

AŞAĞIDAKİ BÖLÜM, ABB SACE'NİN (A.G. ŞALTERLERLE İLGİLİ) KORUMA NOTLARINDAN DERLENMİŞTİR.

A-HAT KORUMA:

Hat işletme ve korumasını sağlayan kesicinin doğru seçimi, aşağıdaki parametreleri bilmeyi gerektirir:

.Hattın maksimum yük akımı, I_b .

.İletkenin sürekli akım taşıma kapasitesi, I_z .

.İletken kesiti, S ve kablo yalıtım malzemesi tipine bağlı sabite, K .

.Kesicinin bulunduğu noktadaki maksimum kısa devre akımı, I_k .

Kesici, şebekenin bulunduğu noktasındaki I_k kısa devre akımına eşit veya ondan büyük I_{cu} ve I_{cs} kısa devre akımı kesme yeteneğine sahip olmalıdır. Kesiciyi açtıran rölenin çalışma karakteristiği, aşağıdaki koşulları sağlamalıdır:

A.1-AŞIRI YÜK KORUMA:

$I_b \leq I_n \leq I_z$.

$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$.

I_b , devrenin maksimum işletme (yük) akımı.

I_z , iletkenin sürekli akım taşıma kapasitesi.

I_n , koruma aygıtında (rölede) ayarlı anma açma akımı.

I_2 , koruma aygıtının garantili etkin açma akımı.

A.2-KISA DEVRE KORUMA:

İletkenin oluşan ısıyı salmasına yetecek zamanın geçmediği (5 saniyeyi aşmayan) sürede, kısa devre akımlarının yol açtığı adyabatik ısı artış sınırını veren bağıntı;

$$(I^2 \cdot t)_{\text{kesici}} \leq (K^2 \cdot S^2)_{\text{kablo}}$$

K katsayısı: plastik yalıtımlı bakır iletkenlerde: 115, plastik yalıtımlı aliminyum iletkenlerde: 74, lastik yalıtımlı bakır iletkenlerde: 135'tir.

Bu bağıntıda, sağ taraf, kablonun zarar görmeden taşıyabileceği ısınma miktarıdır. Sol taraf ise kesicinin, korumanın açma süresinde, üzerinden geçmesine izin verdiği ısı enerjisidir. Ve sol taraf, sağ taraftan küçük kalmalıdır.

Kısa devrelere karşı korumada; iletkenin 1 saniye süreyle dayanabileceği kısa devre akımı ile 5 saniye süreye kadar zarar görmeden dayanabileceği akım değeri arasında, ısı etkilerinin eşitliğini dikkate alarak yazılan şu bağıntı kullanılabilir;

$$I_1^2 * 1 = I_2^2 * t$$

Burada, I_1 : 1 saniye süreyle taşınmasına izin verilen kısa devre akımı (A); I_2 : t saniye süreyle taşınmasına izin verilebilecek kısa devre akımı (A).

Kesici, gene, Uluslararası Standartlarca tanımlanan ve korunan hattın sonundaki minimum kısa devre akımını dikkate alan limitler içinde açmalıdır. Minimum kısa devre akımı, kaynağa en uzak noktadaki faz-toprak (nötr çok noktada topraklı ise faz-faz) arızasında akar.

A.3-DOLAYLI DOKUNMAYA KARŞI KORUMA:

Bir fazın, tesisatın normalde gerilim altında bulunmayan bir bölümüne değmesi, Uluslararası Standartlarda tanımlanan zaman içerisinde ve arıza akımından küçük akım değerlerinde, kesicinin açmasını gerektirir.

Bu açtırma işlevi, açmanın gerekli olduğu akım değerine bağlı olarak, bir faz veya toprak aşırı akım ünitesince ya da artık akım aygıtınca (RCD) yerine getirilir.

