

Şalt Sahasında Ark'ın Önemi

Yazan :
W. RIEDER

Çeviren :
Engin IŞIKÖZLÜ
Y. Müll.
Btibank

ÖZET : Doğru akımın kesilmesi bir enerji problemidir, fakat alternatif akımın kesilmesi ise bir senkronizasyon meselesidir. Bu her iki problemin en iyi çözümü «ark» ile elde edilir. Akımın sıfır olmasından sonra tekrar tutuşmadan meydana gelecek ark'a mâni olmak alternatif akım disjonktörünün vazifesi olup, burada birçok fiziki esaslar zuhur etmektedir.

Şimdiye kadar projesi yapılmış bütün disjonktörler bir «ark kesicisi»dirler, yani açılan kontaklar arasında husule gelen akımın, diğer bir vasıta ile söndürülmesine kadar akmasını sağlayan bir ark meydana gelmektedir. Ancak arkin söndürülmesiyle akan akım kesilmiş olur. Modern elektro-mekanik disjonktörlerde ark'ın rolünü araştırmak ve anlamak için, ilk önce akım kesilmesi esasındaki esas fizikî hadiseler etüd edilmelidir. Burada, alternatif ve doğru akımın kesilmesinde doğacak olan problemler arasında iyi bir ayırım yapmak icap eder.

Esas olarak, akımı, meselâ kumanda edilen yarı iletkenler (güç tranzistörleri) le arksız ve kontaklı olarak kesmek mümkün olmalıydı. Bu gibiler zaten akım şiddeti 10 Amper kadar olan hafif akım devrelerinde kullanılmaktadır. Fakat yüksek gerilim ve akımlar için, teknik ve malî sebeplerden dolayı bu metodun yakın bir gelecekte kabul edilmesi ihtimali çok azdır.

1. Doğru Akımın Kesilmesi :

Doğru akımın kesilmesi bir enerji problemi-dir, zira devrenin şelfinde birikmiş olan manyetik enerji disjonktör içinde ısıya dönüştürülmelidir. Buna ilaveten, transfer esnasında generatör tarafından beslenen bir miktar enerji vardır ki, bu da kesme işleminin mümkün olduğu kadar süratli icra edilmesini gerekli kılar. Diğer taraftan, akım sıfıra ne kadar çabuk yaklaşırsa, devrenin selfindeki gerilimin artması da o kadar büyük olur. Bunu, doğru akımın kesilmesinin bir ikinci hususiyeti, yani enerjii şelften disjonktöre transfer eden bir aşırı gerilim takip eder. Devrenin izolasyon seviyesinden dolayı, bu aşırı gerilimin muayyen bir değeri aşmasına müsaade edilmemelidir. Buna rağmen, kesme işleminin süresini mümkün olduğu kadar kısa tutmak ve enerjii de asgariye indirmek için, müsaade edilen aşırı gerilimden azamî istifade de sağlanmalıdır.

Bu sebepten dolayı, en İyi doğru akım disjonktörü, uygun olarak yüklenebilen bir rezis-

tanstan müteşekkil olmalıdır ki bunun değeri kesme esnasında sıfırdan sonsuza kadar artmalı ve herhangi bir anda öyle bir miktarda değişmelidir ki, müsaade edilen aşırı gerilimi hasil olsun. Bu özellikleri haiz en iyi, en UCJZ, en çok güvenilen ve yegâne kullanılıştı olan rezistans, kontakların açılmasıyla meydana gelen arktır. Bu ark, aşırı gerilimi tahdit eder, giriş elektrik enerjisini ısıya dönüştürür ve neticede, kesme işlemi nihayete erdikten sonra bütün iletkenliğini kaybeder.

