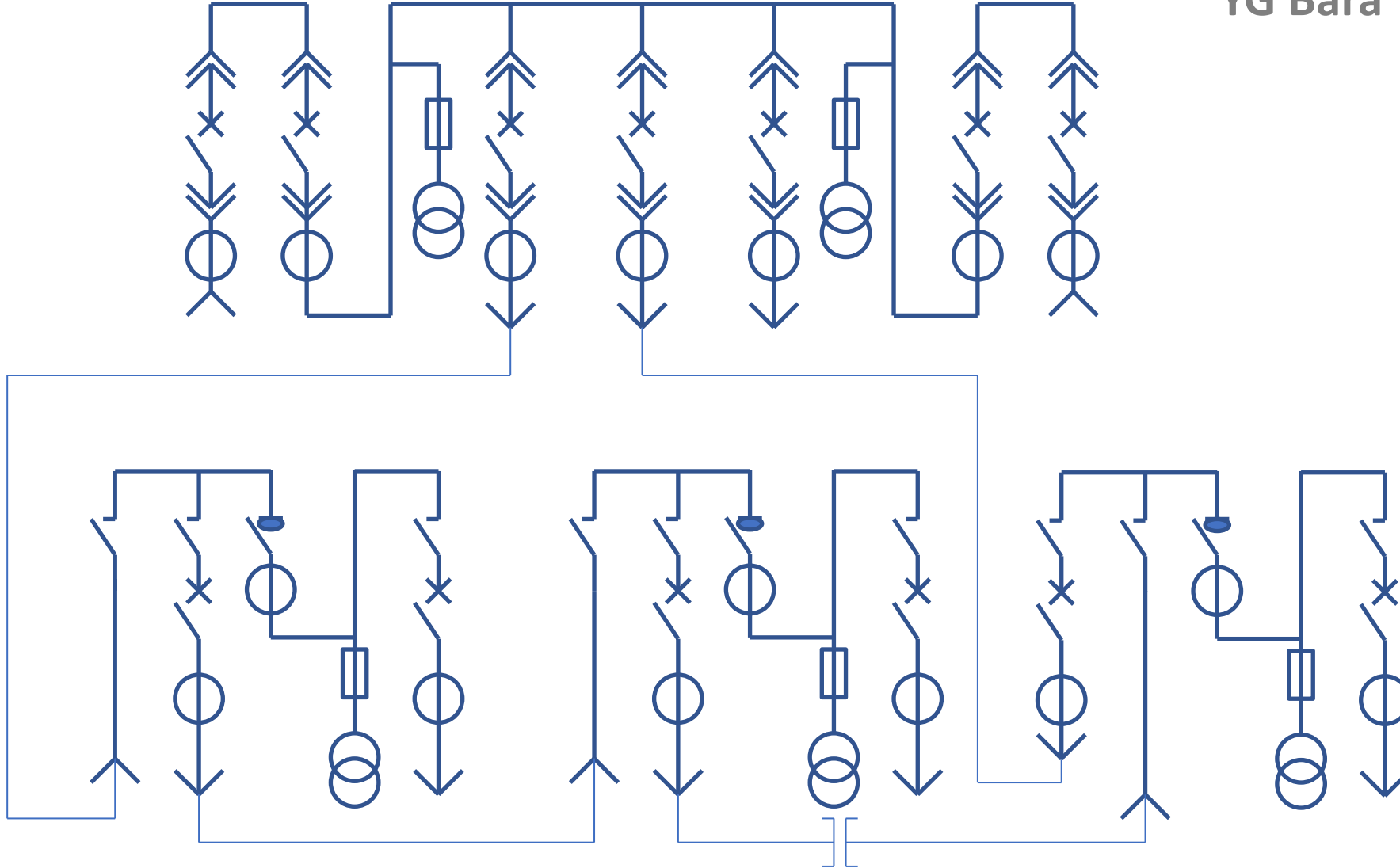
Tek beslemeli radyal şebeke

YG Bara Tasarımı:



Ana dağıtım merkezinde
Genellikle metal bölümlü
Tali merkezler de ise
Metal Mahfazalı hücreler
kullanılır.

