

Bu kitaba sığmayan daha neler var!



Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!



Kişiselleştirilmiş Öğrenme ve Raporlama

Zengin İçerik

Puan ve Armalar



Canlı Ders

Sosyal Etkileşim

EBA Portfolyo



**BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.**

ISBN: 978-975-11-6282-3

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşınması Zorunlu Değildir.

ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

KUMANDA TEKNİKLERİ ATÖLYESİ

10 DERS MATERYALI

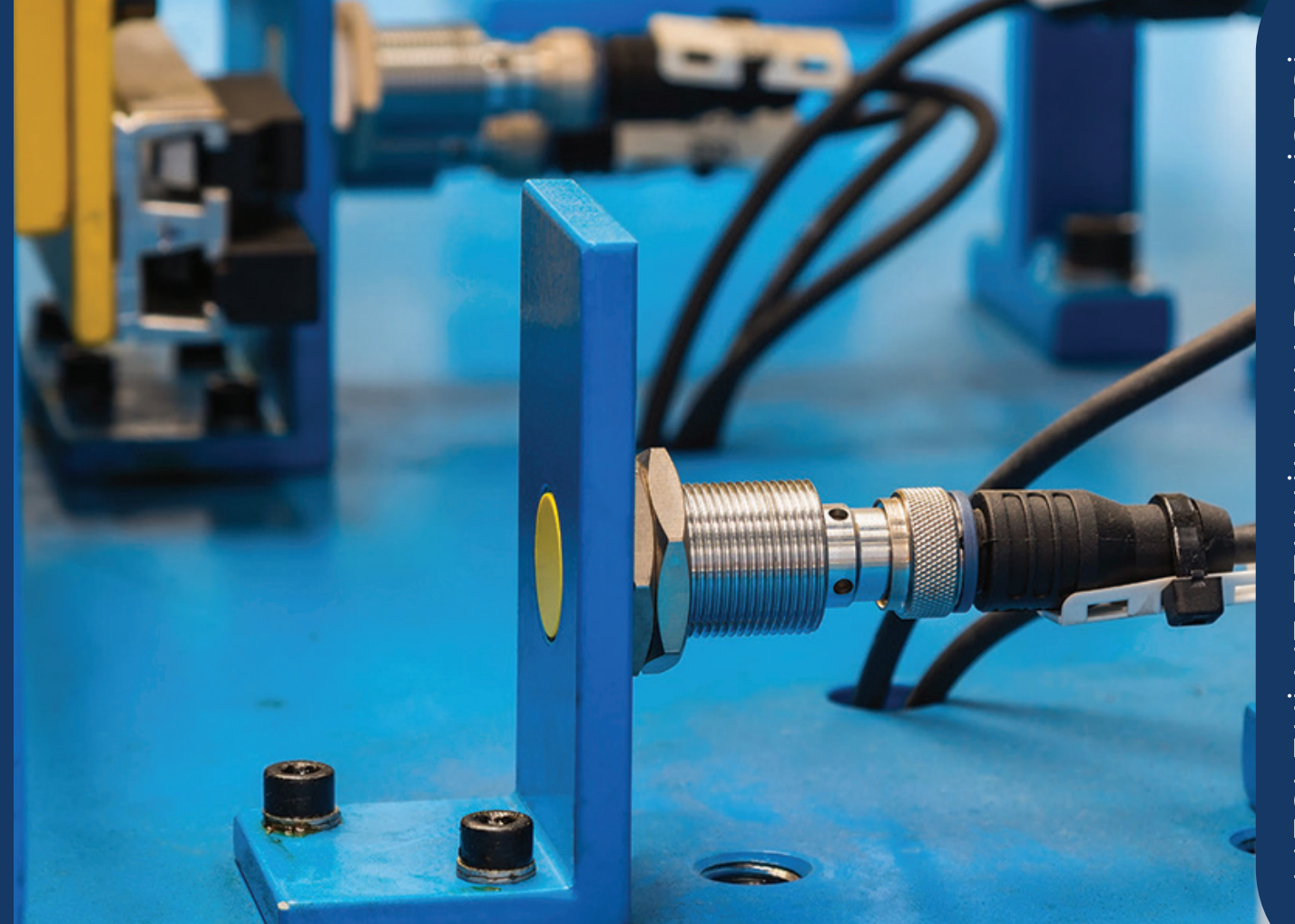
ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

KUMANDA TEKNİKLERİ

ATÖLYESİ

DERS MATERYALI

10



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

KUMANDA TEKNİKLERİ ATÖLYESİ

10

Ders Materyali

YAZARLAR

Ahmet KEKİK

Bahadır KAÇAR

Harun YENİCE

İsmail GÜNDOĞDU

Zafer ÖZTÜRK



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI.....7986
DERS KİTAPLARI DİZİSİ.....1914

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiç bir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

DİL UZMANI | Alper YAVAŞ
GÖRSEL/GRAFİK TASARIM UZMANI | Fatma CEHİZ

ISBN: 978-975-11-6282-3

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders metaryali olarak hazırlanmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlahî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlahî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

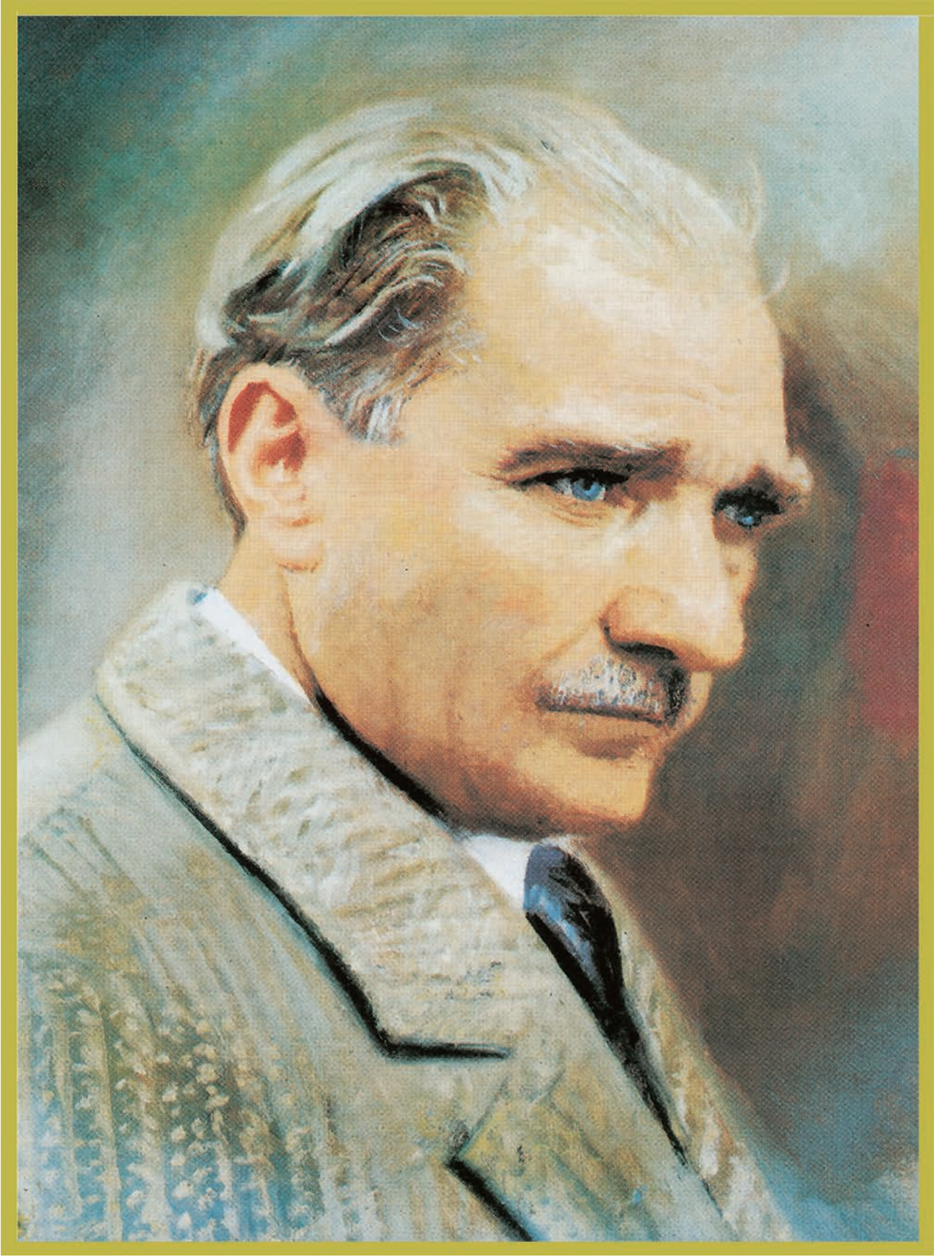
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsaît bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 14

1. ÖĞRENME BİRİMİ: ASENKRON MOTOR KUMANDA TEKNİKLERİ

1.1. KUMANDA DEVRE ELEMANLAR	18
1.1.1. Asenkron Motorlar	18
1.1.1.1. Asenkron Motorların Yapısı.....	18
1.1.1.2. Asenkron Motor Çeşitleri	20
1.1.1.3. Üç Fazlı Asenkron Motorların Çalışma Prensibi.....	21
1.1.1.4. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Kayma	24
1.1.1.5. Üç Fazlı Asenkron Motor Bağlantıları	24
1.1.1.6. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Devir Yönünü Değiştirme.....	26
1.1.1.7. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Katalog Bilgileri.....	26
1.1.1.8. Bir Fazlı Asenkron Motorların Özellikleri	27
1.1.2. Kumanda ve Güç Devrelerinde Kullanılan Malzemeler	28
1.1.2.1. Kumanda Butonları.....	28
1.1.2.2. Paket (Pako) Şalterler	29
1.1.2.3. Sınır Anahtarları	30
1.1.2.4. Sinyal Lambaları.....	30
1.1.2.5. Röleler	31
1.1.2.6. Kontaktörler	31
1.1.2.7. Zaman Röleleri	33
1.1.2.8. Sigortalar	33
1.1.2.9. Aşırı Akım Röleleri	34
1.1.2.10. Motor Koruma Şalterleri.....	35
1.1.2.11. Motor (Faz) Koruma Röleleri	35
1.1.2.12. Faz Sırası Röleleri	35
1.1.2.13. Gerilim Koruma Röleleri	36
1.1.2.14. Frekans Koruma Röleleri.....	36
1.1.2.15. Kaçak Akım Koruma Röleleri.....	36
1.1.11. Kumanda ve Güç Devrelerinde Kullanılan Kabloları	36
1. Temrin Kumanda Devre Elemanlarının Ölçü Aleti ile Kontaktlarının Tespiti	38
1.2. KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİ SEMBOLLERİNİN ÇİZİMİ	39
2. Temrin Kumanda ve Güç Devresinde Kullanılan Sembollerin Çizimi	42
1.3. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİ ÇİZİMİ	43
1.3.1. Kumanda Devrelerinin Çizimi.....	43
1.3.2. Güç Devrelerinin	44
3. Temrin Asenkron Motorun Sürekli Çalışmasına Ait Kumanda ve Güç Devresinin Çeşitli Normlara Göre Çizilmesi	45
4. Temrin Çeşitli Buton Uygulamaları	47
5. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Kesik Çalıştırılması.....	49
6. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Sürekli Çalıştırılması	51
7. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Kesik ve Sürekli Çalıştırılması.....	53
8. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Farklı Kumanda Merkezlerinden Kontrolü	55
9. Temrin Aç-Kapa Paket Şalterlerle Lamba ve Motor Kontrolü	57
10. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Devir Yönünün Değiştirilmesi (Elektriksel Kilitlemeli)	59
11. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Devir Yönünün Değiştirilmesi (Butonsal Kilitlemeli).....	61
12. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Paket Şalter ile Devir Yönünün Değiştirilmesi	63
13. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Zaman Ayarlı Durdurulması (Düz Zaman Röleli).....	65
14. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Zaman Ayarlı Durdurulması (Ters Zaman Röleli)	67
15. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Sınır Anahtarı ile Devir Yönünün Değiştirilmesi.....	69
16. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Bir Butonla Çalıştırılıp Durdurulması	71
17. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Koruma Röleli Olarak Çalıştırılması	73
18. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Sağ-Sol Rölesi ile Çalıştırılması	76
19. Temrin Bir Fazlı, Yardımcı Sargılı Asenkron Motorun Sürekli Olarak Çalıştırılması	78
20. Temrin Bir Fazlı, Yardımcı Sargılı Asenkron Motorun Devir Yönünün Değiştirilmesi.....	80
21. Temrin Bir Fazlı Asenkron Motorun Enversör Paket Şalter ile Devir Yönünün Değiştirilmesi.....	82

22. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motor Problem Uygulaması – 1	84
23. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motor Problem Uygulaması – 2	86
1. ÖĞRENME BİRİMİ: UYGULAMA ETKİNLİĞİ	88
1. Uygulama: Üç Fazlı Asenkron Motorun Zaman Ayarlı İleri ve Geri Yönde Çalıştırılması	88
2. Uygulama: Üç Fazlı Asenkron Motor Problem Tasarımları	89
1. ÖĞRENME BİRİMİ: ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	91

2. ÖĞRENME BİRİMİ: ASENKRON MOTORLARA YOL VERME

2.1. ASENKRON MOTORLARDA KALKINMANIN ETKİLERİ	94
2.2. ASENKRON MOTORLARDA YOL VERME YÖNTEMLERİ	94
2.2.1. Asenkron Motorlara Direkt Olarak Yol Verme	94
2.2.2. Asenkron Motorlara Yıldız/Üçgen (Δ/Δ) Yol Verme	94
2.2.3. Asenkron Motorlara Soft Starter (Yumuşak Yol Vericiler İle) Yol Verme	94
2.3. ASENKRON MOTORLARA FREKANS İNVERTÖRLERİYLE YOL VERME	95
2.4. ÇİFT DEVİRLİ ASENKRON (DAHLENDER) MOTORLARA YOL VERME	95
2.4.1. Çift Devirli Asenkron Motorların Devir Sayıları	95
2.4.2. Çift Devirli Asenkron Motorların Çalışması Ve Yol Verilmesi	96
1. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motora Yıldız-Üçgen Paket Şalter ile Yol Verme	97
2. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motora Yıldız-Üçgen Rölesi ile Yol Verme	99
3. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motora Otomatik Yıldız-Üçgen Yol Verme	101
4. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motora Yumuşak Yol Verici (Soft Starter) ile Yol Verme	103
5. Temrin Dahlander Motora Düşük ve Yüksek Devirle Yol Verme	105
6. Temrin Dahlander Motora Zaman Ayarlı Düşük ve Yüksek Devirde Yol Verme	107
2.ÖĞRENME BİRİMİ: UYGULAMA ETKİNLİĞİ	109
Uygulama: Dahlander Motora İleri-Geri Yönde Düşük ve Yüksek Devirde Yol Verme	109
2. ÖĞRENME BİRİMİ: ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	111

3. ÖĞRENME BİRİMİ: ASENKRON MOTORLARLARDA FRENLEME

3.1. FRENLEME SİSTEMLERİ VE ÖZELLİKLERİ	114
3.1.1. Frenleme Sisteminin Amacı	114
3.1.2. Frenleme Çeşitleri	114
3.2. DİNAMİK FRENLEME SİSTEMLERİ	115
3.2.1. Dinamik Frenlemede Motora Uygulanacak Gerilim Hesabı	115
3.2.1.1. Yıldız (λ) Bağlı Motorun Dinamik Frenleme Geriliminin Hesaplanması	115
3.2.1.2. Üçgen (Δ) Bağlı Motorun Dinamik Frenleme Geriliminin Hesaplanması	116
1. Temrin Balatalı Frenleme ile Üç Fazlı Asenkron Motorun Durdurulması	117
2. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Düz Zaman Rölesiyle Dinamik Frenlenmesi	119
3. Temrin İleri-Geri Yönde Çalışan Üç Fazlı Asenkron Motorun Düz Zaman Rölesi Kullanılarak Dinamik Frenlenmesi	121
4. Temrin Yıldız-Üçgen Yol Verilen Üç Fazlı Asenkron Motorun Dinamik Frenlenmesi	123
3. ÖĞRENME BİRİMİ: UYGULAMA ETKİNLİĞİ	125
Uygulama: Üç Fazlı Asenkron Motorun Otomatik Frenlenmesi	125
3. ÖĞRENME BİRİMİ: ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	126

4. ÖĞRENME BİRİMİ: SENKRON MOTORLARA YOL VERME

4.1. SENKRON MOTORLARIN ÖZELLİKLERİ	128
4.1.1. Senkron Motorların Yapısı ve Çalışması	228
4.1.2. Sabit Miknatıslı Senkron Motorlar	129
4.2. SENKRON MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ	129
4.2.1. Yardımcı Motor Kullanarak Yol Verme	130
4.2.2. Asenkron Motor Olarak Yol Verme	130
4.2.3. İnvertörle Frekansı Değiştirilerek Yol Verme	130
4.3. SENKRON MOTOR BAĞLANTILARI	130
1. Temrin Yardımcı Motor Kullanarak Üç Fazlı Senkron Motorlara Yol Verme	131
4. ÖĞRENME BİRİMİ: UYGULAMA ETKİNLİĞİ	133
Uygulama: Senkron Motora Yardımcı Motor Kullanarak Manuel Yol Verme	133
4. ÖĞRENME BİRİMİ: ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	134



5. ÖĞRENME BİRİMİ: ASANSÖR KUMANDA PANOSU VE MONTAJI

5.1. ASANSÖR KUMANDA PANOSUNUN MONTAJ HAZIRLIĞI	136
5.1.1. Asansör Kumanda Panosu.....	136
5.1.2. Asansör Güç Panosu	137
5.1.3. Asansör Kabın Üstü Revizyon Kutusu	137
5.1.4. Asansör Kuyu Dibi Revizyon Kutusu.....	137
5.1.5. Kumanda Panosu Devre Şemasının Çizilmesi Ve Okunması.....	137
5.2. KUMANDA PANOSU ELEMANLARININ MONTAJI	139
5.2.1. Kablo Kanalları ve Kablo Kanallarının Montajı.....	139
5.2.2. Taşıyıcı Raylar ve Taşıyıcı Rayların Montajı	139
5.2.3. Sinyal Lambası ve Butonların Montajı.....	140
5.2.4. Kaçak Akım Rölesinin ve Sigortaların Montajı	140
5.2.5. Aşırı Akım Rölesinin Montajı	140
5.2.6. Kontaktörlerin Seçimi ve Montajı.....	141
5.2.7. Motor Koruma Şalterlerinin Seçimi ve Montajı	141
5.3. KUMANDA PANOSU KABLO BAĞLANTILARI	142
5.3.1. Kablo Pabucu ve Pabuç Çakma İşlemleri	143
5.3.2. Kabloların Kablo Bağı ve Spiral İle Düzenlenmesi.....	143
5.3.3. Kabloların Cihazlara Bağlantısı.....	144
5.4. KUMANDA PANOSU TESTLERİ	144
1. Temrin Pano Bağlantı Şemasının Çizimi	145
2. Temrin Pano İçi Kablo Kanallarının, Raylarının ve Devre Elemanlarının Montajı.....	147
3. Temrin Pano Kablolarına Pabuç Takılması ve Kablo Bağlantıları.....	149
4. Temrin Pano İzolasyon Testleri	157
5. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Zaman Ayarlı Çalışması	153
6. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Elektriksel Kilitlemeli Devir Yönünün Değiştirilmesi.....	155
7. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motora Otomatik Yıldız-Üçgen Yol Verme	157
5. ÖĞRENME BİRİMİ: UYGULAMA ETKİNLİĞİ	159
Uygulama: İki Adet Üç Fazlı Asenkron Motorlu Pano Uygulaması.....	159
5. ÖĞRENME BİRİMİ: ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	160



6. ÖĞRENME BİRİMİ: ENDÜSTRİYEL SENSÖRLER

6.1. ENDÜSTRİYEL SENSÖRLERİN ÖZELLİKLERİ	162
6.2. DİJİTAL ÇIKIŞLI SENSÖRLER	164
6.2.1. Endüktif Sensörler.....	164
6.2.2. Kapasitif Sensörler	164
6.2.3. Manyetik Sensörler	165
6.2.3.1. Reed Röle	165
6.2.3.2. Hall Sensörü	165
6.2.4. Optik Sensörler	166
6.2.4.1. Fiberoptik Sensörler.....	167
6.2.5. Enkoderler	167
6.2.6. Renk Sensörler	168
6.3. ANALOG ÇIKIŞLI SENSÖRLER	168
6.3.1. Sıcaklık Sensörler	168
6.3.1.1. Termistörler.....	168
6.3.1.2. Entegre Tipi Sıcaklık Sensörü	168
6.3.1.3. Termostatlar	168
6.3.1.4. Termokupl	169
6.3.1.5. RTD	169
6.3.2. Basınç Sensörler.....	170
6.3.2.1. Gerilme (Strain Gauge) Sensörleri	170
6.3.2.2. Yük Hücre (Load Cell) Sensörü	170
6.3.3. Mesafe Sensörleri	171
6.3.3.1. Lazer Sensörleri.....	171
6.3.3.2. Ultrasonik Sensörler	171
6.3.4. Seviye Sensörleri	172
6.3.4.1. Manyetik Şamandıralı Seviye Sensörleri.....	172
6.4. SİNYAL ÇEVİRİCİLER	172
1. Temrin Endüktif Sensör Uygulamaları	173

2. Temrin Kapasitif Sensör Uygulamaları	174
3. Temrin Manyetik Sensör Uygulaması	175
4. Temrin Optik Sensör Uygulaması	176
5. Temrin Sıcaklık Sensörü Uygulaması	177
6. ÖĞRENME BİRİMİ: UYGULAMA ETKİNLİĞİ	179
Uygulama: Sensörlerin Seri ve Paralel Bağlanması	179
6. ÖĞRENME BİRİMİ: ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	180

7. ÖĞRENME BİRİMİ: TEMEL PLC İŞLEMLERİ

7.1. PLC'NİN ÖZELLİKLERİ VE ÇALIŞMASI	182
7.1.1. Plc'nin Yapısı	182
7.1.2. Plc'nin Çalışması	184
7.2. PLC GİRİŞ VE ÇIKIŞ ELEMANLARI	185
7.3. PLC BESLEME VE ELEMAN BAĞLANTILARI	186
1. Temrin PLC Devre Bağlantısı Çizimi	190
2. Temrin PLC Besleme ve Eleman Bağlantıları	191
7.4. PLC EK DONANIMLARI	193
3. Temrin PLC Analog Sinyal Board Montajı	194
7. ÖĞRENME BİRİMİ: UYGULAMA ETKİNLİĞİ	195
Uygulama: PLC Seçimi ve Bağlantıları	195
7. ÖĞRENME BİRİMİ: ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	196

8. ÖĞRENME BİRİMİ: PLC PROGRAMLAMA TEKNİKLERİ

8.1. PLC PROGRAMLAMA MANTIĞI VE YAZILIM DİLİ	198
8.1.1. Plc Programlama Dilleri	198
1. Temrin LAD ve FBD Diyagramının Oluşturulması	199
8.1.2. Sayı Sistemleri	201
8.1.3. Plc Programlamada Hafıza Alanları ve Adresleri	201
8.2. PLC PROGRAMLAMA EDİTÖR İŞLEMLERİ	202
8.2.1. PLC Programlama Yazılımı Komutları	204
8.2.1.1. Favori (Favorites) Komutlar	204
8.2.1.2. Temel İşlemler (Basic Instructions) Komutları	204
2. Temrin Kapalı Kontak Kullanımı	205
3. Temrin Buton uygulamaları-1	208
4. Temrin Buton uygulamaları-2	210
8.2.1.3. Temel Mantık Fonksiyonları	213
5. Temrin Temel Mantık Fonksiyonları	214
6. Temrin Ara Vaviyen Uygulaması	217
7. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motora Direkt Yol Verme	221
8. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Farklı Merkezlerden Kontrolü	225
9. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Devir Yönünü Değiştirme (Elektriksel Kilitlemeli)	227
8.2.1.4. SET-RESET Komutları	231
10. Temrin SET-RESET Uygulamaları-1	233
11. Temrin SET-RESET Uygulamaları-2	236
12. Temrin SET-RESET Uygulamaları-3	239
13. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Bir Butonla Çalıştırılıp Durdurulması	242
14. Temrin Kenar Tetikleme Uygulaması	244
8.2.1.5. Zamanlayıcılar (Timers)	247
15. Temrin Zamanlayıcı (Timer) Uygulamaları	250
16. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Zaman Ayarlı Durdurulması	253
17. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Zaman Ayarlı Çalıştırılması	255
18. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Periyodik Çalıştırılması	257
19. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Yıldız Üçgen Çalıştırılması	260
8.2.1.6. Sistem ve Darbe Üretici Hafıza Bitleri	263
20. Temrin Sistem ve Darbe Üretici Hafıza Alanları	264
8.2.1.7. Sayıcılar	267
21. Temrin Sayıcı Uygulamaları	269
22. Temrin Üç Fazlı Asenkron Motorun Zamana Bağlı Çalıştırılması	272
8.2.1.8. Karşılaştırma İşlemleri (Comparator Operations)	275
23. Temrin Karşılaştırma İşlemleri	278

24 .Temrin Otopark Uygulaması	282
25. Temrin İki Adet Asenkron Motorun Karşılaştırma Komutlarıyla Çalıştırılması	285
8.2.1.9. Matematiksel İşlemler (Math Operations)	287
26. Temrin Matematiksel İşlem Uygulamalar	289
27. Temrin Matematiksel İşlemlerle Direnç ve Akım Hesabı	291
8.2.1.10. Taşıma (Move), Kaydırma (Shift) ve Döndürme (Rotate) İşlemleri	293
28. Temrin Taşıma, Kaydırma ve Döndürme İşlemleri	294
29. Temrin Move Komutu İle Zamanlayıcı Ayarı	297
8.2.1.11. Program Kontrol Komutları	299
8.2.1.12. Analog İşlemler	299
30. Temrin Ortam Sıcaklığı ile Motor Kontrolü	302
31. Temrin Zamana Bağlı Olarak Motor Hız Kontrolü	305
32. Temrin Otobüs Kapı Kontrolü	308
8. ÖĞRENME BİRİMİ: UYGULAMA ETKİNLİĞİ	311
Uygulama: PLC Uygulaması	311
8. ÖĞRENME BİRİMİ: ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	314

9. ÖĞRENME BİRİMİ: FREKANS İNVERTÖRLERİ

9.1. FREKANS İNVERTÖRLERİ VE ÖZELLİKLERİ	316
9.1.1. Frekans İnvertörlerinin Yapısı	316
9.2. FREKANS İNVERTÖRLERİNİN BAĞLANTI VE AYARLARI	317
9.2.1. İnvertör Giriş ve Çıkış Bağlantıları	317
9.2.1.1. İnvertör Terminal Bağlantıları	319
9.2.2. İnvertör Ayarları	320
9.2.2.1. Yerleşik Temel Operatör Paneli (BOP)	320
9.2.2.2. İnvertör Menü Yapısı	321
9.2.2.3. İnvertör Bağlantı Makroları	324
9.2.2.4. İnvertör Uygulama Makroları	326
9.2.2.5. İnvertör Parametre Girişi	326
9.2.2.6. İnvertör Fabrika Ayarları	326
9.2.2.7. İnvertör Parametre Listesi	327
9.3. PLC İLE İNVERTÖR KONTROLÜ	328
1. Temrin Temel Operatör Paneliyle (BOP) Kontrol (Cn001 Kontrol Makrosu Kullanılarak)	329
2. Temrin Sabit Frekanslarla Kontrol (Cn003 Kontrol Makrosu Kullanılarak)	333
3. Temrin Harici Butonlarla Kontrol (Cn006 Kontrol Makrosu Kullanılarak)	337
4. Temrin Potansiyometre ile Hız Kontrolü	341
5. Temrin Kalıcı Tip Butonla Devir Yönü Değişimi	345
6. Temrin Butonlarla Çalıştırıp Durdurma Yön Değiştirme ve Potansiyometre ile Hız Kontrolü	349
7. Temrin PLC İle Frekans İnvertörü Kontrolü	353
9. ÖĞRENME BİRİMİ: UYGULAMA ETKİNLİĞİ	359
Uygulama: PLC ile İnvertör Kontrolü	359
9. ÖĞRENME BİRİMİ: ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	360
KAYNAKÇA	361
GENEL AĞ KAYNAKÇASI	361
GÖRSEL KAYNAKÇASI	361
KAREKOD KAYNAKÇASI	361
CEVAP ANAHTARI	365
ETKİNLİKLER	367

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme birimi sıra numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

ASENKRON



ASENKRON MOTOR KUMANDA TEKNİKLERİ

KONULAR

- 1.1. KUMANDA DEVRE ELEMANLAR
- 1.2. KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİ SEMBOLLERİNİN ÇİZİMİ
- 1.3. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİ ÇİZİMİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Kumanda devre elemanları, devre çizimi ve devre kurulumu

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Kumanda devre elemanları ve devre kurulumuyla ilgili bildikleriniz nelerdir?

TEMEL KAVRAMLAR

Asenkron motor, devir, kayma, yıldız ve üçgen bağlantı, buton, salter, sinyal lambası, röle, kontaktör, sigorta, TSE, IEC, ANSI, mühürleme, elektriksel ve bujansal kılıflar.

Öğrenme biriminde konu başlıklarını gösterir.

Öğrenme biriminde hangi bilgilerin edinileceğini gösterir.

Öğrenme birimi başında hazırlanmış sorusunu gösterir.

Öğrenme biriminde yer alan kavramları gösterir.

Etkileşimli kitap, video, ses, animasyon, uygulama, oyun, soru vb. ilave kaynaklara ulaşabileceğiniz kare-kodu gösterir. Daha fazlası için <http://ogmmateryal.eba.gov.tr> adresini ziyaret edebilirsiniz.

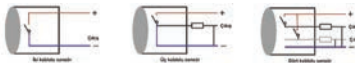
6. ÖĞRENME BİRİMİ

ASENKRON

6.1. ENDÜSTRİYEL SENSÖRLERİN ÖZELLİKLERİ

İki, üç, ses, nem, kuvvet, gerilme, hareket ve basınç gibi fiziksel büyüklükleri algılayıp elektriksel işaretlere dönüştüren devre elemanlarına **senzor** denir. Endüstriyel uygulamalarda yer, konum, yemye tespiti gibi işlemler için kullanılır. Sensörler fiziksel ortam içerisinde endüstriyel cihazların duyu organları gibi görev görür.

Sensörler iki, üç veya dört kablolu olabilir (Görsel 6.1). Kablo renkleri kahverengi, mavi, siyah ve beyazdır. Kahverengi (+) pozitif besleme, mavi - (negatif) besleme, siyah ve beyaz da sinyal çıkış uçlarıdır. Uygulamada genellikle üç kablolu sensörler kullanılır.



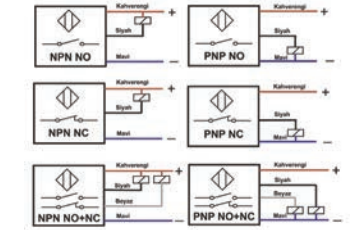
Görsel 6.1: Kablo sayısına göre sensörler

Sensörün vertikal çıkışına göre PNP ve NPN olmak üzere iki tip sensör vardır (Görsel 6.2).

PNP Sensörler: Sensör cisim algıladığında çıkış ucundan pozitif (+) sinyal alınan sensörler. Çünkü bir ucu sensörün sinyal ucuna diğer ucu negatif ucu bağlıdır.

NPN Sensörler: Sensör cisim algıladığında çıkış ucundan negatif (-) sinyal alınan sensörler. Çünkü bir ucu sensörün sinyal ucuna diğer ucu pozitif ucu bağlıdır.

