

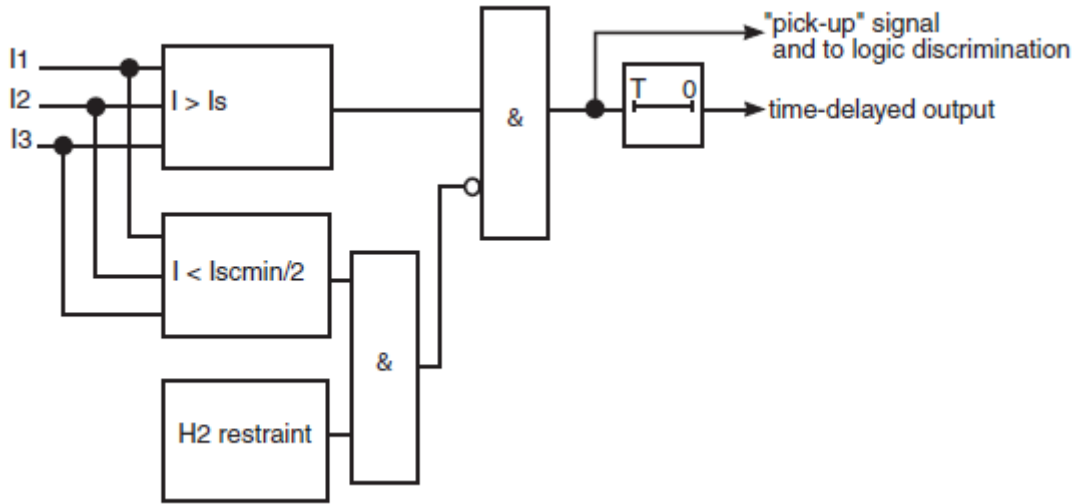
SCHNEIDER'IN "ELECTRICAL NETWORK PRTECTION – SEPAM SERIES 20 – USER'S MANUAL 3/2011" BAŞLIKLI NOTUNDAN DERLENMİŞTİR.

FAZ AŞIRI AKIM (50/51) İŞLEVİ:

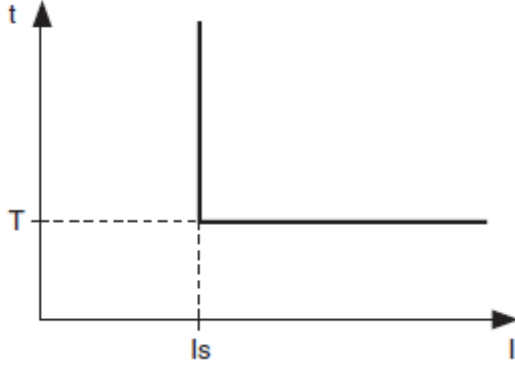
A ve B sembolü ile tanımlanan iki aşırı akım grubu vardır. Her grupta, ikişer kademe bulunur. Kademelerden hangilerinin kullanılacağı, ayar menüsünde seçilir. Gruplardan hangilerinin kullanılacağı da benzer şekilde seçilebilir. İstenirse, I13 dijital girişi veya TC3 ve TC4 uzaktan kumanda girişleri kullanılarak da, gruplar aktif ya da pasif duruma anahtarlanabilir. I13 girişi 0 ise A grubu, 1 ise B grubu koruma elemanları aktiftir.

Faz aşırı akım koruma, üç fazlıdır. Fazlardan yalnızca birinde bile set değerini aşan bir akım aktığında, üç fazlı eleman çıkış verir. Bu çıkışın kesiciyi açtırması ayarlı zaman sonunda olur. Bu zaman sabit (DT) veya ters ve sabit minimumlu (IDMT) olur.

Aşırı akım elemanları, 2. harmonik akımını, tutucu (blokaj) büyüklük olarak kullanma özelliğine sahiptir. Bu özellik, parametre ayar menüsüne girilerek aktif hale getirilebilir. Bu özelliğin geçerli olabilmesi için, röleden geçen akımın, röle koruma bölgesindeki minimum kısa devre akımının (I_{scmin}) yarısından küçük değerde olması gerekir. Aşağıda, bu açıklamalara göre, röle çalışmasına ait blok şema, aşağıda verilmiştir.



I_s , rölede ayarlı çalışma akımını ve T, gene rölede ayarlı çalışma zaman gecikmesini göstermek üzere sabit zamanlı (DT) röle çalışma karakteristiği aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

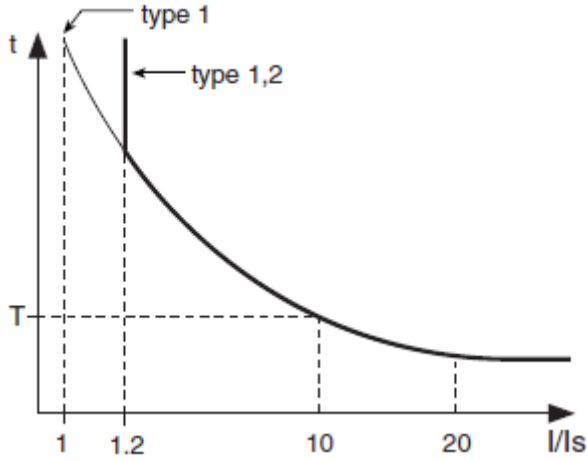


IDMT sabit minimumlu ters zaman karakteristikli rölenin çalışma karakteristiğini veren eğri, seçilen eğri tipine göre, röleden geçen akımın, çalışma akımına oranının (I/I_s), 1 veya 1,2 değerini aştığı noktadan başlar ve zaman gecikmesinin sabit minimum değere düşmesine kadar akım değerleri artarken zaman değerleri azalır. Gecikme süresi içerisinde, akım genliğinde dalgalanma olursa bu da gecikme süresinin hesabında dikkate alınır. Zaman değeri, aşağıdaki iki akım değerinden hangisine önce ulaşırsa, o noktadan itibaren artık değişmez ve bu sabit minimum değerde kalır:

. I/I_s değerinin 20'ye ulaşması,

. I/I_n değerinin 40'a ulaşması.

Burada, I_n , genel ayarlar bölümünde, röleye tanıtılan akım trafosu anma akımı değeridir.