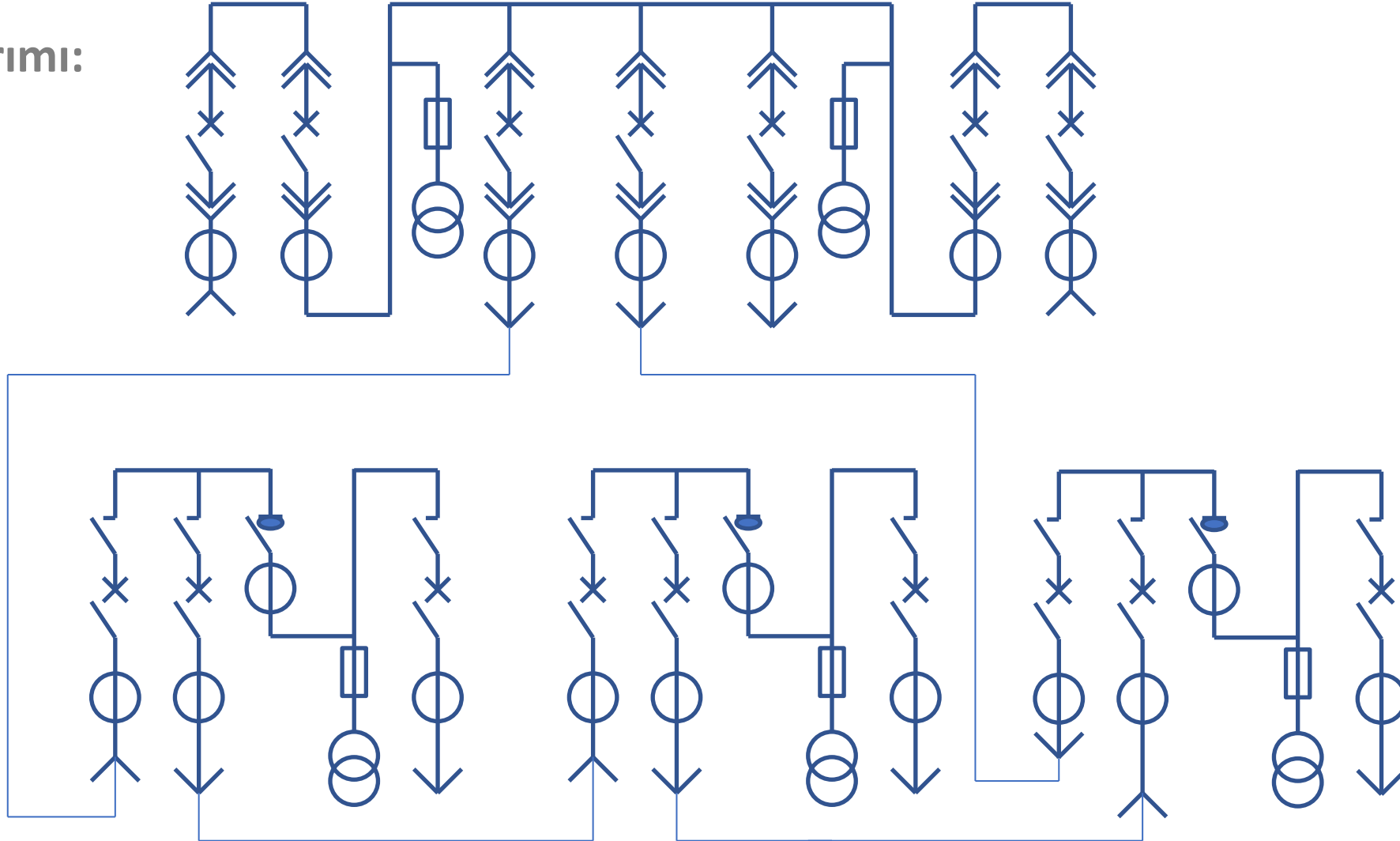
Açık ring şebeke



YG Bara Tasarımı:

Kapalı ring şebeke

YG Bara Tasarımı:



YG Bara Tasarımı:

Şebeke tiplerinin kıyaslanması

Tek beslemeli radyal şebeke;

Yapısı , kurulumu ve koruması itibarı ile basit ve düşük maliyetlidir. İşletme sürekliliği zayıftır, sistemde oluşan hatalar direkt olarak hat başını açtırır, oluşan hata giderilene kadar enerjisiz kalma zorunluluğu vardır,