B-JENERATÖR ANAHTARLAMA VE KORUMA:

A.G. jeneratörlerin tesisata bağlantısında en çok karşılaşılan uygulama tipleri aşağıda belirtilmiştir:

.Primer yükler için artçı besleme

.Besleme şebekesinden ayrı çalışan jeneratörler

.Küçük santrallarda birbiri ile hatta besleme şebekesi ile paralel çalışan küçük jeneratörler.

B.1-AŞIRI AKIMA KARŞI KORUMA:

A ve B hallerinde, jeneratör, besleme şebekesi ile paralele girmediğinden kısa devre akımı, yalnızca jeneratörün kendisine ve belki beslediği tesisattaki yüklerin karakterine bağlıdır.

C halinde ise kısa devre akımının genliği ve dolayısı ile şalterin kısa devre kesme kapasitesi, esas olarak besleme şebekesi tarafından belirlenir.

.Jeneratör tarafından beslenen kısa devre akımı, jeneratörün tipik reaktansları ve zaman sabitleri tarafından belirlenir. Düşük kısa devre koruma aygıtının, normalde, I_n anma akımının 2-4 katına ayarlanması gerekir.

.IEC 60034-1 Standartına göre; 30 saniyelik bir süre için $1,5 * I_n$ uyarı, jeneratörün termal aşırı yük limitine uyar.

B.2-TERS GÜÇ KORUMA (RP):

Aktif güç, normalde olduğu gibi, jeneratörden şebekeye değil de, şebekeden jeneratöre doğru akarsa, ters güç koruma çalışarak jeneratörü devre dışı bırakır. Güç terslenmesi,

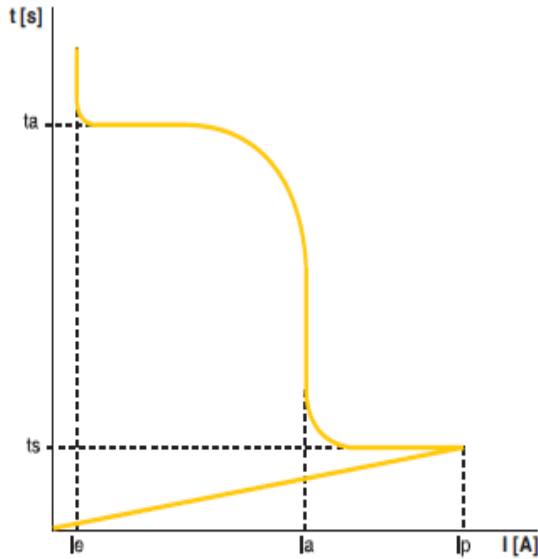
jeneratörü süren motor aniden durursa ortaya çıkan bir durumdur. Bu durumda jeneratör, motor olarak çalışmaya başlar ve bu nedenle de kendini tahrik eden esas makineye ciddi zarar verebilir. Buhar türbinlerini aşırı ısıtabilir, su türbinlerinin oyulmasına veya dizel motordaki yanmamış mazotun patlamasına neden olabilir.

C-ASENKRON MOTORLARIN ANAHTARLAMA VE KORUMASI:

Bir A.G. otomatik şalter, bir üç fazlı asenkron motor için aşağıdaki üç işlevi, kendiliğinden yerine getirir:

- Anahtarlama
- Kısa devreye karşı ani koruma
- Aşırı yüke karşı zaman gecikmeli koruma

C.1-AŞIRI AKIMA KARŞI KORUMA:



I_e = Rated current of the motor
 I_a = Initial value of the transient starting current
 I_p = Maximum instantaneous value of the subtransient starting current
 t_a = Starting time
 t_s = Duration of subtransient phase

Yukarıdaki şema, yol alma esnasındaki motor akımlarının zamana göre değişim trendini gösterir. Motorun elektronik koruma ünitesi otomatik bir şalter üzerinden şebekeye doğrudan bağlanması, anahtarlama frekansı yüksek olmayan motorlar için en ekonomik besleme şeklidir. Pratikte en çok karşılaşılan yol alma akımı genlikleri:

$$I_a = (6-10) \cdot I_e$$

$$I_p = (8-15) \cdot I_e$$

dir. Burada, koruma ünitesi;