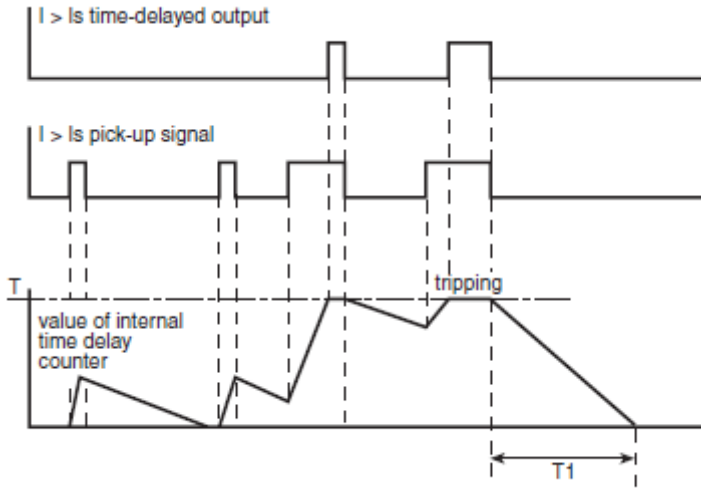
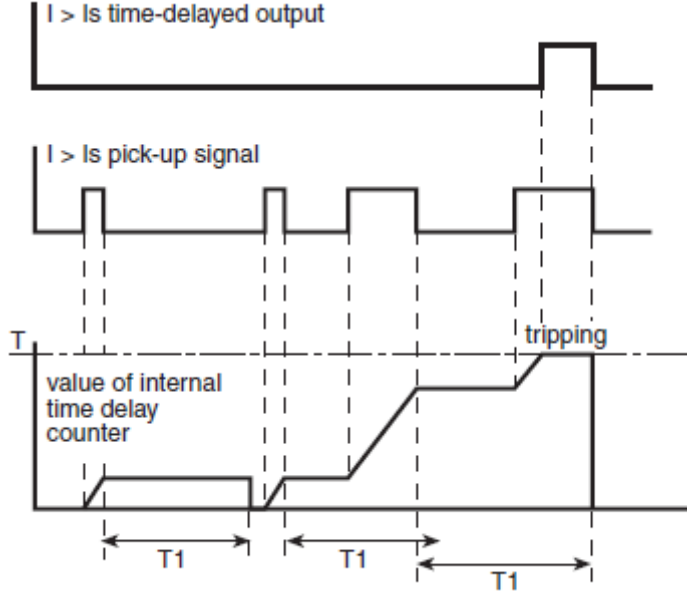


ÇALIŞMA SÜRESİNİ DEPOLAMA:

Bu işlev, ayarlanabilir T1 çalışma süresi depolama zamanına sahiptir.

.Tüm açma eğrileri için DT (sabit zamanlı) zamanlayıcı tutma işlevi aşağıdaki ilk diyagramda açıklanmıştır.

.IEC IEEE ve IAC'nin standart açma eğrileri için IDMT (belli minimumlu ters zamanlı) zamanlayıcı tutma işlevi aşağıdaki ikinci diyagramda açıklanmıştır.



SOĞUK YÜKTE ÇEKME (CLPU 50/51):

Soğuk yükte çekme (CLPU) işlevi, uzun kesintilerden sonra enerjilenme sırasında ortaya çıkan istenmeyen açmalardan sakınmayı sağlar. Şebeke yüklerine bağlı olarak, enerjileme esnasında, röle ayar değerlerini aşabilen geçici darbe akımları oluşabilir. Bu akım transienleri;

.Trafoların darbe mıknatıslanma akımları

.Asenkron motorların kalkış akımları

.Resetlenmiş olan, soğutucu veya ısıtıcı benzeri yüklerin topluca devreye girmesinden kaynaklanabilir.

İlkel olarak, röle ayarları, bu akım transientlerinde, açma yaptırmayacak şekilde belirlenmiş olmalıdır. Bu transient akımların, normal şebeke akımlarından farklı karakteristik özellikleri ve sürelerinin uzunluğu nedeniyle, röle ayarları, gerekli performansı sağlamada yetersiz kalabilir. Buna karşılık, CLPU işlevi, enerjilemeden hemen sonra, geçici olarak röle ayarlarını yükseltecek hatta röle çalışmasını bloke edecek şekilde ayarlanabilir.

CLPU işlevinin gerçekleşmesi için aşağıdaki iki koşuldan biri oluşmalıdır:

.Tcold aktivasyon öncesi zamanından uzun bir süre boyunca her üç faz akımı da yok iken en az bir fazda akım akmaya başlaması.

.Korunan fider ya da korunan fider üzerinden beslenen (downstream) komşu fiderlerdeki bir kalkış yüküne bağlı geçici aşırı yüklenme sonucu I22 girişinin aktifleşmesi.

CLPU işlevi, aşağıdaki iki şekilden hangisi parametre ayarları menüsünde seçildi ve süre ayarı ne ise ona göre gerçekleşir:

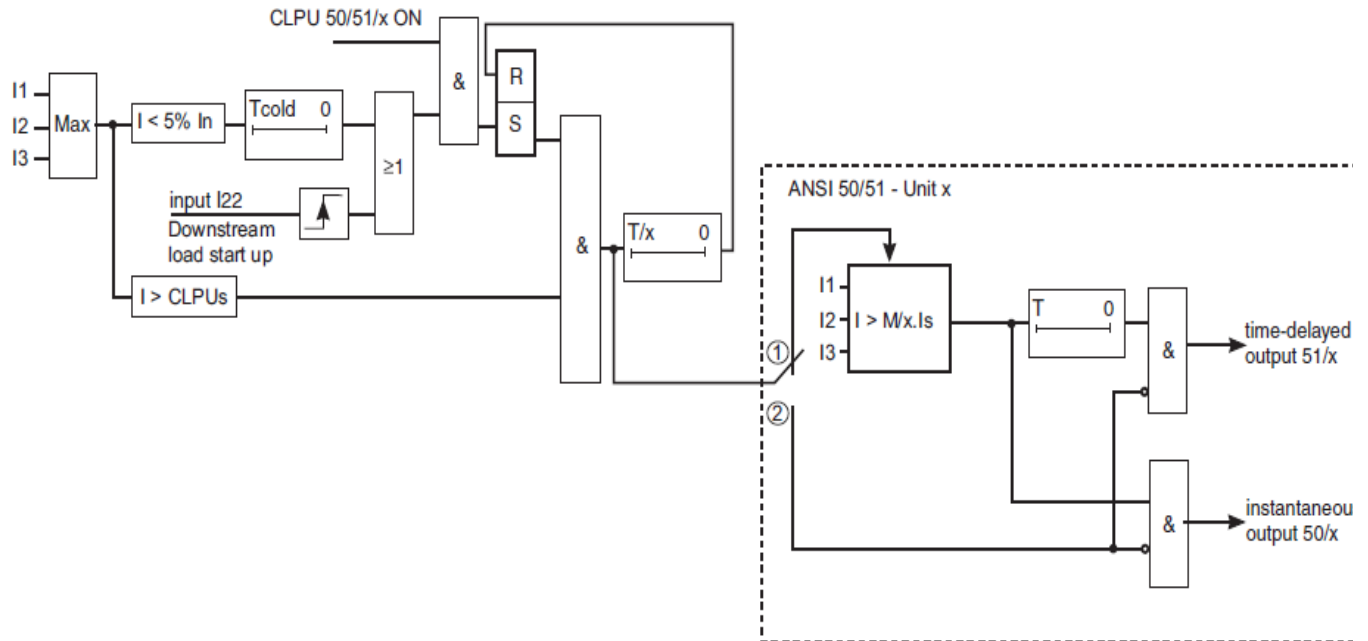
.Her bir 50/51 faz aşırı akım birimi I_s ayarı, konfigüre edilebilir bir yükseltme katsayısı ile çarpılabilir.

