



2023

Motora yolverme yöntemleri



1

Asenkron Motor
Karakteristikleri

2

Asenkron Motor Koruma
ve Kontrol

3

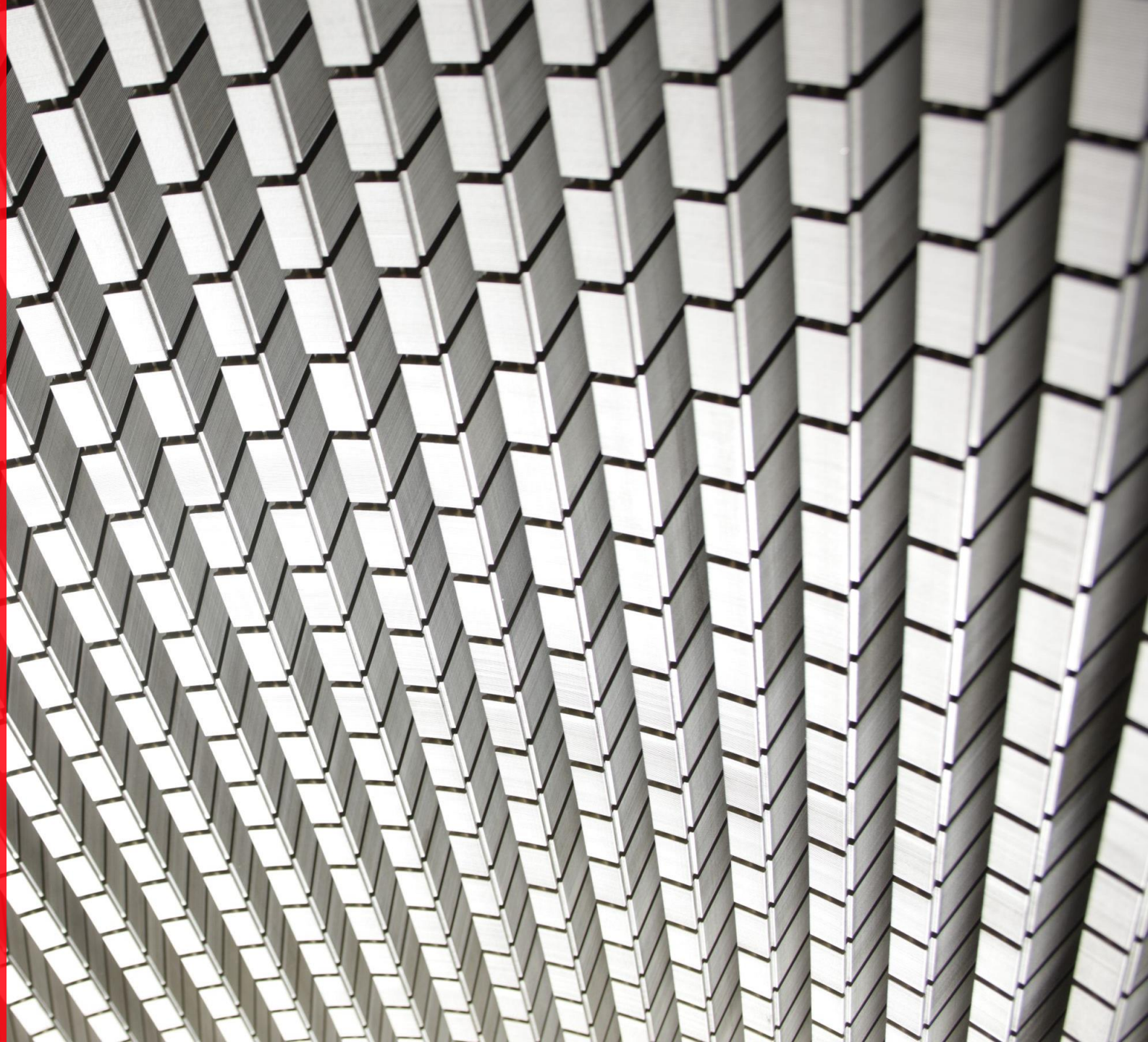
Motor koruma şalteri,
kontaktör, termik röle,
softstarter

4

Motor yolverme
yöntemleri

5

Materyaller



Asenkron Motor Karakteristikleri

Motora yolvermek neden önemli?

%47

Global elektrik tüketimi



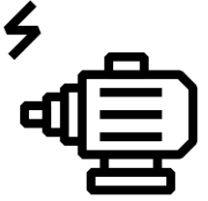
Mekanik problemler



Elektriksel problemler

Motora yol vermek neden önemli?

Dünya çapında artan sanayileşme, alçak gerilim elektrik motorları için büyük bir talep yaratıyor



47%

Elektrik motorlu sistemler, küresel elektrik tüketiminin yaklaşık %47'sini oluşturmaktadır.

68%

Motorlar tarafından tüketilen elektriğin yaklaşık %68'i, 0,75 kW ila 375 kW gücü aralığındaki motorlar tarafından kullanılır.

650 M birim

AG motorları piyasa değerinin 2023 yılına kadar 653 Milyon adede ulaşacağı ve 2018-2023 döneminde %9,3'ün üzerinde bir YBBO ile büyüyeceği tahmin edilmektedir.

80%

Tüm motorların yaklaşık %80'i tam hızlı uygulamalarda kullanılmaktadır.

Motora yolvermek neden önemli?

Proses endüstrilerinde, tesis duruş süresinden kaynaklanan mali kayıplar çok büyük olabilir.



30 %

Küresel elektrik tüketiminin %30'unu endüstride kullanılan elektrik motorları oluşturuyor

1.3 M\$/h

Otomotiv endüstrisi için üretim kesintisi saat başına maliyeti

50 %

Arızalı bir ekipmanı onarmak için, sorunun daha önce çözülmesine kıyasla %50 ek maliyet

8 saat

Arızalı bir üretim motorunun çıkarılması ve değiştirilmesi için geçen ortalama süre

- motora erişim, elektrik bağlantısının kesilmesi, civatanın sökülmesi, motorun çıkarılması, yedek motorun alınması, yeni motorun takılması ve hizalanması ve işlem hattının yeniden başlatılması dahil.

Terimler

Çalışma gerilimi (Ue): Motoru besleyen gerilim. Genelde 400 V AC.

Nominal motor akımı (Ie): Motor tam yük ve tam hızdayken çektiği akım. Motor isim plakasında ilgili değer bulunur. Motor hızlandıkça akım düşer (nominal hızda nominal akım).

Kalkış (demeraj) akımı: Start verilen motorun nominal akıma ulaşana kadar çektiği akım.

Kalkış torku: Motorun hızının sıfır olduğu noktadan çalışmaya başlaması/eylemsizlik momentini yenmesi için gerekli tork. Motor büyüklüğüne göre değişir.

Eylemsizlik momentini: Küçük eylemsizlik momentine sahip uygulamalar normal şart,

$$I_e = \frac{P}{\eta \times \cos \varphi \times \sqrt{3} \times V}$$

where

P = rated motor power [kW]

η = efficiency

$\cos \varphi$ = power factor

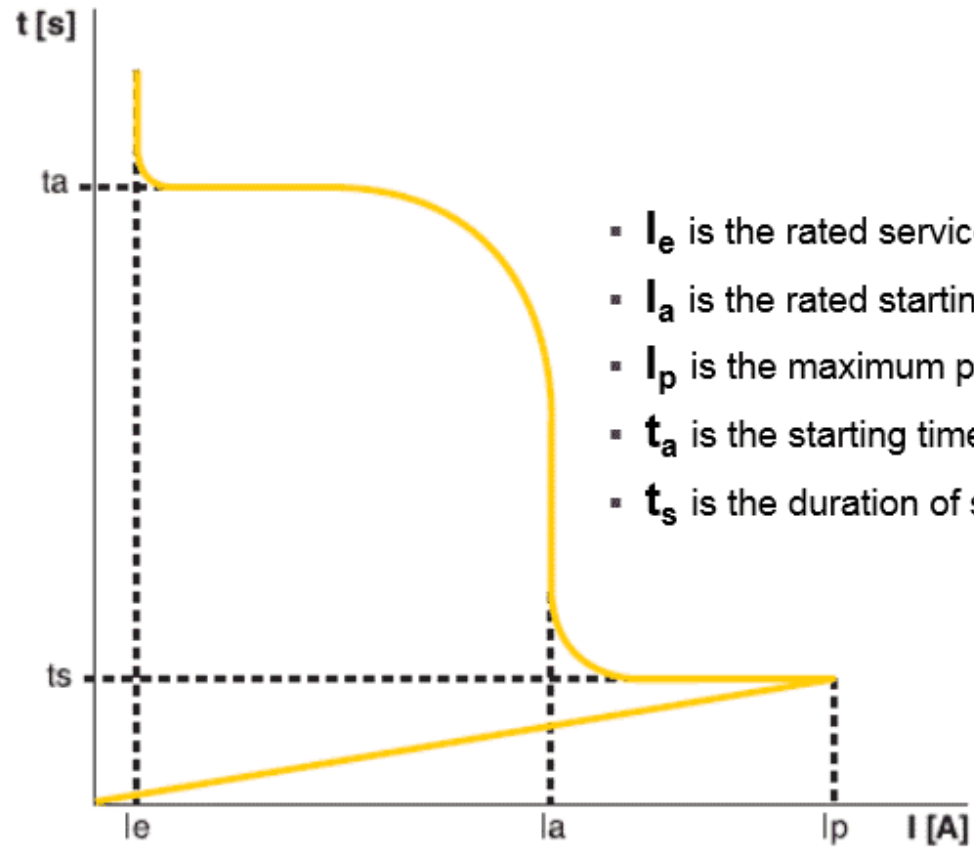
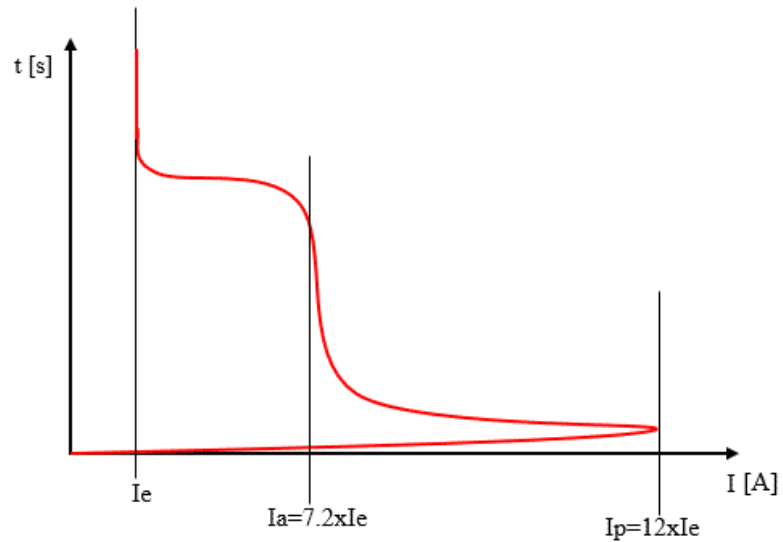
V = supply voltage [V]