2. Alternatif Akımın Kesilmesi :

Alternatif akımın kesilmesi bir enerji problemi değildir. Esas olarak, kesme işlemi disjonktörde bir enerji dönüşümü olmaksızın icra edilebilir, yeter ki akımın tam sıfır değerinden geçtiği anda kontaklar açılsın. Bu anda devrenin şelfinde biriken manyetik enerji sıfırdır. Doğru akımın kesilmesine zıt olarak, kesmeden evvel meydana gelecek bir aşırı gerilime ihtiyaç yoktur. Devre, akımın sıfır olduğu anda senkron olarak kesilince, aşırı gerilim ancak kesilmeden sonra zuhur eder (tekrar meydana gelen gerilimin geçici osilasyonundan dolayı), fakat bu gerilim, alternatör geriliminin maksimum değerinden iki defa daha küçüktür.

Akımı, disjonktörde bir enerji dönüşümü olmaksızın senkron olarak kesebilmek için, disjonktörün çok kısa süren bir açma zamanı olması icap eder ki bu 1 mikro saniyeden daha az bir mertebede değişip, akımın değerine bağlı olmamalıdır. Aynı zamanda, akımın simstrik veya tam slnüzoidal olmaması halinde bile, akımın sıfır değerini 1 mikrosaniyeden daha az bir hatayla tesbit edebilecek bir açma sistemi mevcut olmalıdır. Kontakların açılma nisbeti öyle büyük olmalıdır ki, her anda, kesimdeki dielektrik mukavemeti, tekrar meydana gelen gerilimin anı değerinden büyük olsun. Şimdiye kadar bu ihtiyaçları teknik olarak tahakkuk ettirmek mümkün olmamıştı.

Hin İyi, en ucuz, en çok güvenden ve ye*ma-
na kullanımlı olun senkronizasyon mekanizması,
kontakların açılmasında otomatik olarak mey-
dana felen ark Ue temin edilir, Bu ark, akımın
vaktinden fVVu] kesilmesinden dolfiyi meydana
gelecek SJJMİ ELİ-ULTOCI milul olur, aktmin İLM • -
kip İİ-. tabii afır değerine gelinceye kadar ak-
masına müsaade eder, ve ancak kesme içleml
nihayete erdikten sonra iSetkenliğüy kaybeder.

S, Ark'tn Sebep OHıgn Problemler:

Yukarda belirtildiği gibi, ark imla kaçınıl-
maz r .i 1- cbalâ» utınyıp (ki umumiyetle öyle
aann ediliri, aka I »t bütün dlsjonktorlenie akı-
nım kesilmesinin icrasında ve kumaidafımdrı
kullumidin iyi bir vıııstıdır. Herkesçe teslim e-
diJdlğİ veçhile. [Ltk arzu edilmlyen şu C'jeHkier!
İhLLvu •1 - İ••• İ R;

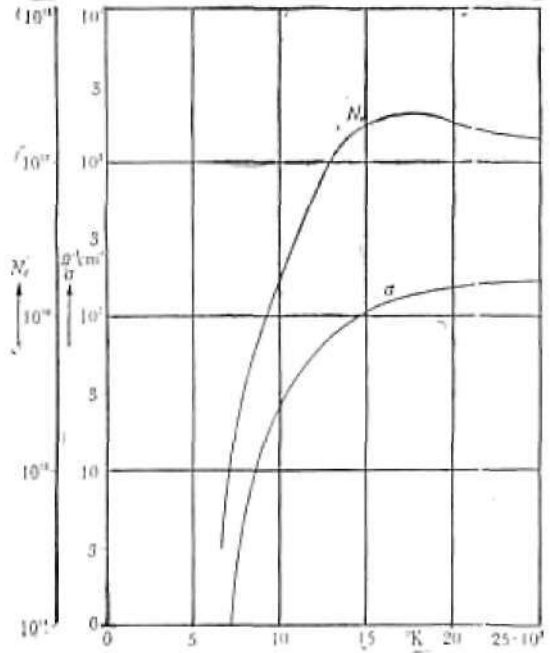
- Elektrotların aşınmasına sebep olur,
- roiHjr>nklÜr kupsımyorkon de ark mey-
dana gelir ki bu kontakların kaynama-
Üİİİİİ sebep olur.
- Hafif akımlarda vaktinden evvel stindü-
rılmeye vesile olur ki bu bcış olmyan
ıjın üırılımluri! sebep olur.
- Termik atalet ve enerji İhtiva etmesin-
den dolayı. ark sUtununUn iletkenliği VB
sıcaklığı 'fini nkının aynı anda takip
cdemciü ve bu seEepton alcımın sıfır de-
ğeri rindeti uonra tekrar tutuşmayı kolay-
leştirm',

Bilhassa en son zikredilen ÖMİik, dlujonk-
türün kesme kapaallesnl tahdit eder ve bıuı
yardımcı üçmelerl zaruri kılar.