.Çeşitli koruma birimleri kilitlenebilir.

CLPU işlevi parametrelerinin ayarlanabilmesi, kullanıcıya, aşağıdaki olanakları sağlar:

.CLPU çekme eşliğinin ve Tcold akitivasyon öncesi zamanının belirlenmesi.

.Bu işlev tarafından çalışmaları etkilenecek 50/51 koruma birimlerinin hangileri olacağını belirlenmesi.



Action of the CLPU 50/51 function on set point I_s of ANSI 50/51 protection unit x during time delay T/x depends on the Global action CLPU 50/51 setting:

① multiplication of set point I_s by a coefficient M/x

② blocking

.İşlev tipinin seçimi (yükseltme faktörü veya kilitleme), her bir koruma birimi (x) için işlem süresinin (T/x) ve gerekliyse yükseltme faktörünün (M/x) belirlenmesi.

CLPU fabrika çıkış ayarları, "off" tur.

Yukarıda;

.Sol tarafta, CLPU ünitesini,

.Sağ tarafta, herhangi bir faz aşırı akım koruma birimi çalışmasının, kullanıcı tarafından yapılan seçime göre, CLPU tarafından etkilenişini gösteren blok şemaları verilmiştir.

KESİCİ ARIZA (50 BF):

Bu işlem, bir koruma çalışıp ilgili kesiciye açma komutu gönderdiği halde, kesicinin açmayı başaramaması durumunu belirlemek amacıyla kullanılır. "Kesici Arıza" işlevi, aşağıdaki hallerde, aktive olur:

.50/51, 50N/51N, 46 aşırı akım koruma işlevlerinin birinden gelen bir açma komutu ile

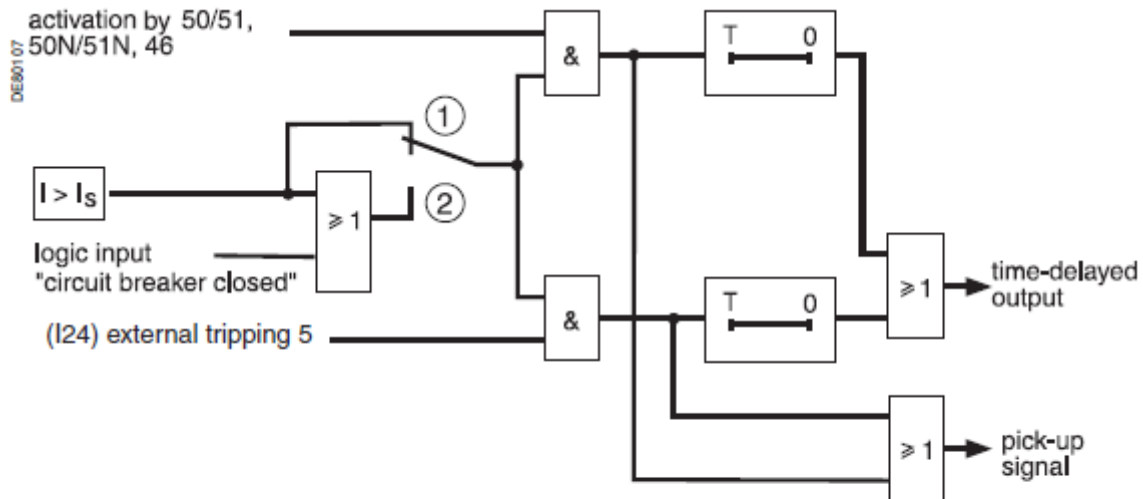
.I24 lojik girişi yolu ile alınan bir dış açma komutu ile (I24'ün, harici açma komutuna tahsis edilmiş olması koşulu ile)

T zaman gecikmesi esnasında, akım kaybolur ise bu kesicinin açmayı gerçekleştirdiği anlamına gelir.

Kesici kontrol işlevi kullanıldığında, kesici arıza işlevi 50/51, 50N/51N ve 46 koruma işlevleri tarafından otomatik olarak aktive edilir.

Kesici kontrol işlevi kullanılmadığı zaman, kullanıcı, kesici arıza koruma işlevini aktive edecek koruma işlevlerini kendi seçmelidir.

Kesici arıza işlevine ait blok şeması aşağıda verilmiştir.



- Setting: ① without taking into account circuit breaker position
② with taking into account circuit breaker position

AYAR ÖRNEĞİ:

Aşağıda, kesici arıza işlevi zaman gecikme ayarının belirlenmesi açıklanmıştır.

Aşırı akım koruma ayarı: $T = ani$

Kesici çalışma zamanı: 60 ms

Kaynağa daha yakın bitişik kesici açma yardımcı rölesinin çalışma zamanı: 10 ms

Kesici arıza işlevinin zaman gecikmesi aşağıdaki sürelerin toplamından oluşur:

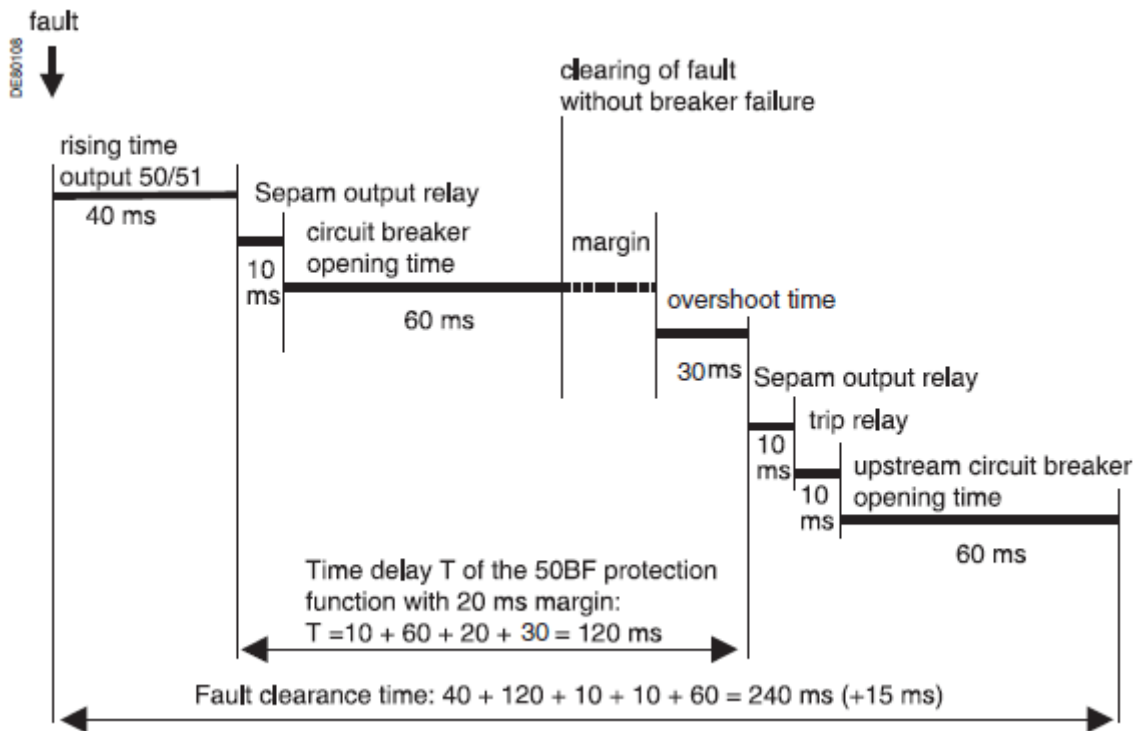
Sepam O1 çıkış rölesinin çıkış verme zamanı: 10 ms

Kesici açma zamanı: 60 ms

Kesici arıza işlevinin aşırı bekleme zamanı: 30 ms

Kaynağa daha yakın bitişik kesicinin istenmeyen açmasından kaçınmak için seçilen yaklaşık 20 ms'lik zaman aralığı

Bunların toplamı olarak 50 BF zaman gecikme ayarı 120 ms hesaplanır.