-İstenmeyen açmaların oluşmasına izin vermeyecek

-Kesiciden sonraki devre bölümünde oluşacak tüm aşırı akımlara (motor iç arızaları dahil) karşı devreyi koruyacak şekilde ayarlanmalıdır. Bu da, yol alma akımlarına çok yakın ama onlarla kesişmeyen ani kısa devre akımı ve uzun ters zaman aşırı yük akımı açma karakteristiklerinin seçimi ile sağlanır.

IEC 60947-4-1 standardı motor yol vericilerini kapsar. Aşağıdaki koruma sınıfları, motorların aşırı yüke karşı koruması için düşünülmüştür:

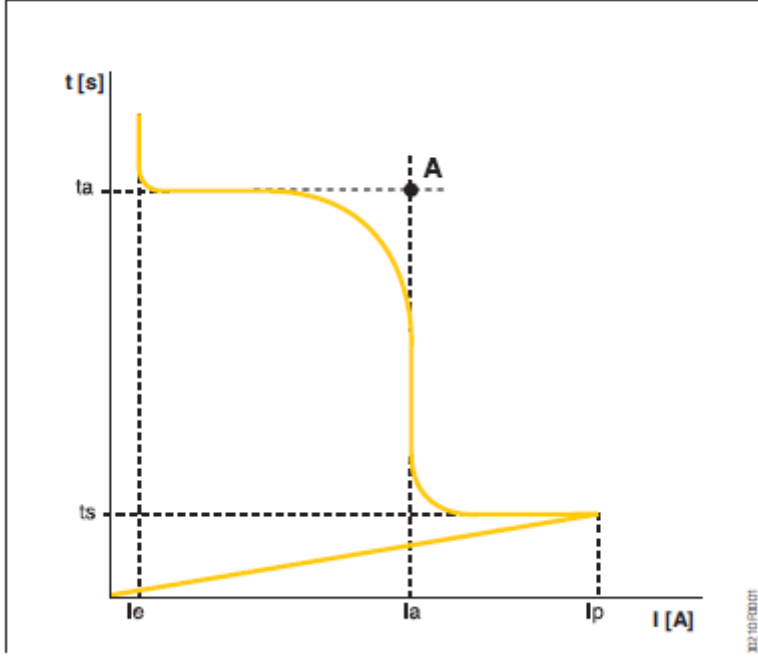
Operating class	Trip time t (s) for $I = 7.2 \times I_1$ ($I_1 =$ release setting current)
10A	$2 < t \leq 10$
10	$4 < t \leq 10$
20	$6 < t \leq 20$
30	$9 < t \leq 30$

Tablonun her satırında, o satırın başında belirtilen koruma sınıfı seçildiğinde, aşırı yük koruma elemanının ayarlı olduğu akım değerinin (normalde motor anma akımına eşit seçilir) 7,2 katında, açmanın içinde gerçekleşmesi gereken sürenin alt ve üst sınırları verilmiştir.

Koruma sınıfı seçimi, motorun yol alma süresine bağlıdır. Örneğin 5 s yol alma süresi için 20 koruma sınıfı seçilmelidir.

C.1.1-UYARI:

Motorun yol alma akımının zamana göre değişimini gösteren eğri ile aşırı yüke karşı koruma elemanının akım-zaman karakteristiğini veren eğri, temelde bir birinden farklı eğrilerdir. Motor başlatma akımı, başlatma süresi boyunca genliği sabit kalmayıp sürekli değişen bir akımı gösterir. Buna karşın, röle açma karakteristiğindeki akım değerleri, belli bir çalışma noktası için değişken olmayıp o noktaya karşı düşen zaman süresince, sabit bir akım değerini işaret eder. Bu şekilde düşünüldüğünde, aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere, I_a yol alma akımı, t_a yol alma zamanı ile bir dikdörtgeni tanımlar. Ve burada, aniden tepe değere ulaştığı varsayılan I_a sabit yol alma akımı, t_a yol alma zamanında gerçek yol alma akımına eşdeğer termal etkiye yol açan efektif bir akım değerini gösterir.