4. Tekrar Tutuşma !

Ark sütununun elektrik! İletkenliği, yüksek
sıcaklık derecesi tarafından tayin edilir: ser>
beaL yuınu nıçnk alnın arkında, nrk oksehinde-
kl sıcaklık derecesi (jonn." K civarındadır. dls-
JonkteTİerde ise btı değerin üe misil kardu'-
Şekll. 1 de nitrojenin elektron yoğunluğu (Ne)
ve spesifik İletkenliği fS), atmosfer basıncında,
sidiktik derecesinin "İr fnnkslyonu olarak çizil-
niletir.

Akım süratle değiştiği zaman, sütunun al-
çaklığı ve çapı, ve bu sebepten elektrik! İletken-
liği ve gerilim j-mdyant akımın Ani delerine
kendini henien uyduramaz. (Tersine nlnmk,
elektron yujuuluftu m İletkenlik henien hemen
sıcaklıkla aynı anda değişir). Akım nrtıfıf zn-
nmn nrk. sabit haline nazaran daha fasdik ener-
ji İte b^alı'hnellldr; bu sebepten ark perilimi
nıUtekuıllleri yükselir. Akını azaldığı Hsıınn, sü-
tundalıl ısı dhğılır, öyle- ki gerilini İçin İhtiyaç
sabit imideklinden dalın azdır,



Çekil ; 1 - Atmosfer üauncında, KOaX\İffin
fontetivonu olarak nfinofermı El-ektTOıı yoflur. İjffin
Nı tem) t xps\ık ElktTİK\ icftecııMıffı

Akımız nrk sütununun İleticenlğİ, O «Ter-
mik zaman suıblt» He azalır. Bu snhlte. .ark'ın
dik keülli İle d(jfıru orantılı ve İjüam yayılma
kat jayıfı ile ters ortmlıdır. Havada sırbest
olarak yanan alçak akım arkları İçin D .akrl-
ben Su mlkrD saniyedir; ydksek kapasitel (İls-
JonktHrter l^In İM 1 mlkro saniye mertcesİn-
dedir. Bu fark dlejonktordekl EUCUn gldd.üen-
dirilmiğ bir gelelide dağılmasından meydana ge-
lir ki. hu yalnız sütunun eksenindeki sıcaklık
derecesini arttırmayıp, aynı zamanda onun dik
kesitini de azınlıf. Efur oondürüld. ortam ala-
rak nJdmjen kullanılırsa otun daha yüluack olan
nyndma kat nayıfı da tesirini t,Fisterlr, l^akat
ılıç bir dururuJu, akım tabu sıfır değerine erl^
tl^ s-jınau, HÜtumlı sıcaklık derecesi müh t İı-
CH klğın a dürmüş Dİanps

Tekrar teşekkül eden gerilini çok süratli Dİa-
rak yükseldiğinden, arkin teltrar tutuşması ay-
nı aoklalar' nraııda yeni bir arkın meydana
Kaimesinden dalma dahs, knlay almaktadır, Bu-
nun için sebr-picT çok farklı nlnp, ark yolunun
durumuna ballıdır.