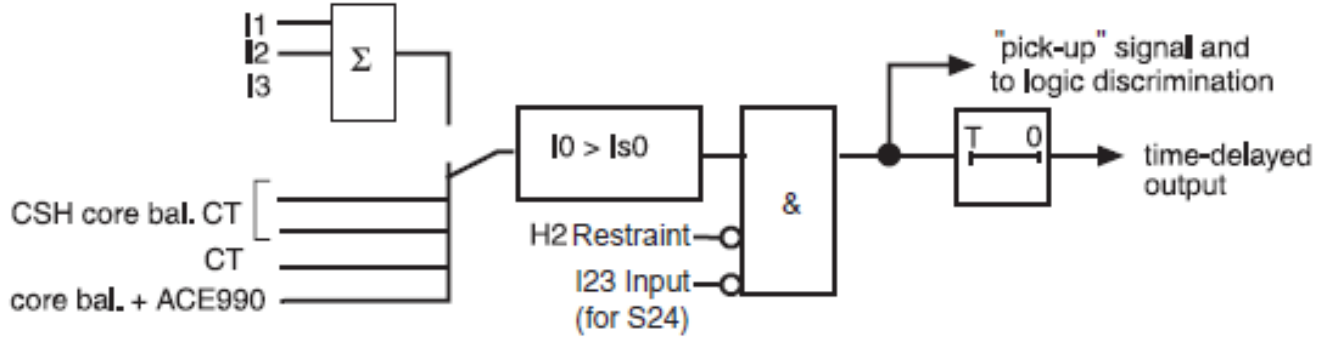
TOPRAK ARIZA (50N/51N VEYA 50G/51G) İŞLEVİ:

Faz aşırı akım işlevinde açıklandığı gibi bu işlevi sağlayan Sepam koruma birimleri de, A ve B gruplarından oluşur. Her grupta gene ikişer kademe vardır. Grup ve kademe seçimleri için faz arıza işlevi bölümünde söylenenler, toprak arıza işlevi için de geçerlidir.

Toprak arıza birimleri tek fazlıdır. Röleden geçen toprak arıza (rezidüel) akımı, ayarlı çalışma eşliğini aştığında toprak koruma çeker. Toprak arıza birimleri de, faz birimleri gibi, sabit zaman (DT) veya belli minimumlu ters zaman (IDMT) gecikmeli olarak çalıştırılabilir.

Toprak arıza elemanı da ikinci harmonik tutuculuğu sağlayan ayar olanaklarına sahiptir. Bir güç trafosu enerjilendiğinde, üç faz akım trafosunun toplamı olan rezidüel akımı bypass ederek gereksiz açmayı önler. Bu özellik, parametre ayarlarının seçiminde aktifleştirilebilir. Bu özelliğin seçilmiş olması, kesintili toprak arıza akımlarında açmayı önlemez.

Toprak arıza koruma işlevi, I23 girişi (S24 tipi Sepam uygulamasında) ile de önlenebilir. Blok şema aşağıda verilmiştir.



DT ve IDMT zaman gecikmeli çalışma için yukarıda faz arıza elemanları için anlatılanlar, Is faz akımı çalışma eşiği yerine, Is0 toprak akımı çalışma eşiği ve I faz akımı yerine, I0 toprak akımı konulmak koşulu ile toprak arıza elemanları için geçerlidir. Aradaki tek fark, minimum gecikme zamanını veren akım değerlerinden ikincisindeki değişikliktir. Yani zaman gecikmesi, aşağıdaki akım sınırlarından hangisine önce ulaşırsa, o akım değerinden daha büyük akım değerlerinde artık küçülmeye devam etmez:

- .I0/Is0 değerinin 20'ye ulaşması,
- .I0/In0 değerinin 15'e ulaşması.

ÇALIŞMA SÜRESİNİ DEPOLAMA:

Ayarlanabilir çalışma süresini saklama zamanı (T1) ve tüm açma eğrileri için geçerli sabit zamanlı (DT) T1 ile çalışma ile ilgili açıklamalar, faz elemanları koruma bölümündeki açıklama ve şeklin aynısıdır. Belli minimum ters zamanlı (IDMT) T1 ile çalışma durumu da gene faz koruma elemalarınınkine bire bir uyar. Tek fark, I yerine I0, Is yerine Is0'ın gelmesidir.

SOĞUK YÜKTE ÇEKME (CLPU 50N/51N):

Soğuk yükte çekme I0 işlevi, 50N/51N koruma işlevlerinin, uzun kesintilerden sonraki istemeyen açmalarını önler. Böyle anahtarlamalar, şebeke durumuna bağlı olarak, geçici darbe akımları üretirler. Eğer rezidüel akım, 3 akım trafosu bağlantısı ile elde ediliyorsa, her bir fazdaki transient akımın aperyodik bileşeninin yol açtığı farklı doyma olayları nedeniyle, açma ayar değerini aşan genlikte bir rezidüel akım oluşabilir.

Bu transient akımlar, temel olarak iki nedenle oluşur:

- Güç trafosu mıknatıslanma akımları

-Motorların yol alma akımları

Prensip olarak, transient akımların yol açabileceği istenmeyen açmalar, koruma ayarlarının seçimi ile önlenir. Ancak bu ayar şekli ile korumanın duyarlılığının azalması veya açma sürelerinin çok uzaması söz konusu olabilir. Bunun da çaresi, enerjilemeden hemen sonra, kısa bir süre için koruma ayarlarının yükseltilmesi veya koruma işlevinin önlenmesidir.

Eğer kullanılan rezidüel akım ölçme yöntemi, doğru ölçmeyi sağlıyorsa, CLPU IO işlevini kullanmaya gerek kalmayabilir.

CLPU 50N/51N işlevi, aşağıdaki iki durumdan biri gerçekleştiğinde aktifleşir:

-Tcold zamanı boyunca, her üç fazdaki akım kaybolmuş iken bu akımlardan en az birinin tekrar ortaya çıkması

-Korunan fiderdeki veya bu fiderden beslenen alt fiderlerdeki bir başlatma olayı nedeniyle geçici bir aşırı yüklenmeyi göstermek üzere I22 girişinin aktifleşmesi.