C.1.2-ÜÇ FAZLI ÇALIŞMA:

Aşırı yük koruma birimi ayar değerinin 1,05 katında, soğuk halden itibaren, iki saat içinde açmamalıdır. Ayar akımının 1,20 katında ise 2 saatten kısa sürede açmalıdır.

C.1.3-BİR FAZ KAYBINDA ÇALIŞMA:

IEC 60947-4-1 standartında, sıcaklık kompanzasyonlu ve faz kaybına karşı duyarlı bir açtırma birimi;

-20 derece ortam sıcaklığında, bir faz akımı %90*In, diğer iki faz akımı %100*In iken iki saat süresince açmamalıdır.

-20 derece ortam sıcaklığında, bir faz akımı yok, diğer iki faz akımı %115*In iken iki saat içinde açmalıdır.

C.1.4-MOTOR KORUMA İÇİN KULLANILAN ŞALTERLERİN SEÇİMİ:

Motor korumada kullanılan şalterlerin koruma birimleri, 10A, 10, 20, 30 motor koruma sınıflarına uyumlu koruma sağlamalıdır. Ayrıca ortam sıcaklığına göre düzeltme (kompanzasyon) özelliği olmalı ve bir fazın eksikliğinden dolayı negatif etkilenme olmamalıdır.

C.1.5-G TOPRAK ARIZA KORUMANIN YARARLARI:

G toprak arıza koruma;

-Yangın tehlikesine karşı güvenliğin artırılması,

-Donanım arızalarında, motor ve personel korumanın iyileştirilmesi için önerilir.

C.1.6-TERMAL HAFIZANIN YARARLARI:

Bir elektronik açtırıcının termal hafızaya sahip olmasının yararı, bir aşırı yük açmasından hemen sonra sistemin tekrar devreye alınması halinde, aşırı yükün yol açtığı sıcaklık artışını muhafaza eden termal bir koruma elemanı gibi koruma seviyesini yükseltmesidir. Yani ikinci arızayı, ilk arızaymış gibi değerlendirmeyip önceki arızadan kaynaklanan motor sıcaklık artışını hesaba katarak daha kısa sürede açmasıdır.

C.2-DÜŞÜK GERİLİM KORUMA:

Düşük gerilim koruma iki bakımdan büyük önem taşır;

-Enerji kesintilerinden sonra şebeke tekrar geldiğinde, tüm motorların eş zamanlı olarak devreye girmesini önleyerek sistem ana kesicisinin aşırı akım nedeniyle açmasını önler.

-Bir yeniden çalıştırma komutu gelmeden motorun çalışmasını önlediği için bakım yapan personelin veya bakım yapılan donanımın zarar görmesini önler.

I/In	1.05	1.2	1.5	7.2	Operating class
Tp	> 2h	< 2h	< 120 s	2 < t ≤ 10s	10A
			< 240 s	4 < t ≤ 10s	10
			< 480 s	6 < t ≤ 20s	20
			< 720 s	9 < t ≤ 30s	30

D-TRANSFORMATÖRLERİN ANAHTARLAMA VE KORUNMASI:

Transformatör korumalarının seçim ve ayarında, göz önünde bulundurulması gereken önemli bir husus, anahtarlama vb. transient olaylardır. Bu transient olaylar esnasında ortaya çıkan akımların genliği, trafo anma akımının oldukça üzerinde olabilir ve birkaç saniye içinde yok olurlar. Darbe akımı, I0 olarak adlandırılan bu transient akımların genlik ve süresi trafo boyutlarına ve kısa devre empedansına bağlıdır. Trafonun kaynak tarafındaki şebeke kısa devre gücü sonsuz büyük kabul edilirse transient olayı tanımlayan akım-zaman diyagramı, aşağıdaki bağıntı ile ifade edilebilir:

$$I_0 = [K \cdot I_r \cdot e^{-(\tau/t)}] / \sqrt{2}$$

Burada;

K: Darbe akımının tepe değeri I0'ın, trafo anma akımı, Ir'ye oranıdır, (K = I0 / Ir).