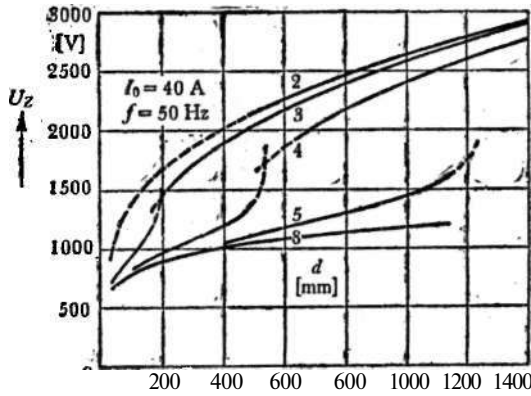
- RmidÜel, İyonİM-syüjıstı di elektrik trk-
r.ır İnuMııı, :

Akımın sıfır olduğu aralık kufi nilktardrı
usun olursa, veya reiidüel sütım kAfi derteede
süratle tekrar beslenirse, tekrar tutulma, anın-
da deşarj yolu hemen hemen taıanıylıu dilyo-
nlae olur. Bu dununda, rejldüni sütunun oda

sıcaklığına ($T \ll 300^\circ \text{K}$) kadar soğumaya vakit bulamamasından dolayı tekrar tutuşma geriliminin daha düşük olmasına rağmen, tekrar tutuşma mekanizması kıvılcımın kopmasına benzer. Kopma gerilimi gaz yoğunluğuyla doğru orantılı olduğundan (ki mukabil olarak mutlak sıcaklıkla ters orantılıdır), daha yüksek sıcaklıklarda ($T > T_0$) kopma gerilimi T_0/T faktörü ile azalır ki, 3000°K için 1/10 olan bu faktör artık ihmal edilemez.

b) Rezidüel, iyonlasyonlu dlelektrik tekrar tutuşma :

Yüksek sıcaklıklarda (Atmosfer başmandaki hava için takriben 3500°K in üstünde) gazın termik iyonizasyonu ihmal edilemez, öyle ki, kopma gerilimi yoğunluğa tekabül edenden daha düşük bir değerdedir. Tekrar tegekkül eden gerilimin sahasındaki elektronlar yeni anoda göç ederler ve katodun önünde, pozitif iyonların bir «yer yükü» tabakası meydana gelir ki, bu tabaka takriben bir mikro saniye içinde tam gerilime maruz kalır. Katod«aki yer yükü» tabakasının dlelektrik mukavemeti, akkor deşarjdan geçen normal katodun büyüklüğü veya gazın minimum kopma gerilimi mertebesinde ve katodun yüzey durumu ve malzeme tarafından mühim miktarda müteessir olur. Katod malzemesinin kaynama noktasına tâbi olmak gu neticeyi verir ve «kızgım-nokta» sıcaklığının bu miktarda tahdit edilmesi çok önemli bir husustur.



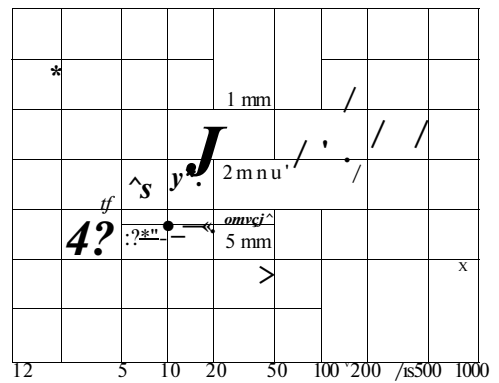
anammmv|ra ' - - ^ ' " *! «Mersi

Şekil: 2 — Farklı (d) elektrot aralıkları için, sönmeden sonraki zamanın bir fonksiyonu olarak, serbest yanan arkın (40A , 50 c/s) tekrar tutuşma voltajı.

Şekil, 2 çıplak bakır elektrotlar arasında 40 A ilk alternatif akım arkının sönmesini takip eden tekrar tegekkül eden gerilimi gösterir. Bir mikro saniye içinde $600\text{-}700$ voltluk bir dlelektrik mukavemetine erişilir. Soğuma devam edince, «yer yükü» tabakası tekrar tutuşma gerili-

mini farkedilecek kadar artırmaksızın anoda doğru büyürken, iyonlasyon derecesi azalır. Az zaman sonra, dlelektrik mukavemeti aniden iki misli değerine varır ve kopma geriliminin normal değerine doğru sürekli olarak kayar. Bu anî artma, katod «yer yükü» tabakasının kopmasından, azalmış yoğunluktaki normal gazın kopmasına kadar olan değlişikUğe tekabül eder. Bu olay takriben 3400°K de zuhur eder ve elektrotlar arasındaki mesafe ne kadar büyük olursa olay o kadar geç meydana gelir; Zira, elektrotların soğutucu yüzey gibi vazife görmelerinden dolayı kısa mesafeler uzun mesafelere nazaran daha süratle soğur.