Bu aktifleşme ile önceden belirlenmiş bir süre boyunca aşağıdaki iki sonuçtan biri gerçekleşir:

-Seçilmiş her bir koruma birimi ve kademesine ait Is0 ayar değerleri, bir yükseltme faktörü ile çarpılır,

-Seçilmiş koruma kademeleri kilitlenir.

CLPU 50N/51N işlevi parametre ayarları, kullanıcıya aşağıdakileri belirleme olanağı verir:

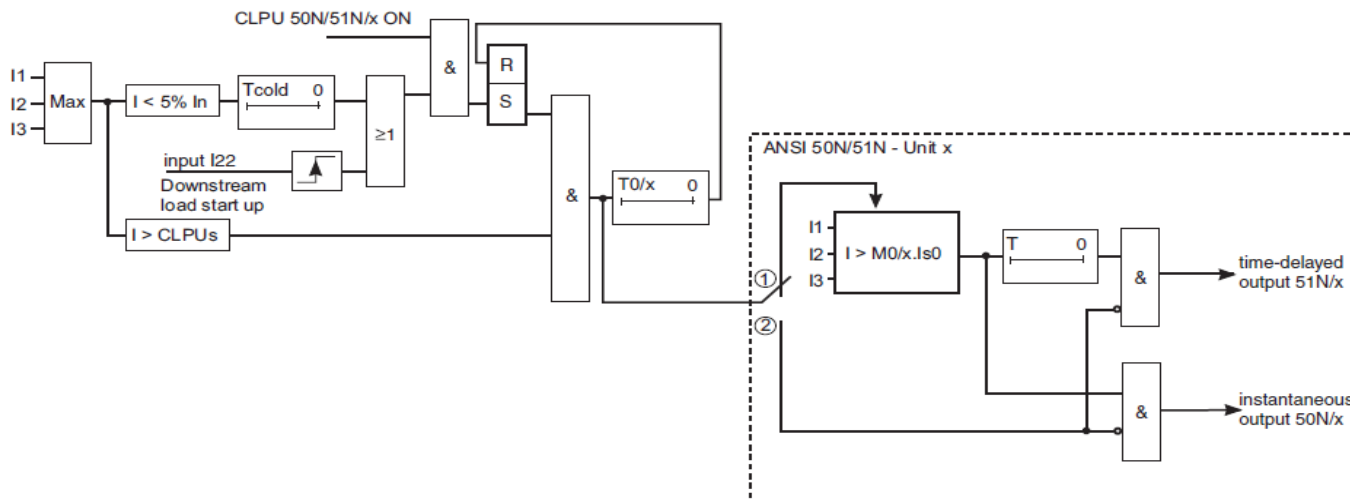
-CLPU'nun çekme eşiği ve aktivasyon öncesi zamanı Tcold ayar değerlerini belirlemek,

-Etkilenecek olan 50N/51N koruma birimi ve kademelerini seçmek,

-Aktivasyon tipini (yükseltme faktörü veya kilitleme) seçmek, 50N/51N'nin her bir x biriminin T0/x sürelerini ve geriyorsa M0/x yükseltme faktörlerini belirlemek. CLPU işlevinin fabrika çıkış ayarı OFF'tur.

AYAR YARDIMI: M0/x ayarı kullanılıyorsa, bunun değeri öyle seçilmelidir ki Is0 ayar değerini, CLPU çekme eşiğinin üzerine çıkarmalıdır.

Aşağıda CLPU 50N/51N işlevi ve bunun açma lojiğine etkisini gösteren blok şeması verilmiştir.



Action of the CLPU 50N/51N function on set point Is0 of ANSI 50N/51N protection unit x during time delay T0/x depends on the Global action CLPU 50N/51N setting:

- ① multiplication of set point Is0 by a coefficient M0/x
- ② blocking

SICAKLIK İZLEME 38/49T:

Bu koruma, platinyum (0 derecede 100 ohm) RTD ile çalışır.

-İzlenen sıcaklık, Ts ayar değerinden büyük olursa, koruma çeker.

-Birbirinden bağımsız iki sıcaklık ayarı yapılabilir:

.Alarm ayarı

.Açma ayarı

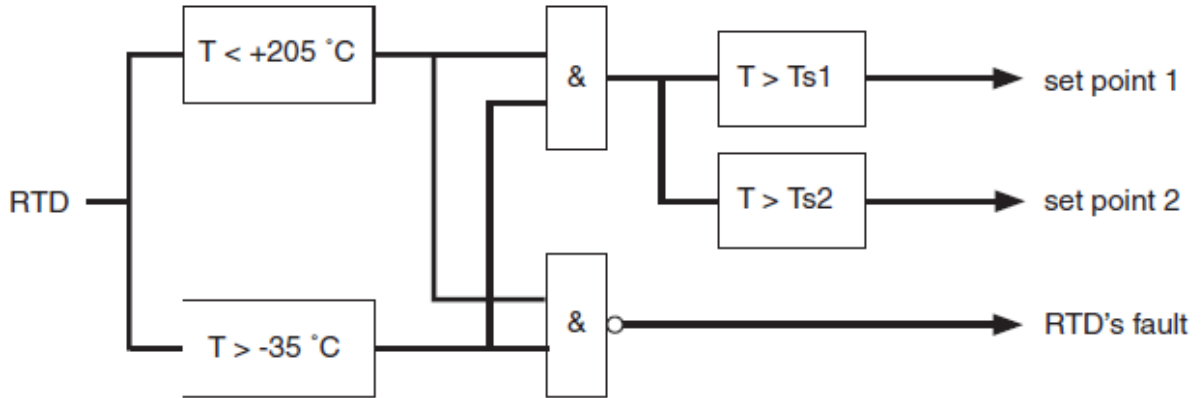
Koruma, aktive edildiğinde, RTD kısa devre veya açık devre konumda ise önce bunu belirler.

Ölçülen sıcaklık -35 dereceden küçük olursa, RTD kısa devre olarak belirlenir. Ekranda "****" belirir.

Ölçülen sıcaklık 205 dereceden büyük olursa, RTD açık devre olarak belirlenir. Ekranda,

"_****" belirir.

Eğer bir RTD arızası belirlenirse, çıkış rölelerinin ayar noktalarına erişim önlenir, koruma çıkışları sıfırlanır ve bir alarm mesajı üretilir. Bu ünitenin blok şeması aşağıda verilmiştir.