Terimler

$$I_p = 12 \times I_e$$

$$I_a = 7.2 \times I_e$$



- I_e is the rated service current
- I_a is the rated starting current
- I_p is the maximum peak of the initial starting current
- t_a is the starting time
- t_s is the duration of subtransient phase

Asenkron motor

Tipik karakteristikler

Yüksek demeraj akımı
Yüksek kalkış torku

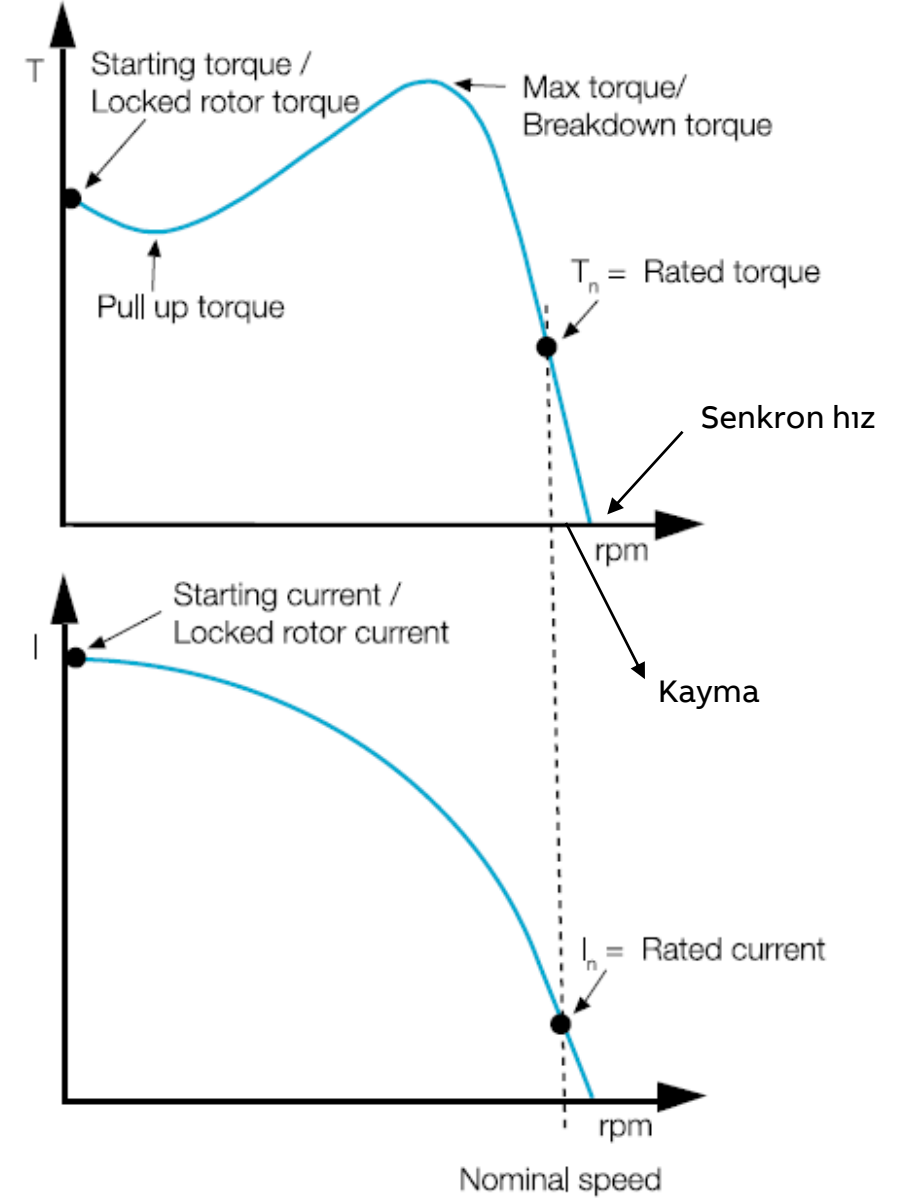


Çalışıyor işte?!

Yani birkaç küçük
problem var da...

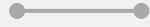
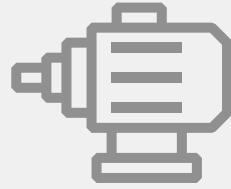
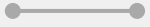
Ne problemi?!

Gayet normal!



Normal ve ağır şart uygulamalar

● NORMAL ŞART



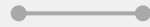
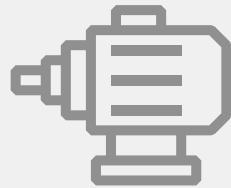
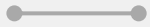
UYGULAMA YÜKÜ



Uygulamalar

- Pompalar
- Kompresörler
- Kısa konveyör bantları
- Asansör (hidrolik)
- Yürüyen merdiven

● AĞIR ŞART



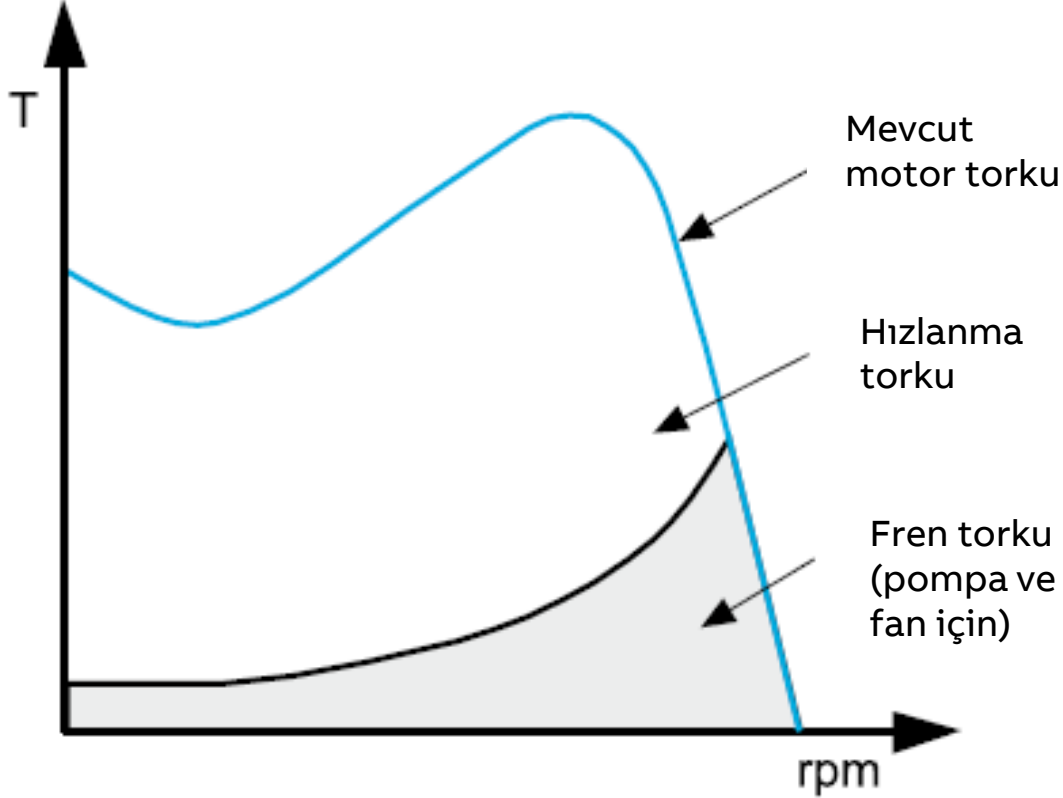
UYGULAMA YÜKÜ



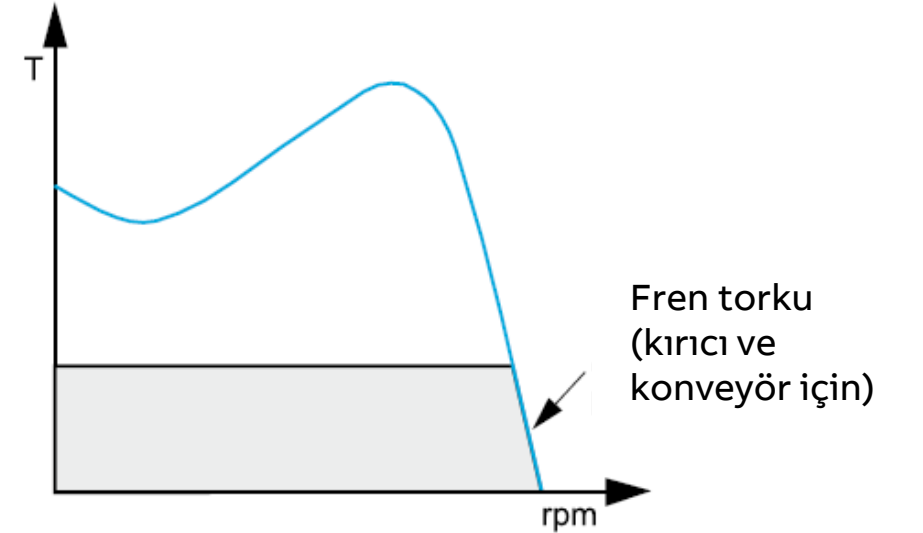
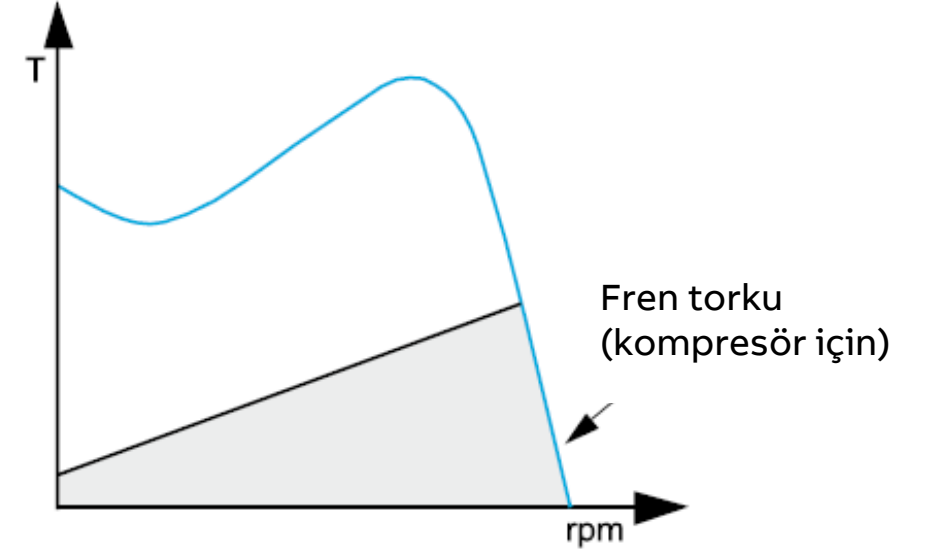
Uygulamalar