τ: Darbe akımı zaman sabiti.

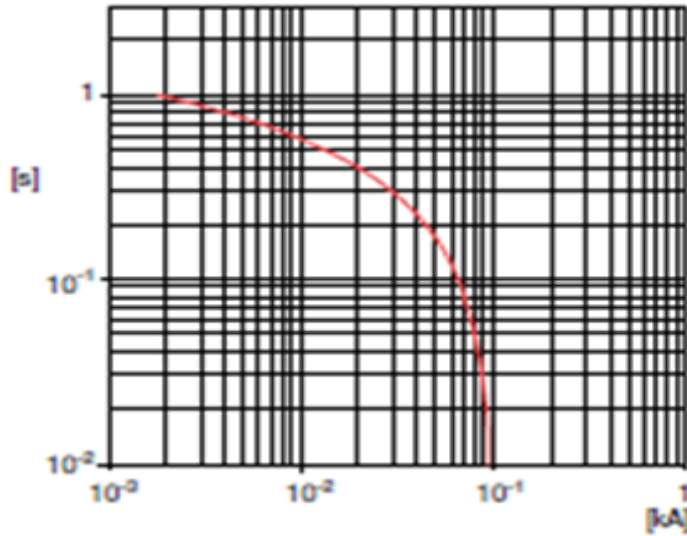
t: Zaman.

Ir: Trafo anma akımıdır.

Yağlı trafolarında, Sr trafo anma gücüne bağlı olarak K ve τ parametrelerinin aldığı değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir:

S_r [kVA]	50	100	160	250	400	630	1000	1600	2000
$K = I_1/I_2$	15	14	12	12	12	11	10	9	8
τ [s]	0.10	0.15	0.20	0.22	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45

Aşağıda 20/0,4 kV – 400 kVA anma değerli bir trafonun, darbe akımı-zaman diyagramı verilmiştir. Buna göre, başlangıçta, anma akımının 8 katı genlikle başlayan darbe akımı, 1 saniye dolmadan pratik olarak sıfırlanır.



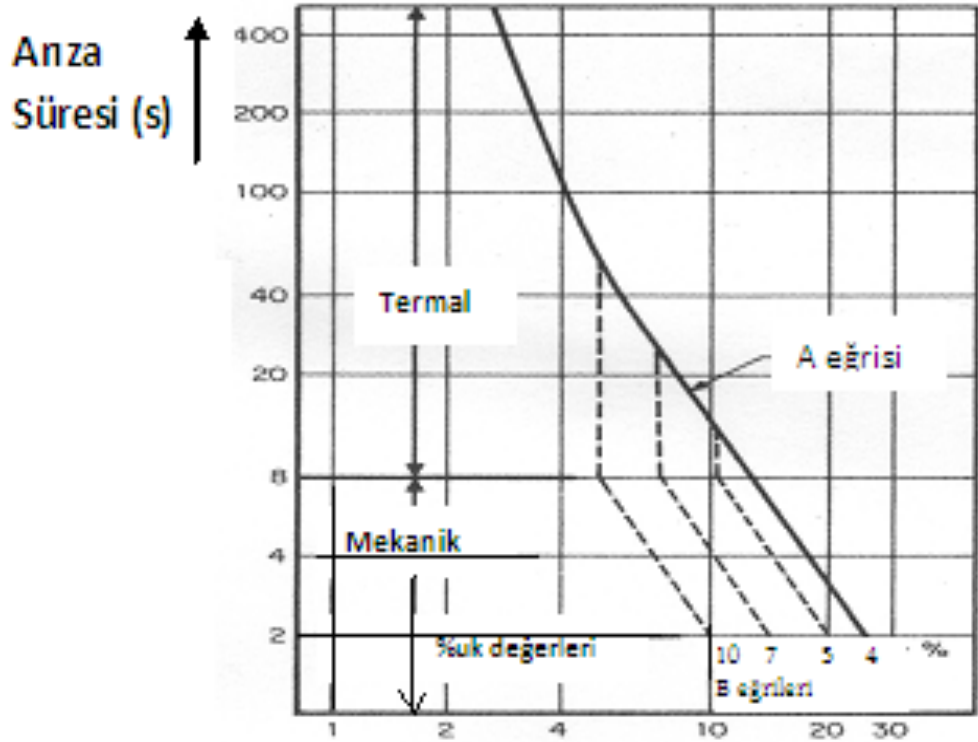
Trafo aşırı akım korumanın ayarında en çok üzerinde durulması gereken nokta, belki de bu transiyent akımlardan kaynaklanabilecek gereksiz açmalardan kaçınılmasıdır.