TERMAL AŞIRI YÜK (49RMS):

Motor, jeneratör, hat, trafo ve kondansatörlerin, çektikleri akımı temel alarak hesaplama yapar ve buna göre termal korunmalarını sağlar. Ölçülen Ieq eşdeğer akımdan hesaplanan E sıcaklık artışı, ayarlı Es sıcaklık artışından büyükse koruma çalışarak açma komutu üretir. İzin verilebilir maksimum sürekli akım:

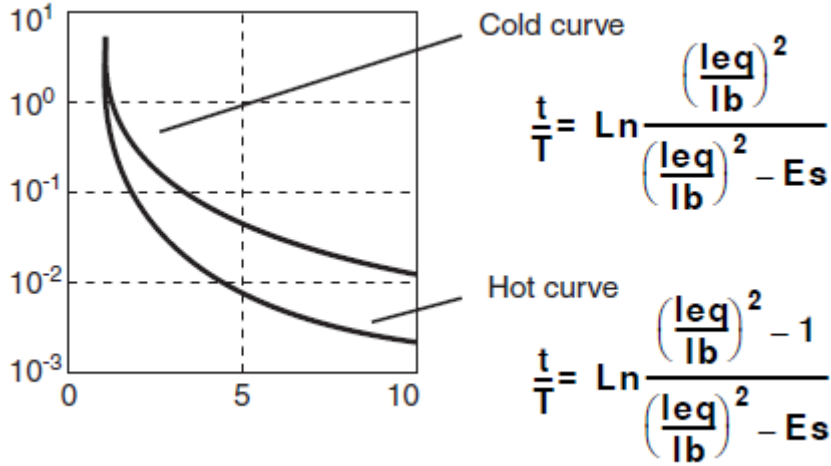
$$I = I_b * \sqrt{E_s}$$

dir. Açma zamanı, T ısınma zaman sabiti ayarı yolu ile belirlenir.

Hesaplanan sıcaklık artışı, ölçülen akıma ve başlangıç sıcaklığına bağlıdır.

Soğuk eğri, başlangıç sıcaklık artışının sıfır olması halinde, korumanın açma zamanını belirtir.

Sıcak eğri, başlangıç sıcaklık artışının %100 olması halinde, korumanın açma zamanını tanımlar.

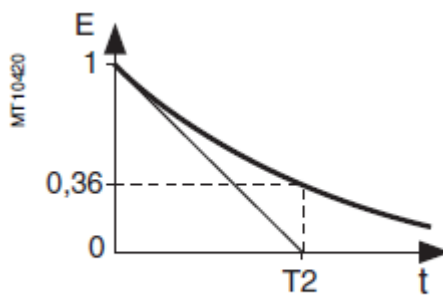
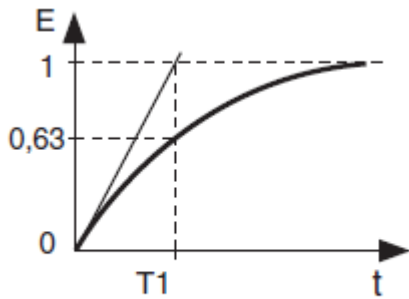


Yukarıda verilen basit diyagramda yatay eksen, baz akıma oran olarak akımın büyüklüğünü, dikey eksen, açma zamanını gösterir.

Sıcaklık artışı için, alarm (Es1) ve açma (Es2) sıcaklık artışı olarak iki ayrı ayar yapılabilir.

SICAK DURUM AYAR NOKTASI: Bir motoru korumak üzere kullanıldığında, bu sabit ayar noktası, izin verilen başlatma işlevi sayısı ile belirlenir.

SICAKLIK ARTIŞ (ISINMA) VE SOĞUMA ZAMAN SABİTLERİ:



Kendiliğinden soğuyan döner makinelerde, makinenin durmasına göre çalışması durumunda, soğutma daha etkindir. Makinenin çalışma ve durması, akımın değerinden anlaşılır. Eğer;

.I > 0,1*I_b ise makine çalışıyor

.I < 0,1 * I_b ise makine duruyor

demektir.

Bir makine için iki zaman sabiti tanımlanabilir:

.Isınma zaman sabiti; makinenin çalışma hali ile ilgilidir.

.Soğuma zaman sabiti; makinenin durma hali ile ilgilidir.

Termal koruma ünitesi tarafından, üç faza ait akımların onyedinciye kadar olan harmonikleri de hesaba katılarak RMS değerleri ölçülür.

Makinelerin çoğu, 40 dereceye kadar olan ortam sıcaklıklarında çalışmak üzere tasarlanmışlardır. Termal aşırı yük işlevi, ortam sıcaklığının 40 derecenin üzerine çıkması halinde bunu hesaba katar. Sepamda 8 nolu sensör, ortam sıcaklığını ölçmeye tahsis edilir. Artış faktörü;

$$fa = (T_{max} - 40^{\circ}C) / (T_{max} - T_{ortam})$$

T_{max}: Makinenin yalıtım malzemesine bağlı izin verilebilir maksimum sıcaklığı

T_{ortam}: Ölçülen maksimum ortam sıcaklığını gösterir.

MOTORUN TERMAL DAYANIMINA KORUMANIN ADAPTASYONU:

Motorun termal koruması, imalatçı tarafından verilen sıcak ve soğuk eğrilere göre ayarlanır. Bu deneysel eğrilerle tam uyum için aşağıda verilen ek parametre ayarları yapılmalıdır:

.Başlangıç sıcaklık artışı Es0, soğuk açma zamanını düşürmek için kullanılır.

$$\text{Modifiye edilmiş soğuk eğri: } t/T = \ln \left\{ \frac{[(I_{eq}/I_b)^2 - Es_0]}{[(I_{eq}/I_b)^2 - Es]} \right\}$$

.İkinci bir zaman sabiti ve ayar noktası parametre grubu, kilitlenmiş rotorla termal dayanımda dikkate alınmak üzere kullanılmalıdır. Bu ikinci parametre grubu, ölçülen akım, I_s akım ayarından büyükse dikkate alınır.

NEGATİF BİLEŞEN AKIMININ HESABA KATILMASI:

Sargılı rotorlu motorlarda, negatif bileşen akımının varlığı, motorun ısınmasını arttırır. Negatif bileşen akımının varlığı, koruma tarafından aşağıdaki bağıntıya göre dikkate alınır:

$$I_{eq} = \sqrt{(I_{ph}^2 + K * I_i^2)}$$

I_{ph}: En büyük faz akımı

I_i: Akımın negatif bileşeni

K: Ayarlanabilir çarpan

K faktörü: 0 – 2,25 – 4,5 – 9 değerlerine ayarlanabilir. Bir asenkron motorda, K aşağıdaki bağıntıya göre belirlenir:

$$K = 2 * (Cd / Cn) * \{1 / [g * (Id / Ib)^2]\} - 1$$

Cn, Cd: Anma ve yol alma momentleri

Ib, Id: Temel akım ve yol alma akımı

g: Anma kayma değeri

SICAKLIK ARTIŞININ DEPOLANMASI:

Koruma çalışıp devreyi kestiğinde, o anda belirlenmiş olan sıcaklık değeri %10 arttırılarak muhafaza edilir. Bu %10'luk artış, müteakip yol almada, oluşacağı varsayılan sıcaklık artışını ifade eder. Yeni bir yol alma işleminden önce motordaki sıcaklık artışının sıfırlanmasına yetecek kadar bir süre beklenmişse, saklanan sıcaklık artış değeri, sıfıra resetlenir.