- Santrifüjlü fan
- Karıştırıcı (mikser)
- Değirmen
- Kırıcı
- Uzun konveyör bantları

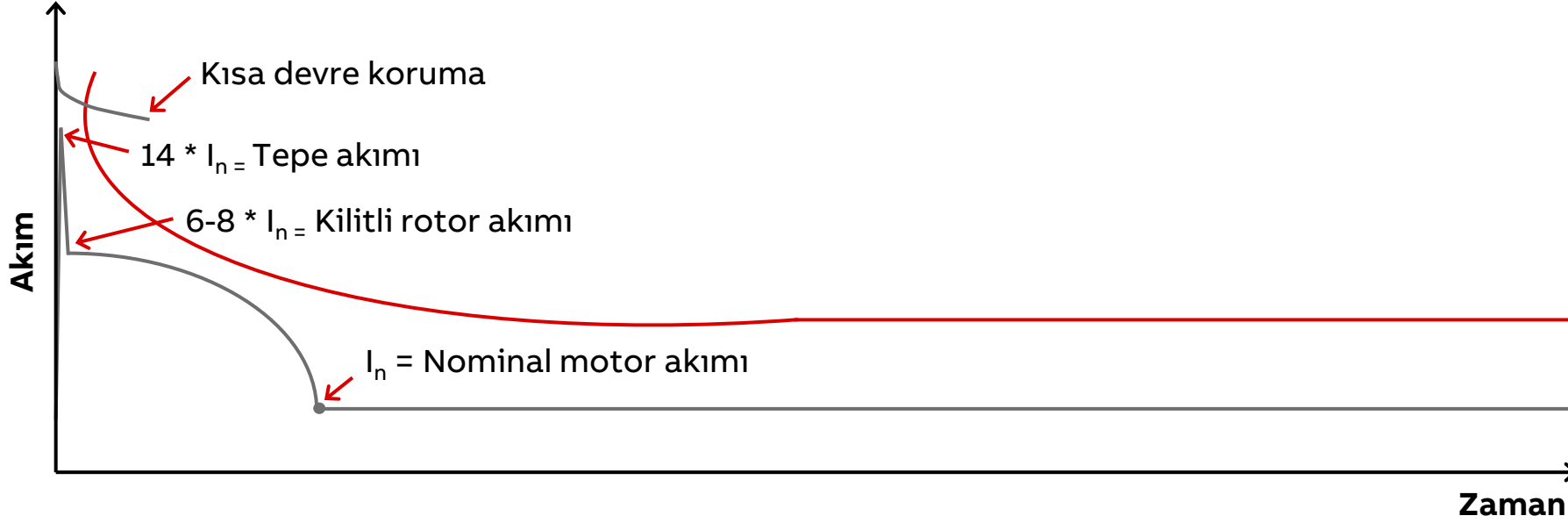
Farklı yük koşullarında



$$\text{Hızlanma torku} = \text{Mevcut motor torku} - \text{Fren torku}$$

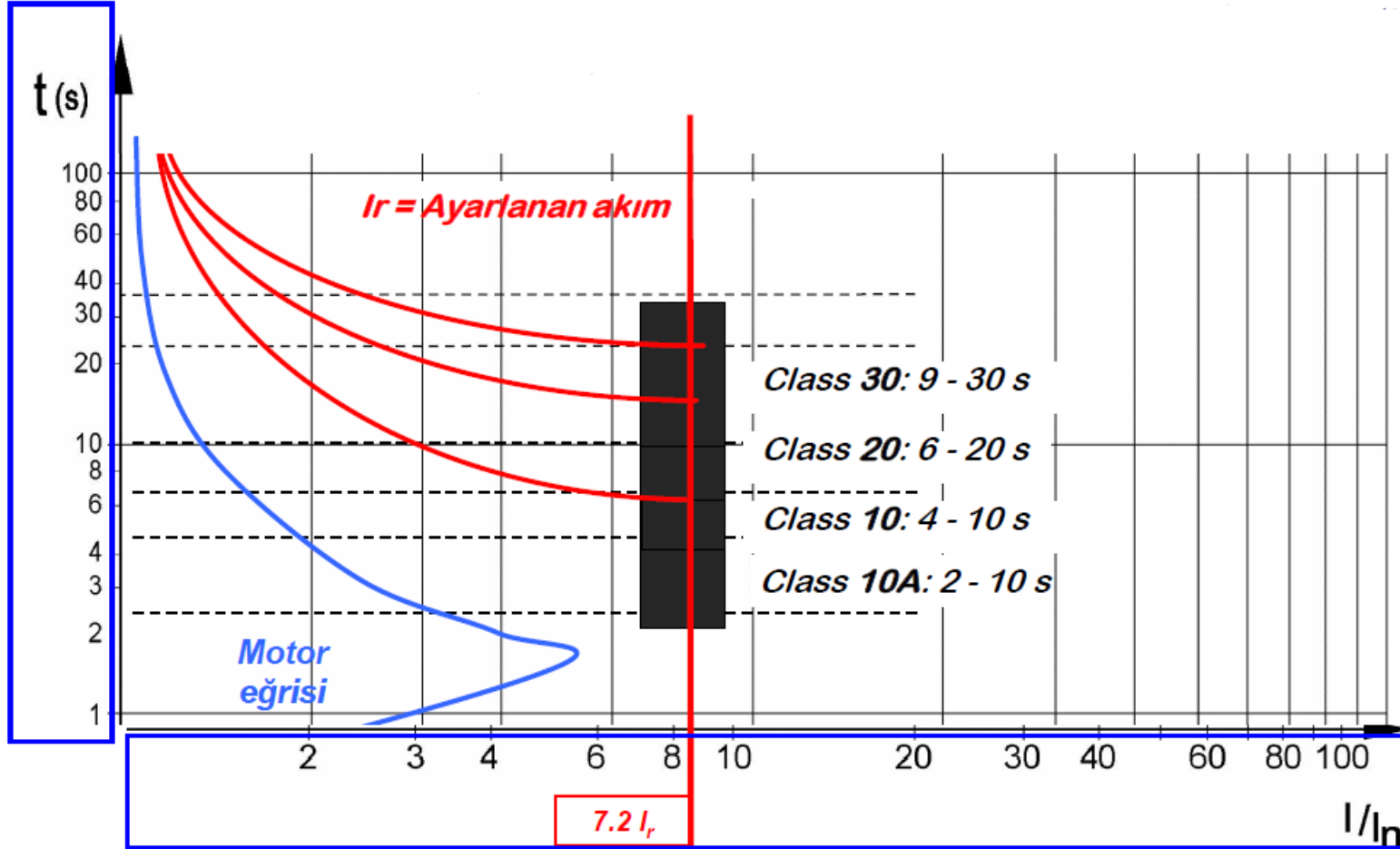


Açma sınıfları



- Açma eğrisi motor eğrisinin üzerinde olmalı

Açma sınıfları



IEC 60947-4-1 'e göre açma sınıfları koruyucu cihazların motor koruma şalteri ya da termik röle) dengeli yüklerde nominal çalışma akımının cihaz soğuk halde iken 7.2 katına çıkarılması durumunda açma zamanlarına göre belirlenmiştir.

Yük tipleri

Alternating current main ratings

AC-1: Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnace

AC-3: Squirrel-cage motors: starting, switching off motors during running, reversing

AC-3e: Squirrel-cage motors with higher locked rotor current: starting, switching off motors during running, reversing

AC-5a: Electric discharge lamps (ballast)

AC-5b: Incandescent lamps

AC-6a: Transformers

AC-6b: Capacitor bank switching

AC-15: Control of electromagnetic loads (>72 VA)

AC-14: Control of weak electromagnetic loads (≤ 72 VA)

Direct current main ratings

DC-1: Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces

DC-3: Shunt motors: starting, plugging, inching, dynamic breaking of DC motors

DC-5, Series motors: starting, plugging, inching, dynamic breaking of DC motors

DC-12: Control of resistive loads and static loads with opto-coupler isolation

DC-13: Control of DC electromagnets

DC-PV3: Carrying full current and switching ON and OFF PV circuit(s) at low current



Asenkron motor koruma ve kontrol

Asenkron motoru koruma

Aşırı ısınma

Motor uygulamalarında en büyük risk aşırı ısınmadır.