Açık ring şebeke;

Yapısı ve kurulumu biraz daha maliyetli, ancak işletme sürekliliği açısından daha avantajlıdır. Hata oluşması durumunda açık nokta kapatılıp hatalı olan kısım izole edilerek işletmeye devam edilmiş olur, bu işlem operatörler tarafından bizzat yapılır. Scada dan izleme ve kontrol işlemi kısmen gerçekleştirilir. Ring yapı üzerindeki anahtarlama elemanlarının tamamı kesici seçilmiş ise tam olarak scada izleme ve kontrolü sağlanır.

Kapalı ring şebeke;

Yapısı ve kurulumu en maliyetli sistem olup işletme sürekliliği ve işletim kolaylığı açısından en avantajlı sistemdir. Oluşan hatalar otomatik olarak anahtarlanır ve enerji kesintileri his edimeyecek kadar aza indirgenir. Scada dan izleme ve kontrol etme imkanı sunar.

YG Bara Tasarımı:

Otoprodüktör santrallerinin şebekeye bağlantı şartları

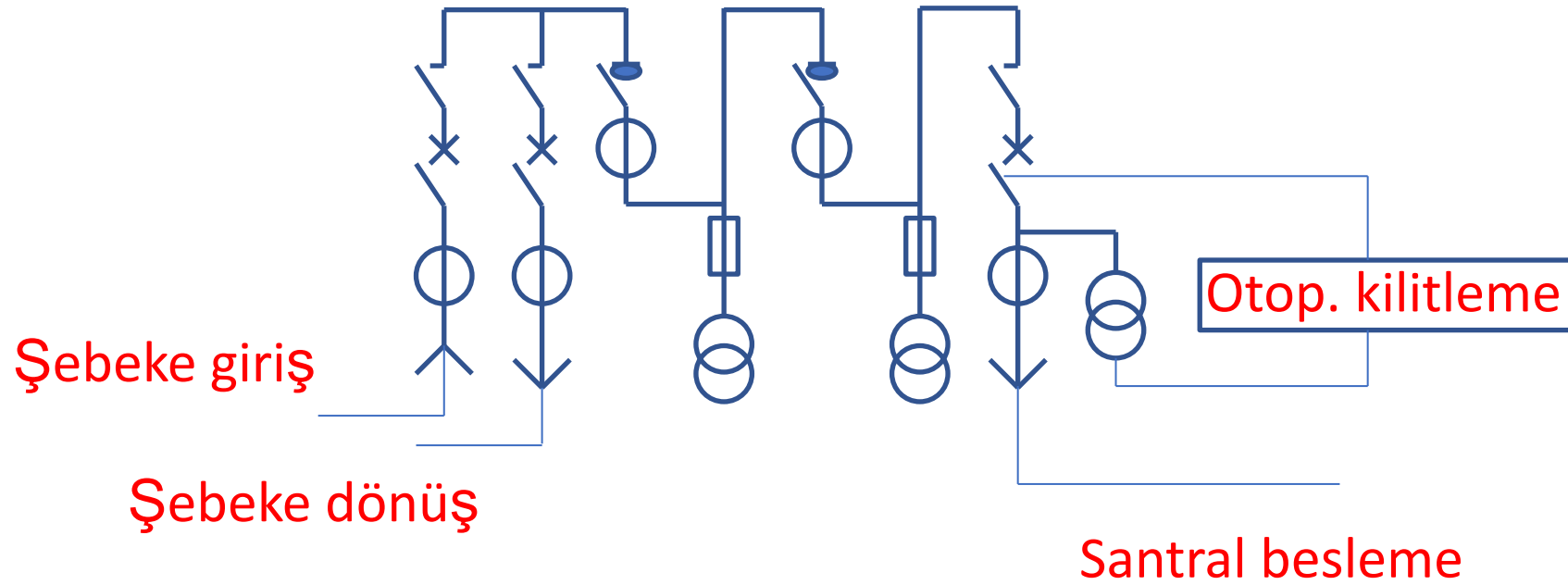
Elektrik dağıtım şirketi ölçü merkezi;

Otoprodüktör santrallerin şebeke ile irtibatı girdi-çıkıtı yapılarak sağlanır ve faturalamaya esas enerji sayaçları bir asil bir de yedek olmak üzere iki adettir ve bağımsız akım ve gerilim trafolarına bağlıdırlar. Bu merkezden santralin girişine yapılacak çıkış hücresi otoprodüktör fider kilitlemeli olmalıdır.