Aşırı akım korumanın temel görevi, uzayan aşırı yükler veya üzerinden arıza akımlarından kaynaklanabilecek bir hasarı önlemektir. Bunun için açma karakteristiği, trafonun akım taşıma kapasitesi ile düzgün bir şekilde koordine edilmelidir. Trafo kapasitesi, ilgili standartlarda, genel terimlerle tanımlanmıştır, (Trafo Üzerinden Arıza Akımı Süresi Standartında). Aşağıdaki şekilde, trafo kapasite (TERMAL VE MEKANİK ZORLANMA SINIRI) eğrileri verilmiştir. Sürekli çizgili A eğrisi, bütün %uk değerli trafolar için ortak termal kapasiteyi tanımlar. Belli başlı trafo empedansı değerlerine göre verilen kesik çizgili B eğrileri, mekanik kapasiteyi tanımlar.

Sonuç olarak bir trafonun aşırı akım koruması, trafonun, imalat standartında belirtilen dayanım süresinden daha uzun süre, kısa devre akımına maruz kalmamasını sağlamalıdır. IEC 60076-5 standartında, trafo üzerinden akacak maksimum kısa devre akımında bu süre, aşağıdaki şekilden de görüleceği üzere, 2 saniye olarak verilmiştir. Trafonun hemen A.G. çıkışındaki bir üç fazlı kısa devrede akacak bu akımın değeri:

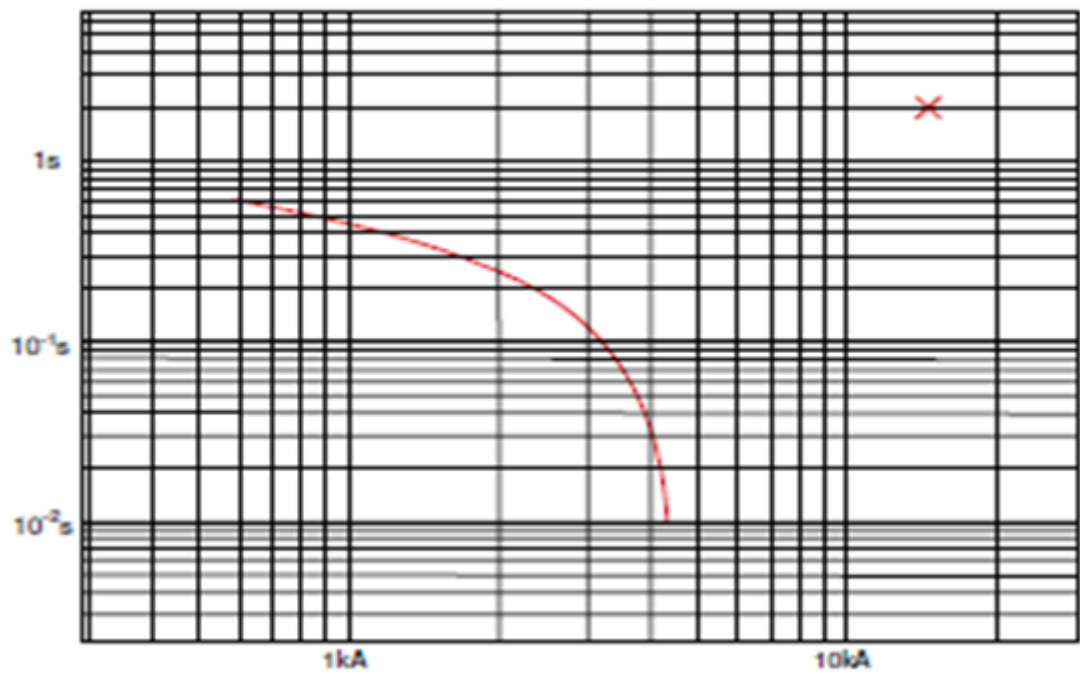
$$I_k = U_r / \sqrt{3} * (Z_s + Z_t)$$

bağıntısından hesaplanır. Trafo kısa devre empedansı Z_t 'nin değeri ise;



Trafo Anma Akımının Katı →

Şekil-1: Trafo Üzerinden Arızada Koruma Eğrileri



$$Z_t = u_k * (U_r^2 / S_r)$$

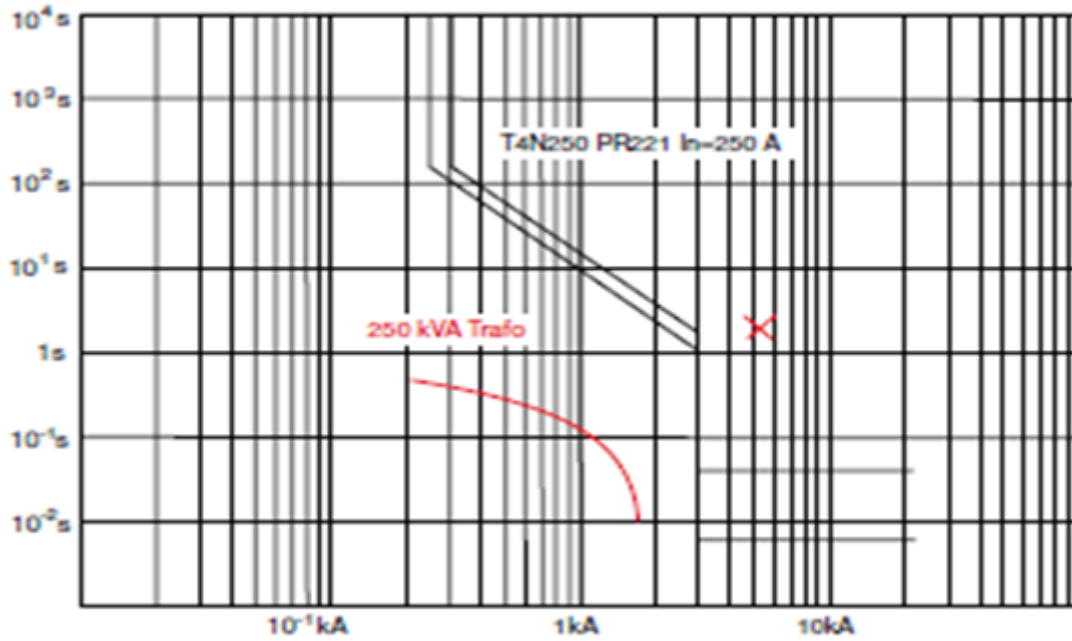
bağıntısıyla verilir. Z_t 'nin bu değeri, yukarıdaki bağıntıda yerine konur ve Z_{Σ} kısa devre empedansı sıfır kabul edilirse;

$$I_k = S_r / (\sqrt{3} * u_k * U_r)$$

olur. Yukarıdaki şekilde, 20/0,4 kV - 400 kVA - % $u_k = 4$ anma değerlerine sahip bir trafonun darbe akımı-zaman karakteristiği ve maksimum kısa devre akımına dayanma yeteneğini tanımlayan nokta, akım-zaman diyagramında gösterilmiştir.