Aşırı akımdan kaynaklanan aşırı yük koşulları

- Kilitli rotor
- Uzun kalkış veya frenleme süreleri
- Sürekli çalışmada meydana gelen uzun süreli aşırı yüklenme
- Düşük gerilim
- Sürtünme oranının değişimi

Asimetrik aşırı akıma neden olabilecek besleme sorunları

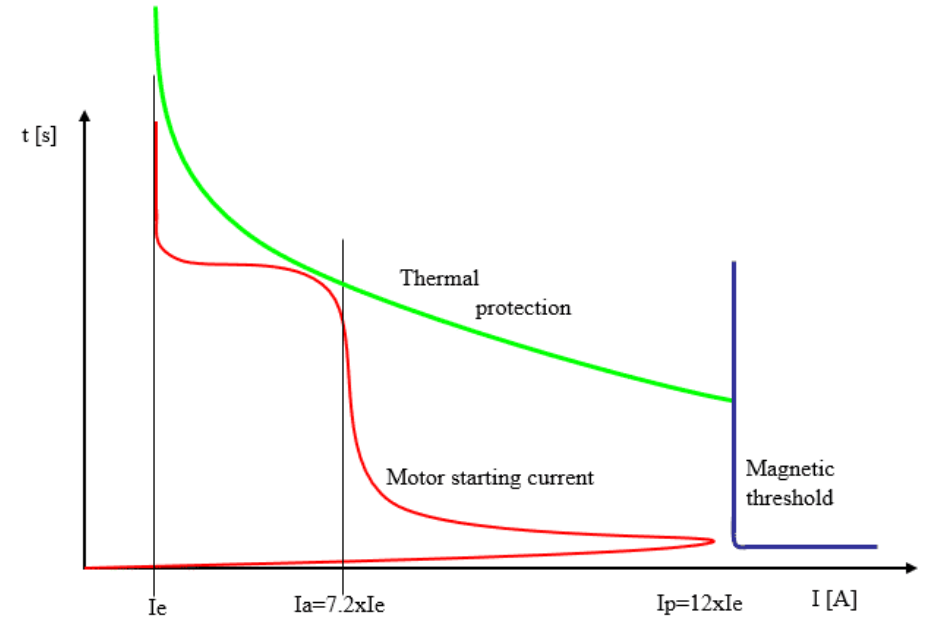
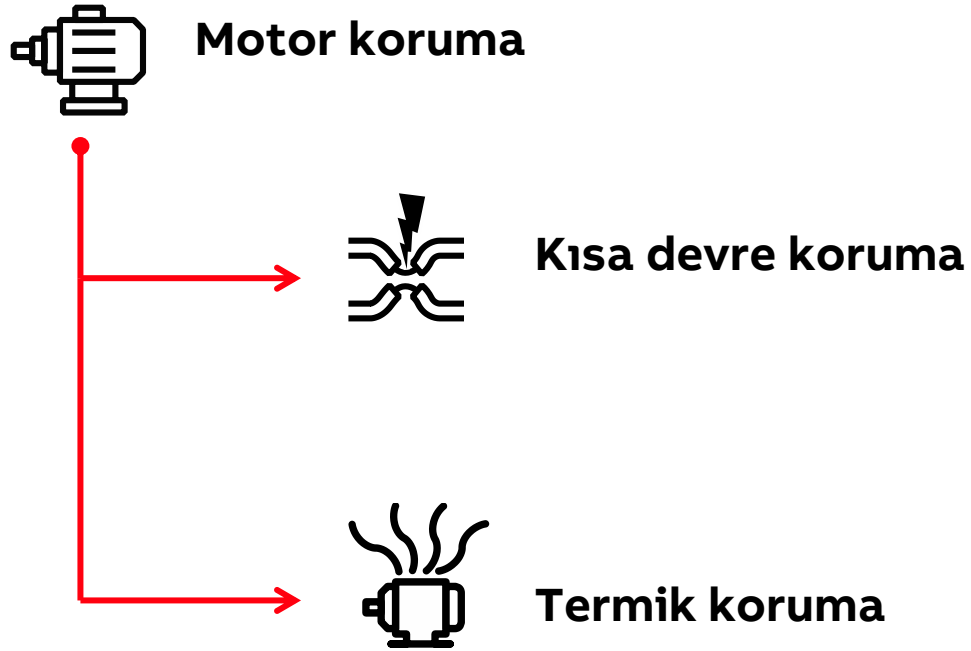
- Toprak kaçakları
- Faz kaybı
- Besleme tarafında faz dengesizliği/asimetrisi
- Motor sargılarıyla ilgili sorun

Soğutma sorunları

- Toz nedenli konveksiyonda azalma
- Motor montaj pozisyonu
- Hava akışının engellenmesi
- Çevresel koşulların (örn. düşük hava yoğunluğu /rakım) göz önünde bulundurulmadan yapılan tasarımlar

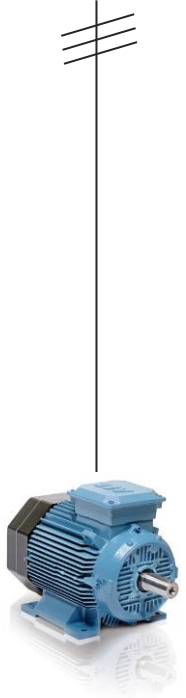
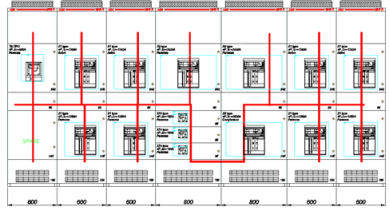
Asenkron motoru koruma

Termik ve kısa devre koruma



Asenkron motor - Koruma ve yolverme

Genel bakış



Besleme

Fonksiyonlar:

- İzolasyon
- Kısa devre koruması
- Termik koruma
- Faz kaybına karşı koruma
- Motor start-stop
- Hız kontrolü

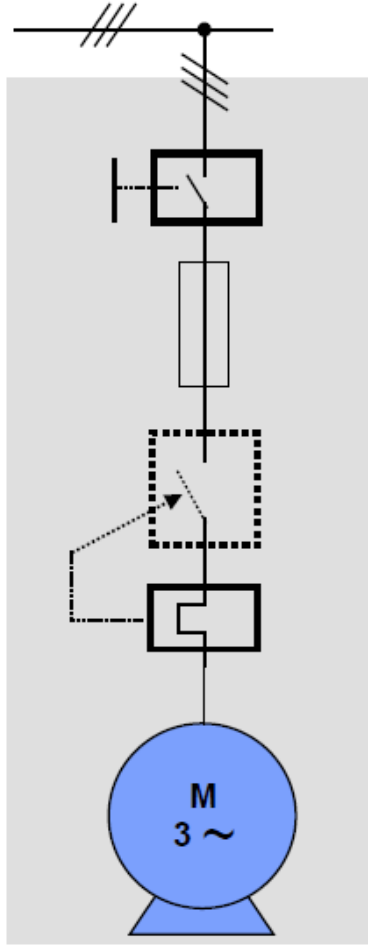
Motor

- Yük ayırıcı
- Sigortalı yük ayırıcı
- Devre kesici
- Motor koruma şalteri
- Kontaktör
- Termik röle
- Yumuşak yolverici
- Sürücü
- Elektronik kompakt yolverici
-



Asenkron motor - Koruma ve yolverme

Besleme ile motor arasında



İzolasyon



- Ayırıcı
- Sigortasız yük ayırıcı



Kısa devre koruma



- Sigortalı yük ayırıcı
- Devre kesici (manyetik)
- Motor koruma şalteri



Kontrol



- Kontaktör



Aşırı akım koruma



- Termik röle
- Elektronik termik röle

Asenkron motor - Koruma ve yolverme

Fonksiyonlar ve ekipmanlar



- Ayırma
- Kısa devre koruma
- Termik koruma
- Faz kaybına karşı koruma
- Manuel kontrol



- Ayırma
- Kısa devre koruma
- Termik koruma
- Faz kaybına karşı koruma
- Manuel kontrol



- Ayırma
- Kısa devre koruma
- Manuel kontrol



- Kontrol

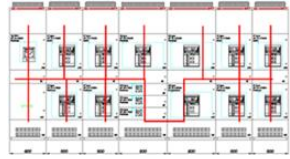


- Kontrol
- ✓ Termik koruma



Asenkron motor - Koruma ve yol verme

Besleme ile motor arasında



Manual Motor Starter



Manual Motor Starter



Switch Fuse



Magnetic only MMS



Magnetic only MMS



Magnetic only MMS



MCCB Ekip M



M Mini contactors



Contactor



Contactor



Contactor



Electronic compact starter



Mini contactors



Contactor



Overload relay



Overload relay

Asenkron motor - Koruma ve yol verme

Fonksiyonlar - Ekipmanlar

| | Fuse | Switch fuse | Circuit Breaker | Manual Motor Starter | Contactor | Overload relay | Soft Starter | Variable speed drive |
|---------------------------|------|-------------|-----------------|----------------------|-----------|----------------|--------------|----------------------|
| Kısa devre koruma | ● | ● | ● | ● | | | | |
| Bakım için izolasyon | ● | ● | ● | ● | | | | |
| Motor start-stop | | | | ● | ● | | ● | ● |
| Aşırı yük (termik) koruma | | | ● Ekip M | ● | | ● | ● | ● |
| Faz kaybına karşı koruma | | | ● Ekip M | ● | | ● | | ● |
| Yumuşak kalkış | | | | | | | ● | ● |
| Hız kontrolü | | | | | | | | ● |





**Motor koruma Şalteri,
kontaktör, termik röle,
softstarter**

Motor koruma şalteri

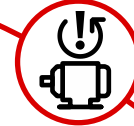
Genel bakış



Sadece manyetik veya manyetik+termik koruma



Kısa devre, termik ve faz kaybına karşı koruma



Yüksek mekanik ve elektriksel dayanıklılık



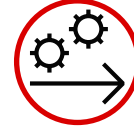
Bakım için izolasyon



$I_e=80$ A'e kadar performans



Motor start-stop



Motor koruma şalteri

Genel bakış

Termik açma

- Mandal TRIP pozisyonunda
 - Belirli bir gösterim yok
- TRIP göstergesi**
- 0 –I arası 45°'lik açıda

Manyetik açma

- Mandal TRIP pozisyonunda
 - “ I >> “ penceresinde optik gösterge
- TRIP göstergesi**
- 0 –I arası 45°'lik açıda

Termik açma:

Mandal trip pozisyonunda



Manyetik açma:

Mandal trip pozisyonunda



Optik gösterge



Termik röle

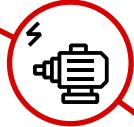
Genel bakış



Aşırı yük (termik) ve faz kaybına karşı koruma



Termik ve elektronik termik röle



Motoru aşırı ısınmadan koruma



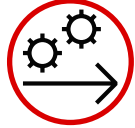
Sıcaklık kompanzasyonu



Açma sınıflarına göre performans

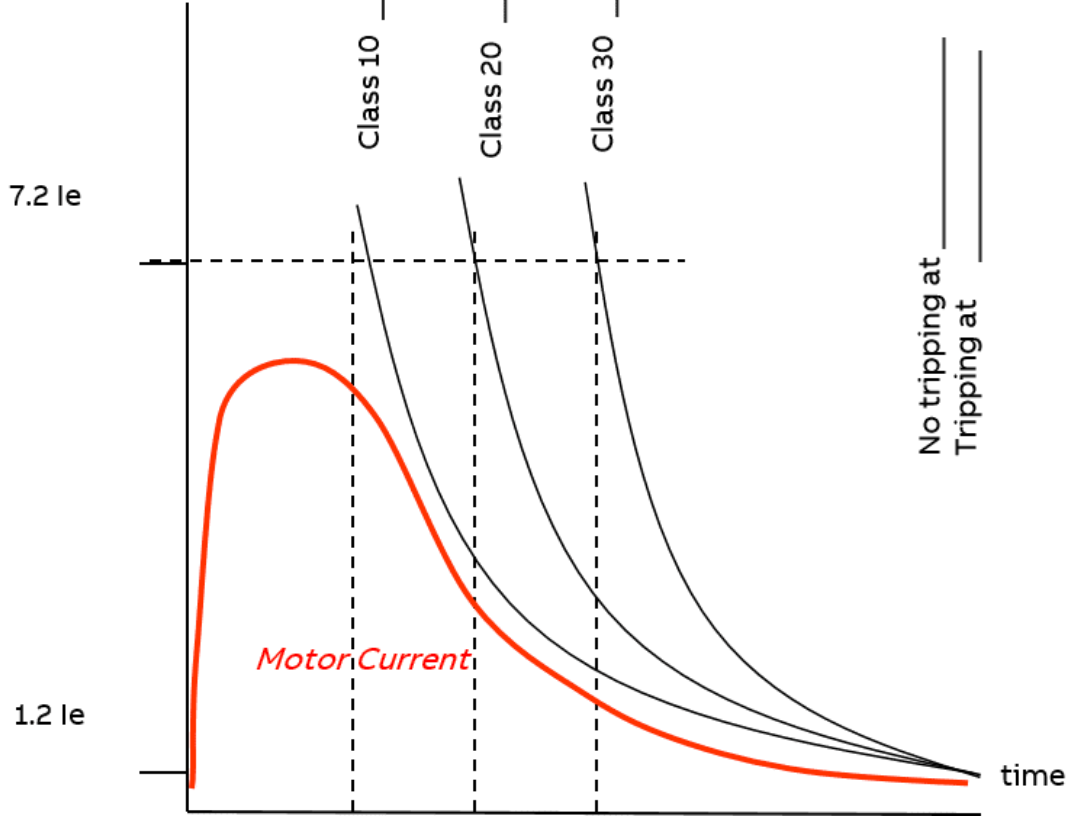
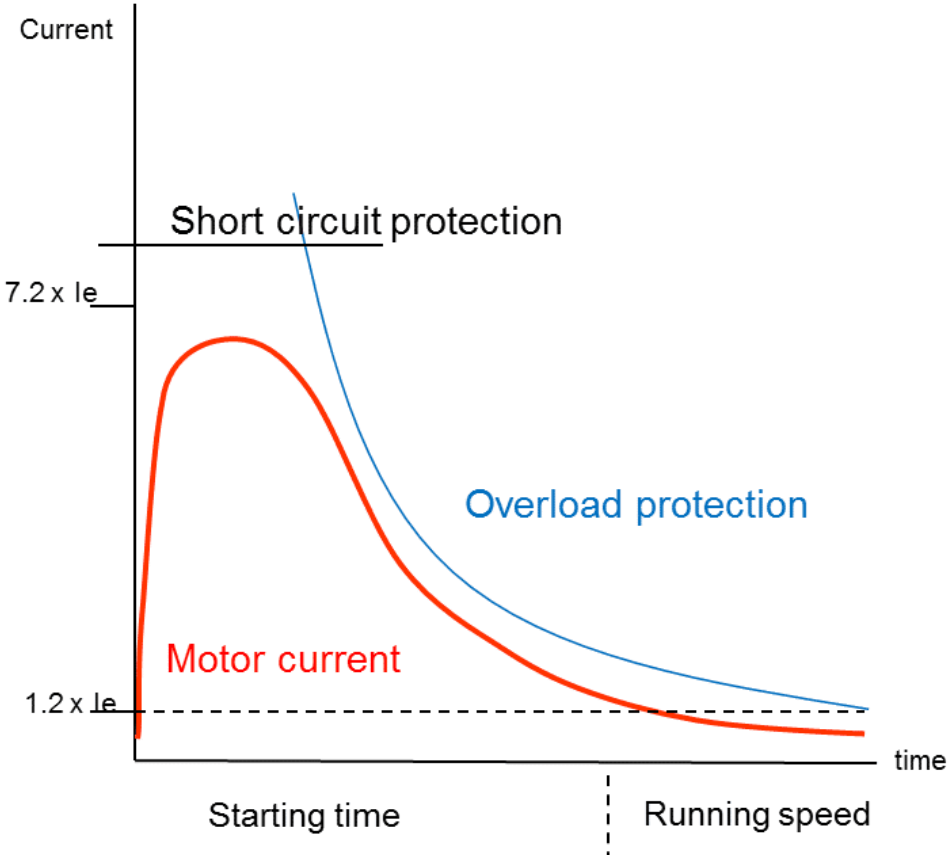


Motor nominal akımına göre ayar sahası



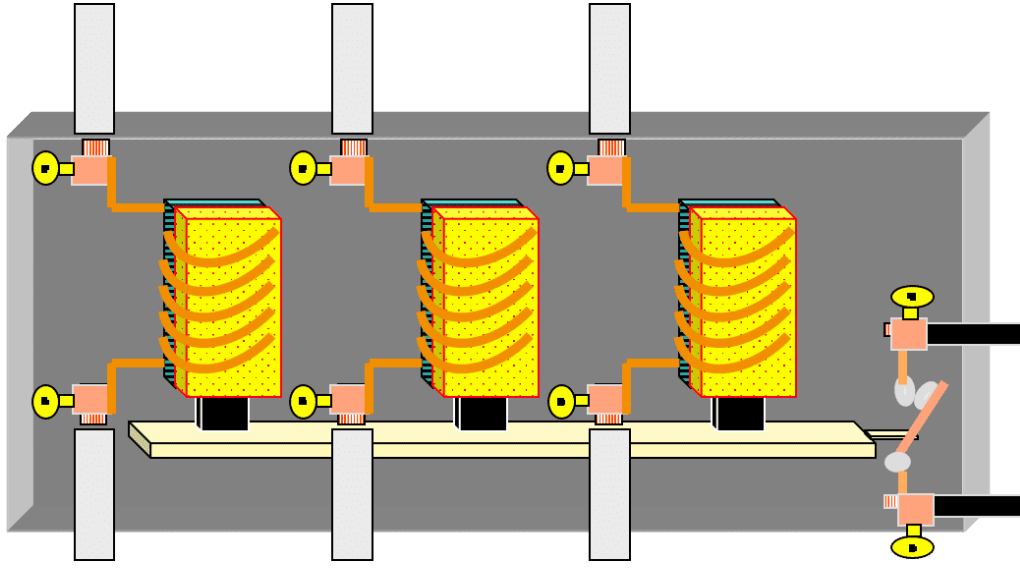
Termik röle

Genel bakış

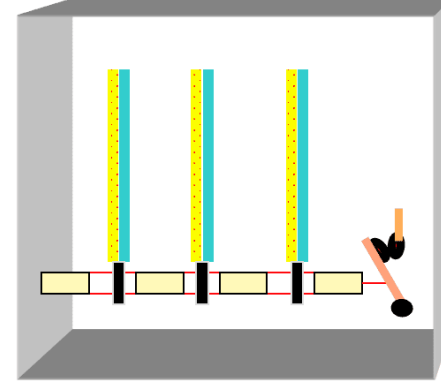


Termik röle

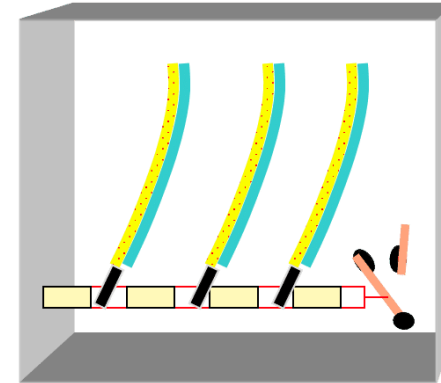
Termik röle çalışma prensibi



Üç fazın her birinde akım, dirençleri ve bi-metal sistemi ısıtır ve ardından akımın değerine ve süresine göre bükülür.