Otoprodüktör santral barası;

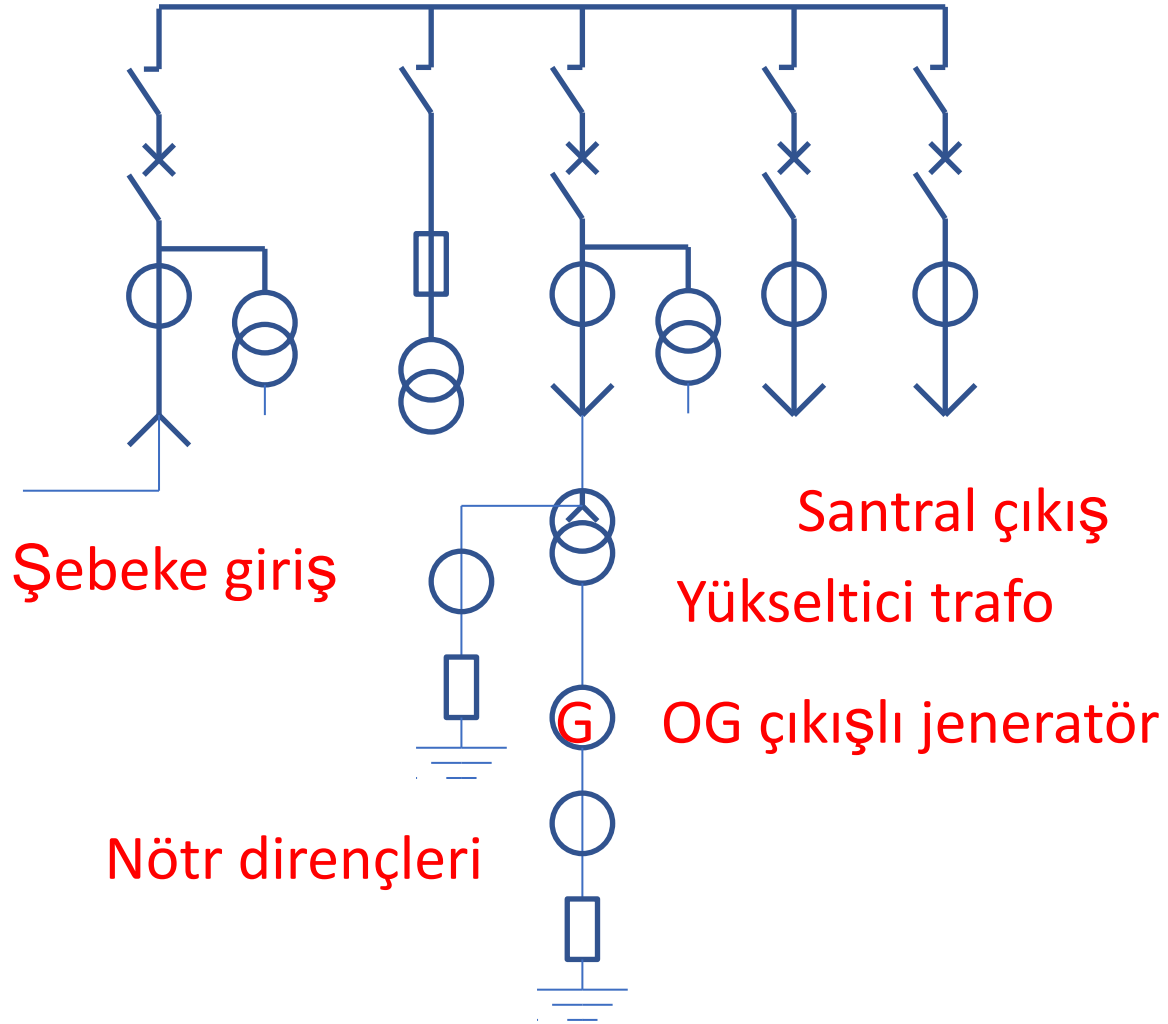
Bu baranın girişinde akım ve gerilim trafoları jeneratörlerin kontrol sisteminin ihtiyaçlarına göre seçilmiş olmalı, koruma rölesi fider koruma özelliğinde, vectör shift rölesi de olmalıdır. Ayrıca bu hücrede şebekeden çekilen aktif ve reaktif enerjiyi ölçümleyip analog çıkış olarak kontrol sistemine veren bir analizör de olmalıdır. Senkronizasyon amaçlı kullanılacak bara gerilim ölçü ve jeneratörlerin bağlanacağı akım gerilim trafolu kesicili hücreler ile yük çıkış hücreleri bulunur.