Sonuç olarak, gerekli hallerde açmanın olması ve gerekmeyen hallerde açmanın olmaması için aşırı akım korumanın açma karakteristiği, darbe akım eğrisinin yeterince üzerinde ve kısa devreye dayanım noktasının yeterince altında kalmalıdır.

Aşağıdaki şekilde ise, 250 kVA anma gücünde, %4 kısa devre gerilimli, 690/400 V anma gerilimli bir trafonun primer tarafındaki şalterin açma karakteristiği için öngörülen uygun ayarlar, darbe akım eğrisi ve kısa devre dayanım noktası ile birlikte gösterilmiştir.



E-KAPASİTÖRLERİN ANAHTARLANMASI VE KORUNMASI:

E.1-KAPASİTÖR BANKLARININ SÜREKLİ DEVREDE BULUNMASI SIRASINDA KESİCİNİN ÇALIŞMA KOŞULLARI:

Kapasitör bankları, I_{cn} anma akımlarının 1,3 katı akımda sürekli çalıştırılabilir. Bu kural, şebeke geriliminin harmonikli olması dikkate alındığında bir gerekliliktir. Diğer yandan, anma gücü tarafından belirlenen kapasite değerinin +%15'ine kadar toleransa izin verildiği dikkate

alındığında;
şalterin sürekli taşıyabileceği akım sınırı:

$$I_n = 1,3 * 1,15 * I_{nc} = 1,5 * I_{nc}$$

olarak bulunur.

E.2-KAPASİTÖR BANKLARINI DEVREYE ALMA AKIMI:

Her bir kapasitör bankının devreye alınması, bir kısa devre üzerine kapama manevrası gibi düşünülebilir. Çünkü bir bankın devreye alınması sırasında, daha önce devreye alınmış ve işletmede olan banklar, yeni devreye alınan kondansatör bankı üzerine boşalırlar. Her bir bankın devreye alınması sırasında, diğer banklardan bu bank üzerine boşalan akımın tepe değeri, o andaki şebeke koşullarına göre hesap edilerek belirlenebilir. Bu akımın, ilk 1 ms'lik sürede $(100-200) * I_{nc}$ değerinde bile olması mümkündür.

Bu durum, kapasitör anahtarlama ve korumasında kullanılan şalter seçiminde dikkate alınmalıdır. Şalter bu yüksek genlikli akımları, bağlayabilecek kapama akımı değerine sahip olmalı ve bu akımlardan dolayı ani açma yapmayacak kısa devre ani açma değerine ayarlanmış olmalıdır.

E.3-ŞALTER VE AYAR DEĞERLERİNİN SEÇİMİ:

Üç fazlı kapasitör bankının;

Q_n : Anma gücü (kVAR)

U_n : Anma faz arası gerilimi (V)

anma değerleri kullanılarak;

$$I_{nc} = Q_n * 1000 / \sqrt{3} * U_n$$

bağıntısından kapasitör bankı anma akımı bulunur.

$$I_n = 1,5 * I_{nc}$$

bağıntısı kullanılarak şalterin sahip olması gereken minimum anma akımı hesaplanmış olur. Ayrıca kesicinin aşırı yük koruma biriminin açma akımı ayarı gene bu değere yani

$$I_1 = 1,5 I_{nc}$$

değerine ayarlanmalıdır. Ani kısa devre koruma elemanı, devre dışı bırakılmalıdır.

$$I_3 = \text{off}$$

Şalterin kesme kapasitesi, bağlandığı noktadaki maksimum kısa devre akımı, I_k 'dan küçük olmamalıdır;

$I_{cu} \geq I_k$ olmalıdır.