Cold state



Overload

Normal yük

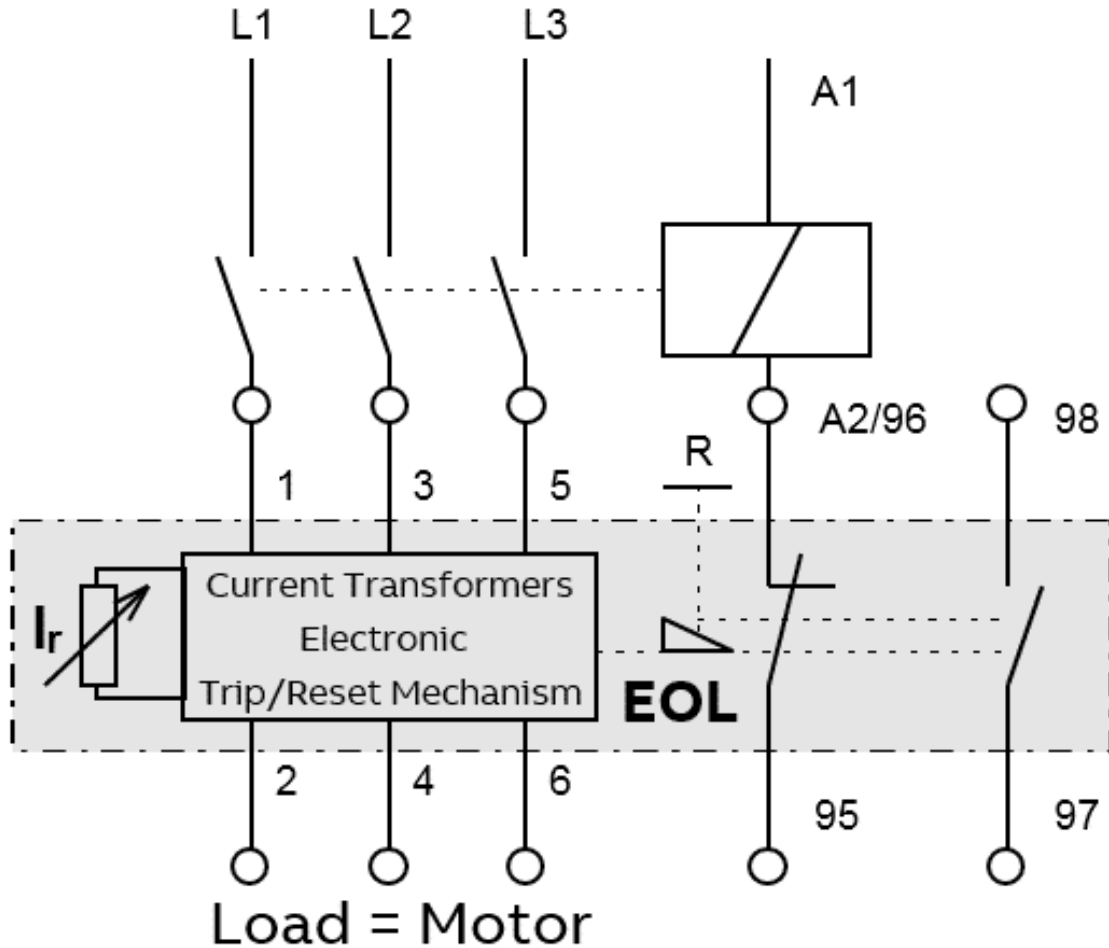
Normal bir yük ile, güç devresinde akım akarken bi-metal hafifçe bükülür.

Aşırı yük

Akım değeri çok yüksekse, bi-metal sistem açma mekanizmasına çarpar ve açma kontağını tetikler.

Termik röle

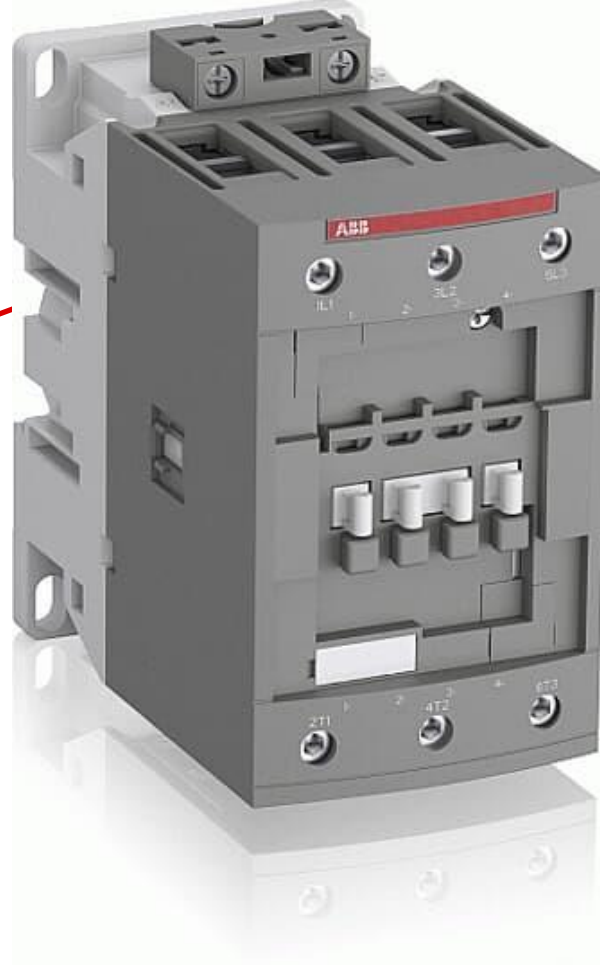
Elektronik termik röle çalışma prensibi



- Algılama ve açma mekanizması elektronik
- Akım ölçümü
- Yüksek hassasiyet

Kontaktör

Genel bakış



Farklı gerilim ve aksesuar çeşitleri



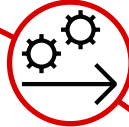
Yüksek mekanik ve elektriksel dayanıklılık



Endüstri dahil birçok uygulamaya uygunluk



Elektromanyetik anahtarlama mekanizması

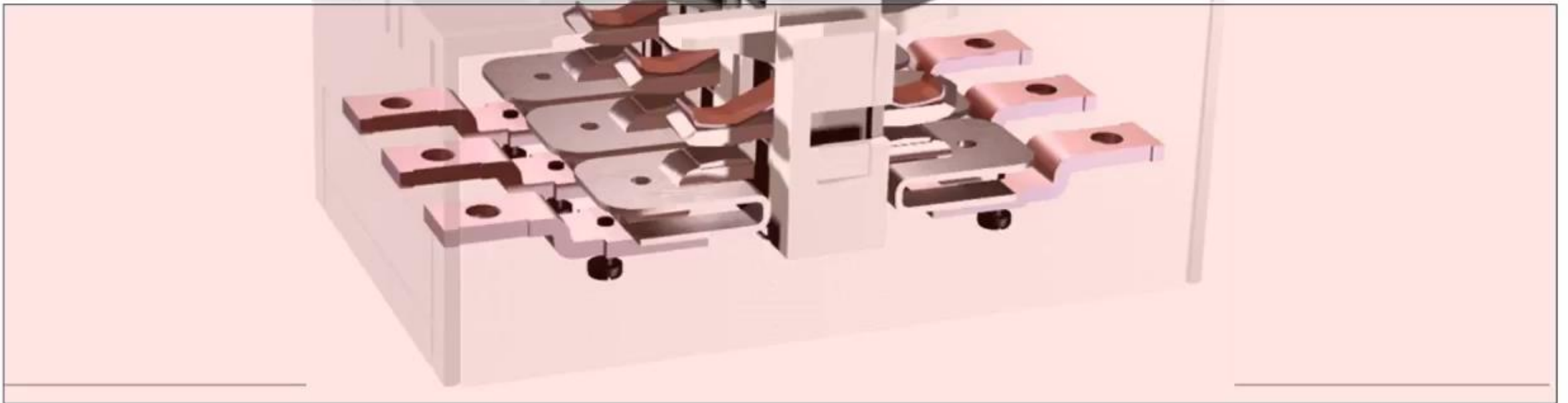


Motor start-stop



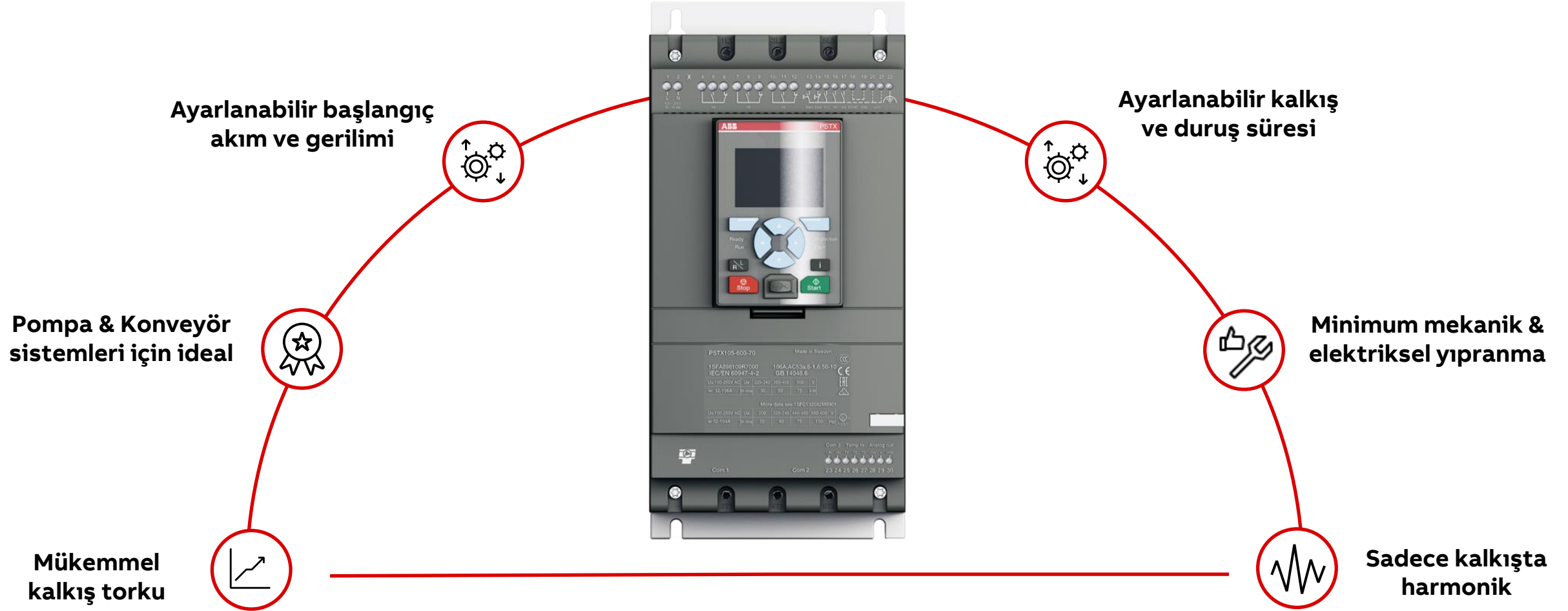
$I_e = 2650 \text{ A}$ 'e kadar





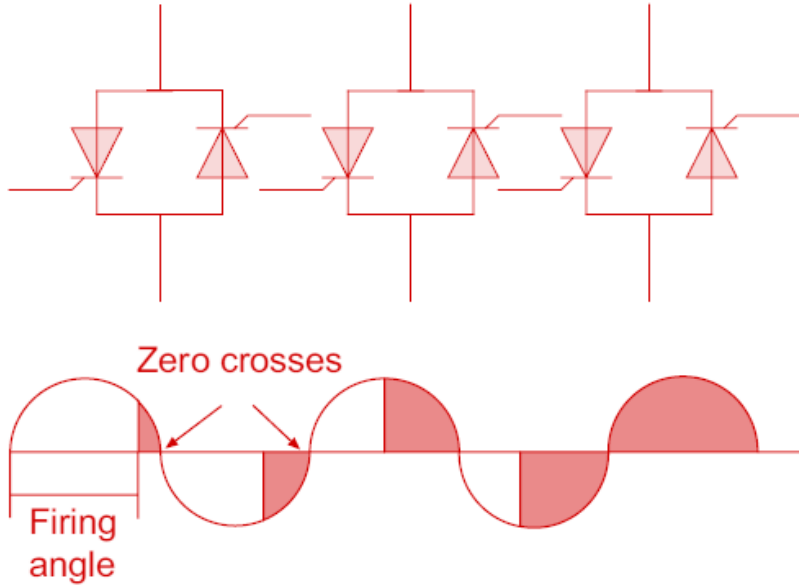
Yumuşak yolverici (Softstarter)