Sensörler, kontak durumuna göre normalde açık veya normalde kapalı olabilir. Normalde açık (NO) sensörler algılama yaptıklarında çıkış sinyali üretir. Normalde kapalı (NC) sensörlerin ise algılama yokken çıkışında sinyal olup cisim algıladıklarında sinyal kesilir. Sensör çıkış tipi, kontak durumu ve bağlantıları Görsel 6.2'de verilmiştir.



Görsel 6.2: Sensör çıkış tipi, kontak durumu ve bağlantıları

Öğrenme birimindeki konu başlıklarını gösterir.

2. ÖĞRENME BİRİMİ

ASENKRON

2.1. ASENKRON MOTORLARDA KALKINMANIN ETKİLERİ

Asenkron motorların çalışmaya başlamaları iki anda şebekeden çektiği akıma **kalkınma (yol alma, kalkış) akımı** denir. Bu akım, motorun gücüne ve kutup sayısına bağlı olmakla birlikte yaklaşık olarak akımın 3 ila 6 katı arasındadır.

Durmakta olan bir asenkron motora üç fazlı şebeke gerilimi uygulandığında stator sargılarında bir manyetik alan meydana gelir. Bu alan manyetik alan kuvvet çaplarının tamamını rotor çubuklarını keser. Rotorda indüklenen gerilim ve dolayısıyla rotor çubuklarından geçen akım en büyük değerinde olur. İlk anda rotor dönmeye başladığında zıt EMK en küçük değerindedir. Bu nedenle motor şebekeden en büyük akımı çeker. Rotor dönmeye başlayınca stator döner alan hızı (n_s) ile rotor hızı (n_r) arasındaki fark azalmaya başlar. Bunun sonucunda zıt EMK değeri yükseleceğinden şebekeden çekilen kalkınma akımı gittikçe azalır.

Kalkınma akımı kısa süreli ve küçük güçlü motorlarda şebeke üzerinde pek etkili değildir. Büyük güçlü motorlarda ise hem şebeke hem de motor üzerinde etkisi vardır.

Şebekeye Etkisi: Bir ya da birden fazla motorun aynı anda devreye girmesi şebekede büyük gerilim düşümlerine neden olur. Dolayısıyla bu hatları beslenen alıcılar gerilim düşümünden olumsuz etkilenir. Örneğin 100 kW gücündeki bir asenkron motor kalkınırken çalıştığı alıyolek lambaların aydınlatma güdünü yaklaşık 3-4 saniye boyunca azaltır ve bu durum her çalışmada tekrarlanır.

Motora Etkisi: Yüksek kalkınma akımı motor sargılarında gereğinden fazla ısınma meydana getirir. Bu ısı makinenin yalıtım malzemelerine zarar verecek kadar artabilir.

2.2. ASENKRON MOTORLARDA YOL VERME YÖNTEMLERİ

Kalkınma etkilerini en aza indirmek için gücü 4 kW'tan (yaklaşık 5 Hp) büyük motorlarda yol verme yöntemleri uygulanır. En çok kullanılan yol verme yöntemleri aşağıda verilmiştir.

2.2.1. Asenkron Motorlarda Direkt Yol Verme

Motorun herhangi bir yol verme yöntemi kullanılmadan direkt çalıştırılmasıdır. Gücü 4 kW'ın altında olan motorlarda uygulanır. En ekonomik ve basit yol verme yöntemidir.

2.2.2. Asenkron Motorlarda Yıldız-Üçgen (Y/Δ) Yol Verme

Üç fazlı asenkron motorun önce yıldız sonra üçgen çalıştırılarak düşük gerilimle motora yol verilmisidir. Kalkış sırasında yıldız çalıştırılan motor sargılarına uygulanan gerilim $U_1/1,73$ değerine, motorun şebekeden çektiği akım ise $1/3$ değerine düşer. Kalkınma tamamlandıktan sonra motor üçgen bağlantıya geçerek çalışmaya devam eder.

Kalkış akımını düşürmede en ekonomik yöntemdir. Bu yöntemle yol verilebilmek için motorun üçgen bağlı çalışma gerilimi, şebeke gerilimine eşit olmalıdır.

UYARI! Şebekede yıldız bağlı çalıştırılması gereken motor, yanlışlıkla üçgen çalıştırılırsa sargılarına 1,73 katı büyük gerilim uygulanmış olur. Gerilimdeki artış oranı kadar sargı akımı büyüyeceğinden motor aşırı akım çeker ve kısa sürede artan ısı sonucu motorun sargıları yanar.

2.2.3. Asenkron Motorlarda Soft Starter ile Yol Verme

Soft starter (yumuşak yol verici), asenkron motorlara uygulanmış gerilimi kademeli olarak artıran mikro işlemci ve triyot tabanlı cihazdır. Her fazda birbirine ters bağlı triyotların gerilim sıklığı kontrol edilerek bağlantıya yavaşça arttırılır, duruşta ise yavaşça azaltılır. Böylece yumuşak ve kararlı bir hızlanma elde edilir.

Motor yol aldıktan ve nominal (anma) değerlerine ulaştıktan sonra yumuşak yol verici bypass edilerek yük bir bypass kontaktörü üzerinden beslenir. Böylece yumuşak yol verici çalışma boyunca devrede kalmaz. Bu yöntemle yol vermede mekanik yıpranma ve bakım masrafları en aza indirilmiştir. Yumuşak yol verici devresinde cihazı koruyacak koruma elemanları kullanılmamalıdır. Bu elemanlar anma akımına göre seçilmeli ve konfigürasyon buna göre yapılmalıdır.

Öğrenme birimindeki uyarıları gösterir.

Temrin başlıklarını gösterir.

TEMİRİN ADI: PLC ANALOG SİNYAL BOARD MONTAJI
TEMİRİN NUMARASI: 3

AMAÇ: PLC'ye analog sinyal board ilave etmek.



Görsel 7.13: PLC analog sinyal board montajı

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
PLC	Transistör çıkışı	1 adet
Ek modül	Dijital sinyal board	Birer adet
Tornavida	Düz	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

- CPU ve bütün PLC ekipmanlarının elektrik beslemesinden ayrıldığından emin olunuz.
- CPU'nun üstünde bulunan üst ve alt terminal blok kapaklarını sökünüz.
- CPU'nun üstündeki yuvarla tornavidayı yerleştirerek kapakı kaldırmış ve CPU'yu gövdesinden çıkartınız.
- Analog sinyal boardunu CPU'nun gövdesindeki montaj alanına düzgün bir şekilde bastırarak takınız (Görsel 7.15).
- Üst ve alt terminal bloklarını yerine yerleştiriniz.
- PLC ve sinyal boardun birleştiğini elle kontrol ediniz.

SORU

- Ek modüllerin kullanım amacını yazınız.



ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME	
Adı-Soyadı	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
.....	1 Uygun board seçilmesi	20	
.....	2 Koruma kapaklarının çıkarılması	20	
.....	3 CPU yavaşının kaldırılması	20	
Adı-Soyadı	4 PLC ve sinyal boardun doğru birleştirilmesi	20	
.....	5 Montajın sağlanm şeklinde yapılması	20	
.....	TOPLAM PUAN	100	

ÖĞRETMENİN	
Adı-Soyadı	Değerlendirme Ölçütleri
.....	Verilen
.....	Alınan

194

Öğrenci değerlendirme ölçütünü gösterir.

Konuyu kavramak için verilen etkinlik çalışmasını gösterir.

UYGULAMA ETKİNLİĞİ

PANO UYGULAMASI

İki adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılacaktır.

- Start butonuna basıldığında 1. motor çalışacaktır.
- 15 saniye sonra 1. motor duracak, 2. motor çalışacaktır.
- 10 saniye sonra 2. motor duracak, 1. motor çalışacaktır.
- Sistem çalışması periyodik olarak sürecek.
- Sistem ağır akım röleleri ile korunacaktır.
- Stop butonuna basılınca sistem çalışmasını durduracaktır.

- Devre şemasını IEC normunda çiziniz.
- Pano şemasını elemanlarıyla birlikte çiziniz.
- Şema üzerinde numaralandırma işlemlerini yapınız.
- Devrenin malzeme listesini çıkarınız.
- Elemanları pano şemasına göre monte ediniz.
- Kablolar uygun ölçülerde kesiniz ve uçlarına pabuç çakınız.
- Pano bağlantı şemasına göre kablo bağlantılarını yapınız.
- Numaralandırma işlemlerini yapınız.
- Pano testlerini yapınız.
- Kumanda devresini çalıştırınız.
- Motor bağlantılarını yapınız ve güç devresini çalıştırınız.

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Devre şemasını IEC normunda uygun olarak çizmisi	10	
2	Devre şemasında numaralandırma işlemlerinin yapılması	10	
3	Pano bağlantı şemasının çizilmesi	10	
4	Kablo kanal, ray, klips ve elemanların şemaya göre pano içine yerleştirilmesi	10	
5	Kabloların pabuç çakılması	10	
6	Elemanlar arası ve cihaz kablo bağlantılarının yapılması	10	
7	Numaralandırma işlemlerinin yapılması	10	
8	Pano testlerinin yapılması	10	
9	Kumanda devresinin çalıştırılması	10	
10	Güç devresinin çalıştırılması	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı-Soyadı	Değerlendirme Ölçütleri	Adı-Soyadı	Değerlendirme Ölçütleri
.....	Verilen	Verilen
.....	Alınan	Alınan

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı-Soyadı	Değerlendirme Ölçütleri	Adı-Soyadı	Değerlendirme Ölçütleri
.....	Verilen	Verilen
.....	Alınan	Alınan

159

Öğrenci değerlendirme ölçütünü gösterir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

SENKRON MOTORLARA YOL VERME

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve bağındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

- (...) Senkron motorlarda kayma 0 ile 1 arasında değişir.
- (...) Senkron motora uygulanan uyarım akımı AC'dir.
- (...) Kısa devre çubuklu senkron motor, asenkron motor gibi kalkınır.
- (...) Senkron motora invertörle yol verilebilir.
- (...) Senkron motorlara, asenkron motorlarda olduğu gibi doğrudan yol verilebilir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yere uygun sözcüğü yazınız.

- Senkron motorlarda devri ile rotor devri eşittir.
- Senkron motorlarda yükü bağli olarak değişmez.
- Döner alan hızı 1500 d/dk. olan senkron motorlarda rotor devri devridir. dir.
- Sabit miktarsızlı motorların dönen kısmında sarğı yerine sabit vardır.
- SMSM motorların dezavantajı çalışmak için bir ihtiyacıdır.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanı her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER	KAVRAMLAR
11. () Senkron motor kutup sayılarının bulunduğu motorun duran kısmıdır.	A) Bilezik
12. () Sabit miktarsız veya sarğıların bulunduğu motorun dönen kısmıdır.	B) Fırça
13. () Dış devreden uygulanan DC gerilimin sarğılara uygulanmasını sağlayan elemanlardır.	C) Stator
14. () Dış devreden uygulanan DC gerilimin sarğılara uygulanmasını sağlayan, karbon veya karbon ağırlıklı elemanlardır.	D) Ventilator
15. () Senkron motor dönen elemanının rabağa dönmelerini sağlayan mekanik düzenektir.	E) Eleman kutusu
	F) Rotor
	G) Yataylar

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdaki yapı elemanlarından hangisi SMSM motorlarda farklıdır?

A) Stator B) Rotor C) Gövde D) Yataylar E) Kapaklar

17. Aşağıdakilerden hangisi invertörle yol vermede değiştirilen elektriksiz değerdir?

A) Gerilim B) Akım C) Frekans D) Kutup sayısı E) Sarğı direnci

18. Aşağıdakilerden hangisi yol vermede kullanılan yardımcı motorun özelliklerinden değildir?

A) DC motor olabilir. B) Asenkron motor olabilir. C) Küçük güçlüdür. D) Genellikle senkron motora akupledir. E) Gücü senkron motordan büyüktür.

19. Aşağıdakilerden hangisi senkron motorlarda uyarım uçlarıdır?

A) I-K B) U-V-W C) Z-X-Y D) U1-V1-W1 E) W-K

134

Ölçme ve değerlendirme sorularını gösterir.

KAYNAKÇA


MEB Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü, Elektrik-Elektronik Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim Programı (2020).

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

<https://www.123rf.com>
<https://www.shutterstock.com>
sozluk.gov.tr
tdk.gov.tr

GÖRSEL KAYNAKÇASI

<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1675>



KAREKOD KAYNAKÇASI

1. ÖĞRENME BİRİMİ ASENKRON MOTOR KUMANDA TEKNİKLERİ

UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KITAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Asenkron Motorların Yapısı	18	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19704
Asenkron Motor Çeşitleri	20	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19705
Üç Fazlı Asenkron Motorların Çalışma Prensebi Motorlarda Kayma	21	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19706
Üç Fazlı Asenkron Motor Bağlantıları	24	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19707
Bir Fazlı Asenkron Motorların Özellikleri ve Çalışması	27	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19710
Kumanda Devre Elemanlarının Ölçü Aletleri ile Kontrolünün Tespiti	41	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19720
Çeşitli Buton Uygulamaları	48	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19723
Üç Fazlı Asenkron Motorun Kesikli Çalıştırılması	50	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19724
Üç Fazlı Asenkron Motorun Sürekli Çalıştırılması	52	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19725
Üç Fazlı Asenkron Motorun Kesik ve Sürekli Çalıştırılması	54	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19726
Üç Fazlı Asenkron Motorun Farklı Kumanda Merkezlerinden Kontrolü	55	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19727
Aç-Kapa Paket Şalterle Lamba ve Motor Kontrolü	58	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19728
Üç Fazlı Asenkron Motorun Elektriksiz Kilitlemeli Devri Yönu Değişimi	60	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19729
Üç Fazlı Asenkron Motorun Butonla Kilitlemeli Devri Yönu Değişimi	62	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19730
Üç Fazlı Asenkron Motorun Paket Şalter ile Devri Yönu Değişimi	64	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19731
Üç Fazlı Asenkron Motorun Düz Zaman Rölesi ile Durdurulması	66	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19732
Üç Fazlı Asenkron Motorun Ters Zaman Rölesi ile Durdurulması	68	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19733

361

Karekod, görsel kaynakçasını gösterir.

ASENKRON MOTOR KUMANDA TEKNİKLERİ **1**

1.3. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİ ÇİZİMİ

Kumanda tekniklerine ait devre şemaları, kumanda ve güç devre şemalarının oluşturulması için gerekli hususları tanımlar. Motorun kontrolünü sağlayan elemanların kumanda devresinde bulunması, motor ve motoru koruma elemanlarının güç devresinde bulunmasıdır.

1.3.1. Kumanda Devrelerinin Çizimi

Kumanda devresini çizmek için gerekli hususları sırasıyla aşağıda verelimiz:

1. Çizimin hangi norm ile yapılacağı belirlenir (TSE, IEC, ANSI).
2. Belirlenen norma göre çizim yönü belirlenir. Çizim yönü, Amerikan (ANSI) normunda soldan sağa doğru, diğer normlarda ise yukarıdan aşağıya doğrudur.
3. Kumanda devre elemanları, fazdan nötr hattına doğru belirli sırada yerleştirilir. Yerleştirme yapılırken elemanların hız ve mesafelerine dikkat edilmelidir.
4. Elemanlar arası hatlar çizilir.
5. Hatlarda bulunan ek yerleri Görsel 1.33'le gösterildiği şekilde işaretlenir.

Görsel 1.33: Normlara göre ek yerlerinin gösterimi

6. Eleman bobin ve kontakları Tablo 1.8'deki gibi isimlendirilir. Avrupa normunda kontakların numarası verilirken Amerikan ve Türk normunda genellikle verilmeyiz (Görsel 1.34).

Görsel 1.34: Avrupa (IEC) normuna göre klemens ve elemanların isimlendirilmesi

Tablo 1.8: Normlara Göre Elemanların İsimlendirilmesi

NO	ELEMANLAR	TSE (DİN)	AVRUPA (IEC)	AMERİKAN (ANSI/CSA)
1	Kontaklar	C1, C2 ...	K1, K2 ...	M1, M2 ...
2	Yardımcı kontaktörler	C	K	A, B, C ...
3	Zaman rölesi	ZR1, ZR2 ...	K1, K2 ...	TR1, TR2 ...
4	Aşın akım rölesi	e1, e2, e3 ...	F1, F2, F3 ...	OL1, OL2, OL3 ...
5	Sigorta (Güç Kumanda)	e1, e2, e3 ...	F1, F2, F3 ...	e1, e2, e3 ...
6	Butonlar	b1, b2, b3 ...	S0, S1, S2 ...	İsm (START...)
7	Sinyal lambası	L1, L2 ...	H1, H2 ...	İsm (KIRKIS...)
8	Asenkron motor	3 ~ ASM	M1, M2 ...	3-ASM Motor (M1...)
9	Sınır anahtarı	a1, a2 ...	L1, L2 ...	S1, S2 (SW1, SW2) ...
10	Kondansatör	K1, K2 ...	C1, C2 ...	c1 (C1), c2 (C2) ...
11	Bobin	L1, L2 ...	L1, L2 ...	L1, L2 ...

NOT: IEC normu proje, pano çizimlerinde her kontaklırın alt kısmında o kontakla ait açıklamalar gösterilir. Örneğin kontakla ait açık ve kapalı kontakların proje içinde bulunduğu sayfa, numara ve sütün sayfa gibi. Kullanılan devre elemanlarının alt kısmına bağlama kapakları, gerilim çeşidi, gerilim miktarı ve kesiti gibi bilgiler de elemanların uygun yerlerinde belirtilir.

Öğrenme birimindeki notları gösterir.

ASENKRON MOTORLARDA FRENLEME **3**

Formüle göre

R_1, R_2, R_3 : Motor sarğı dirençleri (Ω)
 R_4 : Motorun bir faz sarğısının omik direnci (Ω)
 R_5 : Motorun üç faz sarğısı toplam (eş değer) direnci (Ω)
 U_{da} : Motora uygulanacak doğru gerilimin değeri (V)
 I_{da} : Motor sarğılarından geçecek doğru akım değeri (A)
 P_{da} : Doğru akım kaynağının gücü (W)

3.2.1.2. Üçgen (Δ) Bağlı Motorun Dinamik Frenleme Geriliminin Hesaplanması

Görsel 3.5: Üçgen bağlı motorun iki ucunun kısa devre edilmesi ve eş değer direnç hesabı

$$R_1 = R_2 = R_3 \quad R_4 = (R_1 \times R_3) / (R_1 + R_3) \quad R_5 = 0,5 \times R_4$$

Görsel 3.6: Üçgen bağlı motorun iki ucunun kısa devre edilmesi ve dinamik frenleme hesabı

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 \quad R_5 = 0,5 \times R_4$$

$$U_{da} = 2 \times I_{da} \times R_1 \quad U_{da} = I_{da} \times R_1 \quad P_{da} = 2 \times U_{da} \times I_{da}$$

Örnek: Etiketinde Δ 380 V, 7 A, $\cos \phi = 0,85$, 3,5 kW, 2850 devir/dk, 50 Hz yazılı motorun U1-U2 uçlarında Δ 2 ölçülmüştür. Motora frenleme için uygulanacak doğru gerilimin değeri ve kaynağın gücünü bulunuz.

Çözüm: Devre üçgen (Δ) bağlıdır. Bir fazdan geçen akım aşağıdaki şekilde bulunur.

$$I_{f1} = 1,73 \times 7 = 11,91 \text{ A}$$

Motor yıldız (Y) olarak bağlandığında uygulanacak olan DC gerilim ve güç aşağıdaki şekilde bulunur.

$$U_{da} = I_{da} \times 1,5 \times R_1 = 4,04 \times 1,5 \times 4 = 24,24 \text{ V}$$

$$P_{da} = U_{da} \times I_{da} = 24,24 \times 4,04 = 97,92 \text{ W}$$

Motoru üçgen (Δ) olarak bağlandığında uygulanacak olan DC gerilim ve güç aşağıdaki şekilde bulunur.

$$U_{da} = I_{da} \times R_1 = 4,04 \times 4 = 16,16 \text{ V}$$

$$P_{da} = 2 \times U_{da} \times I_{da} = 2 \times 16,16 \times 4,04 = 130,57 \text{ W}$$

Öğrenme birimindeki örnekleri ve çözümlerini gösterir.

Frekans Invertörleri **9**

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 1x16 A	1 adet
Invertör	V20 bir fazlı (motor gücüne uygun güde)	1 adet
Asenkron motor	Uç fazlı asenkron motor (Δ 220 V)	1 adet
Stop butonu	Yay geri döngülü (1 NK kontak)	1 adet
Start butonu	Yay geri döngülü (1 NA kontak)	3 adet
Takometre	Analog / Dijital	1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalem vb.	-

PARAMETRE LİSTESİ

Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	Değer Açıklaması
P0010	Devreye alma	1	Hızlı devreye alma
P0100	Güç ve frekans ayarları	0	Avrupa kW ve 50 Hz
P0304	Motor arma gerilim (V)	220	Motor etiketine göre değer girilir.
P0306	Motor arma akımı (A)	2,0	Motor etiketine göre değer girilir.
P0307	Motor arma gücü (kW/HP)	0,37	Motor etiketine göre değer girilir.
P0308	Motor arma gücü katsayısı (cosφ)	0,66	Motor etiketine göre değer girilir.
P0310	Motor arma frekansı (Hz)	50	Motor etiketine göre değer girilir.
P0311	Motor arma dövr sayısı (RPM)	1350	Motor etiketine göre değer girilir.
P1900	Motor veri tanıma seçimi	2	Veri tanıma aktif

Kullanılacak motora uygun invertör seçildikten sonra motor bilgilerinin tanıtılması gerekir. Yukarıda yer alan parametrelere, kullanılacak motor etiket bilgilerine uygun değerler girilir. Kırmızı renkli verilen parametreler, kullanılan motorun etiket değerlerine göre girilecek değerlerdir.

CN003 BAĞLANTI MAKROSUNA AİT PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	Cn001 Makrosu	Değer Açıklaması
P0750	Bağlantı noktası kaynağı seçimi	1	2	Terminal (İtemens)
P1000	Frekans (Hz) ayar seçimi	1	1	BOP/MOP
P0701	Dijital giriş 1 (DI1) işlevi	0	2	ON/OFF
P0702	Dijital giriş 2 (DI2) işlevi	0	1	Sabli hız 0 bat
P0703	Dijital giriş 3 (DI3) işlevi	9	13	MOP frekans arttırma
P0704	Dijital giriş 4 (DI4) işlevi	15	14	MOP frekans azaltma
P0727	2/3 kablolu kontrol yöntem seçimi	0	3	2 tel kontrol ON pulse + OFF lhold + Reverse
P0771	Analog çıkış işlevi	21	21	Gerçek frekans (Hz)
P0771	Dijital çıkış 1 işlevi	52,3	52,3	Komutör çıkışlar
P0772	Dijital çıkış 2 işlevi	52,7	52,3	Komutör hız azalt
P1040	Mop ayar noktası (Hz)	5	0	Bağlantı frekansı
P1047	MOP rampa hızlandırma süresi (sn.)	10	10	Min-max frekans 10 sn.
P1048	MOP rampa yavaşlama süresi (sn.)	10	10	Max-min frekans 10 sn.

Öğrenme birimlerindeki teminlere ait tabloları gösterir.

CEVAP ANAHTARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ ASENKRON MOTOR KUMANDA TEKNİKLERİ

1	Y	11	D	21	sınır anahtarı	31	A
2	D	12	D	22	zaman rölesi	32	B
3	D	13	Y	23	kontaktör	33	D
4	Y	14	D	24	bobin	34	D
5	Y	15	asenkrn motor	25	biçaklı sigortanın	35	B
6	Y	16	döner manyetik alan	26	motor koruma şalteri	36	B
7	D	17	fazlardan ikisi	27	U-V-W	37	C
8	Y	18	kayma	28	Santrifüj anahtar	38	A
9	D	19	paket şalter	29	E		
10	Y	20	durdurma	30	B		

2. ÖĞRENME BİRİMİ ASENKRON MOTORLARA YOL VERME TEKNİKLERİ

1	D	6	kalkınma akımı, yol alma akımı veya kalkış akımı	11	C	16	A
2	Y	7	4	12	D	17	B
3	D	8	Ters, doğru	13	A	18	D
4	Y	9	faz	14	B	19	E
5	D	10	Soft starter (yumuşak yol verici)	15	E	20	C

3. ÖĞRENME BİRİMİ ASENKRON MOTORLARDA FRENLEME

1	D	6	verimi	11	G	16	D
2	Y	7	ani durdurma	12	D	17	E
3	D	8	balatalar	13	A	18	A
4	Y	9	kısılır	14	B	19	B
5	D	10	omik direnci	15	C	20	C

4. ÖĞRENME BİRİMİ SENKRON MOTORLARA YOL VERME

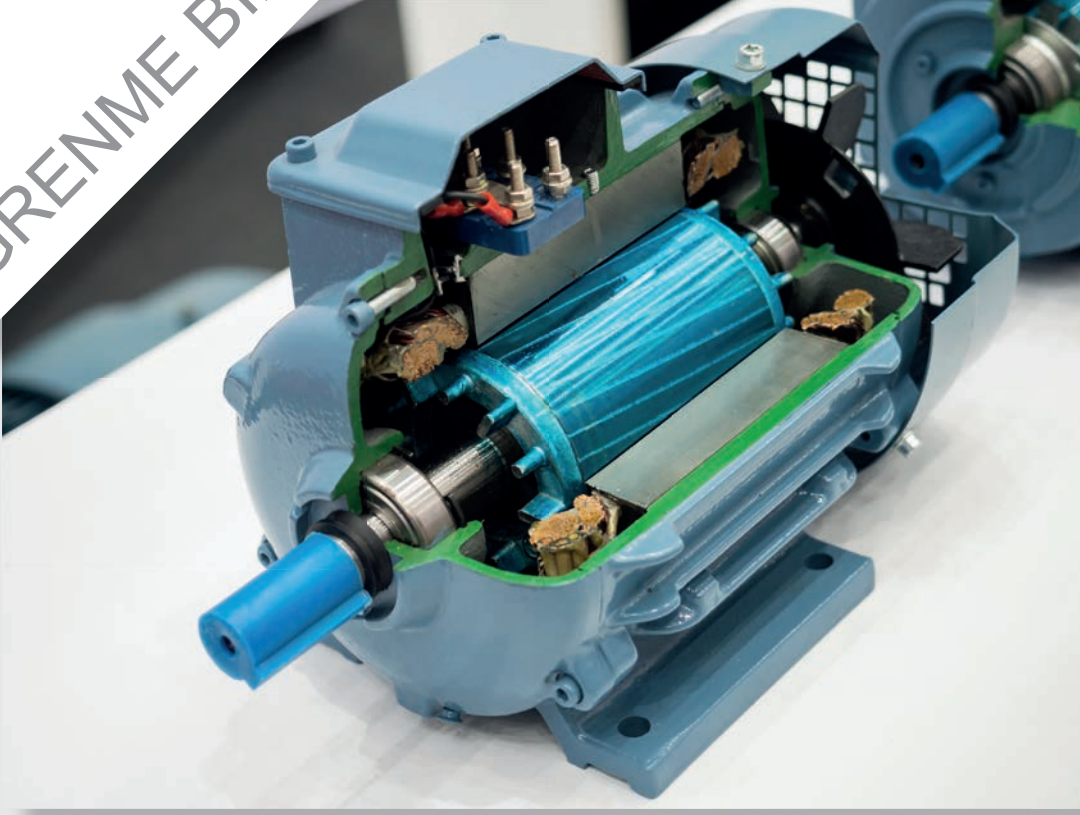
1	Y	6	Stator	11	C	16	B
2	Y	7	Hız	12	F	17	C
3	D	8	1500	13	A	18	E
4	D	9	Miknatıslar	14	B	19	A
5	Y	10	sürücüye	15	G		

5. ÖĞRENME BİRİMİ ANASÖZ ELEKTRİK KONTROL PANOSU VE MONTAJI

1	D	6	Asenkron	11	G	16	A
2	Y	7	Kablo kanalı	12	E	17	A
3	D	8	30	13	A	18	C
4	D	9	AC3	14	F	19	D
5	Y	10	akım	15	C	20	B

Öğrenme birimlerindeki ölçme ve değerlendirmelerin cevap anahtarlarını gösterir.

Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.



ASENKRON MOTOR KUMANDA TEKNİKLERİ

KONULAR

- 1.1. KUMANDA DEVRE ELEMANLAR
- 1.2. KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİ SEMBOLLERİNİN ÇİZİMİ
- 1.3. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİ ÇİZİMİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Kumanda devre elemanları, devre çizimi ve devre kurulumu

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Kumanda devre elemanları ve devre kurulumuyla ilgili bildikleriniz nelerdir?

TEMEL KAVRAMLAR

Asenkron motor, devir, kayma, yıldız ve üçgen bağlantı, buton, şalter, sinyal lambası, röle, kontaktör, sigorta, TSE, IEC, ANSI, mühürleme, elektriksel ve butonsal kilitleme.



1.1 KUMANDA DEVRE ELEMANLARI

Elektriksel cihazları belirli mesafeden kontrol etmeye yarayan sisteme **kumanda** denir. Birçok kumanda devre elemanı mevcuttur.

1.1.1 Asenkron Motorlar

Elektrik enerjisini mekanik enerjiye çeviren elektrik makinelerine **elektrik motoru** denir. Stator döner alan devri (n_s) ile rotor devri (n_r) farklı olan motorlara **asenكرون motor** denir. Endüstriyel fanlar, havalandırma sistemleri, kompresörler, konveyör sistemleri, vinçler asenkron motorların kullanım alanlarından bazılarıdır.

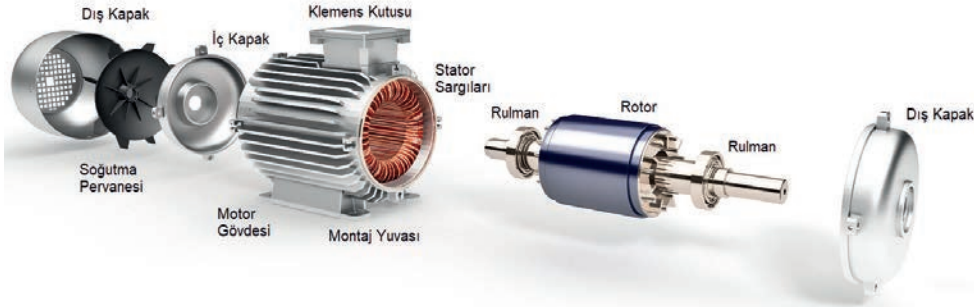
Asenkron Motorların Avantajları

- Devamlı bakım gerektirmez.
- Yük altında devir sayıları değişmez.
- Güç elektroniği ile devir sayısı kolaylıkla ayarlanabilir.
- Diğer motorlara göre fiyatları daha uygundur.
- Çalışma anında elektriksel ark (şerare) oluşturmaz.
- Yaygın kullanım alanına sahiptir.
- Daha az arıza yapar.
- Momentleri yüksektir.
- Büyük güçlerde üretilebilir.

Asenkron Motorların Dezavantajları

- Gürültülü çalışır.
- Devir sayılarını değiştirmek için ilave donanıma ihtiyaç duyar.
- Kalkınma anında normal çalışma akımının 3-6 katı fazla akım çeker.

1.1.2. Asenkron Motorların Yapısı

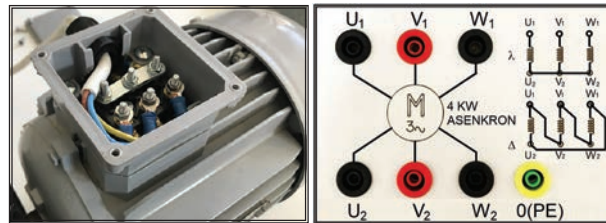


Görsel 1.1: Üç fazlı asenkron motorun yapısı

Stator: Asenkron motorun sargılarının bulunduğu duran kısmına **stator** denir. 0,35–0,8 mm'lik silisyum katkılı, birer tarafı yalıtılmış ve iç yüzeyine oluklar açılmış sacların pres edilerek paketlenmesiyle elde edilir (Görsel 1.1).