BAŞLATMANIN YASAKLANMASI:

Termal aşırı yük koruma, hesapladığı sıcaklık artışı, motorun yeniden başlatılmasına uygun bir değere düşmediği sürece, motoru devreye alan kontrol aygıtının, motoru devreye almasına izin vermez. Bu işlem yapılırken yukarıda da açıklandığı gibi %10'luk sıcaklık artışı da dikkate alınır. Bu koruma işlevi, saatteki başlatma koruması ile aynı gruptadır ve operatör, röle ekranında beliren "start inhibit" uyarısı ile bilgilendirilir.

TERMAL AŞIRI YÜK KORUMA İŞLEVİNİN YASAKLANMASI:

Motor koruma halinde, prosesin gerektirdiği (aşağıdaki) hallerde, termal aşırı yük koruma işlevi kilitlenebilir.

.I26 girişi ile

.TC7 (termal aşırı yük korumayı yasaklama) uzaktan kontrol komutu ile

Termal aşırı yük korumayı aktifleştirmek için TC13 uzaktan kontrol komutu kullanılabilir.

TRAFOLARDA İKİ İŞLETME DEĞER GRUBUNUN DİKKATE ALINMASI:

Güç transformatörlerinin pek çoğu, iki değişik soğutma haline karşılık iki ayrı işletme anma değeri ile tanımlanır:

.ONAN; yağ tabii, hava tabii soğutmalı

.ONAF; yağ tabii, hava cebri soğutmalı

İstenirse, bu iki ayrı hale uyan termal koruma parametre ayar gruplarının birinden diğerine, I26 girişi vasıtası ile geçilebilir. Bu imkanın kullanılması, termal kapasite kullanımında, herhangi bir kayba yol açmaz.

MOTORLARDA İKİ İŞLETME DEĞER GRUBUNUN DİKKATE ALINMASI:

Bir termal ayar takımından diğerine anahtarlama;

.I26 girişi

.Ölçülen akımın kontrolü

ile yapılabilir. Trafolarda iki değişik soğutma haline karşı gelen bu durum, motorlarda da iki değişik işletme haline karşılık olarak düşünülmelidir.

OPERATÖR BİLGİLENDİRME:

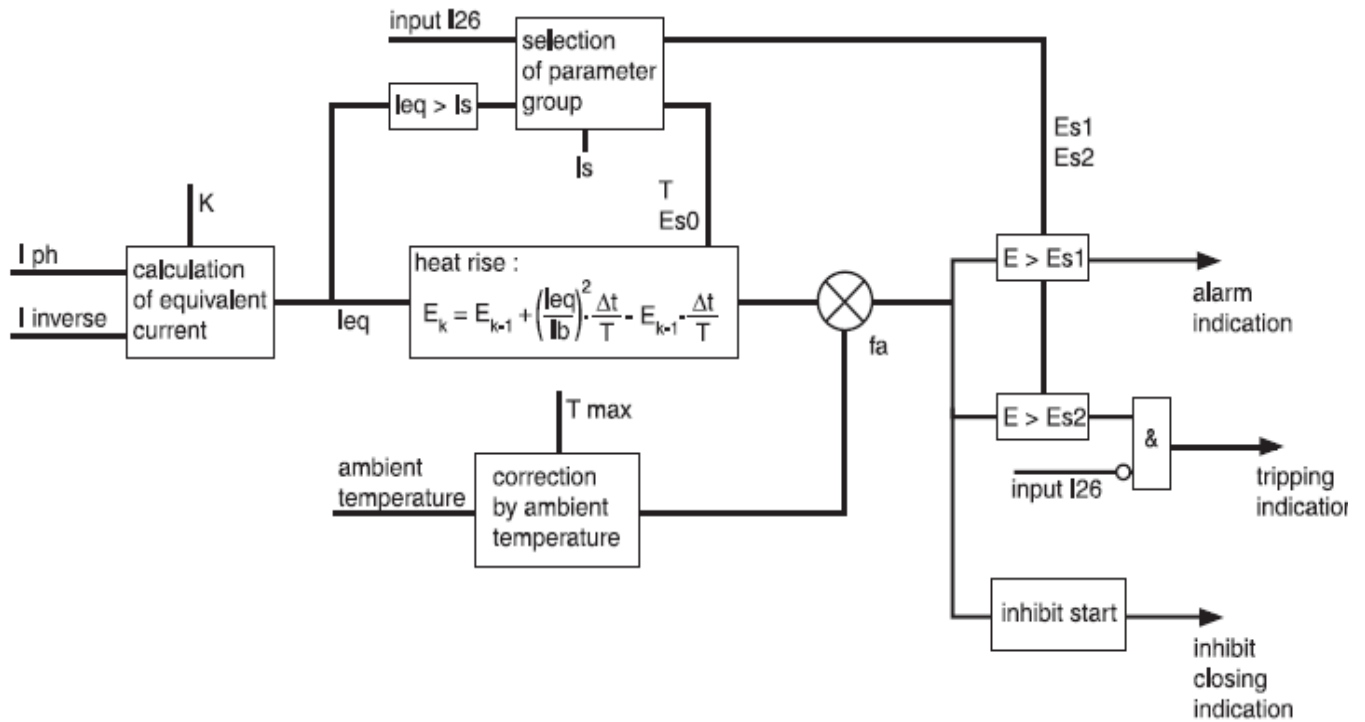
Sepam ekranında, aşağıdaki bilgiler görüntülenebilir:

.Tekrar başlatmaya kalan zaman (başlatmanın yasaklanması durumunda)

.Devre dışı edilmeye kalan zaman (sabit akımla)

.Sıcaklık (artış) değeri

49 RMS işlevini gösteren blok şeması aşağıda verilmiştir.



AYAR ÖRNEKLERİ:

ÖRNEK-1:

Korunan aygıtta ait bilgiler;

.Çalışmada ısınma zaman sabiti (T_1): 25 dakika

.Durmada soğuma zaman sabiti (T_2): 70 dakika

.Kararlı halde maksimum yüklenme (I_{max}/I_b): %105

Açma noktasının ayarı:

$$Es2 = (I_{max}/I_b)^2 = \%110$$

Alarm noktasının ayarı:

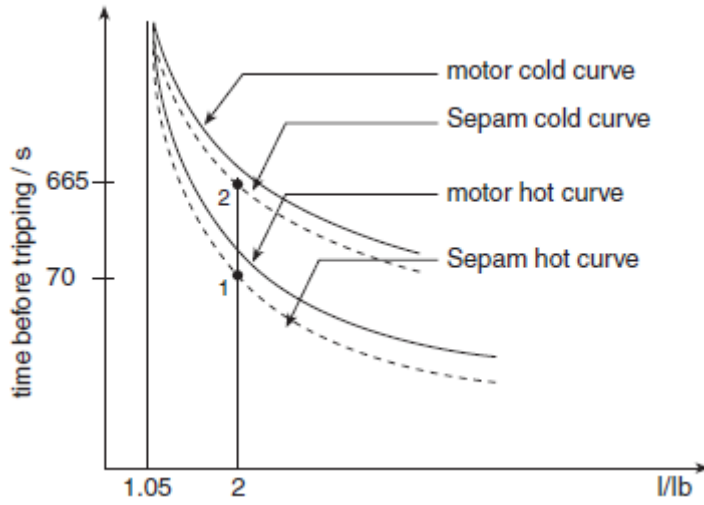
$$Es1 = \%90 \quad (I/I_b = \%95)$$

Knegatif = 4,5 (alşılmış değer)

ÖRNEK-2:

Korunan ağıta ait bilgiler;

Aşağıdaki şekilde, sıcak ve soğuk motor termal dayanım eğrileri sürekli çizgilerle verilmiştir.