Genel bakış



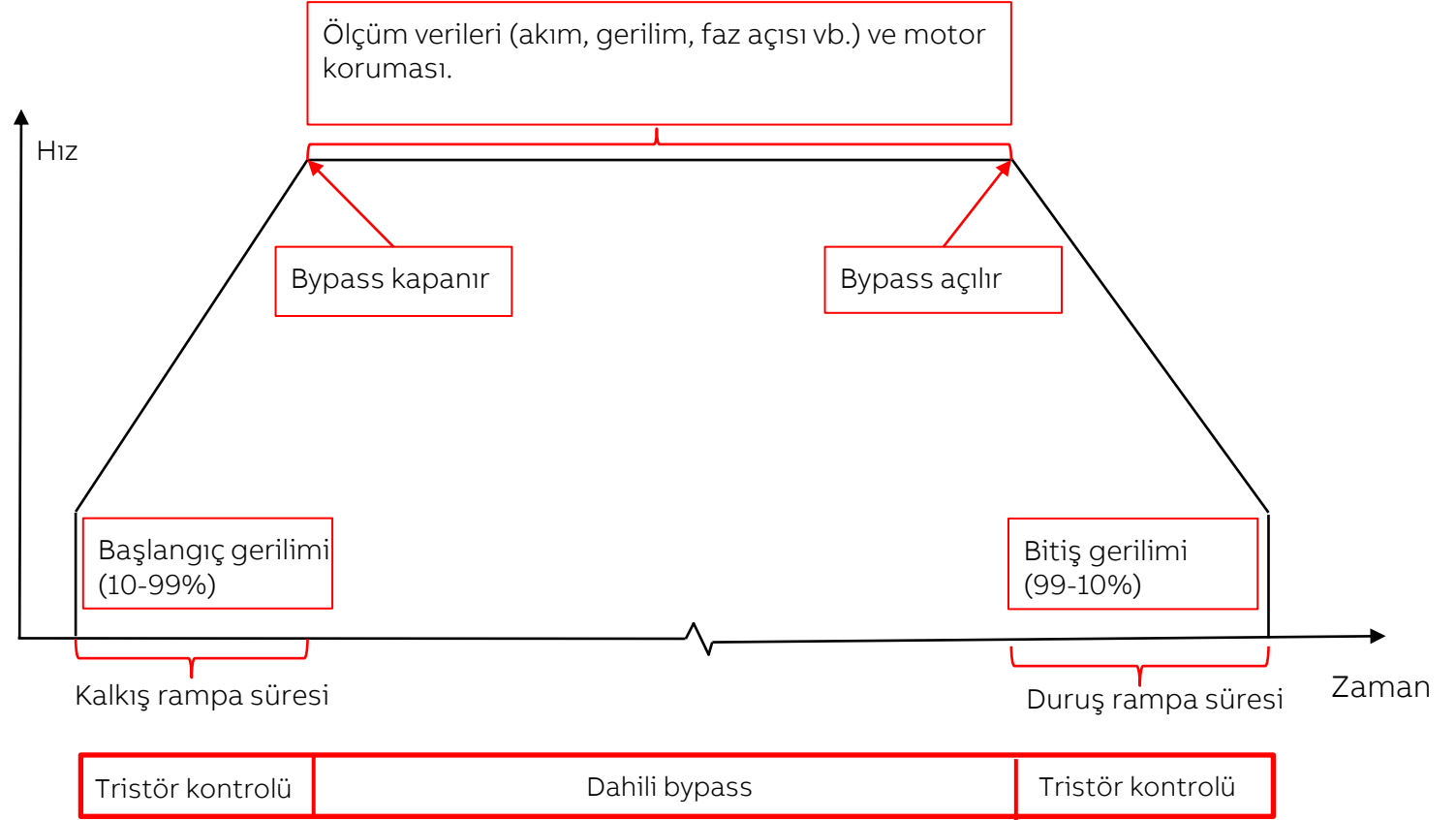
Yumuşak Yolvericiler

Çalışma prensibi



Tristör çiftleri, kalkışta ve duruşta gerilimi kontrol ederek:

- Kalkış akımını azaltır
- Kalkış torkunu azaltır



What does a softstarter do?

Yumuşak Yolvericiler

Bağlantılar



Motor yolverme yöntemleri

Direkt (DOL)



Tam hız uygulamalar

Yıldız-üçgen



Tam hız uygulamalar

Yumuşak Yolverici



Tam hız uygulamalar

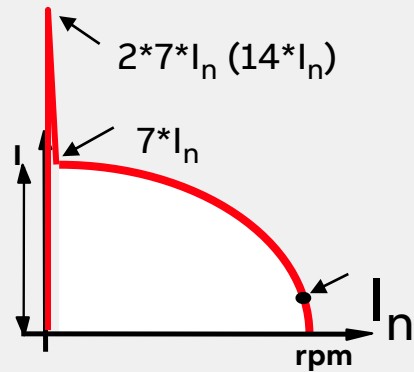
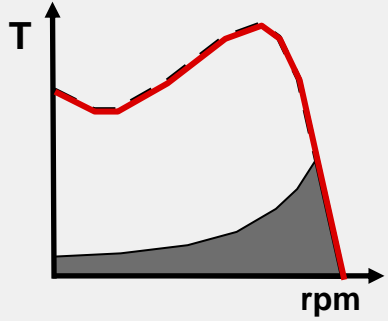
Sürücü



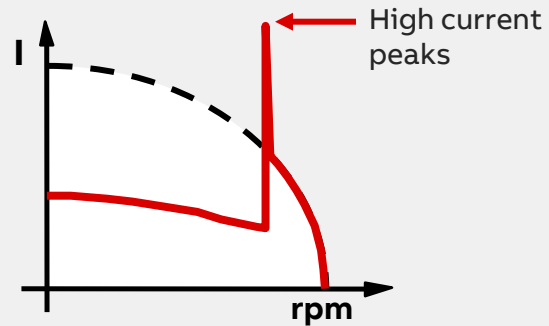
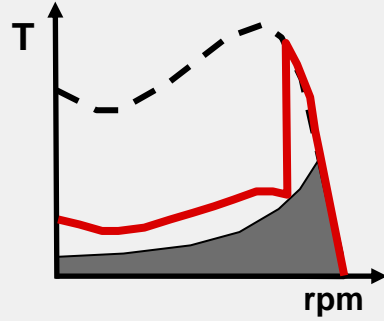
Ayarlanabilir hız

Motor yolverme yöntemleri

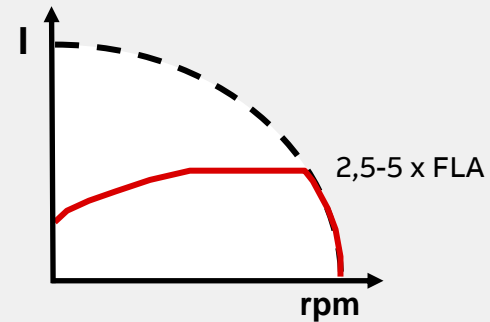
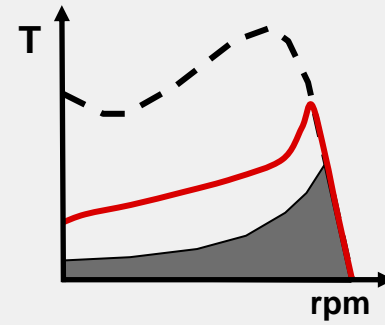
Direkt (DOL)



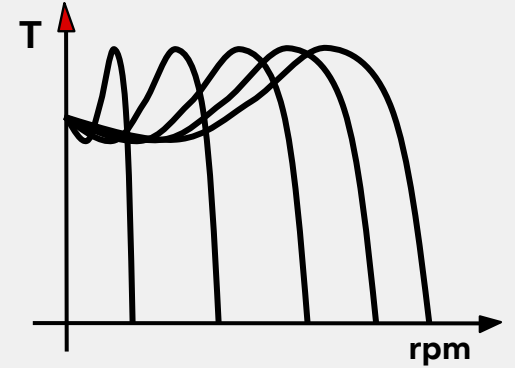
Yıldız-üçgen



Yumuşak Yolverici



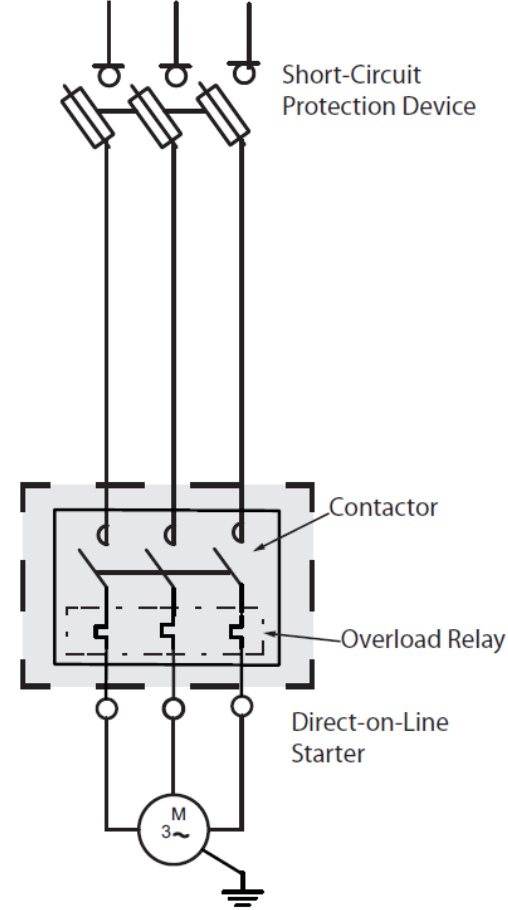
Sürücü



Motor yolverme yöntemleri

Direkt yolverme (DOL)