Rotor: Asenkron motorun döner kısmına **rotor** denir. Asenkron motorlarda rotor, sac paketi ve bunu çevreleyen rotor kısa devre çubuklarından oluşur. Sincap kafesli (kısa devre çubuklu) ve sargılı (bilezikli) rotor çeşitleri vardır.

Klemens Tablosu: Statora yerleştirilen sargı uçlarının bağlandığı tablodur. Üç fazlı motorların klemensinde altı adet bağlantı noktası vardır. Giriş uçları U1-V1-W1 (U-V-W), çıkış uçları U2-V2-W2'dir (X-Y-Z). PE (0) ucu, motor topraklaması olarak kullanılır (Görsel 1.2).



Görsel 1.2: Asenkron motor klemens kutusu

Gövde ve Kapaklar: Dış etkilere karşı alüminyum, demir ya da demir alaşımından üretilir. Rotorun stator içinde merkezî olarak yataklanması görevini kapaklar yapar.

Yatak ve Rulmanlar: Rotorun kolayca dönmesini sağlayan mekanik yapıları parçalarıdır.

Soğutma Pervanesi: Motorun dönen miline bağlanan plastik ya da metal pervanedir. 0–20 kW güce sahip motorlar soğutma pervanesi yardımıyla soğutulur.

Motor Etiketleri: Motorların özelliklerini belirtmek amacıyla alüminyum etiketler, motorun üzerine monte edilir. Etiket değerleri, tam yük değerleridir. Görsel 1.3'te örnek bir motor etiket bilgisi görülmektedir.

elektrik motorları		CE		TSE		QR	
3 ~ MOT		TİP		VM 80-4			
				V2EA80M4IB3YYMIS			
S1		IMB3		IP55		I.CL.F	
						η % IE2-79,6	
V	Hz	A	kW	cos φ	1/min	GÜÇ	VERİM
Δ 230	50	3,3	0,75	0,72	1435	%75	80,3
Y 400	50	1,9	0,75	0,72	1435	%50	77,0
Y 480	60	1,9	0,9	0,71	1720		
İMAL YILI	20200310			IEC 60034			
SERİ NO.	MPO *****			MADE IN TURKEY			

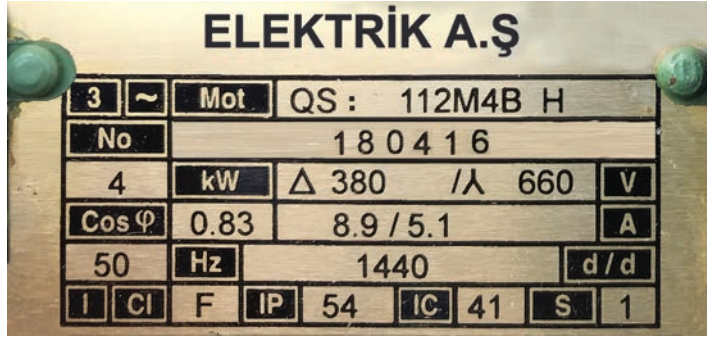
Görsel 1.3: Örnek bir asenkron motor etiketi

Tablo 1.1: Görsel 1.3'teki Üç Fazlı Asenkron Motorun Etiket Değerleri

ÖZELLİKLER	AÇIKLAMALAR
Faz Sayısı	Üç fazlı
Model Tipi	Üretici firma tarafından verilen model numarası
Çalışma Sınıfı	S1 tip (sürekli çalışan)
Üretim Tipi	IM B3 (ayaklı motor)
Koruma Sınıfı	IP 55 (toza ve tazyikli sulara karşı koruma)
Yalıtım Sınıfı	I.CL.F (Sargılar 155 °C'ye kadar dayanabilir.)
Verimlilik Sınıfı	IE2 (yüksek verimli) - %79,6
Motor Verimi	%80,3 / %77 (Δ/λ)
Sargıların Bağlanması	Üçgen (Δ-230 V) / Yıldız (λ-400 V)
Anma Gerilimi	230 V/400 V (Δ/λ)
Şebeke Frekansı	50/60 Hz
Motor Anma Akımı	Δ→ 3,3 A / λ→ 1,9A
Motor Gücü	0,75 kW
Motor Güç Katsayısı (Cosφ)	0,72
Motor Devir Sayısı	1435 devir/dk.
Motor İmal Tarihi	10/03/2020
Motor Seri Numarası	Üretici firma tarafından verilen seri numarası
Motor Standardı	IEC 60034

Not: Etiket değerlerine göre motor, şebeke şartlarının uygun olduğu durumlara göre yıldız ya da üçgen bağlanabilir. Yıldız bağlantı şartlarında üç fazlı şebeke gerilimi 380 V olduğundan bağlantıda herhangi bir sorun teşkil etmez. Ancak üçgen bağlı olarak çalıştırılmak istenirse 220 V gerilim seviyesinde üç fazlı şebeke gerilimi olmadığından motor direkt şebekeye bağlanamaz. Bu durumda bir invertör kullanmak gerekir.

Soru: Görsel 1.4'te verilen motor etiket bilgilerini açıklayınız.



Görsel 1.4: Asenkron motor etiketi

Tablo 1.2: Görsel 1.4'teki Üç Fazlı Asenkron Motorun Etiket Değerleri

ÖZELLİKLER	AÇIKLAMALAR	ÖZELLİKLER	AÇIKLAMALAR
Faz Sayısı		Anma Gerilimi	
Çalışma Sınıfı		Şebeke Frekansı	
Üretim Tipi		Motor Anma Akımı	
Koruma Sınıfı		Motor Gücü	
Motor Devir Sayısı		Sargıların Bağlanması	
Motor Verimi		Motorun Güç Katsayısı	

1.1.3. Asenkron Motor Çeşitleri

Faz Sayısına Göre Asenkron Motorlar

Bir Fazlı Asenkron Motorlar: Bir fazla çalışan motorlardır. Çamaşır makinesi, buzdolabı gibi ev aletlerinde bir fazlı motorlar kullanılır.

Üç Fazlı Asenkron Motorlar: Üç fazla çalışan sanayi tipi motorlardır. Üç fazın bulunduğu her yerde kullanılabilir. En çok kullanılan motor çeşididir.

Rotor Yapılarına Göre Asenkron Motorlar

Sincap Kafesli (Kısa Devre Çubuklu) Asenkron Motorlar: Rotorunda sargı bulunmayan asenkron motorlardır. Rotor, silisyumlu sacların paketlenmesinden sonra açılan kanallara alüminyum veya bakır çubuklar yerleştirilmesiyle oluşturulur. Bu çubuklar rotorun her iki tarafında da kısa devre edilir. Bunun için bu tip rotolara **kısa devre çubuklu rotor** denir. Bu çubuklar rotorda sargı görevi görür.

Bilezikli (Rotoru Sargılı) Asenkron Motorlar: Rotorunda sargı bulunan asenkron motorlardır. Rotor, silisyumlu sacların paketlenmesinden sonra açılan oluklara üç fazlı alternatif akım sargıları yerleştirilmesiyle oluşturulur.

Yapı Tiplerine Göre Asenkron Motorlar

Açık Tip Asenkron Motorlar: Kapaklarında ve gövdesinde açıklıklar bulunan motor tipidir. Koruma bakımından zayıf olan motorlardır.

Kapalı Tip Asenkron Motorlar: Tamamen kapalı olan motorlardır. Koruma bakımından en uygun yapı tipidir. Bu sebeple çok kullanılır.

Flanşlı Tip Asenkron Motorlar: Motor milinde dairesel biçimde metal kapak bulunan motorlardır. Bu kapağa **flanş** denir. Aynı kapak motorun bağlanacağı sistemde de bulunur. Bu kapaklar birbirine monte edilerek motor mekanik enerjisi aktaracağı sisteme bağlanmış olur.

Çalışma Şekillerine Göre Asenkron Motorlar

Yatık Çalışan Asenkron Motorlar: Motor milinin yatay olarak durduğu çalışma şeklidir.

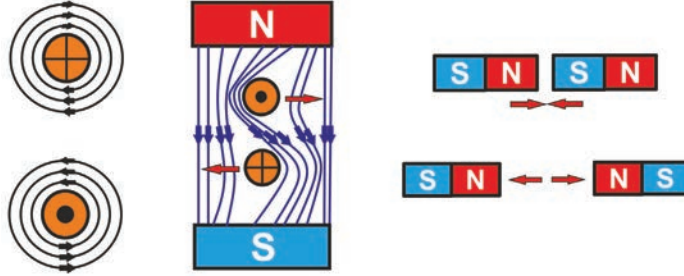
Dikey Çalışan Asenkron Motorlar: Motor milinin dikey olarak durduğu çalışma şeklidir.

1.1.4. Üç Fazlı Asenkron Motorların Çalışma Prensipleri

Asenkron motorlar, transformatörler gibi indükleme esasına göre çalıştığından bu motorlara **indüksiyon motorları** denir. Transformatörler duran (statik), hareketli parçası olmayan; asenkron motorlar ise hareketli (dinamik) elektrik makinesidir.

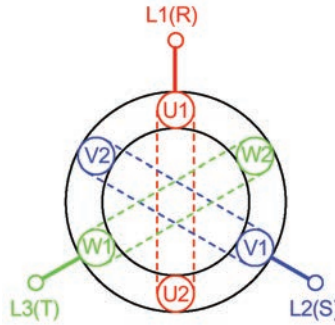
Asenkron motorların çalışmasını sağlayan temel manyetizma prensipleri şunlardır:

- İçinden akım geçen bir iletkenin etrafında manyetik alan oluşur.
- Manyetik alanın içinde bulunan bir iletkenin akım geçirilirse o iletken manyetik alanın dışına doğru itilir.
- Aynı kutuplar birbirini iter, zıt kutuplar birbirini çeker (Görsel 1.5).



Görsel 1.5: Hareketli manyetik alanın içindeki iletken ve bobinin durumu

Asenkron motorlar stator ve rotordan oluşur. Üç fazlı stator sargıları, stator oluklarına birbirinden 120° elektriksel açı farkıyla yerleştirilmiştir (Görsel 1.6).



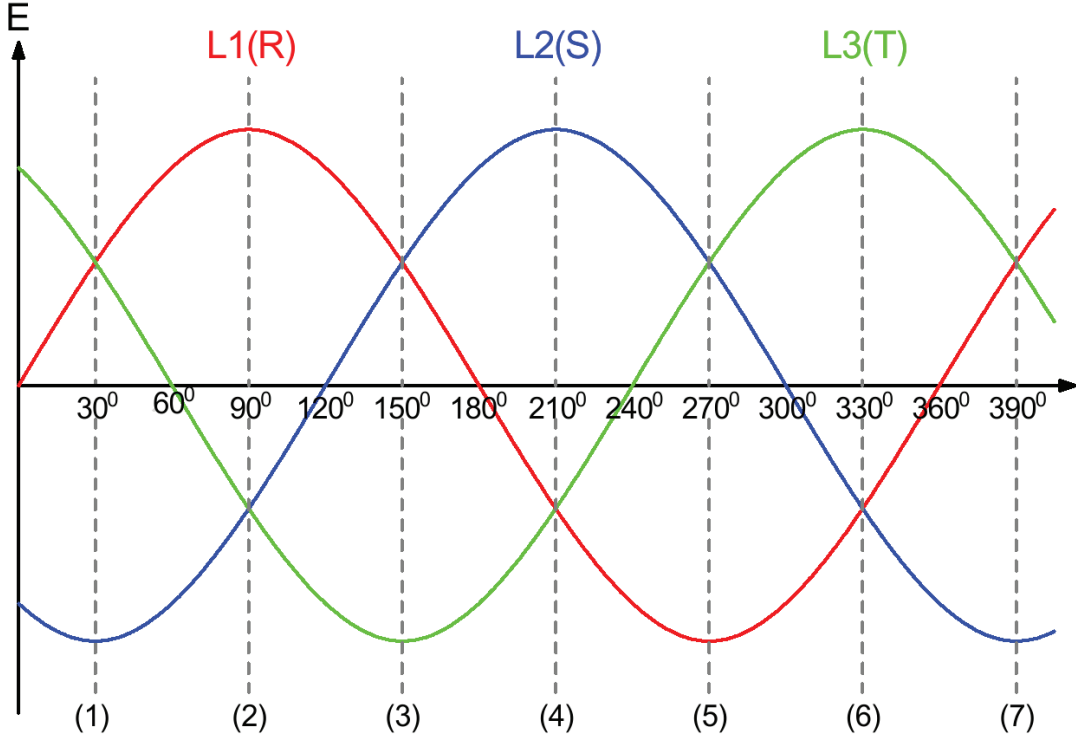
Görsel 1.6: Üç faza ait bobinlerin altı oluklu statora yerleşimi

Üç fazlı şebeke gerilimi, stator sargılarına uygulandığında “İçinden akım geçen bir iletkenin etrafında manyetik alan oluşur.” prensibine göre her bir faz sargısı etrafında manyetik alan oluşur. Sargılardan geçen anlık faz akımlarının yönüne bağlı olarak oluşan bu manyetik alanların yönü, sağ el kuralı ile tespit edilir (Görsel 1.7). Sargılar üzerinde oluşan manyetik alanların toplamı, stator içinde N-S şeklinde iki kutuplu bileşke manyetik alan meydana getirir.

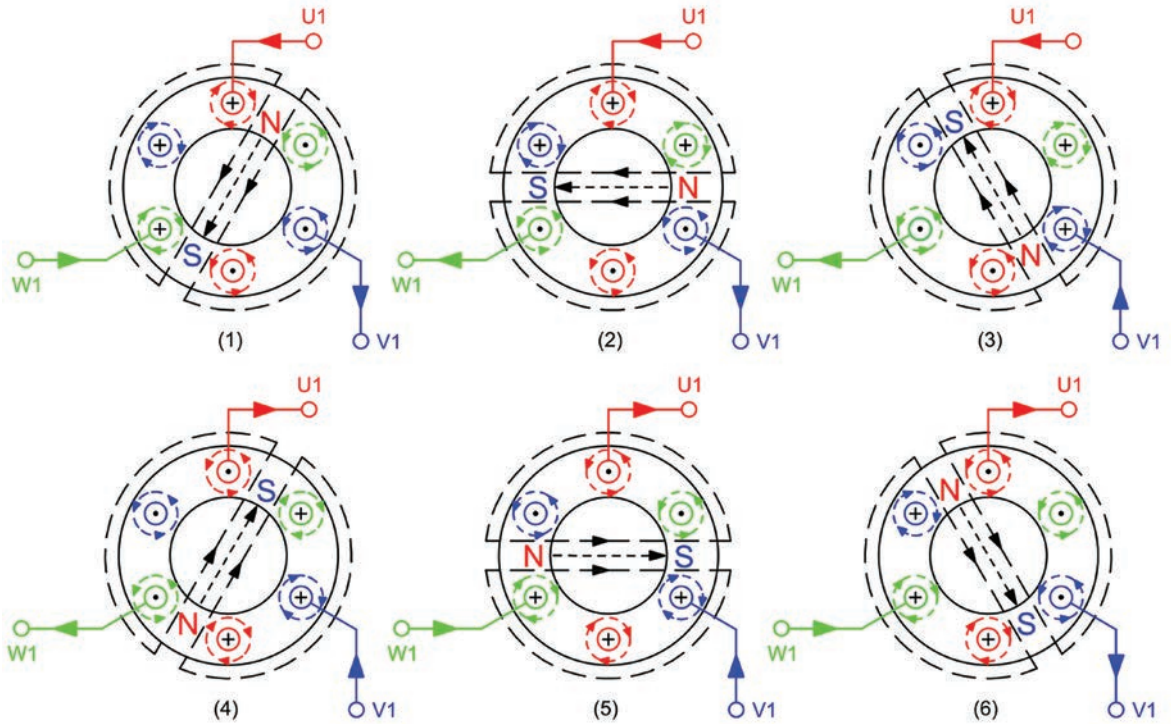


Görsel 1.7: Sağ el kuralına göre akım ve manyetik alan yönünün tespiti

Görsel 1.8'de üç fazlı şebeke geriliminin zamana bağlı olarak değişimi gösterilmektedir. Görsel 1.9'da ise stator sargılarına uygulanan üç fazlı şebeke geriliminin sargılar üzerinde oluşturduğu döner manyetik alana ait çeşitli değişimler gösterilmiştir.



Görsel 1.8: Üç fazlı alternatif gerilimin değişim eğrisi



Görsel 1.9: Döner manyetik alanın oluşumu

(1) anında (motora enerji verildikten 1,67 ms sonra)

• L1 ve L3 fazı pozitif iken L2 fazı negatif alternanstadır (Görsel 1.8). Buna göre stator faz akımları U1 ve W1 uçlarında motor sargılarına giriş (+) yönünde oluşurken V1 ucunda çıkış (•) yönünde oluşur. Bu duruma göre U2, V2, W2 sargılarının da akım yönlerinin tespiti yapılır [Görsel 1.9(1)].

• (1) anını temsil eden şekilde her bir bobin sargısına sağ el kuralı uygulandığında bobinlerin etrafında oluşan manyetik alanlar ve stator içinde oluşan bileşke manyetik alanlar gösterilmiştir. Bileşke manyetik alanın yönü kendisini oluşturan bobinler etrafındaki manyetik alanların yönü ile aynıdır.

(2) anında (motora enerji verildikten 5,01 ms sonra)

• L1 pozitif iken L2 ve L3 fazı negatif alternanstadır (Görsel 1.8). Buna göre stator faz akımları U1 ucunda motor sargısına giriş (+) yönünde oluşurken V1 ve W1 uçlarında çıkış (•) yönünde oluşur. Bu duruma göre U2, V2, W2 sargılarının da akım yönlerinin tespiti yapılır [Görsel 1.9(2)].

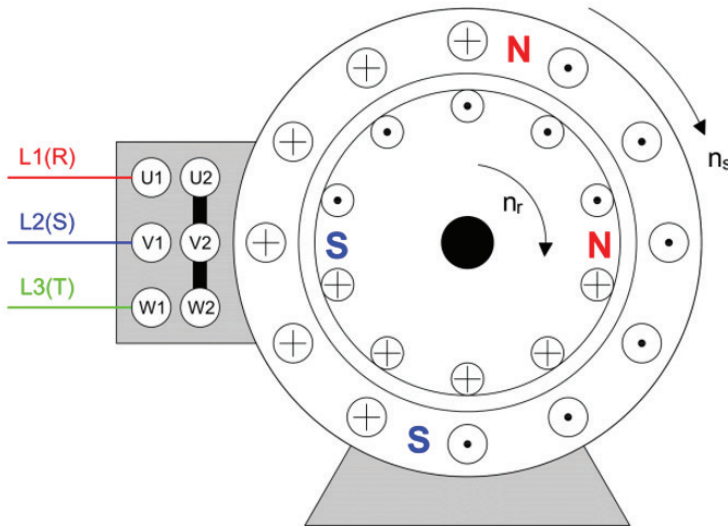
• (2) anını temsil eden şekilde her bir bobin sargısına sağ el kuralı uygulandığında bobinlerin etrafında oluşan manyetik alanlar ve stator içinde oluşan bileşke manyetik alanlar gösterilmiştir.

(1) ve (2) anı yan yana incelendiğinde (1) anı fazların 30° , (2) anı ise fazların 90° durumlarına göre şekillenmiştir. Aradaki elektriksel açı değişimi 60° olduğundan bileşke manyetik alan eksen yönü de saat ibresi yönünde 60° dönmüştür.

Görsel 1.8'de L1-L2-L3 fazlarının (3)-(4)-(5)-(6) anlarında meydana getirdikleri manyetik alanlar, Görsel 1.9'da (3)-(4)-(5)-(6) olarak gösterilmiştir. (7) anı ile (1) anı birbirinin aynısıdır. Bu şekiller sırayla incelendiğinde üç fazlı alternatif akımdaki 1 periyotluk değişme (1-7 anına kadar geçen sürede), N-S kutuplarının 1 devir (tur) yapmasına sebep olur. Alternatif akım frekansı 50 Hz olduğunda $1/50 = 0,02$ sn.de 1 periyot tamamlanmış olur yani 0,02 sn.de N-S kutuplarının eksenini 1 devri tamamlar. Bu durumda 1 sn.deki N-S kutuplarının devri $1/0,02 = 50$ devirdir. Dakikadaki N-S kutuplarının devir sayısı $50 \times 60 = 3000$ devir /dk. olarak hesaplanabilir.

N-S kutupları ekseninin zamana göre saat ibresi yönünde dönmesiyle oluşan bu bileşke manyetik alana **stator döner alanı** denir. Stator döner alanındaki hareket, manyetik alan hareketi olup stator sargıları sabittir.

Döner Manyetik Alan İçerisindeki Rotorun Dönmesi: Stator sargılarına gerilim uygulanması sonucu oluşan döner manyetik alan kuvvet çizgileri, rotor sargılarını veya kısa devre çubuklarını keser. İndüksiyon prensibine göre rotor üzerinde gerilim indüklenir ve rotorun içinden bir kısa devre akımı geçer. Bu akım rotor etrafında ikinci bir manyetik alan meydana getirir. Buna **rotor manyetik alanı** denir. Stator döner alan kutupları ile rotor manyetik alan kutupları birbirini etkiler. Aynı kutuplar birbirini iter, zıt kutuplar birbirini çeker prensibine göre iki alan kutupları arasındaki etkileşim sonucu rotor döner (Görsel 1.10).



Görsel 1.10: Üç fazlı iki kutuplu motor

1.1.5. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Kayma

Stator döner manyetik alan devri ile rotor devri arasındaki devir farkına **kayma** denir. Asenkron motorlar kayma prensibine göre çalışır. Motorun yapısı gereği rotor üzerinde mekanik (sürtünme ve vantilasyon) ve elektriksel kayıplar meydana gelir. Bu sebeple de rotor, stator döner alanından daha az devirle döner yani iki devir hiçbir zaman birbirine eşit olmaz. Kayma “S” ile gösterilir.

$$\%S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \cdot 100$$

$$n_s = \frac{120 \times f}{2p}$$

Formüle göre

- S** : Kayma (%)
n_s : Stator döner alan hızı (devir/dk.)
n_r : Rotor hızı (devir/dk.)
f : Frekans (Hz)
2p : Kutup sayısı

Örnek: Üç fazlı, altı kutuplu bir asenkron motor 50 Hz frekansta döndürülmektedir. Buna göre rotor devir hızı 850 devir/dk. olduğunda motorda kayma kaçtır?

Çözüm: $2p = 6$, $f = 50$ Hz ve $n_r = 850$ devir/dk. olduğuna göre

$$n_s = \frac{120 \times f}{2p} = \frac{120 \times 50}{6} = 1000 \text{ devir/dk.} \quad S = \frac{n_s - n_r}{n_s} = \frac{1000 - 850}{1000} = 0,15 \text{ (%15)}$$

1.1.6. Üç Fazlı Asenkron Motor Bağlantıları

Klemens tablosuna çıkarılan altı stator sargı ucundan üçü giriş ucu, üçü de çıkış ucudur.

- **L1 (R) fazı için** sargı giriş ucu U1 (U), çıkış ucu U2 (X)
- **L2 (S) fazı için** sargı giriş ucu V1 (V), çıkış ucu V2 (Y)
- **L3 (T) fazı için** sargı giriş ucu W1 (W), çıkış ucu W2 (Z) harfleri ile ifade edilir.

Üç fazlı asenkron motorların sargıları yıldız (λ) bağlantı ve üçgen (Δ) bağlantı olmak üzere iki şekilde bağlanabilir. Bu bağlantıları kolayca yapabilmek için klemens tablosu içinde pirinç ya da demir, üzeri kaplamalı ham maddelerden üretilmiş köprüler bulunur. Yıldız bağlantıda sargı çıkış uçları köprülerle kısa devre edildiğinde sargı sıralamasının herhangi bir önemi yoktur. Ancak üçgen bağlantıda köprülerin karşılıklı yerleşimi kısa devreye sebep olacağından sargı çıkışları bir sıra yana kaydırılarak dizilir. Bu sebeple çoğu klemens tablosu içinde sargı giriş uçları U1-V1-W1 (U-V-W), sargı çıkış uçları W2-U2-V2 (Z-X-Y) şeklinde dizilidir.

Üç Fazlı Asenkron Motorun Yıldız (λ) Bağlantısı

Stator sargılarının giriş uçlarına üç fazlı gerilim uygulanıp sargıların çıkış uçlarının kısa devre edilmesiyle yapılan bağlantıya **yıldız bağlantı** denir. Yıldız bağlantı “ λ ” şeklinde gösterilir. Yıldız bağlantıda hat akımları, faz akımlarına eşittir. Hat gerilimleri ise faz gerilimlerinin $\sqrt{3}$ katıdır (Görsel 1.11).

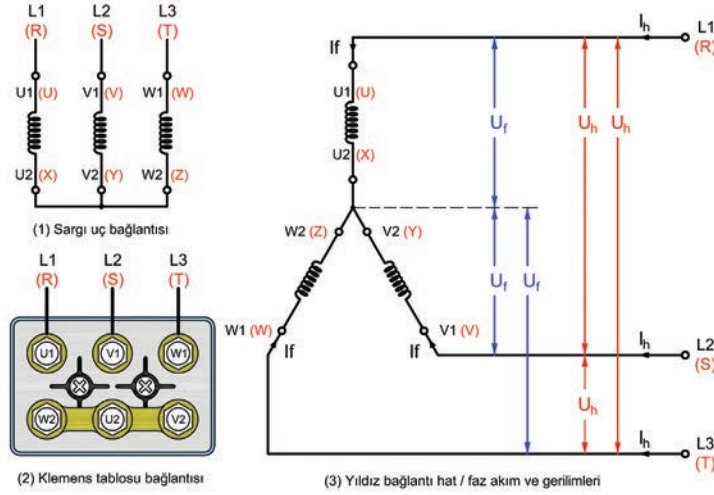
$$I_h = I_f \quad U_h = \sqrt{3} \times U_f \quad U_h = 1,73 \times U_f$$

Formüle göre

- I_h** : Hat akımı (A)
I_f : Faz akımı (A)
U_h : Hat gerilimi (V)
U_f : Faz gerilimi (V)



KOD=19707

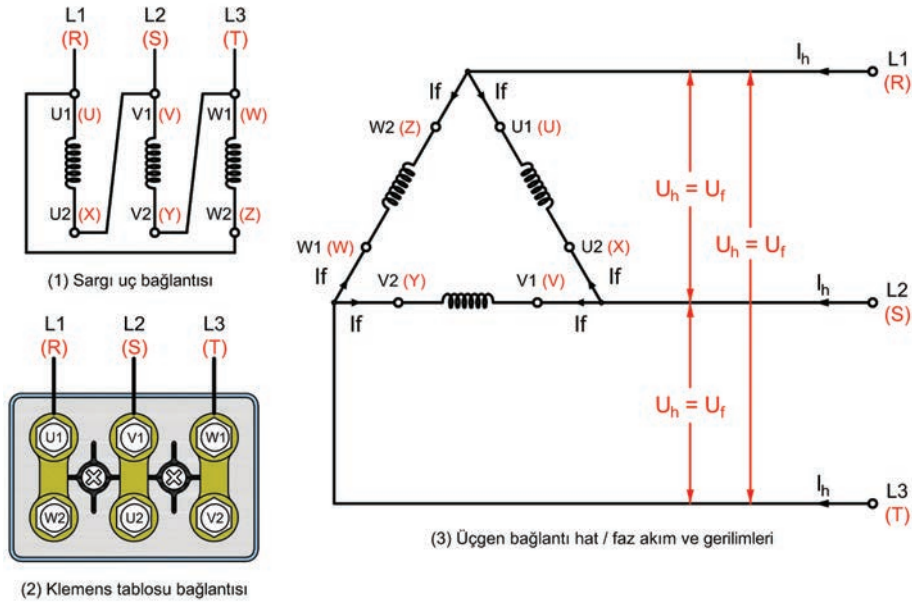


Görsel 1.11: Üç fazlı asenkron motorun yıldız bağlantısı

Üç Fazlı Asenkron Motorun Üçgen (Δ) Bağlantısı

Stator sargılarından bir faza ait sargı çıkış ucunun kendisini takip eden diğer faz sargısının girişine (birinci fazın çıkış ucunun ikinci fazın giriş ucuna, ikinci fazın çıkış ucunun üçüncü fazın giriş ucuna ve üçüncü fazın çıkış ucunun birinci fazın giriş ucuna) bağlanmasıyla oluşan bağlantıya **üçgen bağlantı** denir. Üçgen bağlantı " Δ " şeklinde gösterilir. Üç fazlı asenkron motor klemensi U1-W2, V1-U2, W1-V2 uçları köprülenecek şekilde bağlanır. Üçgen bağlantıda hat gerilimleri, faz gerilimlerine eşittir. Hat akımları ise faz akımlarının $\sqrt{3}$ katıdır (Görsel 1.12).

$$U_h = U_f \quad I_h = \sqrt{3} \times I_f \quad I_h = 1,73 \times I_f$$

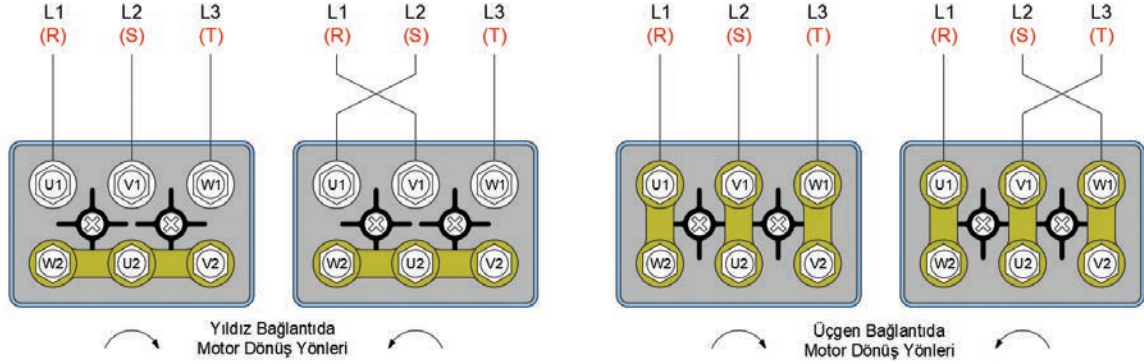


Görsel 1.12: Üç fazlı asenkron motorun üçgen bağlantısı

Not: Üç fazlı asenkron motorun yıldız veya üçgen bağlanmasına motor etiketindeki bilgilere bakılarak karar verilir. Motor etiketinde üç fazlı şebekede 380 V, yıldız bağlantılı (λ) olarak çalıştırılması gerektiği yazan asenkron motor, yanlışlıkla (Δ) bağlı olarak çalıştırılırsa yüksek gerilim uygulanacağı için motorun sargıları zarar görür.

1.1.7. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Devir Yönünü Değiştirme

Üç fazlı asenkron motorların çalışma durumuna göre devir yönlerinin değiştirilmesi gerekebilir. Bunu sağlamak için motor klemensine bağlanan fazlardan (L1-L2-L3) herhangi ikisinin yeri değiştirilir ve biri sabit bırakılır. Bu durum hem yıldız hem de üçgen bağlantı için geçerlidir (Görsel 1.13).



Görsel 1.13: Üç fazlı asenkron motorun devir yönünün değiştirilmesi

1.1.8. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Katalog Bilgileri

Asenkron motorlar, farklı firmalar tarafından üretilmektedir. Dolayısıyla her firmanın üretimle ilgili kendi katalogları bulunmaktadır. Bu kataloglarda asenkron motorla ilgili bilgiler verilir. Genel olarak verilen katalog bilgileri Tablo 1.3 ve Tablo 1.4'te gösterilmiştir.