.Soğuma zaman sabiti T2

.Maksimum kararlı hal akımı: $I_{max}/I_b = \%105$

Açma noktasının ayarı:

$$Es2 = (I_{max}/I_b)^2 = \%110$$

Alarm noktasının ayarı:

$$Es1 = \%90 \quad (I/I_b = \%95)$$

Yukarıdaki şekilde görülen ve üretici tarafından verilen sıcak-soğuk çalışmadaki motorun ısınma eğrileri, T1 ısınma zaman sabitini belirlemede kullanılabilir.

Gene şekilde, Sepamın sıcak ve soğuk haldeki açma eğrileri, motor ısınma eğrilerinin hemen altında, kesikli çizgilerle gösterilmiştir.

Sepamın $2 \cdot I_b$ yükte, $\%100$ sıcak yük başlangıcında açma zamanı;

$$t/T1 = \ln[(2^2 - \%100) / (4 - \%110)] = \ln(3/2,9) = 0,0339$$

Açma zamanının şekilde verildiği üzere, 1 noktasına karşılık 70 s olması için, buna karşı düşen T1 ısınma zaman sabiti:

$$T1 = 70 / 0,0339 = 2065 \text{ s} = 34 \text{ dakika olur.}$$

Bu T1 ısınma zaman sabitine karşılık soğuk açma eğrisi üzerindeki 2 no ile gösterilen Sepam açma noktası,

$$t/T1 = \ln(4 / 2,9) = 0,3216$$

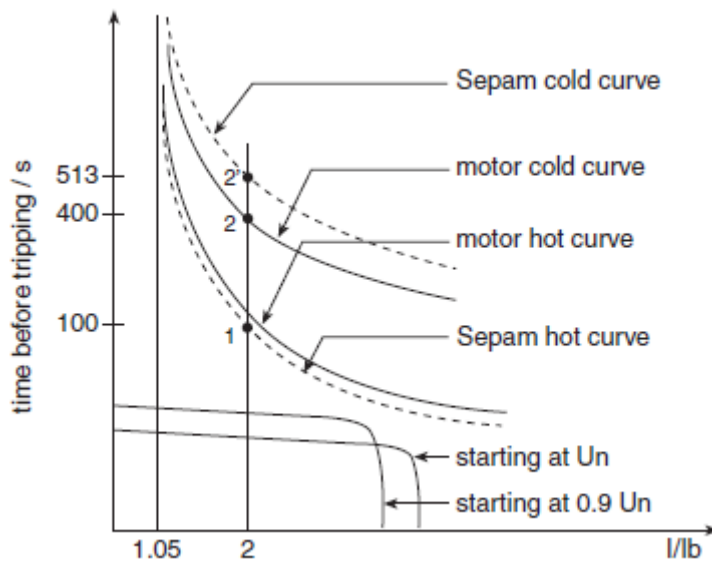
$$t = 2065 * 0,3216 = 665 \text{ s}$$

bulunur ki bu da şekilde verilen motorun soğuk haldeki ısınma eğrisi ile uyumludur.

Örnek-3:

Aşağıdaki bilgiler verilmiştir:

.Motorun sıcak ve soğuk haldeki ısınma eğrileri, aşağıdaki şekilde verildiği gibidir.



.Soğuma zaman sabiti T2'dir.

.Maksimum kararlı hal akımı; $I_{max}/I_b = \%110'$ dur.

Açma noktası ayarı:

$$Es2 = \%120 = (I_{max}/I_b)^2$$

Alarm noktası ayarı:

$$Es1 = \%90 (I/I_b = \%95)$$

Isınma zaman sabiti T1, 1 noktasındaki (%100 sıcak eğri üzerindeki) açma, şekilde de gösterildiği üzere, 100 s'de olacak şekilde belirlenmelidir.

$t/T1 = \ln(3 / 2,8) = 0,069$ ($I = 2 \cdot I_b$ ve $Es_2 = \%120$ için $\%100$ sıcak eğri denkleminden)

$T1 = 100 / 0,069 = 1449 \text{ s} = 24 \text{ dakika}$

Soğuk hal için;

$t/T1 = \ln(4 / 2,8) = 0,3567$

Burada 1449 s zaman sabiti değeri yerine konursa;

$t = 0,3567 \cdot 1449 = 517 \text{ s}$

bulunur. Halbuki şekilde, motorun soğuk halde ısınma eğrisinde gösterilen 2 noktası için verilen ısınma zamanı 400 s'dir ve 517 s'nin altında kalmaktadır. Yani Sepam için hesaplanan 517 s açma süresi çok uzundur. Bu nedenle, Sepam'da T1 zaman sabiti daha küçük seçilerek açma zamanının 400 s'nin altında kalması sağlanmalıdır.

Ancak bu durumda da, motorun özellikle sıcak kalkışta ve $\%90 \cdot U_n$ 'de yol alma karakteristiği ile Sepamın sıcak haldeki koruma eğrisinin kesişme riski ortaya çıkar. İşte bu duruma çare, Es_0 , soğuk haldeki başlangıç sıcaklık artışı ayarının yapılmasıdır. Böylece Sepam'ın sıcak çalışma eğrisi hiç aşağı kaydırılmadan soğuk çalışma eğrisi aşağı kaydırılarak çözüm sağlanır.

Sepamın modifiye edilmiş soğuk açma eğri denkleminde:

$$\frac{t}{T} = \ln \frac{\left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - Es_0}{\left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - Es}$$

Isınma zaman sabiti, $T = 1449 \text{ s}$; açmanın aşmaması istenen zaman, $t = 400 \text{ s}$; $I_{eq}/I_b = 2$; $Es = 1,20$ değerleri, yukarıdaki bağıntının daha basit hali olan aşağıdaki ifadede yerine konarak;

$$400/1449 = \ln(4 - Es_0) - \ln(4 - 1,20);$$

$$0,276 + \ln 2,8 = \ln(4 - Es_0);$$

$$1,3056 = \ln X;$$

$$X = 3,69;$$

$$4 - 3,69 = Es_0;$$

$$Es_0 = 0,31$$

yani modifiye edilmiş soğuk hal başlangıç koşulu olarak, minimum değer $\%31$ alınacak ve böylece 400 s sınır açma değerinin altında kalacaktır.