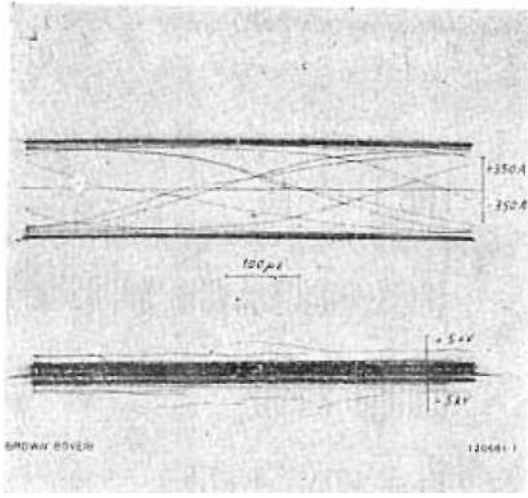
Elektrotlar okside olduğu zaman, âni değlişikliğin iki noktası arasındaki dlelektrik mukavemet $200\text{-}300$ volttan daha küçüktür, fakat eğri ailesinin genel karakterleri hemen hemen aynı kalır (Şekil. 3).



Şekil: 3 — Arkın sönmesinden sonraki (t) zamanının bir fonksiyonu olarak, oksitlenmiş prin; elektrotlar arasındaki 110 A lik arkın tekrar tutuşma voltajı

c) Rezidüel İletkenlikten Dolayı Termik Tekrar Tutuşma :

Tekrar tegekkül eden gerilim kâfi miktarda yüksek, ve deşarj yolu da uygun iyonize olmuğ olursa, bir katod mekanizması teşekkül edebilir ki bu mekanizma tekrar teşekkül eden gerilimin sahasında bir rezidüel akımın akmasına sebep olur, rezidüel sütunun sıcaklığını yükseltir ve yalnız dlelektrik mukavemeti düzeltmekle kalmayıp aynı zamanda termik tekrar tutuşmaya sebep olur. Şekil. 4, termik tekrar tutuşma hadisesinin oldukça uzun bir periyoda kadar uzatılabileceğini ve, gerilimin, özel dlsjonktörün normal ark gerilimine tekrar intikal etmesinden evvel, çok büyük akımların akacağını gösterir. Mamafih diğer dururlarda, termik tekrar tutuşma, dielektriğin delinmesinden meydana gelecek tekrar tutuşmadan güçle ayırt edilebilir.



yefcii : 4 — Bir kısa devre arızasında meydana gelen kesilme esnasında, tazyikli havalı disjonktörün termik tekrar tutuşması (Mesafe 1000 m; 5,59 kv; 6,74 kA; $1^{\circ}kV/^{\circ}s$). (Akım skalası $\wedge 350 A$ arasında lineerdir).
*

d) Termioyonik Emisyondan Dolayı Tekrar Tutuşma :

Çok yüksek sıcaklıklara dayanabilen ve düşük termik iletkenliğe sahip olan elektrotlar, akımın sıfır olmasından sonra öyle kızgın olabilirler ki, normal ark geriliminin az üstündeki gerilimlerde termioyonik emisyondan dolayı ark tekrar tutuşur. Bu bilhassa karbon elektrotlarda ve sıcaklığa yüksek mukavemet gösteren, oksit veya karbon ihtiva eden bazı metal elektrotlarda (Alimünyum veya magnezyum gibi) gözüktür; fakat bazı muayyen durumlarda, tungsten ve molibden gibi çok yüksek kaynama noktasını haiz metallerde de bu olay tezahür eder.