Tablo 1.3: Asenkron Motor Katalog Bilgileri (Fiziksel)

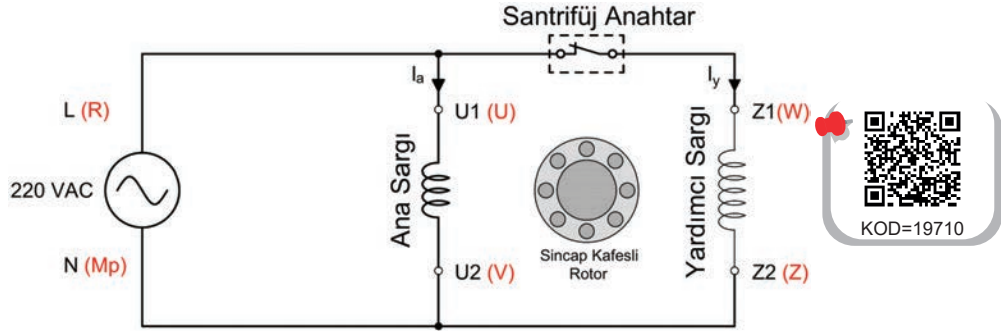
Yapı Büyüklüğü	Asenkron motorun fiziksel büyüklüğüdür. Büyüklüğe göre kaldırma halkası bulunur.
Gövde ve Kapaklar	Gövde ve kapakların yapıldığı malzeme cinsidir. Alüminyum veya dökme demirden yapılır.
Flanş	Flanşlı motorların malzeme bilgisi ve büyüklüğü belirtilir.
Koruma Sınıfı	IP55: Toza ve sıçrayan suya karşı koruma sağlar. IP56: Toza ve su püskürmesine karşı koruma sağlar.
Soğutma	Küçük yapılı motorlarda soğutma için pervane yoktur. Büyük yapılı motorlarda çelik sacdan yapılmış delikli muhafaza kapağı içinde soğutucu pervane bulunur.
Klemens Tablosu	Klemens tablosunun konumu, yapıldığı malzeme ve koruma sınıfı belirtilir.
Kablo Girişi	Klemens tablosuna kabloların nasıl girdiği belirtilir. Motor yapı büyüklüğüne göre rakor sayısı ve büyüklükleri de değişir. En büyük kablo dış çapı ve iletken kesiti belirtilir.
Yataklar	Motor yapı büyüklüğüne göre kullanılan rulman tipleri belirtilir.
Gürültü Düzeyi	Motor gürültü seviyesi dB cinsinden belirtilir.
Yapı Biçimi ve Kurulma Düzeni	Ayaklı, ayaksız ve flanş durumu belirtilir. Kurulma alanı (taban, tavan veya duvar) belirtilir.

Tablo 1.4: Asenkron Motor Katalog Bilgileri (Elektriksel)

Faz Sayısı	Bir veya üç fazlı olduğunu belirtir.
Gerilim ve Frekans	Anma gerilimi (V) ve frekansı (Hz) belirtilir. Frekans 50/60 Hz'dir.
Güç	Motor gücü (kW/H _p) belirtilir.
Akım	Motor akımı (A) belirtilir.
Devir ve Kutup Sayısı	Motor devri (devir/dk.) ve kutup sayısı belirtilir.
Moment	Motor momenti ile ilgili bilgi verilir.
Yalıtım Sınıfı	Sargıların yalıtım sınıfı belirtilir. Standart sınıf "F sınıfı"dır.
Çalışma Türleri	Motorun sürekli, kısa süreli ve dönemli kesintili gibi çalışma süreleri belirtilir.
Kalkış Sıklığı ve Süresi	Motorun kalkış periyotları ile ilgili bilgi verilir.
Uç Bağlantı Şekli	Motorun yıldız (λ) veya üçgen (Δ) bağlanma şartları belirtilir.
Yol Verme Yöntemi	Motora hangi yol verme yöntemlerinin uygulanabileceğini belirtir.
Verim Sınıfı	IE1: Standart verimli IE2: Yüksek verimli IE3: Premium (çok yüksek) verimli IE4: Süper premium

1.1.9. Bir Fazlı Asenkron Motorların Özellikleri ve Çalışması

Bir fazlı alternatif gerilimle çalışan motorlara **bir fazlı asenkron motorlar** denir. Çamaşır makinesi, buzdolabı gibi ev aletlerinde ve küçük güçlü elektrikli sistemlerde bu motorlar kullanılır. Güçleri genellikle 1,5 kW'a kadardır. Çeşitli bir fazlı motor olmakla birlikte en çok kullanılan türü yardımcı sargılı motorlardır. Bir fazlı motorların statorunda **ana sargı (AS)** ve **yardımcı sargı (YS)** olmak üzere iki ayrı sargı bulunur. Ana sargı kalın telden az sipirlidir ve uçları U1-U2 (U-V) harfleri ile gösterilir. Yardımcı sargısı ise ince telden çok sipirlidir ve sargı uçları Z1-Z2 (W-Z) harfleri ile gösterilir (Görsel 1.14).



Görsel 1.14: Bir fazlı yardımcı sargılı asenkron motor prensip şeması

Üç fazlı asenkron motorlarda fazlar arasındaki elektriki açı sebebiyle elde edilen döner manyetik alan, bir fazlı motorlarda tek sargı olmasından dolayı elde edilemez. Bu nedenle ana ve yardımcı sargı, aralarında 90° elektriki açı oluşturacak şekilde stator oluklarına yerleştirilerek birbirine paralel bağlanır. Aynı zamanda ana sargı ve yardımcı sargı iletken kesitleriyle sipir sayıları farklı yapılır. Kalın kesitli telle çok sipirli olarak sarılan ana sargı omik direncinin küçük, endüktif reaktansının büyük olması sağlanır. Ayrıca ana sargı alta, yardımcı sargı üste yerleştirilerek endüktif reaktans daha da artırılır. Bu sayede ana sargı akımı gerilimden 90° ye yakın geri kalır.

Yardımcı sargıdan geçen akımın gerilimden ileride olması için yardımcı sargıya seri olarak bir kondansatör bağlanır. Böylece ana ve yardımcı sargı akımları arasında 90° faz farkı meydana gelir. Bu da düzgün bir döner alanın meydana gelmesini sağlar.

Ana sargı, motorun esas görev yapan kısmıdır. Yardımcı sargı ise sadece yol almayı kolaylaştırır ve yol almadan sonra devreden çıkarılır. Bir fazlı yardımcı sargılı asenkron motorlarda devir yönünü değiştirmek için ana sargıdan ya da yardımcı sargıdan geçen akımlardan herhangi birinin yönünün değiştirilmesi gerekir.

1.1.10. Kumanda ve Güç Devrelerinde Kullanılan Malzemeler

Kumanda ve güç devrelerinde birçok devre elemanı kullanılmaktadır. Belli başlı elemanlar aşağıda verilmiştir.

1.1.10.1. Kumanda Butonları

Bir kumanda devresinin çalışmasını başlatmak, çalışan bir devreyi durdurmak ya da bir devreyi çalıştırırken diğerini durdurmak için kullanılan devre elemanına **kumanda butonu** denir. Yapılarına göre buton çeşitleri aşağıda sıralanmıştır.

Ani Temaslı (Yay Geri Dönümlü) Butonlar: Butona basılı olduğu sürece kontakları konum değiştiren, baskı kaldırıldığında ise bir yay vasıtasıyla kontakları tekrar eski konumlarına dönen butonlardır. Stop, start ve jog butonu olmak üzere üç farklı tipte üretilir.

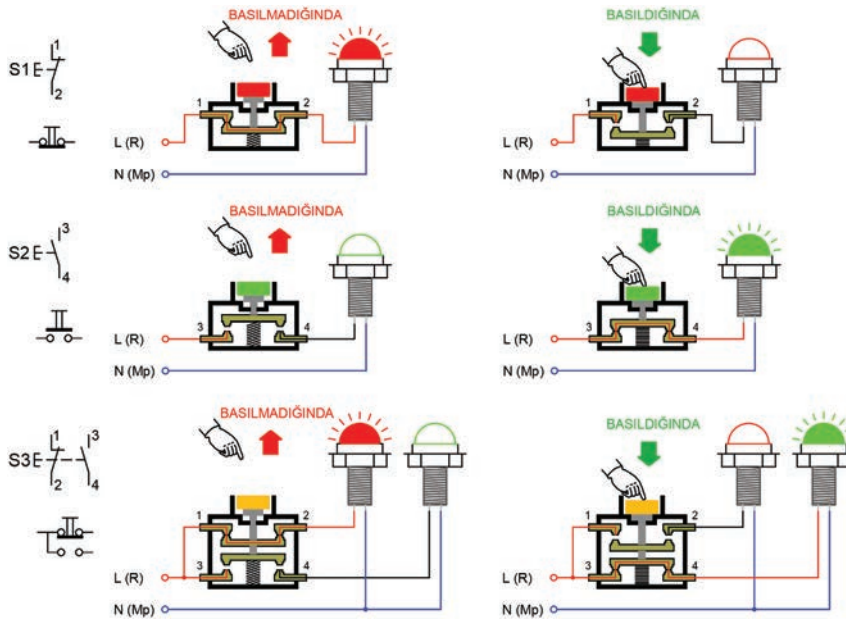
Start (Başlatma) Butonu: Kumanda devresinin çalışmasını başlatan butonlardır. Normalde açık olan kontağı, butona basıldığında kapanan ve buton üzerindeki baskı kaldırıldığında yay vasıtasıyla tekrar açılarak normal konumuna dönen butonlardır. Butona basıldığı sürece akım geçişine izin vererek bağlı olduğu devrenin enerjilenmesini sağlar.

Stop (Durdurma) Butonu: Kumanda devresinin çalışmasını durduran butonlardır. Normalde kapalı olan kontağı, butona basıldığında açılan ve buton üzerindeki baskı kaldırıldığında yay vasıtasıyla tekrar kapanarak normal konumuna dönen butonlardır. Butona basıldığı sürece akım geçişine izin verilmez ve bağlı olduğu devrenin enerjisini keser.

Jog (Çift Yollu) Buton: Kumanda devresinde, devrenin bir kısmının çalışmasını durdururken başka bir kısmının çalışmasını başlatan butonlardır. Normalde kapalı ve normalde açık olmak üzere iki kontağı olan, butona basıldığında kapalı kontağı açılıp açık kontağı kapanan butonlardır. Bir adet stop ve bir adet start butonunun birleştirilmesi ile üretilmiştir. Butona basıldığı sürece bir devrenin enerjisini keserken diğer bir devrenin enerjilenmesini sağlar.



Görsel 1.15: Butonlar ve buton blokları



Görsel 1.16: Ani temaslı (yay geri dönüşlü) butonların iç yapıları ve çalışmaları

Kalıcı Tip Butonlar: Butona basıldığında konum değiştiren, uygulanan baskı kalktığında normal konumuna dönmeyen butonlardır. Konum değiştirme işlemi butona tekrar basılması ile gerçekleşir. Kalıcı butonların basmalı, çevirmeli, ışıklı ve anahtarlı tipte üretilenleri de mevcuttur.

Acil Durdurma (Emergency) Butonu: Butonuna basıldığında bağlı bulunduğu devrenin enerjisini keserek çalışmasını durduran ve tüm potansiyel tehlikeleri engelleyen bir emniyet kontrol anahtarıdır. Devrede bir şeylerin yanlış gitmesi veya bir tehlikenin oluşması durumunda bağlı sistemin kolayca durdurulabilmesini durdurulabilmesini şekilde tasarlanmıştır (Görsel 1.17).



Görsel 1.17: Acil durdurma butonu

1.1.10.2. Paket (Pako) Şalterler

Bir eksen etrafında dönebilen bir mil üzerine art arda dizilmiş ve paketlenmiş kontaklardan oluşan çok konumlu şaltere **paket (pako) şalter** denir. Paket şalterlerin her bir diliminde iki, üç ya da dört kontak bulunur. Kontakların açılıp kapanması dilimler üzerindeki çıkıntılar sayesinde olur (Görsel 1.18).

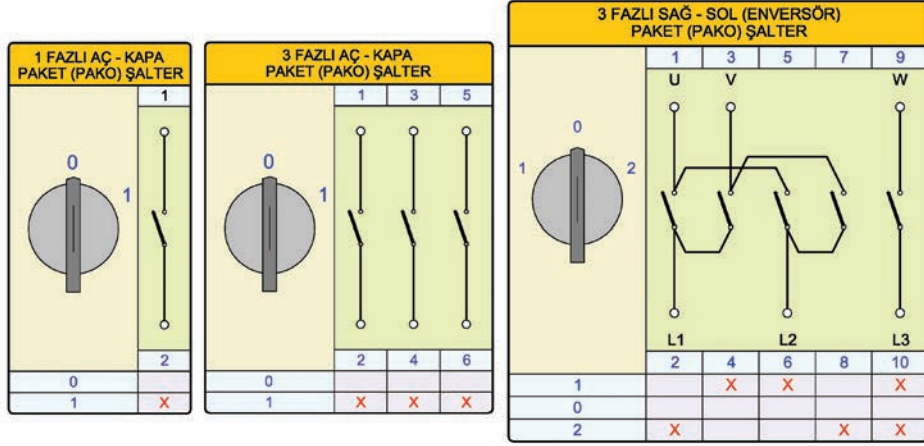


Görsel 1.18: Bir ve üç fazlı paket şalterler

Paket şalterler düşük güçlü elektrikli ekipmanların çalıştırılmasında, durdurulmasında (yükü enerjilendirmek ve izole etmek amacıyla) ve kumanda devrelerinde butonların yerine kullanılabilir. Ayrıca pako şalterler motor kumanda devrelerinde aç-kapa işlemi yapmak için yıldız-üçgen ve direkt yol verme devrelerinde motora yol vermek için elektrik motorlarını ileri ve geri çalıştırabilmek için kullanılabilir. Çift devirli motorlarda kumanda şalteri amacıyla ölçüm devrelerinde ölçüm anahtarı olarak kumanda devrelerinde enerjiyi yönlendirme amacıyla kullanılabilir.

10 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A, 80 A, 125 A ve 200 A akım kapasitelerinde yapılır. Üzerlerinde koruma fonksiyonu yoktur. Termik ve manyetik akımlara karşı hiçbir koruma yapamaz.

Paket şalterlerle birlikte bağlantı şemaları ve çalışma diyagramları bulunur. Bu diyagramlar sayesinde kontaklarının konumları hakkında bilgi sahibi olmak mümkündür. Üzerinde bulunan kolun çevrilmesi ile bakalit dilimler döner ve üzerindeki kontaklar konum değiştirir (Görsel 1.19).



Görsel 1.19: Çeşitli paket şalterlerin çalışma diyagramları

1.1.10.3. Sınır Anahtarları

Hareketli aygıtlarda bir hareketi durdurup başka bir hareketi başlatan ve aygıtın hareket eden parçası tarafından kumanda edilen elemanlara **sınır anahtarı** denir. Sınır anahtarının normalde biri kapalı, diğeri açık iki kontağı mevcuttur. Bant ve kapı sistemleri ile takım tezgâhları gibi hareketli sistemlerde kullanılır (Görsel 1.20).



Görsel 1.20: Sınır anahtarları

Makaralı Sınır Anahtarı: Hareketli kontağı makara şeklinde olan sınır anahtarıdır. Kumanda devresinin hareketli kısmında bulunan bir çıkıntı, sınır anahtarının makarasına çarptığında, sınır anahtarının kontakları konum değiştirir.

Pimli Sınır Anahtarı: Makara yerine pimin bulunduğu sınır anahtarıdır.

1.1.10.4. Sinyal Lambaları

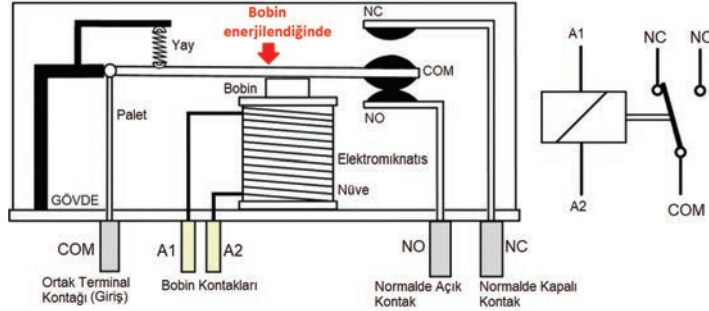
Bir kumanda devresinde devrenin çalışma durumlarını gösteren ışıklı bildirim elemanına **sinyal lambası** denir. Sinyal lambaları 12 V–24 V–220 V gibi çeşitli gerilim değerlerinde ve AC/DC çalışmaya uygun farklı gerilim tiplerinde üretilir. Kumanda panolarında kullanılır. Montaj çapı genellikle 22 mm'dir (Görsel 1.21).



Görsel 1.21: Sinyal lambaları

1.1.10.5. Röleler

Küçük güçlü elektromanyetik anahtarlara **röle** denir. Temel olarak bobin ve buna bağlı çalışan kontaklardan oluşur. Devrelerde küçük bir akımla büyük güçlü alıcıları kontrol etmede kullanılır. Röleler, bir ya da birden fazla kantağa sahip olabilir. Rölenin bobin gerilimi 5 V ila 48 V aralığındadır. Bobini, doğru ya da alternatif gerilimle çalışan tipleri mevcuttur (Görsel 1.22).

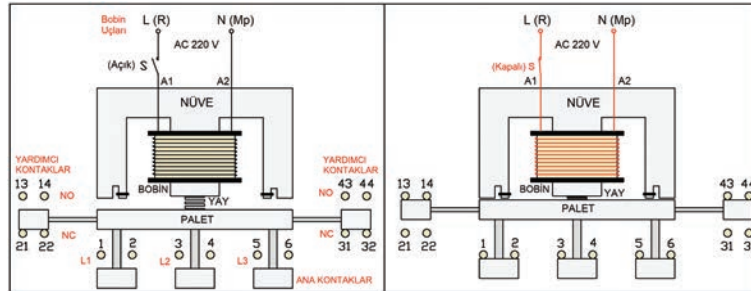


Görsel 1.22: Röle yapısı ve sembolü

Rölelerde A1 ve A2 harfleri bobin uçları, NC [normally close (normiliy kızıoz)] normalde kapalı kontakları, NO [normally open (normiliy opın)] normalde açık kontakları ve COM (kom) ise ortak terminal girişi belirtir. Röleye enerji uygulandığında bobin, elektromıknatıs hâline gelerek paletin kontakları konum değiştirir. Akım kesilince elektromıknatıs ortadan kalkar ve esnek gerji yayı paleti geri çekerek kontakları ilk konumuna getirir.

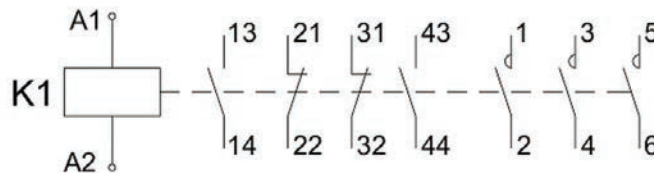
1.1.10.6. Kontaktörler

Büyük güçlü elektromanyetik anahtarlara **kontaktör** denir. Kontaktörler; elektromıknatıs, palet ve kontaklar olmak üzere üç kısımdan oluşur. Elektrik motoru, iklimlendirme sistemleri, pompa, vakum, konveyör, kompresör ve aydınlatma gruplarının kontrol ve kumandasında kullanılır. Kontaktör bobini enerjilendiğinde bobin üzerinde bir manyetik alan meydana gelerek nüvenin mıknatıslanmasını sağlar. Elektromıknatıs özelliği kazanan sabit nüve, karşısında bulunan hareketli paleti kendine çekerek kontakların konum değiştirmesini sağlar (Görsel 1.23).



Görsel 1.23: Kontaktörün çalışması

Kontaklar gümüş, bakır-nikel, demir-kadmiyum, karbon, tungsten gibi metallere yapılır. Yapı itibarıyla ana kontaklar (güç kontakları) ve yardımcı kontaklar (kumanda kontakları) olmak üzere iki farklı kontak yapısı bulunur. Kontakların konumuna göre de normalde açık (NO) ve normalde kapalı (NC) olmak üzere iki farklı şekilde imal edilir. Çeşitli firmaların farklı kontak yapılarında üretilen kontaktörleri de mevcuttur. Görsel 1.24'te bir kontaktörün yapısında bulunan kontaklar sıralanmıştır. Tablo 1.5'te bu kontaktörde bulunan kontakların özellikleri verilmiştir.



Görsel 1.24: Kontaktörün kontak yapısı ve konumları

Tablo 1.5: Kontaktörün Uçları ve Özellikleri

13 – 14	1. kontak, normalde açık yardımcı kontak	A1 – A2	Bobin uçları
21 – 22	2. kontak, normalde kapalı yardımcı kontak	1 – 2	L1 (R) fazına ait güç kontağı
31 – 32	3. kontak, normalde kapalı yardımcı kontak	3 – 4	L2 (S) fazına ait güç kontağı
43 – 44	4. kontak, normalde açık yardımcı kontak	5 – 6	L3 (T) fazına ait güç kontağı

Kontaktör Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

Kullanma Sınıfı: Kontaktörler çalışma gerilimi, işletme ve kullanma şekillerine göre sınıflara ayrılarak standartlaştırılmıştır. Sınıflarına göre farklı yükleri kumanda eder. Kullanma sınıfının doğru tespit edilmesi ve uygun olarak seçim yapılması, kontaktörün sağlıklı çalışması açısından önemlidir (Görsel 1.25). Kontaktörlerin üretim sınıfları ve kullanım alanları Tablo 1.6 ve Tablo 1.7’de verilmiştir.

Tablo 1.6: Alternatif Akım Kontaktörlerinin Üretim Sınıfları ve Kullanım Alanları

SINIFI	KULLANIM ALANLARI
AC – 1	Omik yüklerde özellikle ısıtma uygulamalarında kullanılır.
AC – 2	Bilezikli asenkron motorlara yol vermede kullanılır.
AC – 3	Sincap kafesli asenkron motorların çalıştırılmasında kullanılır. En yaygın uygulama sınıfıdır.
AC – 4	Sincap kafesli veya bilezikli motorların kesik çalışma ve ters akımla frenleme uygulamalarında kullanılır.
AC – 5b	Akkor flamanlı lambaların kumandasında kullanılır.
AC – 6a	Transformatörlerin kumandasında kullanılır.
AC – 7a/b	Az endüktif yüklerde özellikle ev cihazlarında ve benzer uygulamalarda kullanılır.

Tablo 1.7: Doğru Akım Kontaktörlerinin Üretim Sınıfları ve Kullanım Alanları

SINIFI	KULLANIM ALANLARI
DC – 1	Omik DC yüklerin beslenmesinde kullanılır.
DC – 3	Şönt motorların çalıştırılması ve frenlenmesiyle ilgili devrelerde kullanılır.
DC – 5	Seri motorların çalıştırılması ve frenlenmesiyle ilgili devrelerde kullanılır.
DC – 6	Akkor flamanlı lambaların kumandasında kullanılır.

Anma Gerilimi: Kontaktörün kumanda edeceği gerilim değeridir. Genellikle 220 V veya 380 V’tur.

Bobin Gerilimi: Bobinin çalışma gerilimidir. Bu gerilim AC/DC olabilmektedir.

Anma Akımı: Kontaktörün güç kontaklarının akım değeridir.

Anma Gücü: Kumanda edilecek alıcının gücüdür.

Kontak Yapısı ve Sayısı: Kontaktörlerde güç (ana) ve kumanda (yardımcı) kontakları olmak üzere iki tip kontak mevcuttur. Güç kontakları, yüksek akıma dayanıklı olup motor vb. alıcıları çalıştırmak için kullanılır. Kumanda kontakları ise kumanda devre elemanlarının kontrolünde görev yapar. Güç kontakları üç adettir ve tümü normalde açık (NO) kontaklardır. Kumanda kontakları ise üreticiye göre çeşitli kombinasyonlarda sayısı farklı normalde açık (NO) ve normalde kapalı (NC) kontaklardan oluşur.

**Görsel 1.25: Kontaktör**

1.1.10.7. Zaman Röleleri

Kumanda devrelerinin zamana bağlı olarak çalışıp durmalarını sağlayan zaman geciktirici devre elemanına **zaman rölesi** denir. Zaman röleleri çoğunlukla zaman ayarını sağlayan elektronik devre ve gecikme ile konum değiştiren kontaklardan oluşur (Görsel 1.26).



Görsel 1.26: Çeşitli zaman röleleri

Zaman Rölesi Çeşitleri

Düz Zaman Rölesi (Çekmede Gecikmeli Tip): A1–A2 besleme uçlarına enerji uygulandıktan sonra gecikme yapan zaman röleleridir. Normalde açık zaman gecikmeli kapanan ve normalde kapalı zaman gecikmeli açılan kontak olmak üzere zamana bağlı olarak konum değiştiren iki tip kontağı vardır. Enerjilendikten sonra gecikme yapar ve ayarlanan süre sonunda kontakları konum değiştirir. Enerjisi kesildiğinde gecikmeli çalışan kontakları ani olarak normal konumlarına döner.

Ters Zaman Rölesi (Bırakmada Gecikmeli Tip): A1– A2 besleme uçlarının enerjisi kesildikten sonra gecikme yapan zaman röleleridir. Normalde açık zaman gecikmeli açılan ve normalde kapalı zaman gecikmeli kapanan kontak olmak üzere zamana bağlı olarak konum değiştiren iki tip kontağı vardır. Enerji verildiğinde kontaklar ani olarak konum değiştirir. Enerji kesildikten sonra gecikme başlar ve ayarlanan sürenin sonunda kontaklar tekrar konum değiştirir.

Yıldız–Üçgen Zaman Rölesi: Yıldız–üçgen yol verme işleminde kullanılan zaman röleleridir. Röle içerisinde yıldız kontağı ve üçgen kontağı olmak üzere iki ayrı kontak bulunur. A1–A2 besleme uçlarına enerji verildiğinde normalde açık olan yıldız kontağı anında kapanır. Kumanda devresinde bağlı olduğu yıldız kontaktörünü enerjilendirir. Güç devresinde motor yıldız bağlantılı olarak çalışır. Ayarlanan süre sonunda yıldız kontağı açılır, üçgen kontağı kapanır. Kumanda devresinde bağlı olduğu üçgen kontaktörünü enerjilendirir. Güç devresinde motor üçgen bağlantılı olarak çalışır. Yapısı itibarıyla bağlantı kolaylığı sağlar.

Sağ–Sol Zaman Rölesi: Motoru ileri geri yönde belirli sürede çalıştırmak amacıyla kullanılan zaman röleleridir. Çalışma mantığı olarak düz zaman rölesi ile benzer özelliktedir.

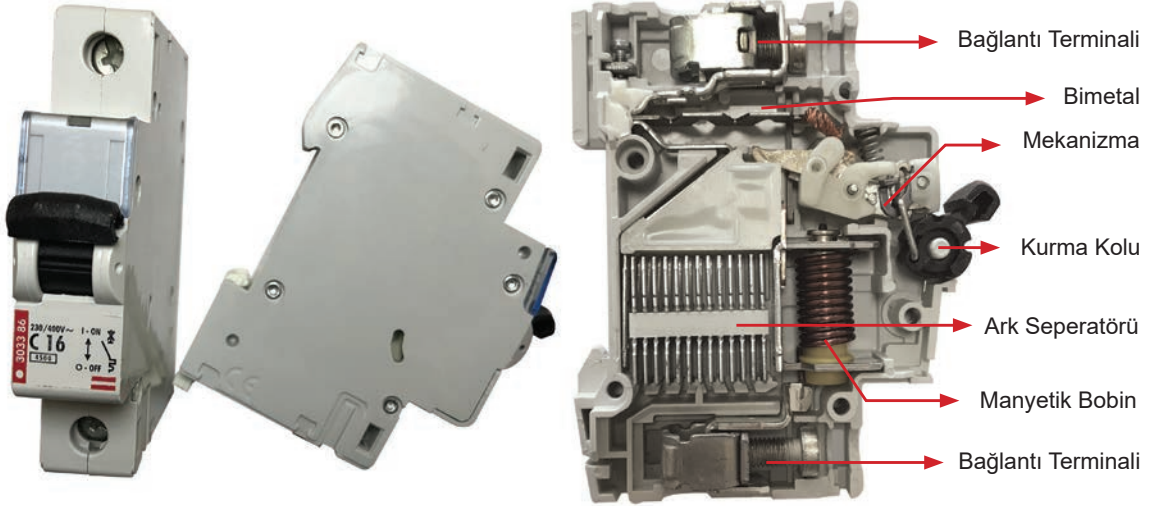
1.1.10.8. Sigortalar

Elektrik hattı ve hatta bağlı cihazları, aşırı akımın etkilerine karşı koruyan devre elemanına **sigorta** denir. Hattın güvenliğini sağlar ve devreye daima seri bağlanır. Standart akım değerleri ile üretilir. Üzerinde yazan akım değerleri aşıldığında, bağlı oldukları hattın enerjisini keserek koruma sağlar. Sigorta seçiminde bu akım değerlerine dikkat edilmelidir. Kontaklarına faz giriş ve faz çıkış bağlantısı yapılır. Sigorta çeşitleri aşağıda verilmiştir.

Otomatik Sigortalar: Kumanda devrelerinde en çok kullanılan sigorta çeşididir. **0,5 A – 1 A – 1,6 A – 2 A – 3 A – 4 A – 6 A – 10 A – 16 A – 20 A – 25 A – 32 A – 40 A – 50 A – 63 A – 80 A – 100 A – 125 A** gibi standart akım değerlerinde üretilir. W otomat olarak anılır. Kumanda devrelerinde kullanılan otomatik sigorta çeşitleri aşağıda sıralanmıştır.

B Tipi Sigortalar: Aşırı akımda hemen atar. Aydınlatma veya priz tesislerinde kullanılır.

C Tipi Sigortalar: Aşırı akımda gecikmeli atar. Motor koruma devrelerinde kullanılır. Gecikmeli çalışması sayesinde motorların ilk kalkınma anında çektikleri aşırı akımlarda devreye girmez (Görsel 1.27).



Görsel 1.27: Otomatik sigortalar ve otomatik sigortanın iç yapısı

NH (Bıçaklı) Sigortalar: Sanayi tesislerindeki yüksek akımlı alıcıların korunmasında kullanılan sigortalardır. Altlık (gövde) ve buşon olmak üzere iki parçadan oluşur. Akım taşıma kapasitesine göre içinde kullanılan bakır telin erimesiyle bağlı bulunduğu devrenin akımını keser. Dış yüzeyleri porselen malzemeden üretilmiştir.

1.1.10.9. Aşırı Akım Röleleri

Aşırı akımların elektrik motorlarına zarar vermesini önlemek için kullanılan koruma elemanlarına **aşırı akım rölesi** denir. Elektrik devrelerinde kullanılan sigortalar çalışma karakteristikleri nedeniyle elektrik motorlarını koruyamaz. Bu sebeple koruma röleleri kullanılır (Görsel 1.28).



Görsel 1.28: Aşırı akım rölesi

Aşırı akım röleleri, küçük hata akımlarında gecikmeli olarak, büyük hata akımlarında ise çok kısa bir sürede devreyi açarak koruma sağlar. Güç devresine seri bağlanan üç adet kontağı (1-2, 3-4, 5-6), kumanda devresine seri bağlanan bir adet kapalı kontağı (95-96) ve genellikle aşırı akım etkisini ışıklı bildirimde kullanmak için bir adet açık kontağı (97-98) vardır. Sigorta ve kontaktörlerle birlikte kullanılır. Aşırı akım rölesinin termik aşırı akım rölesi ve manyetik aşırı akım rölesi olmak üzere iki çeşidi vardır.