Otoprodüktör Santral Ölçü Merkezi

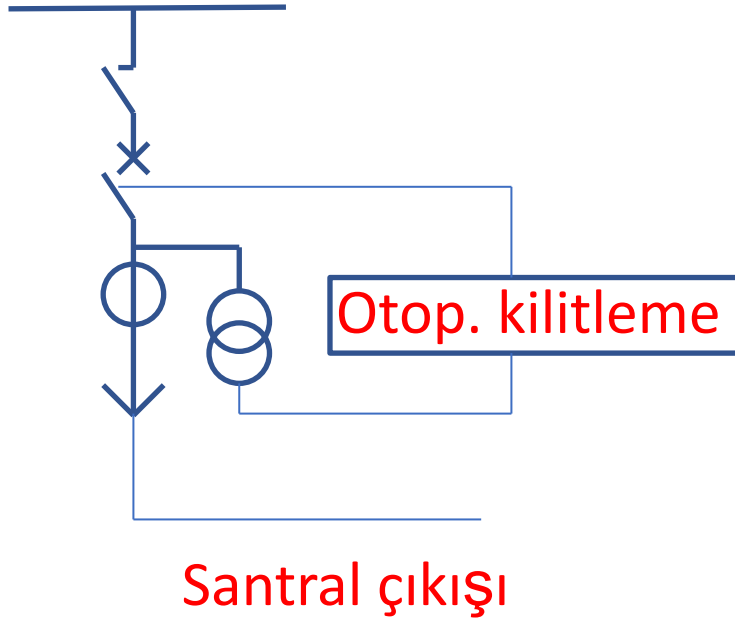


YG Bara Tasarımı:

Otoprodüktör OG barası



YG Bara Tasarımı:



Otoprodüktör Fider kilitleme hücresi;

- Şekildeki gibi donatılmış Otop. Kilit. Hücreleri TM barasından santrale kadar olan tüm dağıtım merkezlerinin santrale doğru olan tüm çıkışlarına ilgili yönetmelik gereği uygulanır.
- Kilitleme sisteminin çalışma mantığı; hücre içersinde her hangi bir nedenle kesicinin trip etmesi halinde, hücrede jeneratör tarafından gelebilecek gerilim, gerilim trafosu tarafından algılanır ve bu gerilim var olduğu sürece kesicinin kapatılması engellenmelidir.

NÖTR TOPRAKLAMA DİRENÇLERİ

Orta Gerilim iletim ve dağıtım sistemlerinde enerji üretim tesislerinin yükseltici trafolarına ait Primer sargısının yıldız noktasının topraklanmasında, OG generatörlerin yıldız noktalarının topraklanmasında Toprak hata akımının sınırlandırılması için nötr topraklama dirençleri üzerinden yapılmaktadır.



- **Örnek: 154/34,5 kV bir iletim trafosunun akımını 1000A ile sınırlamak için;**
- Yıldız noktası gerilim $V = 34,5/\sqrt{3} = 20.000\text{Volt}$
- $R = V/I = 20.000\text{Volt}/1.000\text{A} = 20 \text{ Ohm}$ değeri elde edilir. Dirençlerin tasarımında sınırlandırılması istenen akım değerinin kaç sn. süre ile taşınması gerektiği belirtilmelidir. Generatör uygulamalarında yıldız noktası akımı üretici firmalar tarafından 20A. İle sınırlandırılması istenir.



TEŞEKKÜRLER...

İsmail ATILLA

Elektrik Mühendisi

GSM : +90 530 043 28 05

E-mail: ismailatilla.2009@gmail.com