5) Muhtelif Disjonktörlerin Esası :

Alternatif akım arklarındaki tekrar tutuşmaya mâni olacak bir çok usuller vardır. İyi bilinen disjonktör tiplerinde bu usullerin muhtelif tertipleri kullanılır ki bunlardan biri, tekrar meydana gelen gerilime ve sıfırın çok yakınındaki akıma kumanda etmek için, paralel direnç ve kondansatörlerin kullanılmasıdır.

a) Basıncılı Havalı Disjonktörler :

Basıncılı havanın akışı ile (ki yüksek güçlerin dağılmasında durum daima böyledir.) ark çekilir ve zaman sabiti azalır. Konveksiyon ile meydana gelen kuvvetli soğutma tesiri aynı zamanda termik tekrar tutuşmayı zorlaştırır. Yüksek basınç, ufak elektrot aralarında nisbeten yüksek dielektrik mukavemeti hasıl eder. Bu büyük bir avantajdır, zira kısa ark yolları çok daha çabuk deiyonize edilebilir ve kesme

işlemi için daha az mekanik cihaz vs gayret icap eder. Diğer taraftan, disjonktör içindeki yüksek akış sürati statik basıncın düşmesine sebep olur, yani yoğunluk ve dielektrik mukavemet azalır. Hava akımının geniş ehemmiyetine uygun olarak, disjonktör yalnız elektrik bakımından değil, aynı zamanda aerodinamik olarak da münasip bir şekilde tertiplenmen, ve bu iki husus arasında bir ahenk sağlanmalıdır.

b) Yağlı Disjonktörler :

Yağlı disjonktörlerde esas olarak, hidrojenin yayılma hızı ve yüksek termik iletkenliğinden (ki bu atomların küçük olmasından İleri gelir) faydalanılır. Nisbeten düşük olan dielektrik mukavemetten doğacak olan mahzur, ark yolunun uzatılmasıyla telafi edilmelidir. Bu, yalnız operasyon mekanizmasındaki mekanik problemleri arttırmakla kalmayıp, bilhassa hidrojendeki gerilim gradyanının havadakine nazaran çok fazla büyük olması halinde, yüksek ark gerilimine ve disjonktörde dağılacak fazla miktarda ısıya sebep olur. Mamafih, arktaki enerji il buhar haline geçen sıvı yağın yüksek ısı emmu kapasitesiyle bu telafi sağlanmış olur. Hasıl olan basınç disjonktör gövdesinde mühim gerilmeler doğurur, fakat aynı zamanda söndürücü ortamın akışının temininde faydalanılır. Söndürücü ortamı akıma bağlı olmadığından, alçak akımlarda arkın devam süresi daha uzundur.

c) Manyetik Disjonktörler :

Seramik reflektörlü manyetik disjonktörlerde ark uzatılır, yan taraftan soğutulurak rezistansı ve güç faktörü artırılır, böylece kısa devre akımı, tahdit edilmiş ve sönme anındaki şebeke geriliminin âni değeri ($U_{max} \sin \dots$) azaltılmış olur. Seramik reflektörlerin yüzeyleri, ark tarafından ergime noktasının üstüne kadar ısıtılır ve bu sebepten, kısa bir periyot için yüksek değerlerde bir güç emilmiş olur. Ark sütununun küçülmesinden dolayı zaman sabiti azalır ve deşarj yolu evvelâ çok süratli olmak iletkenliğini kaybeder. Fakat muayyen bir noktadan sonra, hâkim olan faktör, seramik malzemenin erimiş iletken kabuğunun zaman sabitinden çok daha büyüktür. Arkın çok sayıda «yancı levhalarla» yarıldığı manyetik disjonktörler, kısa arkları süratle teşekkül etmesinden, ve bilhassa katodun önünde çok süratli olarak bir «yer yükü» tabakasının meydana gelmesinden faydalanırlar. Kısa arklar nisbeten yüksek bir «ortalama gerilim gradyanına sahip olduklarından, ark rezistansı, faz açısını kaydırdığı gibi, bu esastan dolayı akımı da tahit etmeye çalışır. Manyetik sönme sahasının doğduğu hareket, arktan enerji çekip onun termik zaman sabitini düşürür. Manyetik saha aynı zamanda parlamaya da mani olur.