1.1.10.10. Motor Koruma Şalterleri



Görsel 1.29: Motor koruma şalteri

Motor devreleri için özel olarak tasarlanmış, termik manyetik korumaya sahip bir koruma cihazıdır. Bu nedenle termik röle ve sigorta kullanımına gerek kalmamaktadır. Anahtarlama ve koruma işlemlerinin tek cihazdan yapılmasına imkân verir. Pako şalter gibi kullanılıp motoru direkt başlatabilir ve istenmeyen herhangi bir durumla karşılaşıldığında (aşırı akım, kısa devre) ani olarak devreyi açar (Görsel 1.29).

Kısa devreye karşı tepkileri çok hızlıdır ve yüksek kısa devre kesme kapasitesine sahiptir. Bu yönüyle özellikle sigortadan ayrılır. Motor koruma şalterleri, sigorta ve termik röle ile yapılacak korumaya göre panolarda daha az yer kaplayıp montaj kolaylığı da sağlar. Üzerinde yazan akım ayar sahası sınırları dâhilinde ayarlanarak kullanılabilir. Motorların çekeceği akımlara uygun sınıflardaki akım ayar sahalarına göre üretilir.

1.1.10.11. Motor (Faz) Koruma Röleleri

Üç fazlı asenkron motorlarda L1-L2-L3 fazlarının varlık yokluk kontrolünü yapan ve fazlardan birinin kesilmesi durumunda devreyi açan koruma elemanlarına **motor (faz) koruma rölesi** denir. Üç fazlı devrelerde fazlardan biri kesilse de motor çalışmaya devam eder. Ancak iki faza kalan motor şebekeden yüksek akım çekerek kısa süre içinde yanar. Bu durumu önlemek için diğer koruma elemanlarıyla birlikte motor (faz) koruma röleleri de kullanılır (Görsel 1.30).



Görsel 1.30: Motor (faz) koruma ve faz sırası rölesi

1.1.10.12. Faz Sırası Röleleri

Üç fazlı asenkron motorlarda L1-L2-L3 fazlarının sıra kontrolünü yapan ve faz yerlerinin değişmesi hâlinde devreyi açan koruma elemanlarına **faz sırası rölesi** denir. Faz sıralarının değişimi üç fazlı asenkron motorların dönüş yönünü de değiştirmektedir. Motor dönüş yönünün istem dışı olarak değişmesinin istenmediği yerlerde (asansör, kompresör vb.) kullanılır. Bazı motor (faz) koruma röleleri içerisinde faz sırası takibi de yapıldığından aynı röle ile hem faz koruma hem de motor devir yönünün istemsiz değişimine karşı koruma yapılır (Görsel 1.30).

1.1.10.13. Gerilim Koruma Röleleri

Motorları ve sistemleri aşırı veya düşük gerilime karşı koruyan koruma elemanına **gerilim koruma rölesi** denir. Şebeke geriliminden kaynaklanan olumsuz etkilere karşı sistemi korur. Alt ve üst gerilim sınırları belirlenerek gerilim dalgalanmalarını önler.

1.1.10.14. Frekans Koruma Röleleri

Şebeke frekansının değişimlerine karşı koruma sağlayan rölelere **frekans koruma röleleri** denir. Şebeke frekansının değişmesi elektrik motorlarının devirlerinin de değişimine sebep olmaktadır. Ayarlanan alt ve üst sınırlarının dışına çıkılması hâlinde gecikme süresi sonunda motor devreden çıkarılır.

1.1.10.15. Kaçak Akım Koruma Röleleri

Elektrik devrelerinde oluşan hata akımlarını algılayarak devreyi açan koruma elemanlarına **kaçak akım koruma rölesi** denir. Kaçak akım, elektrikle çalışan cihazların iletkenlerinin veya enerji altındaki parçalarının izolasyonunun bozulması sonucunda cihaz gövdesinde oluşan istenmeyen akımdır. Bu akım cihaz gövdesine dokunan kişi için tehlike oluşturur. Kaçak akım röleleri bu tehlikeli akımları algılar ve bağlı bulunduğu devrenin enerjisini keser (Görsel 1.31).



Görsel 1.31: Kaçak akım röleleri

1.1.11. Kumanda ve Güç Devrelerinde Kullanılan Kablolar

Panolarla kullanılan kablolar kumanda kabloları ve güç kabloları olmak üzere iki kısımda incelenir. Kablo seçimi proje aşamasında yapılır.

Kumanda Kablosu Seçimi: Kumanda kablosu olarak özel bir durum belirtilmemişse NYAF tipi kablolar kullanılır. Bu kablolar çok damarlı olup rahatça bükülebilir ve şekillendirilebilir. Genellikle 1-1,5-2,5 mm² kesitli kablolar kullanılsa da kesitler kumanda ettikleri elemanın gücüne göre değişim gösterebilir. Bazı panolarda AC ve DC kumanda kabloları veya 24 V, 220 V gibi farklı gerilim değerli kablolar aynı kanalda bulunabilir. Böyle durumlarda kablolar farklı renklerde olmalıdır.

Güç Kablosu Seçimi: Güç kablosu seçimi için panonun konumlandırılacağı ortamın şartları ve kumanda edeceği aktif alıcıların toplam gücü dikkate alınır. Panonun montajının yapılacağı ortamın nem, yangın ihtimali, kimyasal tehdit vb. durumlarına uygun özellikte imal edilmiş güç kablosu seçilir. Kumanda edilecek alıcıların gücü tespit edilir ve gerilim düşümü hesabı yapılır. Bu şekilde panoda kullanılması gereken güç kablolarının kesitleri belirlenir.

Not: Belirtilen bu hususların haricinde panoya özel isteklere göre her faz için ayrı renkteki kablolar tercih edilebilir.

Kumanda ve güç devrelerinde kullanılan belli başlı kablo çeşitleri aşağıda verilmiştir.

NYA Kablolar: Tek damarlı, tek telli bakır kablolardır. Küçük güçlü kumanda devrelerinde kullanılır. Kablo kesitleri; 0,5 mm², 0,75 mm², 1 mm², 1,5 mm², 2,5 mm², 4 mm², 6 mm², 10 mm², 16 mm², 25 mm², 35 mm², 50 mm², 70 mm², 95 mm², 120 mm², 150 mm², 185 mm², 240 mm², 300 mm², 400 mm², 500 mm² dir.

NYAF Kablolar: Tek damarlı, çok telli bakır kablolardır. Hareketli cihazların bağlantılarında, bina içinde kuru yerlerde, sıva altı veya sıva üstünde ve panolardaki kumanda devrelerinde kullanılır. En çok kullanılan kablo kesitleri; 0,25 mm², 0,5 mm², 0,75 mm², 1 mm², 1,5 mm², 2,5 mm², 4 mm², 6 mm², 10 mm², 16 mm², 25 mm², 35 mm², 50 mm², 70 mm², 95 mm², 120 mm² ve 150 mm² dir.

TTR Kablolar: Çok damarlı, çok telli bakır ve PVC dış kılıflı kablolardır. Mekanik zorlamanın az olduğu uygulamalarda kullanılır. TTR kablolar; 2, 3, 4 veya 5 damarlı olabilir. En çok kullanılan kablo kesitleri aşağıda verilmiştir.

- **Bir Fazlı Sistemler:** 3x1,5 mm², 3x2,5 mm², 3x10 mm², 3x16 mm², 3x25 mm²...
- **Üç Fazlı Topraklı Sistemler:** 4x1,5 mm², 4x2,5 mm², 4x10 mm², 4x16 mm², 4x25 mm²...
- **Üç Fazlı Toprak ve Nötr Sistemler:** 5x1,5 mm², 5x2,5 mm², 5x10 mm², 5x16 mm², 5x25 mm²...

Halojen Free Kablolar: Halojen içermeyen kablolardır. PVC kabloların yangın esnasında çıkarmış olduğu yoğun duman ve karbonmonoksit (CO), karbondioksit (CO₂) gibi zehirli gazları çıkarmaz. Elektronik cihazlarda ve metal aksamlarda oksitlenmeye sebep olmaz. Alev geciktirici özelliğe sahiptir. Bu özellikleri sayesinde yangın sırasında alev olsa bile kendiliğinden söner ve yangını büyütmez. Genellikle kapalı alanlarda tercih edilir.

AMAÇ: Buton, kontaktör, aşırı akım rölesi ve zaman rölesinin açık ve kapalı kontaklarını ölçü aleti ile tespit etmek.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Buton	Start, stop ve jog butonu	3 adet
Kontaktör		1 adet
Aşırı akım rölesi		1 adet
Zaman rölesi	Ortak uçlu, düz veya ters zaman rölesi	1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

- Multimetreyi diyot veya buzzer (bazır) kademesine alınız.
- Start butonunun kontak uçlarına ölçü aletinin problemlerini dokundurunuz. Kontaklar açık olduğundan ölçü aleti değer göstermeyecek ve buzzerden ses gelmeyecektir.
- Start butonuna basınız. Kontaklar kapandığı için ölçü aleti değer gösterecektir.
- Aynı işlemi stop butonu için gerçekleştiriniz. Butona basmazken ölçü aleti değer gösterecek, butona basınca değer göstermeyecektir.
- Jog butonunun herhangi iki kontak ucuna ölçü aletinin problemlerini dokundurunuz. Eğer ölçü aleti değer gösteriyorsa kontaklar stop kontakları, değer göstermiyorsa start kontaklarıdır.
- Kontaktörün A1-A2 uçlarına ölçü aletinin problemlerini dokundurunuz. Bu uçlar bobin uçları olduğu için ölçü aleti belirli bir değer gösterecektir.
- Ölçü aleti problemlerini kontaktörün ana kontaklarına dokundurunuz. Ölçü aleti değer göstermeyecek, kontaktör pimine basınca kontaklar kapandığı için değer gösterecektir.
- Ölçü aleti problemlerini kontaktörün yardımcı kontaklarına dokundurunuz. NO kontaklarında değer göstermeyecek, NC kontaklarında değer gösterecektir. Kontaktör pimine basarak yardımcı kontakları tekrar ölçünüz. Bu kez değerlendirme öncekinin tersi olacaktır.
- Aşırı akım rölesinin 95-96 No.lu kapalı kontaklarına ölçü aletinin problemlerini bağlayarak kontağın kapalı olduğunu test ediniz.
- Aşırı akım rölesinin 97-98 No.lu açık kontaklarına ölçü aletinin problemlerini bağlayarak kontağın açık olduğunu test ediniz.
- Zaman rölesinin 1-2 No.lu kapalı kontaklarına ölçü aletinin problemlerini bağlayarak kontağın kapalı olduğunu test ediniz.
- Zaman rölesinin 3-4 No.lu açık kontaklarına ölçü aletinin problemlerini bağlayarak kontağın açık olduğunu test ediniz.

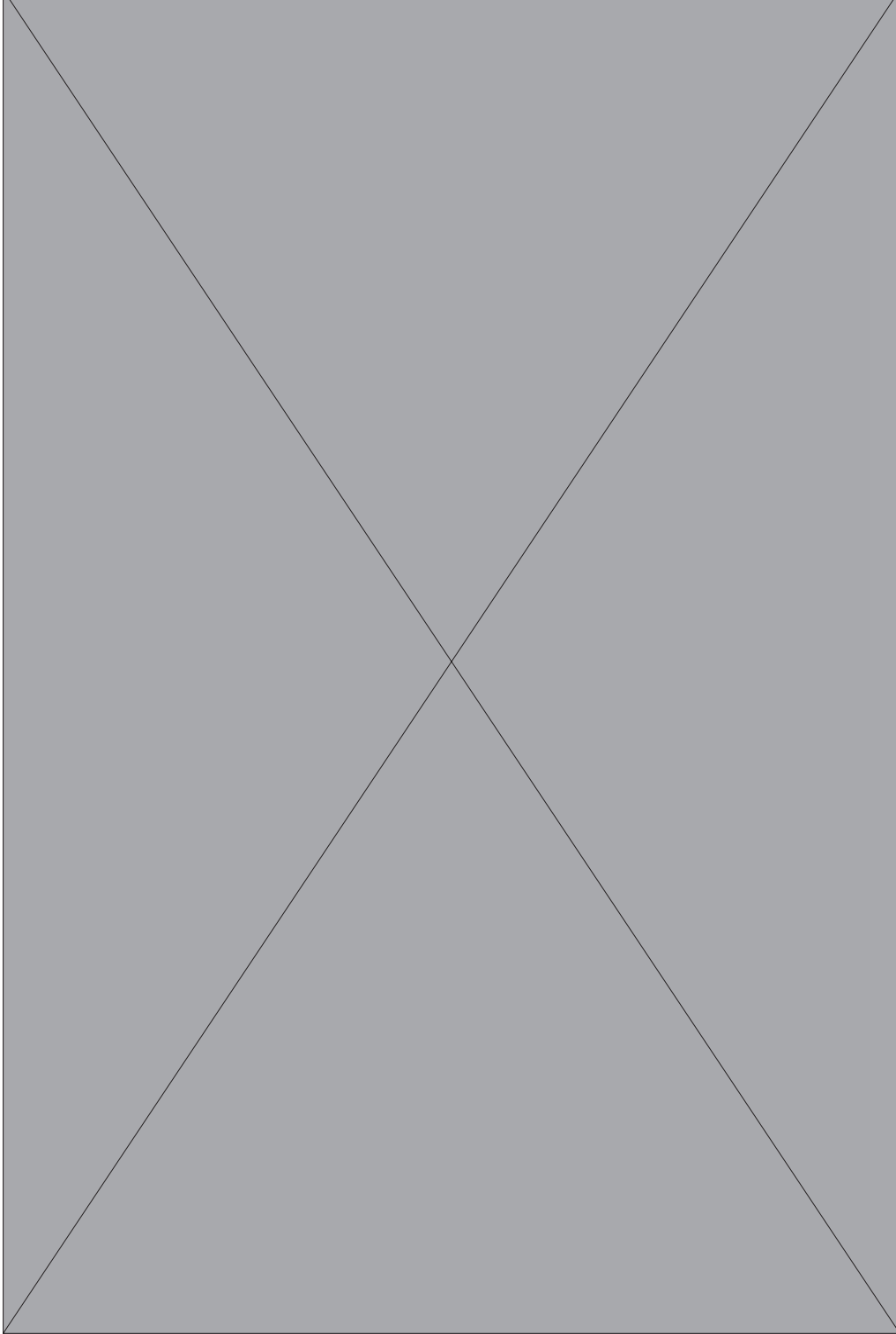
SORU

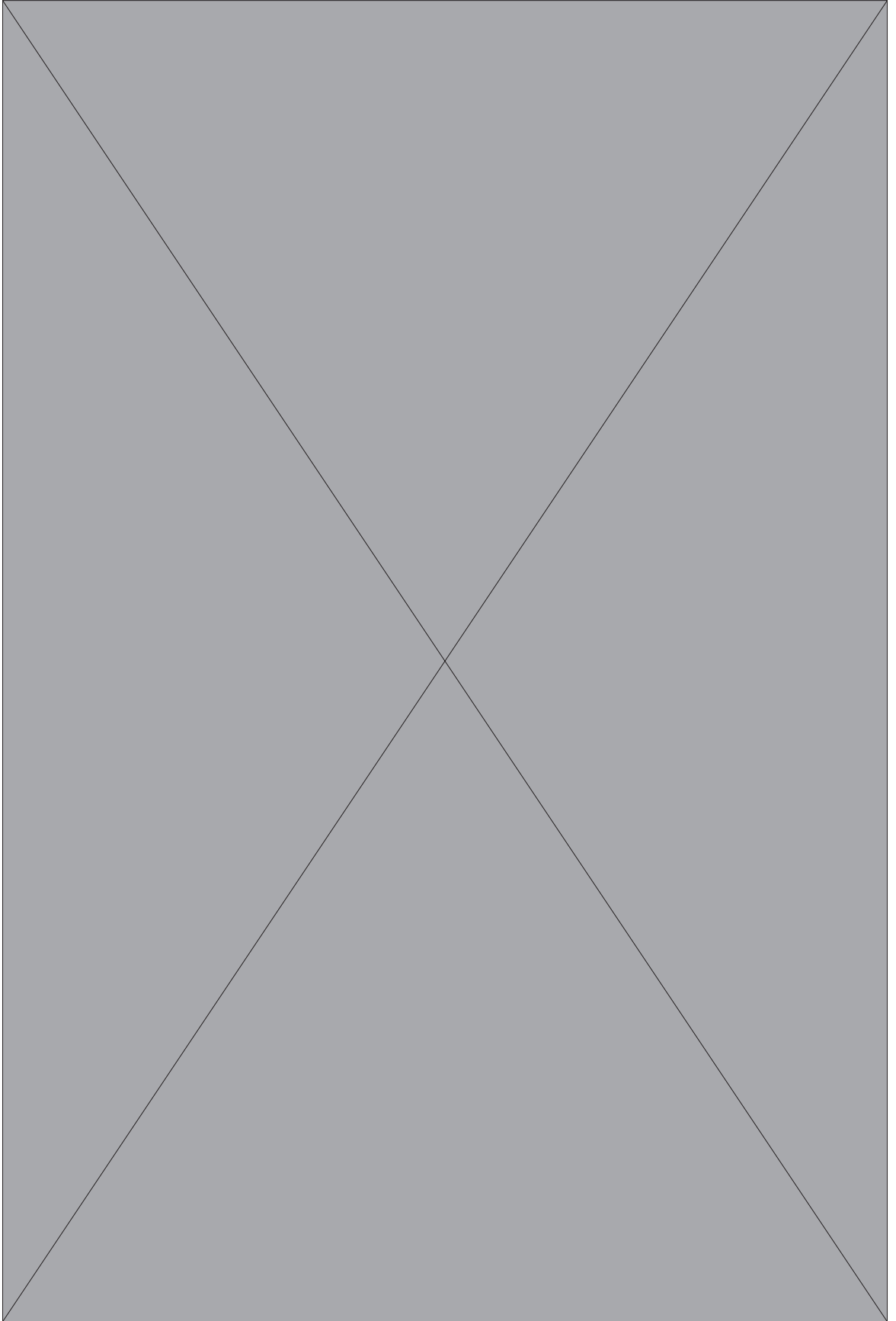
-  Kontaktör nedir? Nasıl çalışır? Röle ile arasındaki farklılıkları açıklayınız.

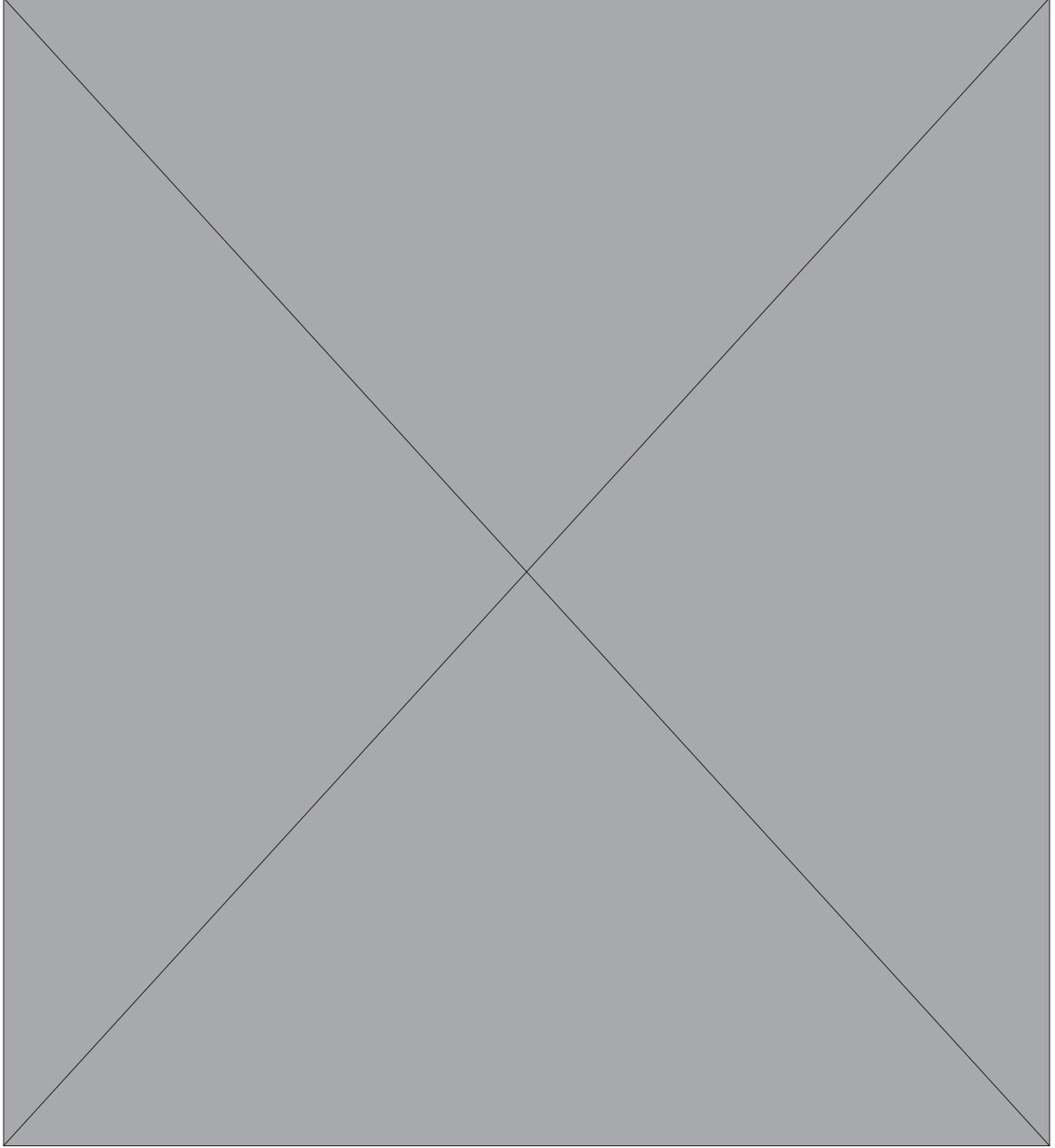
ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Ölçü aleti kademe seçimi ve malzeme bilgisi	20		
Numarası :	2	Buton kontaklarının tespiti	20		
	3	Kontaktör kontaklarının tespiti	20		
Adı-Soyadı :	4	Aşırı akım rölesi kontaklarının tespiti	20		
İmza :	5	Zaman rölesi kontaklarının tespiti	20		
		TOPLAM PUAN	100		

1.2. KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİ SEMBOLLERİ

Kumanda devre şemaları çizilirken devre elemanlarının gösterimi için semboller kullanılır. Farklı semboller olmakla birlikte dünya genelinde IEC [AYİSİ (International Electrotechnical Commission) (Uluslararası Elektroteknik Komisyonu)] ve ANSI [ENSİ (The American National Standards Institute) (Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü)] normlarının kullanımı ağırlıktadır.







Görsel 1.32: Kumanda ve güç devrelerinde kullanılan semboller (TSE, IEC ve ANSI normlarında)



AMAÇ: Kumanda ve güç devresinde kullanılan sembolleri uygun norma ve teknik resim kurallarına göre çizmek.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Antetli kâğıt	A4	3 adet
Gönyeler	30-60-90 ve 45-45-90 derece	2 adet
Daire şablonu		1 adet
Kurşun kalem	B veya 2B	1 adet
Silgi	Yumuşak	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 1.32'de verilen kumanda sembollerini inceleyiniz
2. Antetli A4 kâğıdına tabloyu çiziniz.
3. Teknik resim kurallarına uyarak sembolleri sırasıyla belirlenen alanlara çiziniz.
4. Tablodaki açıklamaları norm yazı ile uygun alanlara yazınız.
5. Çizimleri teslim ediniz.

SORULAR



1. Sembol nedir? Açıklayınız.
2. Kumanda devrelerinde kullanılan sembol norm çeşitlerini yazınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	TSE normundaki sembollerin çizilmesi	20		
Numarası :	2	IEC normundaki sembollerin çizilmesi	20		
	3	ANSI normundaki sembollerin çizilmesi	20		
Adı-Soyadı :	4	Sembollerin normlara uygun olarak kullanılması	20		
İmza :	5	Şemaların kâğıda ortalanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

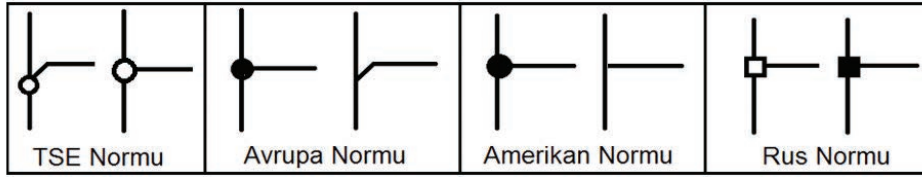
1.3. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİ ÇİZİMİ

Kumanda tekniklerine ait devre şemaları, kumanda ve güç devre şemalarından oluşur. Motorun kontrolünü sağlayan elemanlar kumanda devresinde bulunur. Motor ve motoru koruma elemanlarının güç kontaktarı ise güç devresinde bulunur.

1.3.1. Kumanda Devrelerinin Çizimi

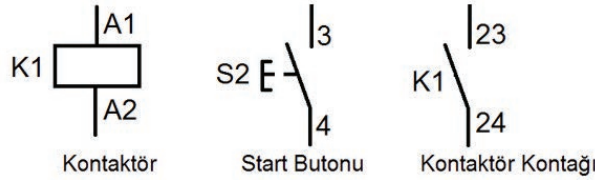
Kumanda devresini çizerken dikkat edilmesi gereken hususlar sırasıyla aşağıda verilmiştir.

1. Çizimin hangi norm ile yapılacağı belirlenir (TSE, IEC, ANSI).
2. Belirlenen norma göre çizim yönü belirlenir. Çizim yönü, Amerikan (ANSI) normunda soldan sağa doğru, diğer normlarda ise yukarıdan aşağıya doğrudur.
3. Kumanda devre elemanları fazdan nötr hattına doğru belirli sırada yerleştirilir. Yerleştirme yapılırken elemanların hiza ve mesafelerine dikkat edilmelidir.
4. Elemanlar arası hatlar çizilir.
5. Hatlarda bulunan ek yerleri Görsel 1.33'te gösterildiği şekilde işaretlenir.



Görsel 1.33: Normlara göre ek yerlerinin gösterimi

6. Eleman bobin ve kontaktarı Tablo 1.8'deki gibi isimlendirilir. Avrupa normunda kontaktara numara verilirken Amerikan ve Türk normunda genellikle verilmez (Görsel 1.34).



Görsel 1.34: Avrupa (IEC) normuna göre klemens ve elemanların isimlendirilmesi

Tablo 1.8: Normlara Göre Elemanların İsimlendirilmesi

NO	ELEMANLAR	TSE (DIN)	AVRUPA (IEC)	AMERİKAN (ANSI/CSA)
1	Kontaktör	C1, C2 ...	K1, K2 ...	M1, M2 ...
2	Yardımcı kontaktörler	C	K	A, B, C ...
3	Zaman rölesi	ZR1, ZR2 ...	K1, K2 ...	TR1, TR2 ...
4	Aşırı akım rölesi	e1, e2, e3 ...	F1, F2, F3 ...	OL1, OL2, OL3 ...
5	Sigorta (Güç/ Kumanda)	e1, e2, e3 ...	F1, F2, F3 ...	e1, e2, e3 ...
6	Butonlar	b1, b2, b3 ...	S0, S1, S2 ...	İsim (START...)
7	Sinyal lambası	L1, L2 ...	H1, H2 ...	İsim (ÇIKIŞ...)
8	Asenkron motor	3 ~ ASM	M1, M2 ...	3~ ASM Motor (M1...)
9	Sınır anahtarı	a1, a2 ...	LS1, LS2 ...	S1, S2 (SW1, SW2) ...
10	Kondansatör	k1, k2 ...	C1, C2 ...	c1 (C1), c2 (C2) ...
11	Bobin	L1, L2 ...	L1, L2 ...	L1, L2 ...

Not: IEC normu proje, pano çizimlerinde her kontaktörün alt kısmında o kontaktöre ait açıklamalar gösterilir. Örneğin kontaktöre ait açık ve kapalı kontaktarın proje içinde bulunduğu sayfa, satır ve sütun sayıları gibi. Kullanılan devre elemanlarının akım taşıma kapasiteleri, gerilim çeşidi, gerilim miktarı ve kesiti gibi bilgiler de elemanların uygun yerlerinde belirtilir.

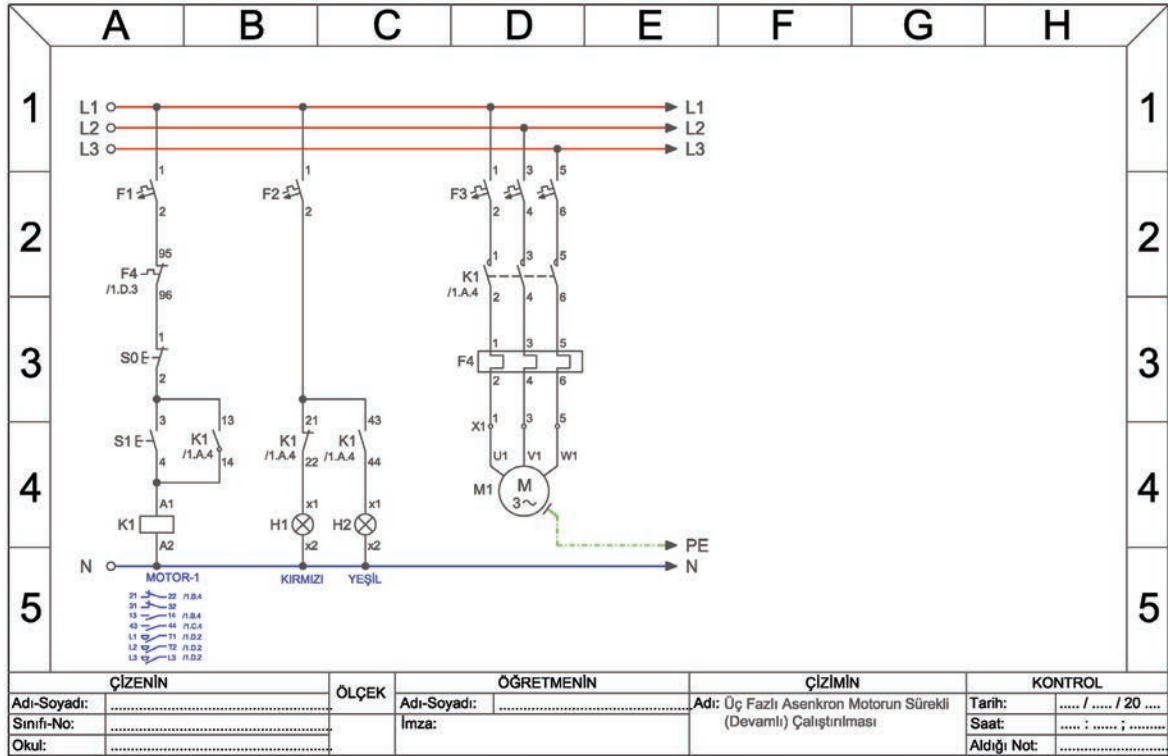
1.3.2. Güç Devrelerinin Çizimi

Güç devresi, motorun bulunduğu devredir. Belirlenen norm kurallarına göre kumanda devresi gibi çizilir.

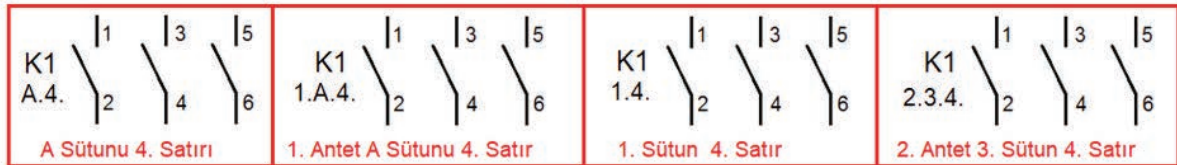
Güç devresini çizerken dikkat edilecek hususlar aşağıda verilmiştir.