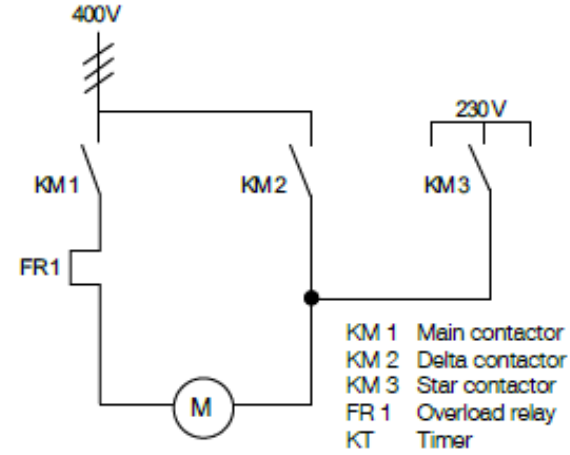
- En yaygın motor yolverme yöntemi
- Kompakt ve maliyet etkin çözüm
- Yükün tipinden bağımsız olarak, kalkış akımı ve kalkış torku yüksek → mekanik aşınma
- Ani kalkış ve duruş
- Genelde küçük motorlar (<15kW) için kullanılır
- Çok sık dur-kalk yapılan uygulamalarda tercih edilir



Motor yolverme yöntemleri

Yıldız üçgen (Y-D)

- Yıldız → üçgen
- DOL'e göre daha düşük demeraj akımı
- Düşük kalkış torku
- Tork ve akım geçiş tepeleri



Motor yolverme yöntemleri

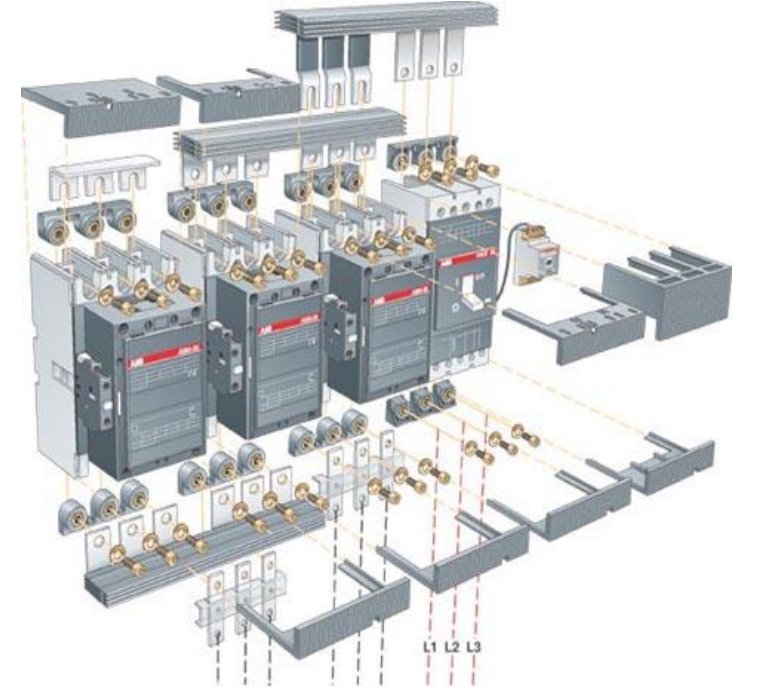
Yıldız üçgen (Y-D)

Avantaj

- Maliyet-etkin çözüm
- Düşük kalkış torku (DOL kalkış torkunu yaklaşık %25 düşürebilir)
- Düşük kalkış akımı (DOL kalkış akımının yaklaşık 1/3'ü)

Dezavantaj

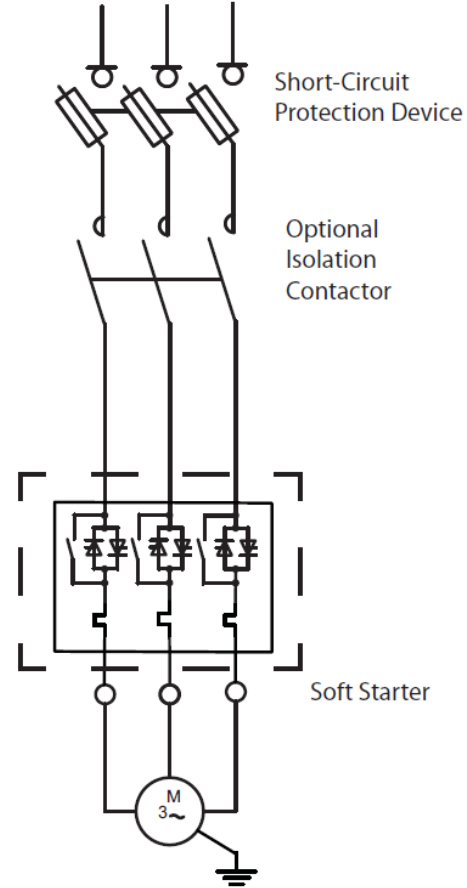
- Sadece direk duruş (yumuşak duruş yok)
- Karışık kablolama
- Yıldızdan üçgene geçişte akım pikleri



Motor yolverme yöntemleri

Yumuşak yolverici (Softstarter)

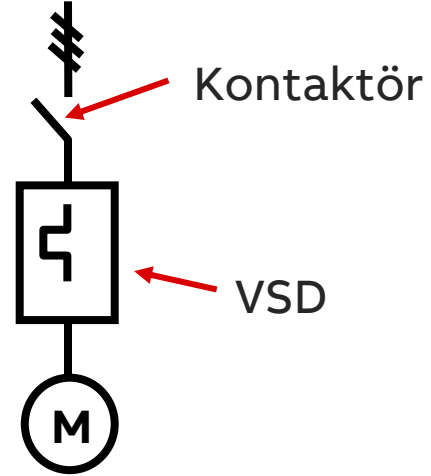
- Ayarlanabilir kalkış akımı
- Uygulamaya göre kalkış torku
- Minimum mekanik aşınma
- Yumuşak kalkış ve duruş



Motor yolverme yöntemleri

Sürücü (VSD, VFD, frekans konvertörü)

- AC 50-60 Hz → DC → AC 0-250 Hz
- Frekans kontrolü ile hız regülasyonu
- Kalkışta nominal tork ve nominal akım
- Kalkış süresi seçilebilir
- Yumuşak kalkış ve duruş



Motor yolverme yöntemleri

Sürücü (VSD, VFD, frekans konvertörü)

Avantaj

- Kalkışta nominal akım ve nominal tork
- Hız regülasyonu
- Yumuşak kalkış ve duruş
- Dahili motor koruma fonksiyonları
- Enerji tasarrufu

Dezavantaj

- Yüksek sıcaklık dağılımı
- Büyük boyutlar
- Yüksek maliyet
- Harmonik içerik
- Tam hızda sınırlı enerji tasarrufu

[VIDEO LINKİ](#)



Uygulamalar



Pompa



İtici pervane



Konveyör bant



Yongalama makinesi



Kırıcı



Kompresör



Fan



Öğütücü

Materyaller

5

Materyaller

ProSoft

[VIDEO LINKİ](#)

Input Calculation Data Results

General data

Max. Ambient temperature [C]

Max. Altitude [m]

Motor Data

No. of Poles

Rated Power [kW]

Load Data

Type of Load

Load Torque at Rated Speed [%]

Moment of Inertia

Load Shaft [kgm²]

Motor Shaft [kgm²]

Input Calculation Data Results

Relative Starting Current 4.0

Relative Starting Torque 0.0

Starting Time [s] 14

Torque/Speed Curve

— Motor torque with
— Motor torque with
- - - Load torque

2.3

Input Calculation Data Results

Starts per Hour

Suitable Softstarters: (Double-click on line to view selection)

| Name | Type |
|-------------------|-----------------|
| PSR In line | NOT AVAILABLE |
| PSE In line | PSE210-600-70-1 |
| PSTX Inside delta | PSTX142-600-70 |
| PSTX In line | PSTX250-600-70 |

Selected Softstarter

Supply Voltage [V] 100-250, 50/60 Hz

General data

Main voltage 400 (V)

Frequency 50 (Hz)

Ambient temperature 40 (°C)

Max altitude 1000 (m)

Service factor 100 (%)

Motor data

Manufacturer

Motor type

Product Code

Rated Current /FLA 203.8 (A)

Relative starting current (DOL) 7.0

Rated speed load shaft 1483 (rpm)

Rated power 120.0 (kW)

Number of poles 4 (pcs)

Rated torque 773 (Nm)

Relative starting torque (DOL) 2.7

Relative maximum torque (DOL) 2.8

Moment of inertia 2.300 (kgm²)

Load data

Load type Centrifugal Fan

Moment of inertia transformed to motor shaft 34.500 (kgm²)

Moment of inertia load shaft 34.500 (kgm²)

Rated speed load shaft 1483 (rpm)

Order Code 13FA 838 113K/000

[Create Report](#)

YAZILIM VE ARAÇLARIN
TAMAMI ÜCRETSİZ!

Materyaller

Linkler

DOKÜMANLAR

SOFTSTARTER KATALOG

KONTAKTÖR-TERMİK RÖLE
KATALOG

SOFTSTARTER HANDBOOK

KONTAKTÖR-TERMİK RÖLE -
GUIDE

MOTOR KORUMA ŞALTERİ -
GUIDE

LİNKLER

E-CONFIGURE

COORDINATION TABLES SOC

DRIVE & MOTOR SELECTOR

YAZILIMLAR

PROSOFT

PSTX SIMULATOR

ABB