6) Netice:

Arkın bilinen bütün söndürme vasıtalarını ihtiva eden hiç bir ideal kesme prensibi olmadığı gibi, anlaşılır her kesme işlemine ideal olarak adapte edilen bir disjonktör de yoktur. Her disjonktör tertibinde, kesme hadisesinin meydana getirdiği bütün kompleks problemler nazarı itibare alınmalı ve neticede bu problemler arasında bir uzlaştırma yapılmalıdır.

Her prensip, kaçınılmayan avantaj ve mahzurlara sahiptir, zira muhtelif fizikî hadiseler muayyen bir dereceye kadar birbirlerinin tesirlerini bozarlar. Bu yüzden büyük bir «ortalama serbest yol» termik zaman sabitini azalttığı gibi otomatik olarak dielektrik mukavemetini de

düşünür. Aynı şekilde, artan hızdan dolayı statik basınç veya yoğunluğun düşmesiyle akış nisbetinde vaki bir artma, aynı zamanda elektrotlar arasındaki mesafenin azalmasına sebep olur; zira kısa ark yolu, süratle dielektrik mukavemetini yeniden kazanmasına rağmen, daha düşük bir nihai değere erişir.

Arkın söndürülmesine tesir eden fizikî hadiselerin geniş değişikliği, müteakillen çok sayıdaki farklı disjonktör tiplerinde iyice etüd edilmiştir. Hususî bir ödev görecekl olun disjonktör tipini seçmede yalnız fizikî karakteristikler düşünülmeyle, İnfilâk tehlikesi, işgal, edilecek yer, bakım, emniyet v.s. gibi işlemsel özellikler ve «tabii fiat» da nazarı İtibare alınmalıdır

İ L Â N

İdaremlerce muhtelif tarihlerde hazırlanan ve ilgili mercilerce tasdik edilmiş bulunan aşağıda karakteristikleri yazılı Enerji Nakil Hattı Projeleri ihtiyaç sahiplerinin istifadesine arz edilmiştir.

Bedelleri mukabilinde temin edilebilir.

| Bölge | İletgen | Gerilim KV. | Gerilme Kg/mm ² | Direk Cinsi | İzolâtör Cinsi | Devre | Bir Nüsha-sının Bed. T. L. | Dört Nüsha-sının Bed. T. L. |
|-------|--|-------------|----------------------------|-------------|----------------|-------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 25 mm ² Cu | 10-15-33 | 16 | Beton | Mesnet | Tek | 200 | 600 |
| 1 | 35 mm ² Cu | 10-15-33 | 16 | Beton | Mesnet/Zincir | Çift | 200 | 600 |
| 1 | 16 mm ² Cu | 33 | 11 | Ağaç | Mesnet | Tek | 200 | 600 |
| 1 | 50/8 mm ² Al/St | 10-15-33 | 11 | Beton | Mesnet/Zincir | Çift | 200 | 600 |
| 1 | 50/8 mm ² Al/St | | | Beton | Mesnet | Tek | 200 | 600 |
| 1 | 50 mm ² Al | 15 | 6 | Ağaç | Mesnet | Tek | 200 | 600 |
| 2 | 150/25 mm ² (300 Men) Al/St | 66 | 8 | Demir | Zincir | Tek | 300 | 900 |
| 2 | 150/25 mm ² (300 Men) Al/St | 33 | 8 | Demir | Zincir | Tek | 300 | 900 |
| 2 | 50/8 mm ² Al/St | 33 | 8 | Demir | Zincir | Tek | 300 | 900 |
| 2 | 25 mm ² Cu | 15 | 16 | Demir | Mesnet | Tek | 300 | 900 |
| 2 | 25 mm ² Cu | 15 | 16 | Beton | Mesnet | Tek | 200 | 600 |
| 2 | 35 mm ² Cu | 15 | 16 | Demir | Mesnet | Tek | 200 | 600 |
| 2 | 35 mm ² Cu | 15 | 16 | Beton | Mesnet | Tek | 200 | 600 |

Ağaç direk (Tek direk, çift direk, takozlu çift direk, A direği (trafo direği) yardımcı seçim cetvelleri.

10 T. L.

Elektrik İşleri Etüt İdaresi
Demirtepe - AMKABA