- Güç devresinin çizimi her zaman yukarıdan aşağıya doğrudur.
- Avrupa normunda enerji hattı ortak, diğer normlarda ayrı olarak gösterilir.
- Güç devresinin girişine üç fazlı sigorta bağlanır.
- Çizilecek her bir eleman arasında eşit aralıklar bırakılmalıdır.
- Kumanda devresi bağlantılarına göre daha kalın hatlar çizilir.
- Hatlar arasında eşit mesafeler bırakılır (nötr ve toprak hattı da dâhil).

Görsel 1.35'te örnek bir antetli kâğıt formu üzerinde IEC normunda çizilmiş üç fazlı asenkron motorun sürekli çalıştırılmasına ait kumanda ve güç devresi görülmektedir. Antetli kâğıdın kenarlarında alanın koordinatlarını gösteren harf ve sayılar bulunur. Bunlar özellikle kontakları bulunan ana elemanların konumlarını göstermek amacıyla kullanılır. Özellikle kalabalık uygulamalarda ve çok sayfalı projelerde elemanların nerede olduklarını kolaylıkla bulmak amacıyla avantaj sağlar. Tek sayfalarda iki haneli, çok sayfalarda üç haneli olarak kullanılır. Görsel 1.36'da örnek numaralandırma işlemleri görülmektedir.



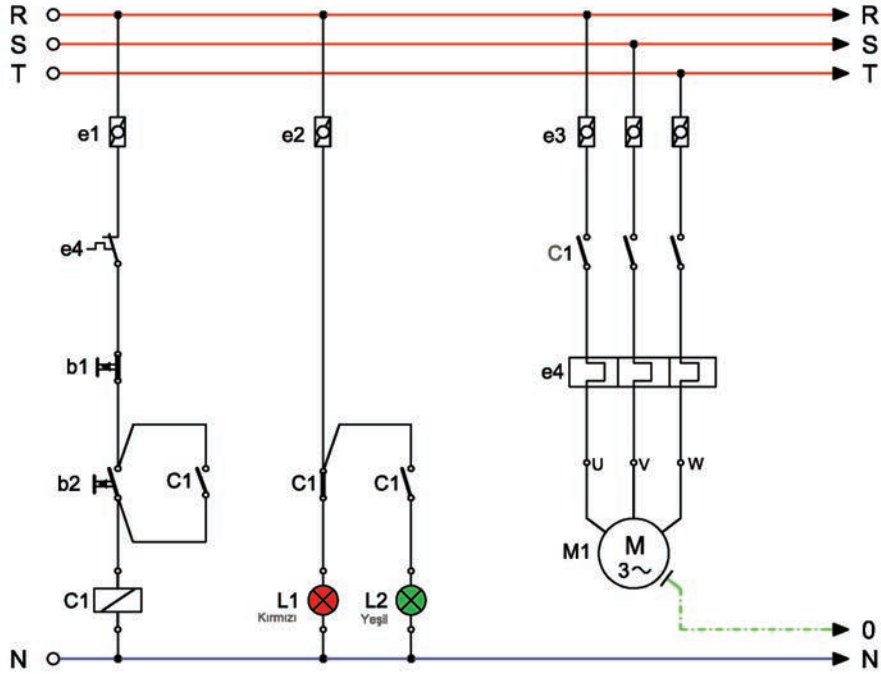
Görsel 1.35: IEC normuna göre örnek antetli kâğıt formatı üzerinde kumanda ve güç devresi çizimi



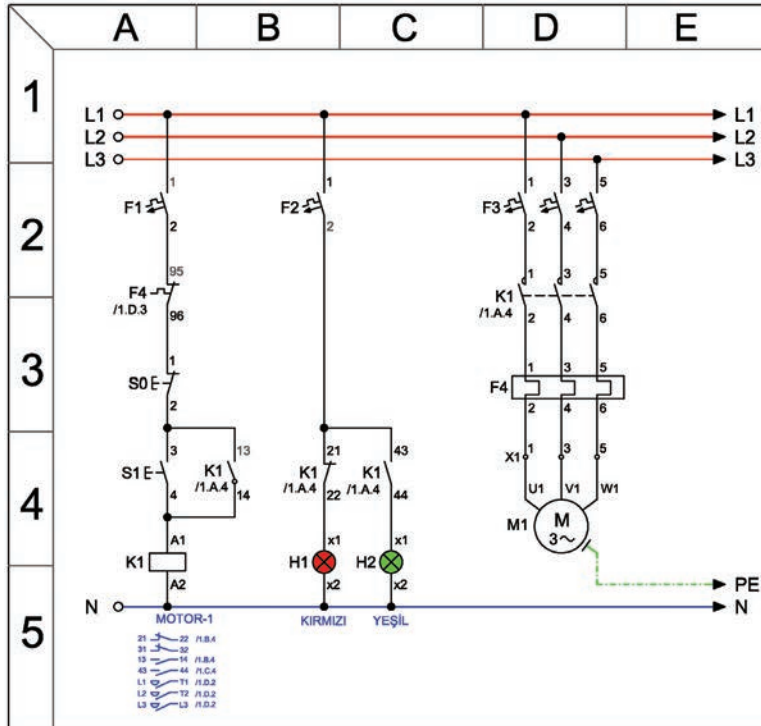
Görsel 1.36: Devre elemanları üzerinde çeşitli numaralandırma işlemleri

AMAÇ: Asenkron motorun sürekli çalışmasına ait kumanda ve güç devresini TSE, IEC ve ANSI normlarına göre teknik resim kurallarına uygun olarak çizmek.

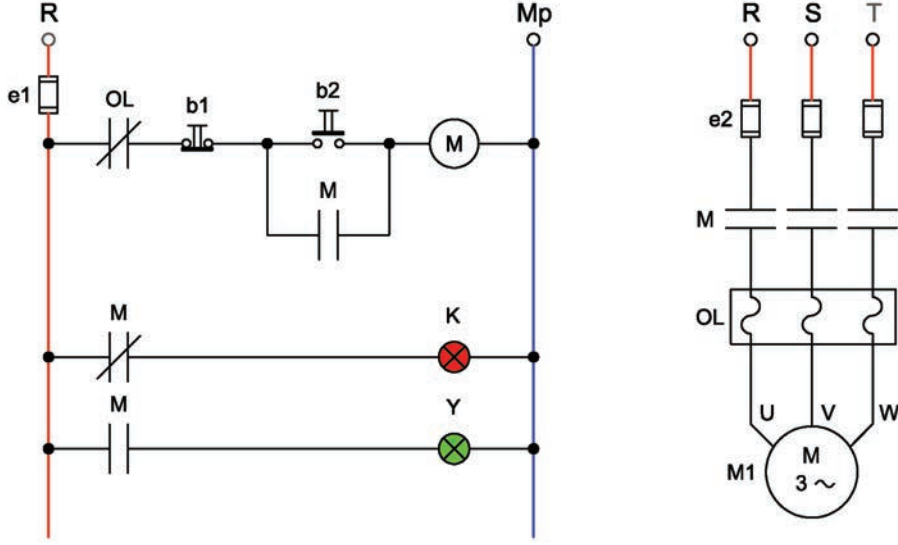
DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.37: Kumanda ve güç devresinin TSE normuna göre çizimi



Görsel 1.38: Kumanda ve güç devresinin IEC normuna göre çizimi



Görsel 1.39: Kumanda ve güç devresinin ANSI normuna göre çizimi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Antetli kâğıt	A4	3 adet
Gönyeler	30-60-90 ve 45-45-90 derece	2 adet
Daire şablonu		1 adet
Kurşun kalem	B veya 2B	1 adet
Silgi	Yumuşak	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 1.37'de TSE normuna uygun verilen kumanda ve güç devresini antetli kâğıda teknik resim kurallarına uygun olarak çiziniz ve gerekli isimlendirmeleri yapınız.
2. Görsel 1.38'de IEC normuna uygun verilen kumanda ve güç devresini antetli kâğıda teknik resim kurallarına uygun olarak çiziniz ve gerekli isimlendirmeleri yapınız. Ekte verilen antetli kâğıt üzerinde çizimi yapabilirsiniz.
3. Görsel 1.39'da ANSI normuna uygun verilen kumanda ve güç devresini antetli kâğıda teknik resim kurallarına uygun olarak çiziniz ve gerekli isimlendirmeleri yapınız.
4. Çizimleri teslim ediniz.

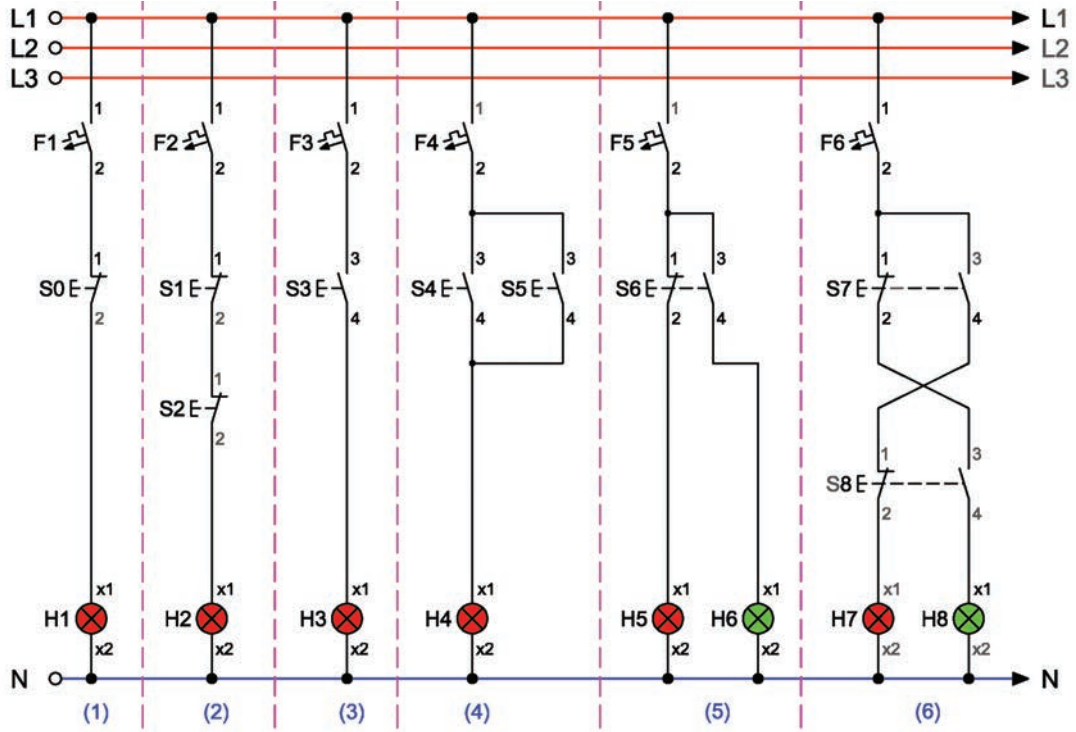
SORULAR

1. Çizimlerde normlar neyi ifade etmektedir? Açıklayınız.
2. TSE, IEC ve ANSI normları arasında ne gibi farklılıklar vardır?

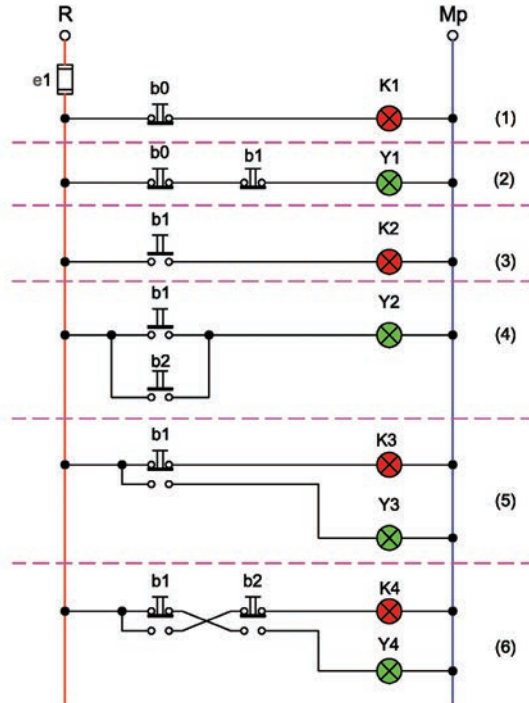
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	TSE normundaki devrelerin antet üzerine çizilmesi	20	
Numarası :	2	IEC normundaki devrelerin antet üzerine çizilmesi	20	
ÖĞRETMEN	3	ANSI normundaki devrelerin antet üzerine çizimi	20	
Adı-Soyadı :	4	Sembollerin normlara uygun olarak kullanılması	20	
İmza :	5	Şemaların kâğıda ortalanması	20	
	TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: Kumanda devresinde çeşitli butonlar ile lambaları çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.40: Çeşitli buton uygulamaları (IEC normu)



Görsel 1.41: Çeşitli buton uygulamaları (ANSI normu)

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	Bir fazlı otomatik sigorta (B 1 x 6 A)	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı ve yeşil	Dörder adet
Start, stop ve jog butonu	Ani temaslı	Üçer adet
Kumanda kabloları	2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
EI aletleri	Pense, yan keski, tornavida vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo ve elemanların sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Görsel 1.40-1, 1.40-2, 1.40-3, 1.40-4, 1.40-5 ve 1.40-6'daki devreleri sırayla kurarak, devrelere enerji verip çalıştırınız.
3. Görsel 1.40-1'de S0 stop butonuna basıldığında H1 lambasının söndüğünü gözlemleyiniz.
4. Görsel 1.40-2'de S1 veya S2 stop butonuna basıldığında H2 lambasının söndüğünü gözlemleyiniz.
5. Görsel 1.40-3'te S3 start butonuna basıldığında H3 lambasının yandığını (basılı tutulduğu sürece) gözlemleyiniz.
6. Görsel 1.40-4'te S4 veya S5 start butonuna basıldığında H4 lambasının yandığını (basılı tutulduğu sürece) gözlemleyiniz.
7. Görsel 1.40-5'te S6 jog butonuna basılmadığında H5 lambasının yanıp H6 lambasının yanmadığını gözleyiniz. S6 jog butonuna basıldığında H5 lambasının söndüğünü ve H6 lambasının yandığını gözlemleyiniz.
8. Görsel 1.40-6'da S7 ve S8 jog butonuna basılmazken H7 ve H8 lambaları yanmayacaktır. S1 butonuna basıldığında (S8 basılmadığında) H8 lambası yanacak, S8 butonuna basıldığında (S7 basılmadığında) ise H7 lambası yanacaktır. Her iki butona aynı anda basılırsa lambalar yine yanmayacaktır.
9. Enerjiyi kesin ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

SORULAR

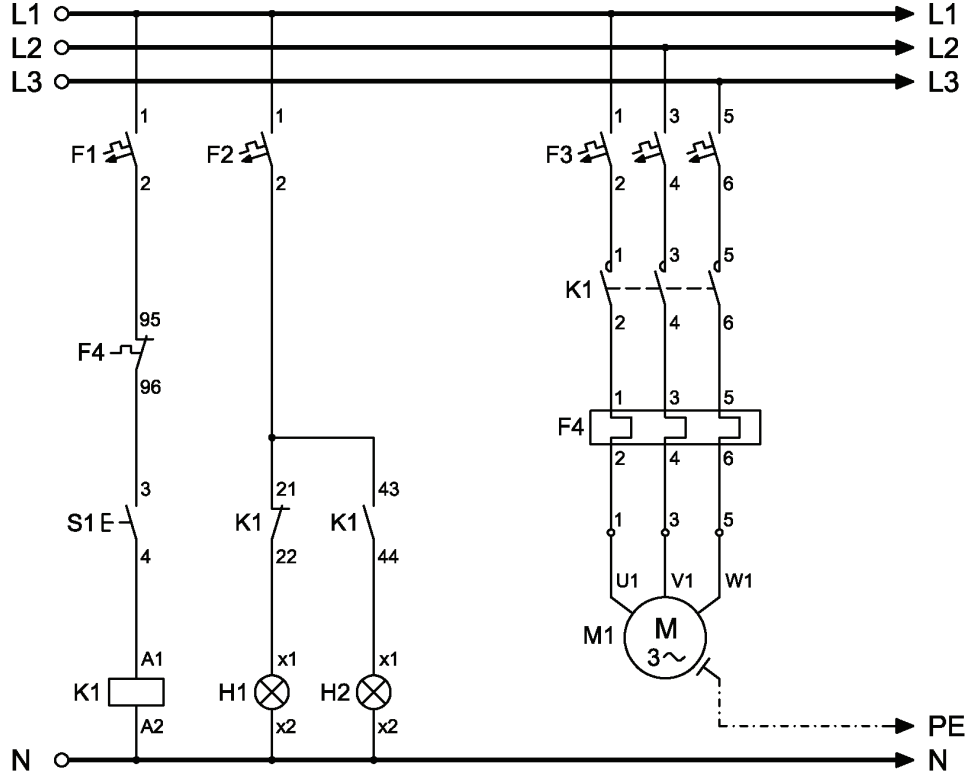
1. Buton nedir? Çeşitleri nelerdir?
2. Devrelerde sinyal lambası hangi amaçla kullanılır?
3. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.



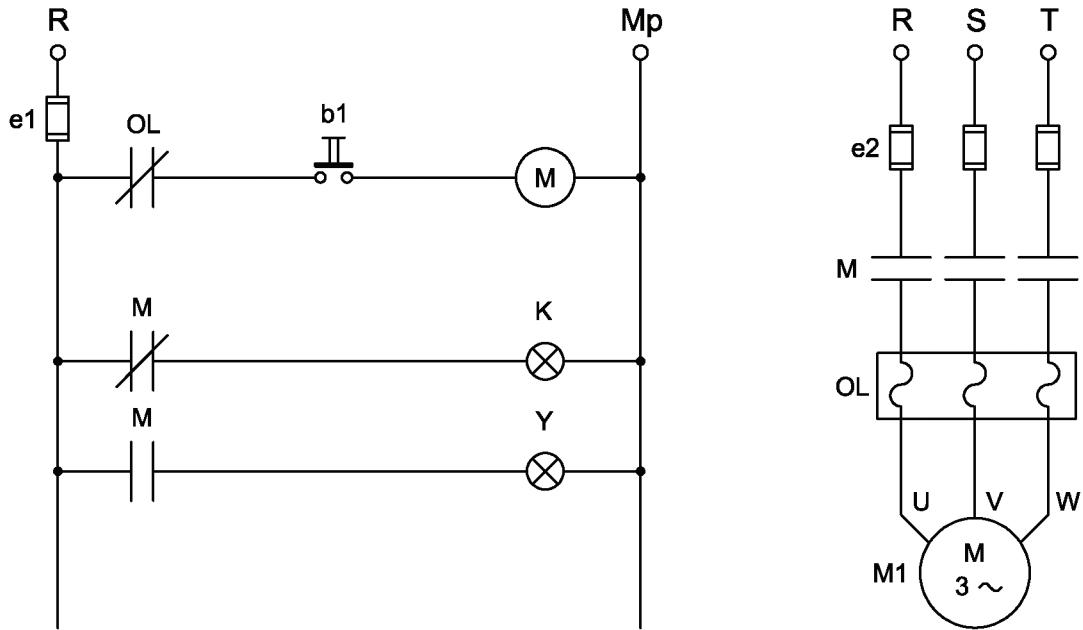
ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Butonların sağlamlık kontrolünün yapılması	20		
Numarası :	2	Stop butonu bağlantılarının yapılması	20		
	3	Start butonu bağlantılarının yapılması	20		
	4	Jog butonu bağlantılarının yapılması	20		
	5	Butonların çalıştırılması ve yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru bir yönde kesik (aralıklı) çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.42: Üç fazlı asenkron motorun bir yönde kesik (aralıklı) çalıştırılması (IEC normu)



Görsel 1.43: Üç fazlı asenkron motorun bir yönde kesik (aralıklı) çalıştırılması (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Kumanda devresinde S1 start butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenir ve kontakları konum değiştirir. K1 kontaktörün güç devresindeki açık kontaklarının kapanmasıyla motor çalışır. S1 butonuna basıldığı müddetçe motor çalışmaya devam eder. Butondan elin çekilmesiyle kontaktör bobininin enerjisi kesilir ve güç kontakları açılarak motoru durdurur yani S1 butonuna basılı olduğu sürece motor çalışır. Motor dururken kırmızı, çalışırken yeşil sinyal lambası yanar.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı ve yeşil	2 adet
Buton	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
EI aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.42).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.42).
6. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
7. Start (S1) butonuna basılı tutunuz ve motorun çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Start (S1) butonundan elinizi çekiniz ve çalışan motorun durduğunu gözlemleyiniz.
9. Devrenin enerjisini kesiniz.
10. Malzemeleri sökerek teslim ediniz.

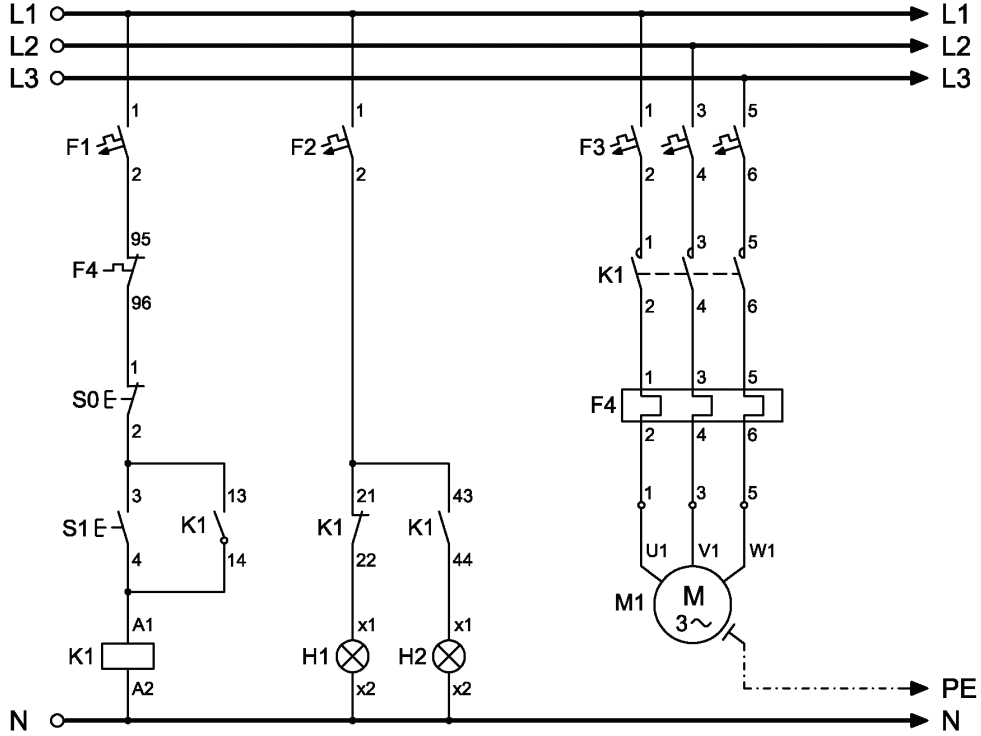
SORULAR

1. Kontaktör nasıl çalışır? Açıklayınız.
2. Devrede aşırı akım rölesi neden kullanılır? Açıklayınız.
3. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.

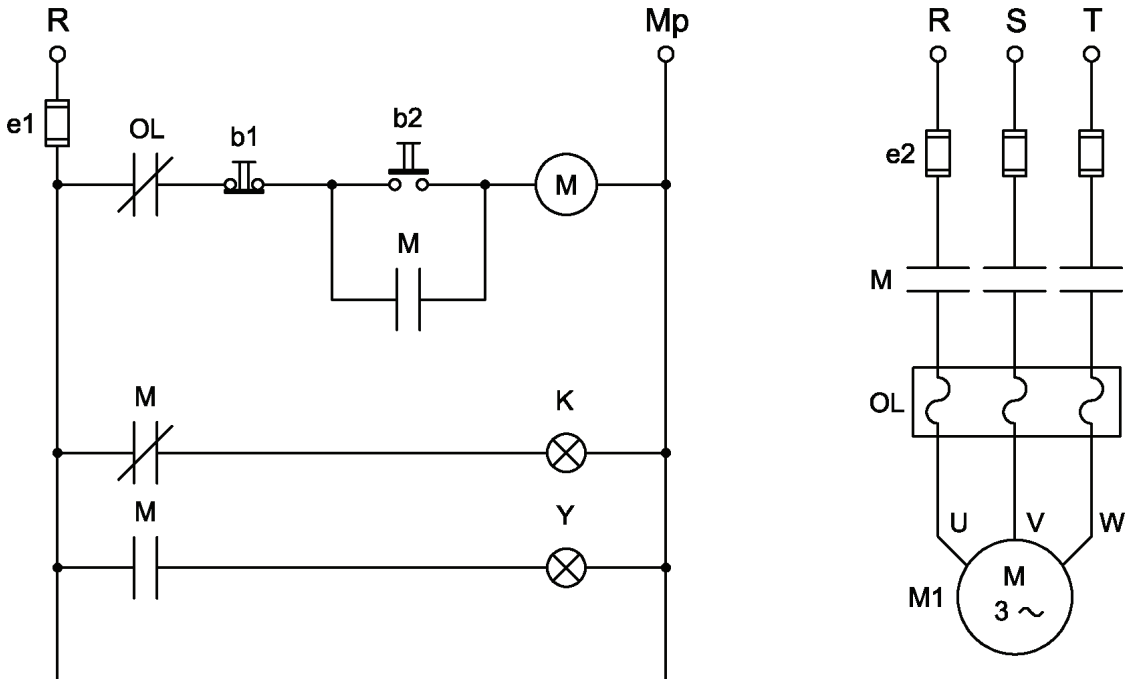
ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20		
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20		
	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20		
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru bir yönde sürekli olarak çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.44: Üç fazlı asenkron motorun bir yönde sürekli çalıştırılması (IEC normu)



Görsel 1.45: Üç fazlı asenkron motorun bir yönde sürekli çalıştırılması (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Kumanda devresinde S1 start butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenir ve devrenin kontakları konum değiştirir. Motora seri bağlı güç kontakları kapanarak motoru çalıştırır. Kumanda devresindeki start butonuna paralel bağlı NO kontağı da kapanarak K1 kontaktörünün kalıcı olarak çalışmasını sağlar. Buton bırakılsa bile motor çalışmaya devam eder. Start butonuna paralel bağlanan ve sürekli çalışmayı sağlayan bu kontağa **mühürleme kontağı** denir. Motoru durdurmak için S0 butonuna basmak yeterlidir. Motor dururken kırmızı, çalışırken yeşil sinyal lambası yanar.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6 A ve C 3x16 A	Birer adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı ve yeşil	Birer adet
Start ve stop butonu	Ani temaslı	Birer adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti		1 adet
Diğer eleman ve el aletleri	Tornavida, pense, yan keski, multimetre	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.44).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.44).
6. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
7. Start (S1) butonuna basarak motorun çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Start (S1) butonundan elinizi çekiniz ve motorun çalışmaya devam ettiğini gözlemleyiniz.
9. Stop (S0) butonuna basınız ve motorun çalışmasını durdurunuz.
10. Devrenin enerjisini kesiniz.
11. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

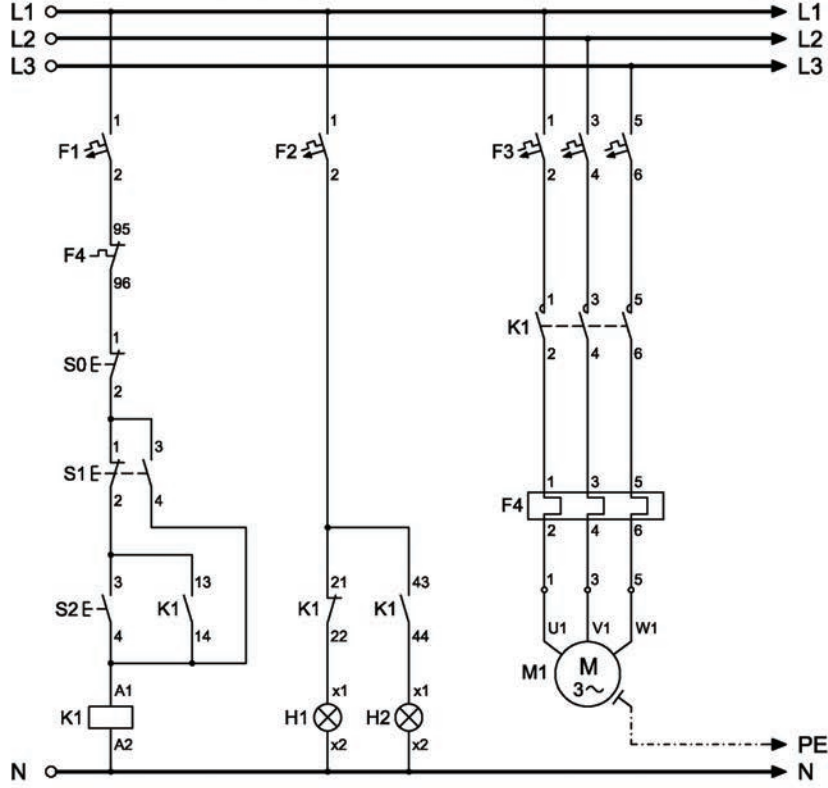
SORULAR

1. Devrenin kesik çalıştırma devresinden farkı nedir? Açıklayınız.
2. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.

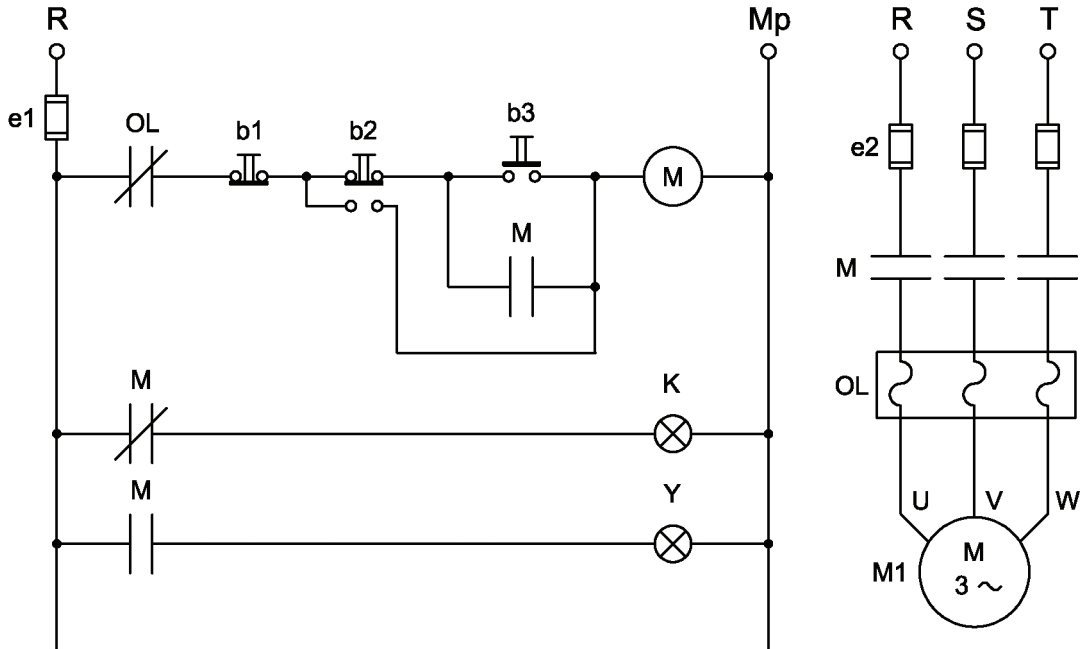
ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20		
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20		
	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20		
	4	Güç devresinin çalıştırılması	20		
	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru bir yönde kesik ve sürekli olarak çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.46: Üç fazlı asenkron motorun bir yönde kesik ve sürekli çalıştırılması (IEC normu)



Görsel 1.47: Üç fazlı asenkron motorun bir yönde kesik ve sürekli çalıştırılması (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Kumanda devresinde S2 start butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenir ve devrenin kontakları konum değiştirir. Motora seri bağlı güç kontakları kapanarak motoru çalıştırır. Kumanda devresindeki mühürleme kontağı kapanarak sürekli çalışmayı sağlar. Motorun durdurulması için S0 stop butonuna basılması yeterlidir. S1 jog butonu kesik çalışma için kullanılır. S1 butonuna basıldığında akım jog butonunun alt kontaklarından geçerek K1 kontaktörünü enerjilendirir ve motor çalışır. S1 butonundan elin çekilmesiyle jog butonu konum değiştireceğinden K1 kontaktörünün enerjisi kesilir ve motor durur. Motor dururken kırmızı, çalışırken yeşil sinyal lambası yanar.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6 A ve C 3x16 A	Birer adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı ve yeşil	Birer adet
Start, stop ve jog butonu	Ani temaslı	Birer adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Diğer eleman ve el aletleri	Tornavida, pense, yan keski, multimetre	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo ve elemanların sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.46).
3. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
4. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.46).
5. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
6. Start (S2) butonuna basarak motoru çalıştırınız ve sürekli çalışmayı gözlemleyiniz.
7. Stop (S0) butonuna basarak motorun çalışmasını durdurunuz.
8. Jog (S1) butonuna basarak motoru kesik çalıştırınız.
9. Devrenin enerjisini kesiniz.
10. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

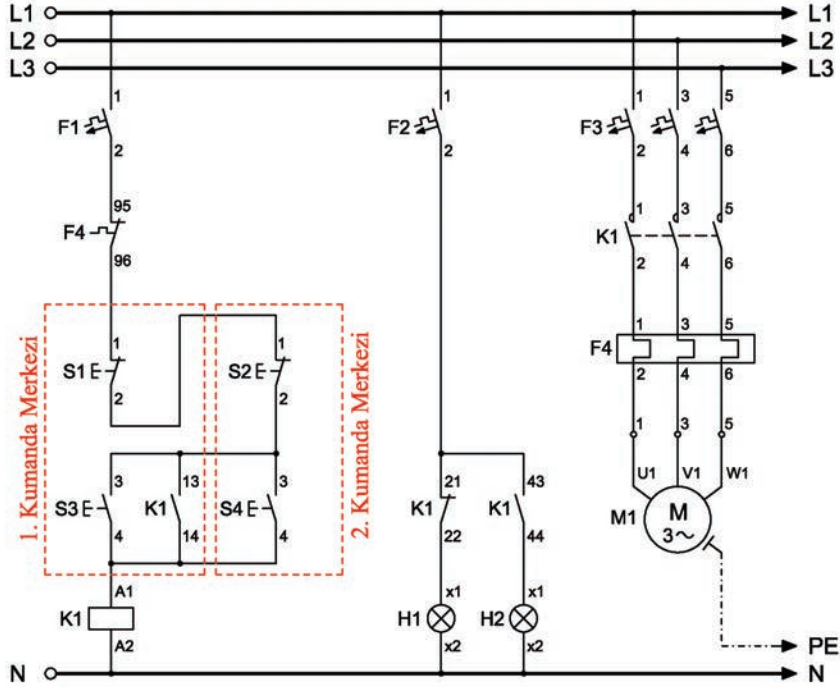
SORU

1. Devrede jog butonunun görevini açıklayınız.

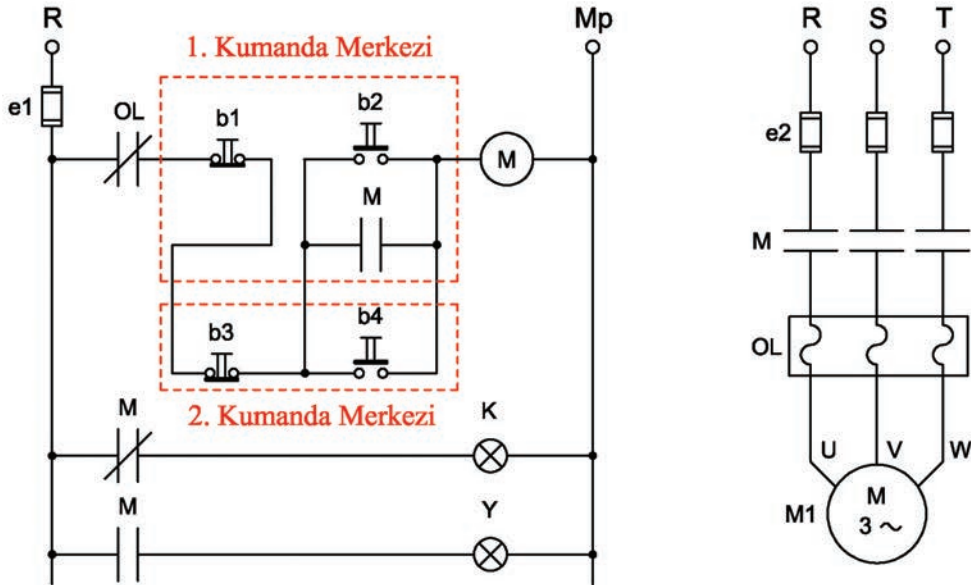
ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20		
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20		
	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20		
	4	Güç devresinin çalıştırılması	20		
	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru birden çok merkezden kumanda ederek motorun kontrolünü sağlamak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.48: Üç fazlı asenkron motorun birden çok merkezli çalıştırılması (IEC normu)



Görsel 1.49: Üç fazlı asenkron motorun birden çok merkezli çalıştırılması (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Bazı çalışma sistemlerinin ve makinelerin yapısal büyüklükleri ile güvenlik önlemleri gibi sebeplerle farklı noktalardan kontrolü gerekebilmektedir. Bu sebeple farklı merkezlerden kontrol kumanda devreleri kurulur. Farklı merkezlerden kumanda devrelerinde kontrollerin gerçekleşmesi istenen kumanda merkezi kadar stop butonu seri, start butonu paralel bağlanır. Mühürleme kontağı, kumanda panosuna en yakın merkezdeki start butonu üzerinden yapılır. Her bir kumanda merkezinde birer adet start ve stop butonu bulunur.

Bu devre, motorun iki farklı merkezden çalıştırılıp durdurulması amacıyla kullanılmıştır. Her iki merkezde de bulunan start ve stop butonları ile motor kontrolü birbirinden bağımsız olarak sağlanır. S3 ya da S4 başlatma butonlarından herhangi birine basıldığında motor enerjilenir ve hareket eder. S1 ya da S2 durdurma butonlarından herhangi birine basıldığında ise motorun enerjisi kesilir ve motor durur. Motor dururken kırmızı, çalışırken yeşil sinyal lambası yanar.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6 A ve C 3x16 A	Birer adet
Kontaktör	4 kW	Birer adet
Sinyal lambası	Kırmızı ve yeşil	1 adet
Start ve stop butonu	Ani temaslı	İkişer adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Diğer elemanlar ve el aletleri	Pense, yan keski, tornavida, multimetre	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo ve elemanların sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.48).
3. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
4. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.48).
5. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
6. Start (S3 veya S4) butonuna basınız ve motorun çalıştığını gözlemleyiniz.
7. Stop (S1 veya S2) butonuna basınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
8. Farklı merkezlerden butonlara basarak motoru çalıştırıp durdurunuz.
9. Devrenin enerjisini kesiniz.
10. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve teslim ediniz.

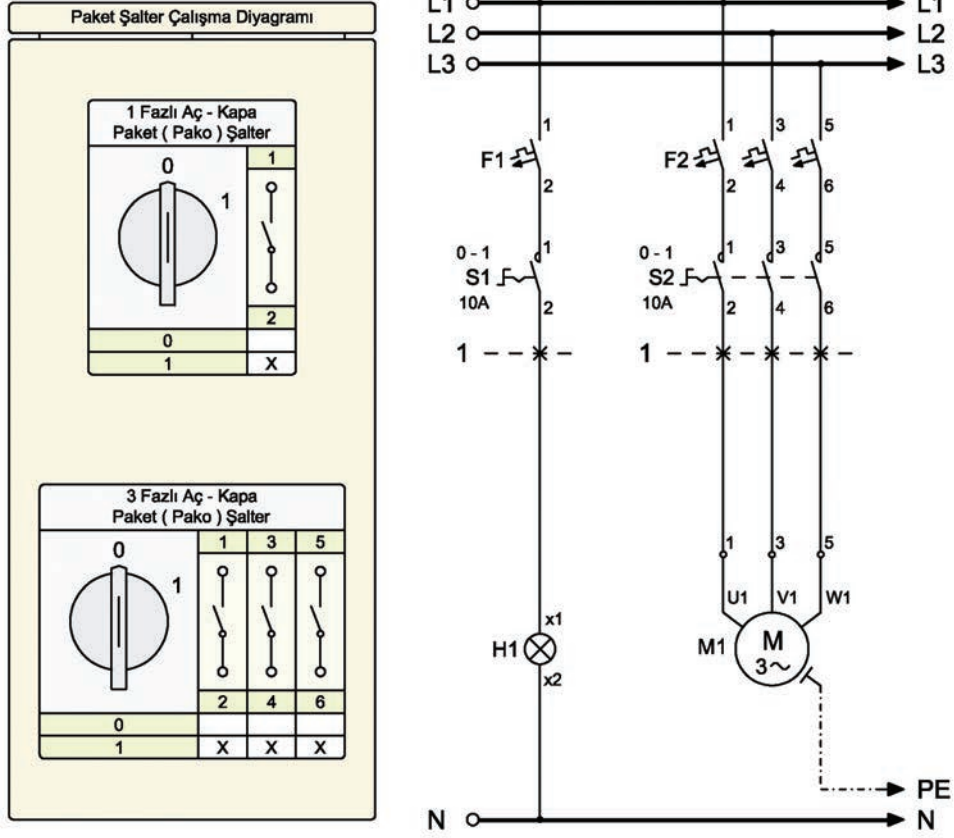
SORU

1. Devrede bulunan iki start ve iki stop butonunun kullanım amacını açıklayınız.

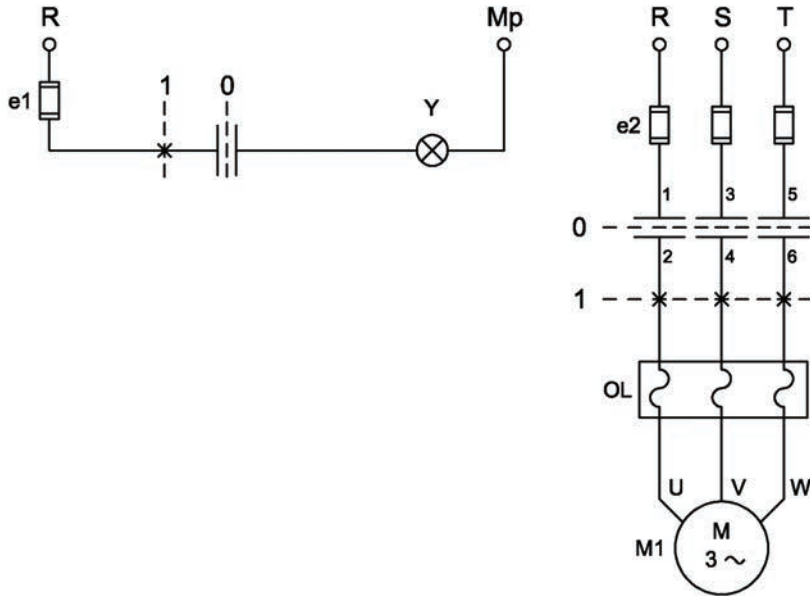
ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20		
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20		
	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20		
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: Lamba grubu ve üç fazlı asenkron motoru aç-kapa paket şalterler ile çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.50: Lamba ve üç fazlı asenkron motorun aç-kapa paket şalterler ile çalıştırılması (IEC normu)



Görsel 1.51: Lamba ve üç fazlı asenkron motorun aç-kapa paket şalterler ile çalıştırılması (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Aç-kapa paket şalterler normalde “0” konumundadır ve kontakları açıktır. “1” konumuna alınca kontakları kapanarak alıcıyı (lamba veya motor) çalıştırır. “0” konumuna alındığında tekrar eski konumuna dönerek alıcıların çalışmasını durdurur.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Bir fazlı paket şalter	Aç-kapa (0-1)	1 adet
Üç fazlı paket şalter	Aç-kapa (0-1)	1 adet
Lamba	220 V AC	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
3. Bağlantıları devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.50).
4. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
5. Bir fazlı aç-kapa paket şalteri “1” konumuna alınız ve H1 lambasının yandığını gözlemleyiniz.
6. Bir fazlı aç-kapa paket şalteri “0” konumuna alınız ve H1 lambasının söndüğünü gözlemleyiniz.
7. Üç fazlı aç-kapa paket şalteri “1” konumuna alınız ve motorun çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Üç fazlı aç-kapa paket şalteri “0” konumuna alınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
9. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

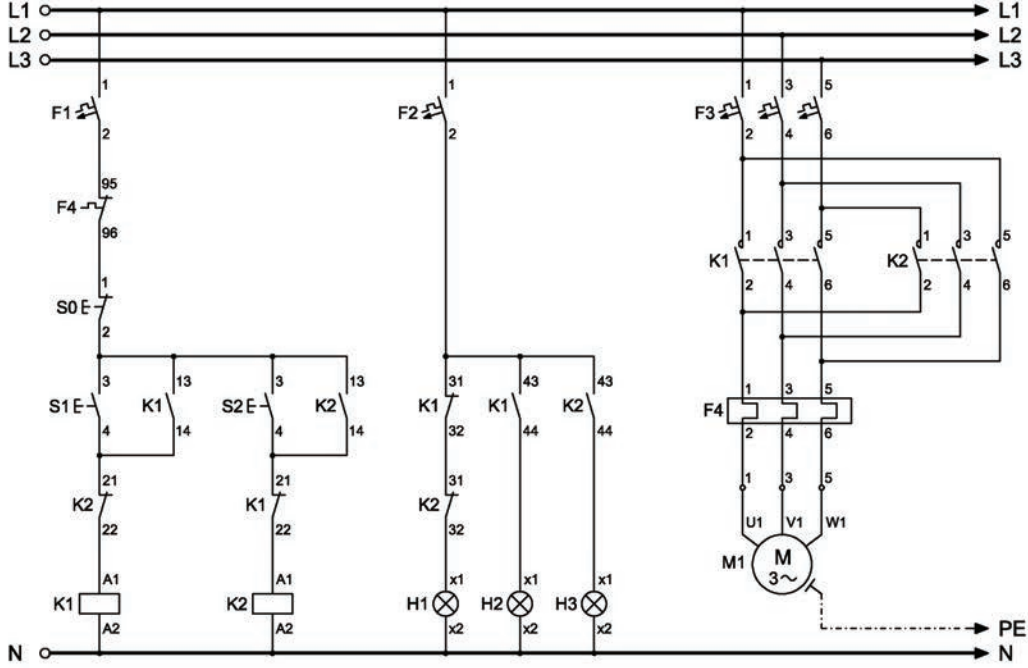
SORULAR

1. Paket şalterler nerelerde kullanılır?
2. Paket şalter seçiminde nelere dikkat edilir?
3. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.

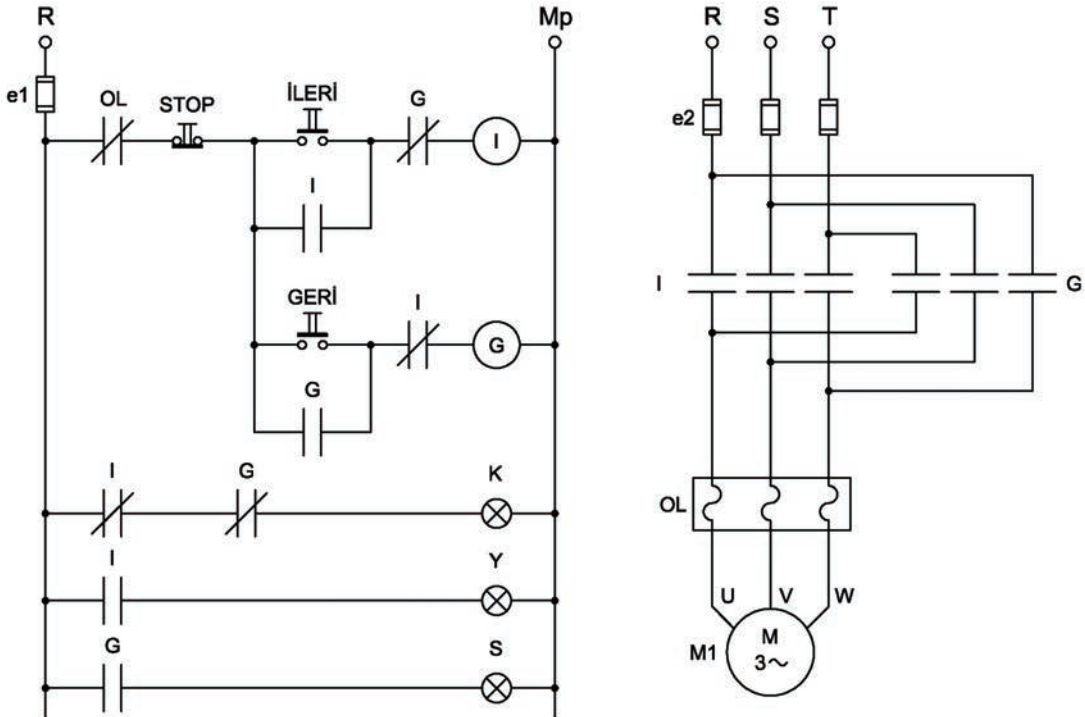
ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Paket şalter uçlarının tespit edilmesi	20		
Numarası :	2	Bir fazlı paket şalter bağlantısının yapılması	20		
	3	Üç fazlı paket şalter bağlantısının yapılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Bir fazlı paket şalter diyagramının yorumlanması	20		
İmza :	5	Paket şalter uçlarının tespit edilmesi	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motorun devir yönünü elektriksel kilitlemeli olarak değiştirmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.52: Üç fazlı asenkron motorun elektriksel kilitlemeli olarak devir yönünün değiştirilmesi (IEC normu)



Görsel 1.53: Üç fazlı asenkron motorun elektriksel kilitlemeli olarak devir yönünün değiştirilmesi (ANSI)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

İki kontaktörün normalde kapalı kontaklarının karşılıklı olarak birbirlerinin önüne bağlanmasıyla yapılan korumaya **elektriksel kilitleme** denir. Bu bağlantı iki kontaktörün aynı anda çalışmaması istenen yerlerde özellikle devir yönü değiştirme uygulamalarında kullanılır. Bu kilitleme sayesinde motor bir yöne dönerken diğer yöne doğru dönmesi engellenmiş olur. Devrede S1 butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenir ve motor ileri yönde dönmeye başlar. K1 kontaktörüne ait K1 normalde kapalı kontağı açıldığı için S2 start butonuna basılsa bile K2 kontaktörü enerjilenemeyeceğinden motor geri yönde dönemez. Lambaya seri bağlı K1 açık kontağı kapandığı için yeşil sinyal lambası yanar. S0 stop butonuna basılarak motor durdurulur. S2 butonuna basıldığında K2 kontaktörü enerjilenir ve motor geri yönde döner. K2 kontaktörü çalışırken K1 kontaktör bobinine seri bağlı K2 açık kontağı açılacağından, S1 butonuna basılsa dahi motor ileri yönde çalışmaz. Sarı sinyal lambası yanar.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A ve C 3x16A	2 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Sinyal lambası	Kırmızı, sarı ve yeşil	3 adet
Butonlar	Start ve stop butonu (yay geri dönüşlü)	3 adet
Aşırı akım rölesi	Motor akımına uygun akım değerinde	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo ve elemanların sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.52).
3. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
4. Güç devresi bağlantılarını yaparak devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
5. S1 butonuna basarak motorun ileri yönde çalıştığını ve yeşil sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz. Bu anda S2 butonuna basınız ve hiçbir etki etmediğini gözlemleyiniz.
6. S0 stop butonuna basarak motoru durdurup kırmızı lambanın yandığını gözlemleyiniz.
7. S2 butonuna basarak motorun geri yönde çalıştığını ve sarı sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz. Bu anda S1 butonuna basınız ve hiçbir etki etmediğini gözlemleyiniz.
8. S0 stop butonuna basarak motoru durdurunuz.
9. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

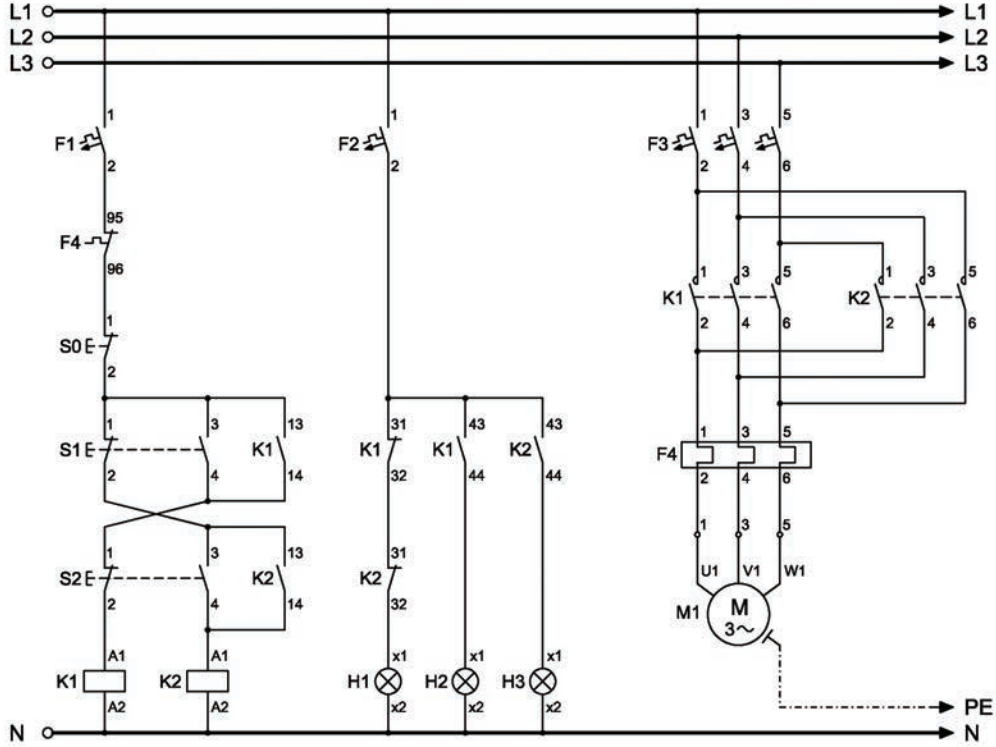
SORU

1. Asenkron motorlarda devir yönü nasıl değiştirilir? Açıklayınız.

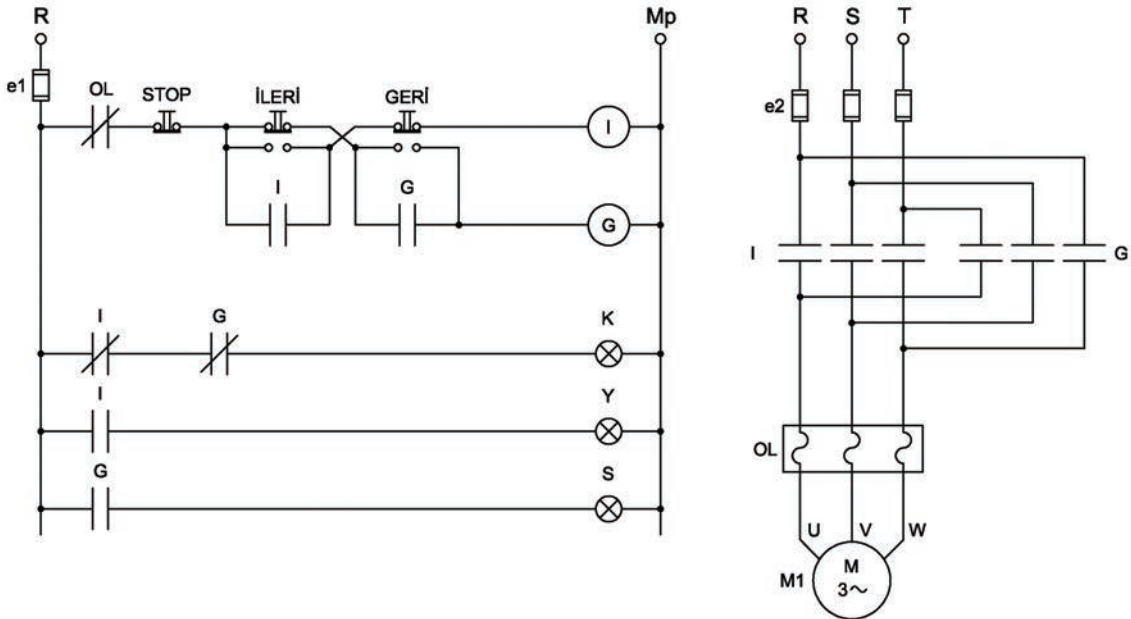
ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Kumanda devre bağlantılarının yapılması	20	
Numarası	:	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN		3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı	:	4	Motorun ileri yönde çalıştırılması	20	
İmza	:	5	Motorun geri yönde çalıştırılması	20	
				TOPLAM PUAN	100

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motorun butonsal kilitlemeli olarak devir yönünü değiştirmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.54: Üç fazlı asenkron motorun butonsal kilitlemeli olarak devir yönünün değiştirilmesi (IEC normu)



Görsel 1.55: Üç fazlı asenkron motorun butonsal kilitlemeli olarak devir yönünün değiştirilmesi (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Jog butonu kontakları ile yapılan güvenlik önlemine **butonsal kilitleme** denir. K1 ve K2 kontaktör bobinleri enerjilerini, jog butonlarının üst kontaklarından alır. Devrede S1 (ileri yön) butonuna basıldığında S2 jog butonu üzerinden K1 kontaktörü enerjilenir ve motor ileri yönde çalışmaya başlar. Motoru geri yönde çalıştırmak için S2 butonuna basmak yeterlidir. S2 (geri yön) butonuna basıldığında K1 kontaktörünün enerjisi kesilir ve ileri yönde çalışma sonlanarak motor geri yönde çalışmaya başlar. Motoru durdurmak için S0 butonuna basmak yeterlidir.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6 A ve C 3x16 A	Birer adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Sinyal lambası	Kırmızı, sarı ve yeşil	3 adet
Stop ve jog butonu	Ani temaslı	3 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Diğer elemanlar ve el aletleri	Pense, yan keski, tornavida, multimetre	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo ve elemanların sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.54).
3. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
4. Güç devresi bağlantılarını yaparak devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
5. S1 butonuna basarak motoru ileri yönde çalıştırınız.
6. S2 butonuna basarak motorun geri yönde çalıştığını gözlemleyiniz.
7. S0 stop butonuna basarak motoru durdurunuz.
8. Enerjiyi kesin ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

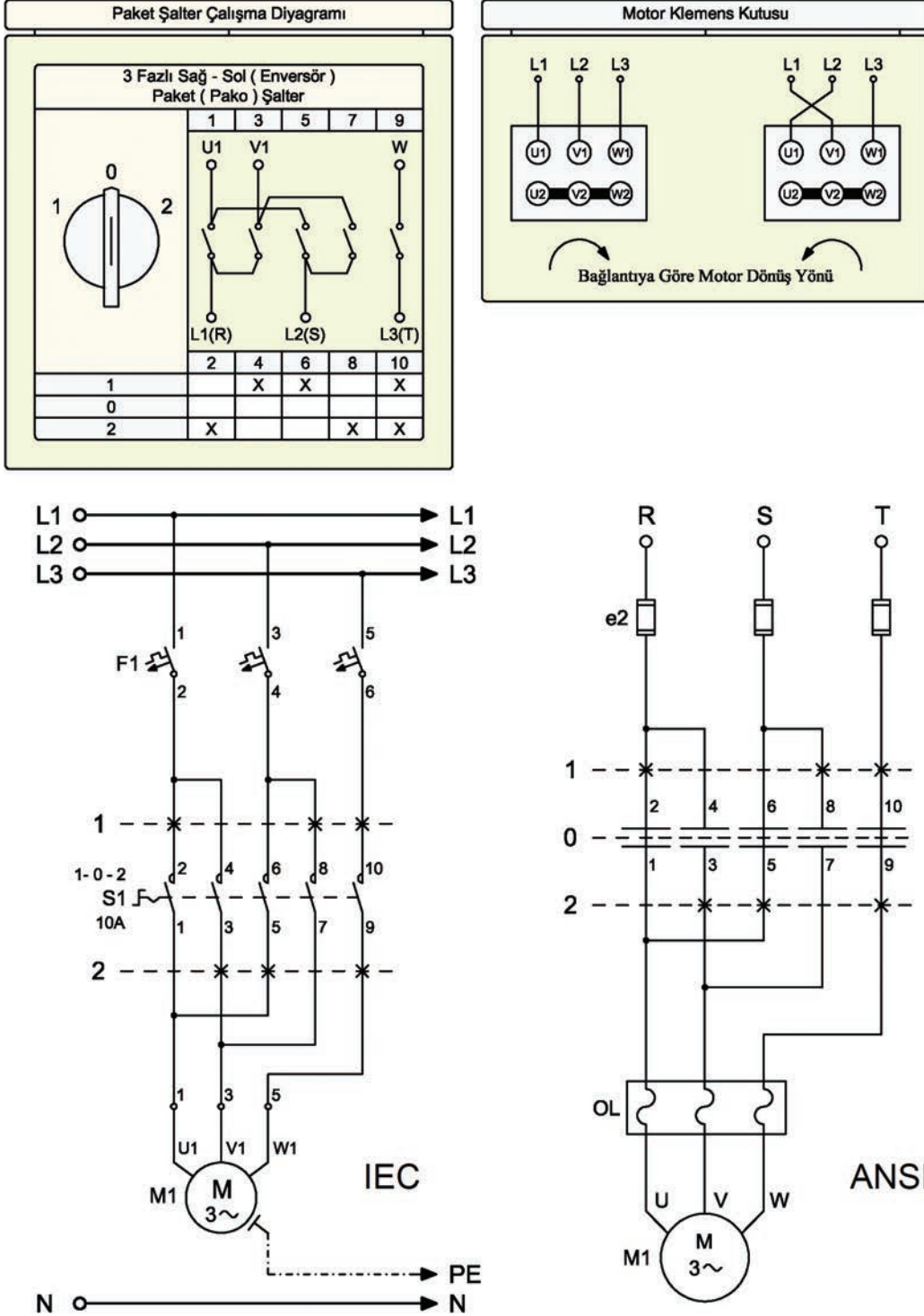
SORU

1. Elektriksel ve butonsal kilitlemeli devir yönü değiştirme devrelerinin farkı nedir?

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresinin bağlantısının yapılması	20		
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20		
	3	Güç devresinin bağlantısının yapılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20		
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motorun paket şalter ile devir yönünü değiştirmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.56: Üç fazlı asenkron motorun paket şalter ile devir yönünün değiştirilmesi (IEC ve ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Devir yönü değiştirme amacıyla kullanılan paket şalterlere **enversör paket şalter** denir. “1-0-2” olmak üzere üç konumludur. “0” konumunda üç fazlı asenkron motor hiçbir şekilde çalışmaz. Geri yönde (saat dönüş yönünün tersi) çalışma için paket şalter “1” konumuna, ileri yönde çalışma (saat dönüş yönünde) için ise “2” konumuna alınır.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Paket şalter	Enversör	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
EI aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
3. Bağlantıları devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.56).
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Paket şalteri “2” konumuna alınız ve motorun ileri yönde çalıştığını gözlemleyiniz.
6. Paket şalteri “0” konumuna alınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
7. Paket şalteri “1” konumuna alınız ve motorun geri yönde çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

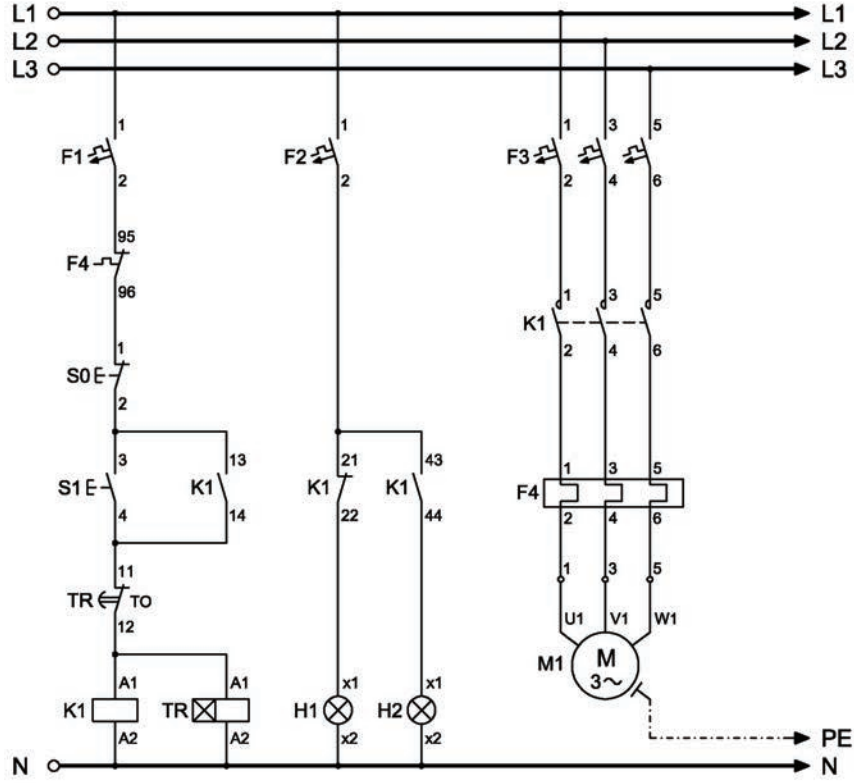
SORULAR

1. Bu devrede kilitleme nasıl sağlanmaktadır? Açıklayınız.
2. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.

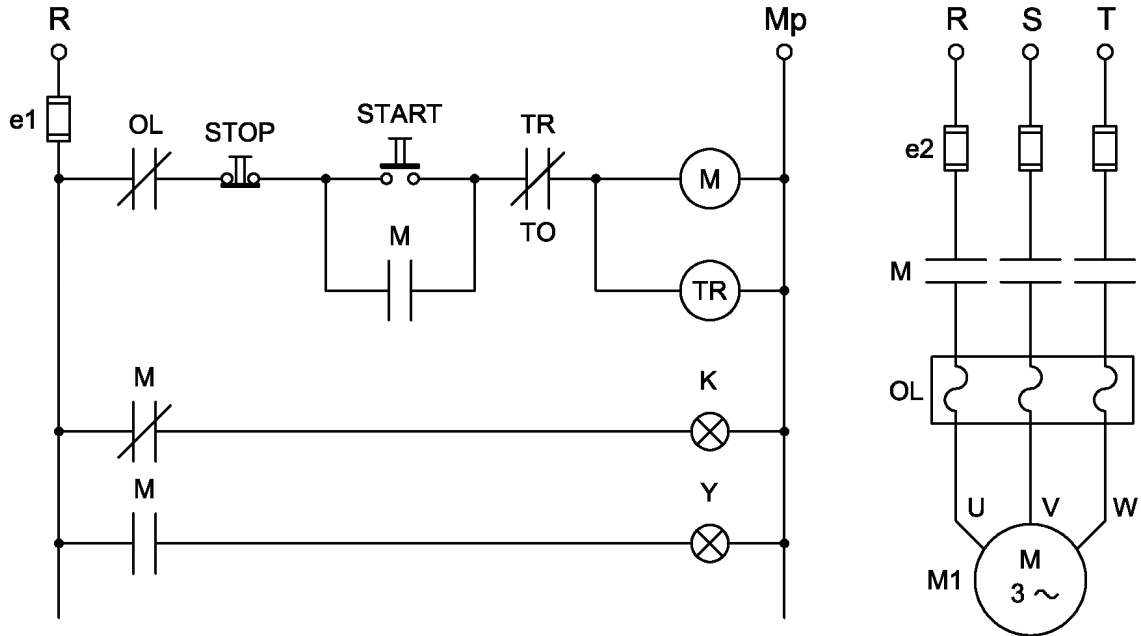
ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Paket şalter kontak kontrolünün yapılması	20		
Numarası :	2	Devre bağlantısının yapılması	20		
	3	Devrenin ileri yönde çalıştırılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Devrenin geri yönde çalıştırılması	20		
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru düz zaman rölesiyle zaman ayarlı olarak durdurmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.57: Üç fazlı asenkron motorun düz zaman rölesiyle zaman ayarlı durdurulması (IEC normu)



Görsel 1.58: Üç fazlı asenkron motorun düz zaman rölesiyle zaman ayarlı durdurulması (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Bazı hâllerde asenkron motorların belirli bir sürenin sonunda durması istenir. Bu işlem zaman röleleri ile gerçekleştirilir. Bu devrede düz zaman rölesi kullanılmıştır. S1 butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenerek motoru çalıştırır. Bu esnada TR düz zaman rölesi de enerjilenerek belirlenen süreyi saymaya başlar. Ayarlanan süre sonunda zaman rölesinin kontakları konum değiştirir. K1 kontaktör bobinine seri bağlı normalde kapalı gecikmeli açılan kontak açılır. Bobin enerjisi kesilen K1 kontaktörü güç kontaklarını açarak motoru durdurur. Ayarlanan süre beklenmeden motor durdurulmak istenirse S0 stop butonuna basılır.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6 A ve C 3x16 A	Birer adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Sinyal lambası	Kırmızı ve yeşil	2 adet
Zaman rölesi	Düz	1 adet
Start ve stop butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	Birer adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti		1 adet
Diğer eleman ve el aletleri	Pense, yan keski, tornavida, multimetre	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo ve elemanların sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Kumanda devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.58).
3. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
4. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.58).
5. Düz zaman rölesini 10 saniyeye ayarlayarak devreye enerji veriniz.
6. S1 butonuna basarak motorun ve düz zaman rölesinin çalıştığını gözlemleyiniz.
7. Ayarlanan sürenin sonunda motorun durduğunu gözlemleyiniz.
8. Motor çalışırken ayarlanan süre dolmadan "S0" butonuna basarak motoru durdurunuz.
9. Enerjiyi kesin ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

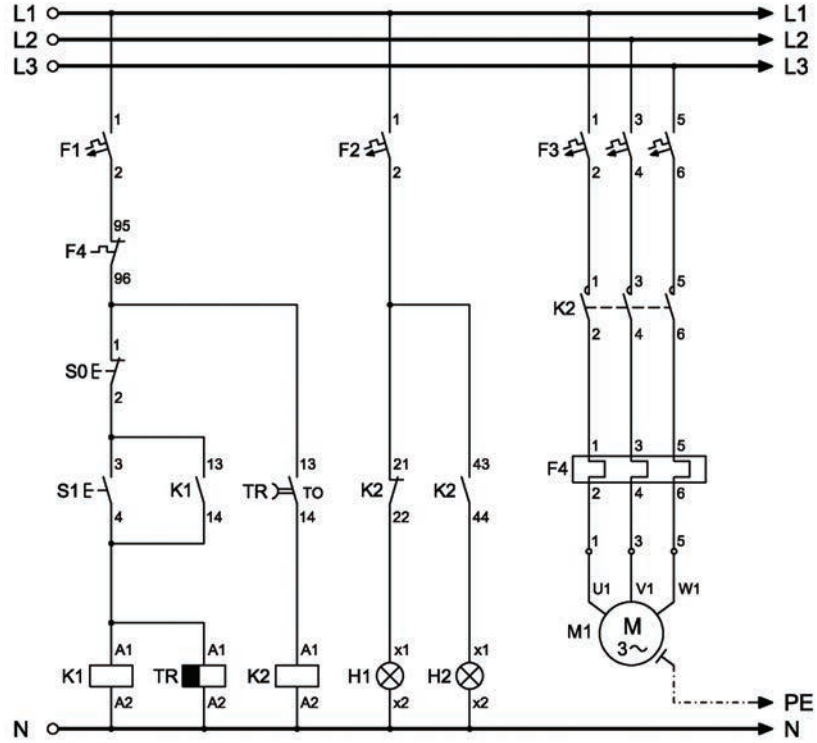
SORU

1. Düz zaman rölesi nasıl çalışır? Açıklayınız.

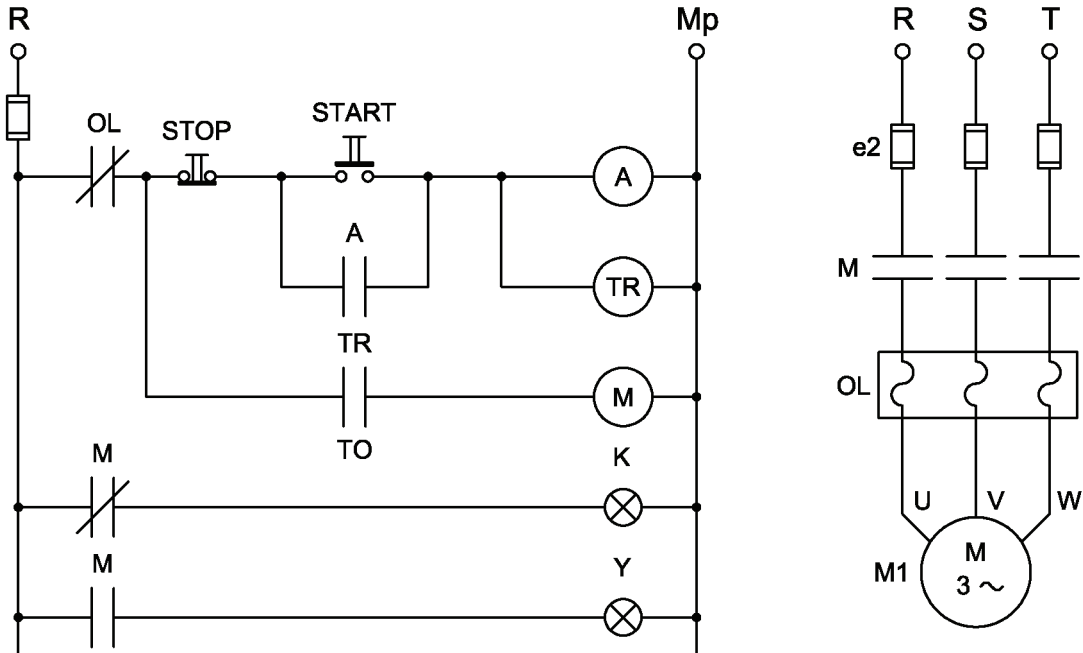
ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20		
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20		
	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20		
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru ters zaman rölesiyle zaman ayarlı olarak durdurmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.59: Üç fazlı asenkron motorun ters zaman rölesiyle zaman ayarlı durdurulması (IEC)



Görsel 1.60: Üç fazlı asenkron motorun ters zaman rölesiyle zaman ayarlı durdurulması (ANSI)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Ters zaman röleleri, besleme enerjisi kesildikten sonra gecikme yapan rölelerdir. Besleme enerjisi verildiğinde kontakları ani olarak konum değiştirir. Bu esnada herhangi bir zamanlama işlemi gerçekleşmez. Rölenin enerjisi kesildikten sonra ayarlanan süre kadar gecikme gerçekleşir ve zamana bağlı çalışan kontaklar konumlarını değiştirir. Devrede S1 butonuna basıldığında K1 kontaktörü ve zaman rölesi enerjilenir. K1 kontaktörü devreyi mühürlerken zaman rölesi de TR kontağı üzerinden K2 kontaktörünü enerjilendirerek motoru çalıştırır.

S0 stop butonuna basıldığında K1 kontaktörü ile TR zaman rölesinin enerjisi kesilir. Devrenin mühürlemesi sona erer ve zaman rölesinin enerjisi kesildiği için röle, zamanı saymaya başlar. Motor hemen durmaz ve ayarlanan süre sonuna kadar çalışmaya devam eder. Ayarlanan sürenin sonunda normalde açık gecikmeli açılan (TO) kontak açılarak K2 kontaktörünün enerjisini keser ve motor durur. Motor dururken kırmızı, çalışırken yeşil sinyal lambası yanar.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A ve C 3x16A	2 adet
Sinyal lambaları	Kırmızı ve yeşil	2 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Zaman rölesi	Ters	1 adet
Butonlar	Start ve Stop butonu (yay geri dönüşlü)	Birer adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Diğer eleman ve el aletleri	Pense, yan keski, tornavida, multimetre	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo ve elemanların sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.60).
3. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji veriniz (kırmızı lamba yanacaktır.).
4. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.60).
5. Zaman rölesinin süresini 10 saniye olarak ayarlayınız.
6. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
7. S1 butonuna basınız ve motorun çalıştığını gözlemleyiniz (yeşil lamba yanacaktır.).
8. S0 stop butonuna basarak motorun çalışmaya devam ettiğini gözlemleyiniz.
9. Belirlenen süre sonunda motorun durduğunu gözlemleyiniz.
10. Enerjiyi kesin ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

SORU

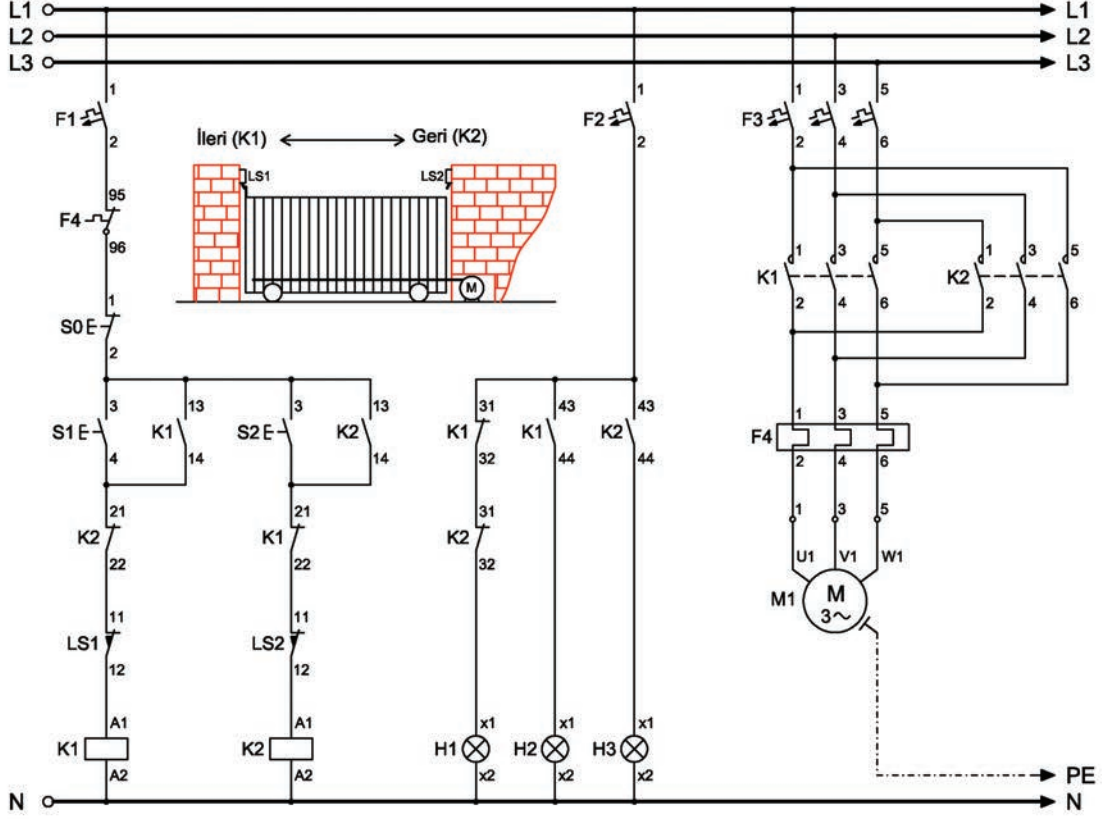
1. Ters zaman rölesi nasıl çalışır? Açıklayınız.



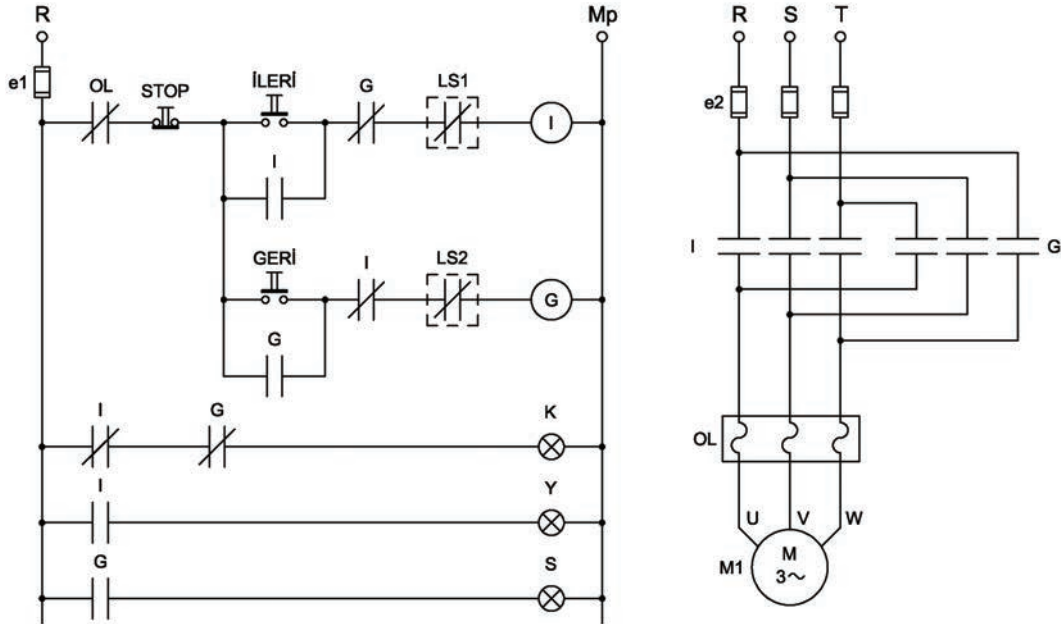
ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20		
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20		
	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20		
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru sınır anahtarı ile ileri geri yönde çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.61: Üç fazlı asenkron motorun sınır anahtarıyla ileri geri yönde çalıştırılması (IEC normu)



Görsel 1.62: Üç fazlı asenkron motorun sınır anahtarıyla ileri geri yönde çalıştırılması (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Sınır anahtarları yapı itibarıyla jog butonlara benzer. NO ve NC kontaklara sahiptir. Genellikle hareketli bir sistem elemanının konumuna göre makara, yay ya da pimine baskı uygulaması ile kontak konumlarını değiştirir. Devre şemasında hareketli bir kapının sınır anahtarı ile kontrolü gösterilmektedir.

S1 butonuna basıldığında motor ileri yönde dönerek kapıyı hareket ettirir. Kapı LS1 sınır anahtarına gelince kontakları konum değiştirerek K1 kontaktörünün enerjisi kesilir ve motor durur. S2 butonuna basılınca motorun devir yönü değişir ve motor kapıyı geri yönde hareket ettirir. LS2 sınır anahtarına gelen kapı, sınır anahtarının kapalı kontağının açılmasıyla durur. Motor dururken kırmızı, ileri yönde dönerken yeşil ve geri yönde sarı sinyal lambası yanar.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6 A ve C 3x16 A	Birer adet
Sinyal lambaları	Kırmızı, sarı ve yeşil	3 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Sınır anahtarı	Makaralı veya pimli	2 adet
Stop ve stop butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	3 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti		1 adet
Diğer eleman ve el aletleri	Pense, yan keski, tornavida, multimetre	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo ve elemanların sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.61).
3. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
4. Güç devresinin bağlantılarını yaparak öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. S1 butonuna basınız ve motorun ileri yönde çalıştığını gözlemleyiniz.
6. LS1 sınır anahtarı pimine basarak motoru durdurunuz.
7. S2 butonuna basınız ve motorun geri yönde çalıştığını gözlemleyiniz.
8. LS2 sınır anahtarı pimine basarak motoru durdurunuz.
9. Motoru herhangi bir anda ya da noktada durdurmak için "S0" stop butonuna basınız.
10. Enerjiyi kesin ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

SORU

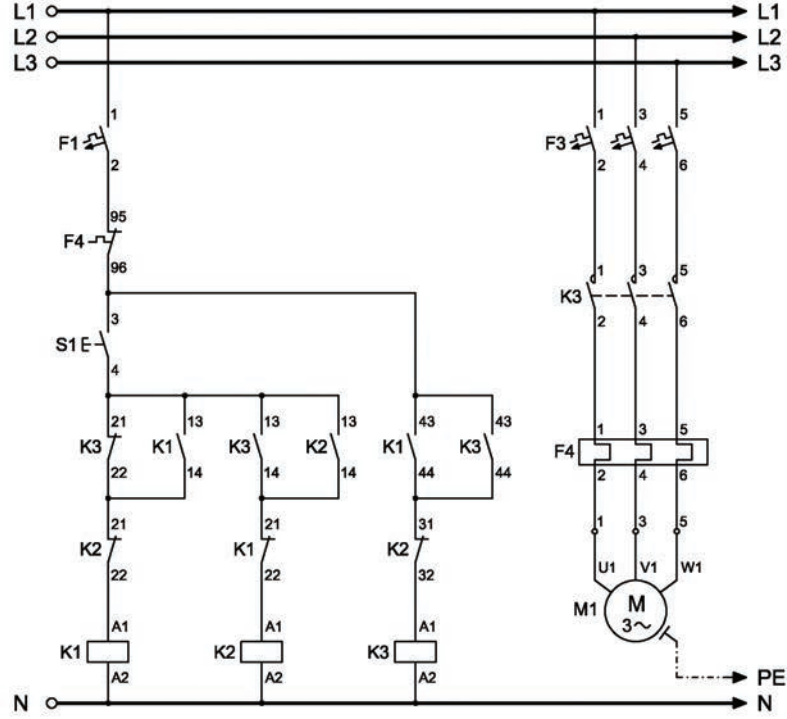
1. Sınır anahtarı nedir? Nerelerde kullanılır?



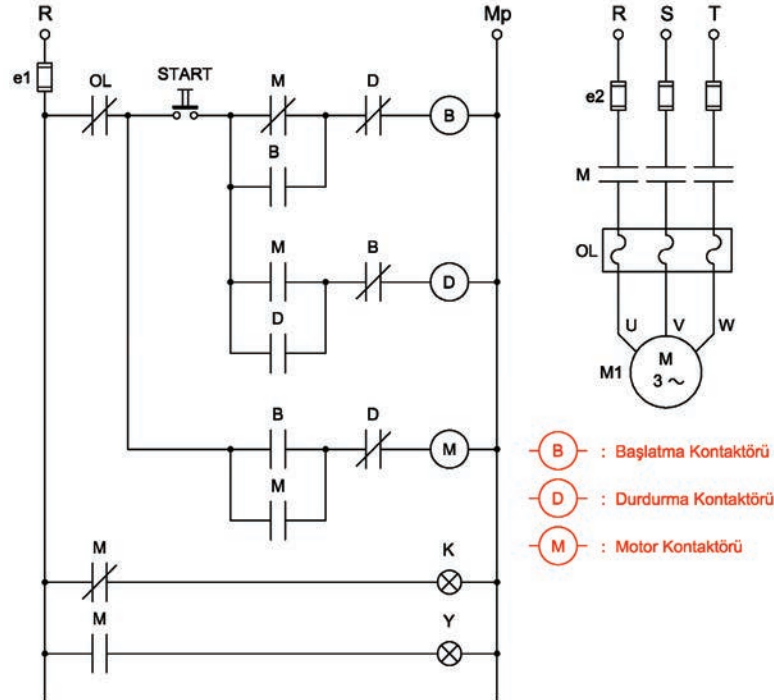
ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası	:	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
		3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı	:	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza	:	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
				TOPLAM PUAN	100

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru bir buton ile çalıştırıp durdurmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.63: Üç fazlı asenkron motoru bir buton ile çalıştırıp durdurma devresi (IEC normu)



Görsel 1.64: Üç fazlı asenkron motoru bir buton ile çalıştırıp durdurma devresi (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Devrede kullanılan bir adet start butonu ile hem çalıştırma hem de durdurma işlemleri gerçekleştirilebilir. S1 butonuna ilk kez basıldığında çalıştırma, ikinci kez basıldığında ise durdurma işlemi gerçekleşir. Motor dururken kırmızı, çalışırken yeşil sinyal lambası yanar.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6 A ve C 3x16 A	Birer adet
Kontaktör	4 kW	3 adet
Sinyal lambaları	Kırmızı ve yeşil	2 adet
Start butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti		1 adet
Diğer eleman ve el aletleri	Pense, yan keski, tornavida, multimetre	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo ve elemanların sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.63).
3. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji veriniz.
4. S1 start butonuna basarak K1 ve K3 kontaktörlerinin enerjilendiğini gözlemleyiniz.
5. S1 butonuna tekrar basarak K2 kontaktörünün enerjilendiğini ve K1 ile K3 kontaktörlerinin, son olarak da K2 kontaktörünün devreden çıktığını gözlemleyiniz.
6. Güç devresi bağlantılarını yaparak öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
7. S1 butonuna basarak motoru çalıştırınız.
8. S1 butonuna tekrar basarak motoru durdurunuz.
9. Enerjiyi kesiniz. Malzemeleri sökerek teslim ediniz.

SORU

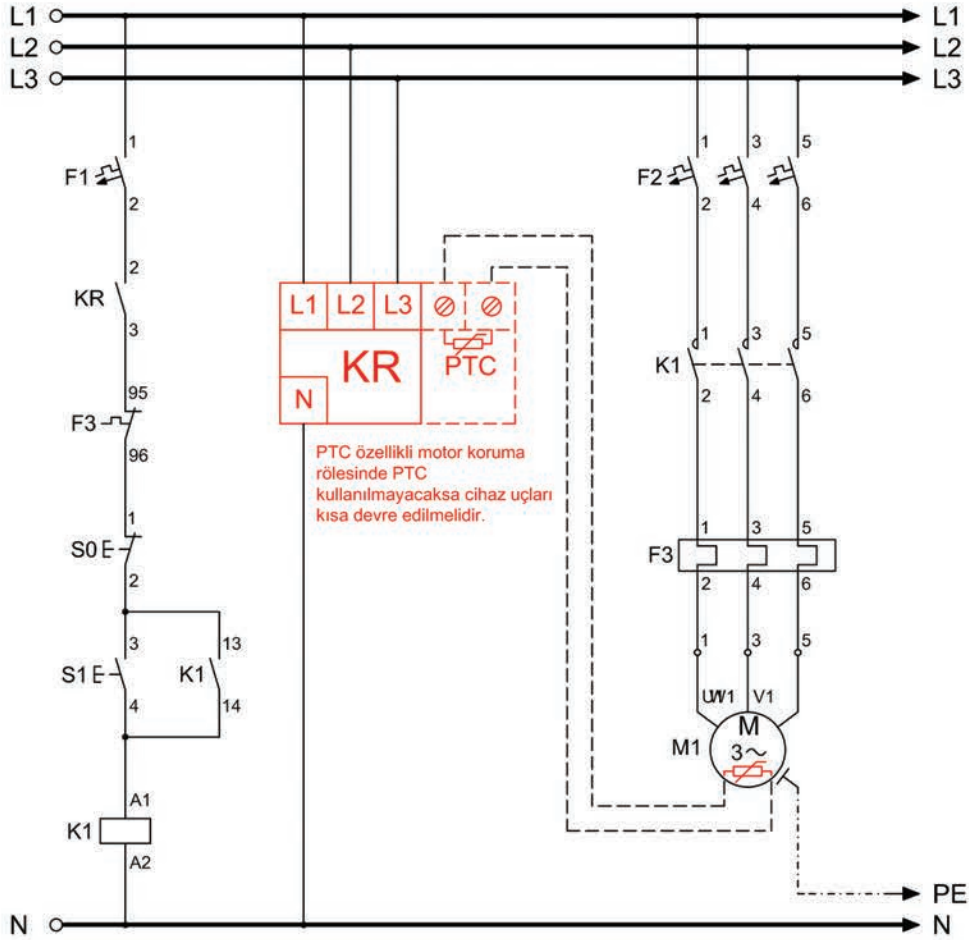
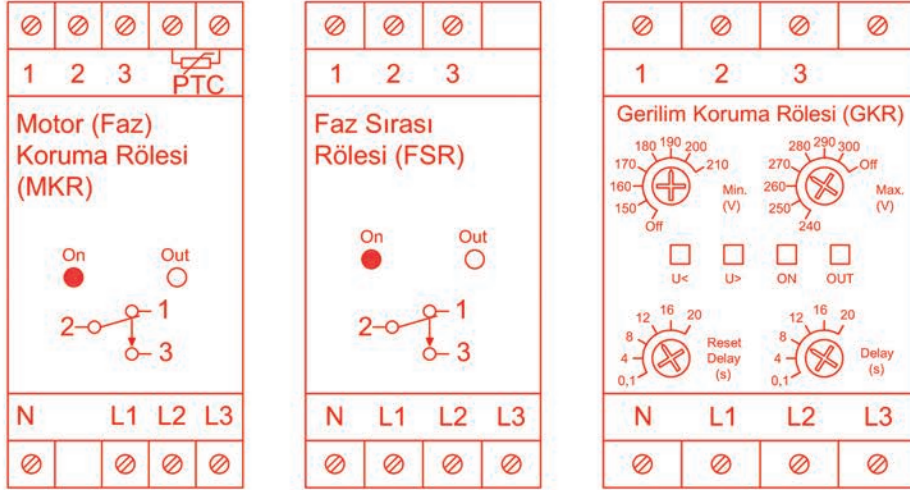
1. Devrenin avantaj ve dezavantajlarını yazınız.



ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası	:	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
		3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı	:	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza	:	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
				TOPLAM PUAN	100

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru çeşitli koruma röleleri ile çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.65: Üç fazlı asenkron motorun koruma röleli çalıştırılması (IEC normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Motor (Faz) Koruma Röleli Çalışma: Motorun iki faza kalması durumunda koruma yapan bir röledir. Devrede motor (faz) koruma rölesine bağlanan şebeke fazlarının varlığı devamlı olarak kontrol edilir. İlk anda motor koruma rölesinin açık kontağı KR (2-3) konum değiştirerek kontağını kapatır. S1 butonuna basıldığında K1 kontaktörü aracılığıyla motor çalışmaya başlar. Fazlardan biri herhangi bir sebeple gittiğinde koruma rölesi devreye girerek kapalı olan KR kontağını açar ve kumanda devresinin enerjisini keser. K1 kontaktörünün de enerjisi kesileceğinden motor durur ve korunmuş olur.

Faz Sırası Röleli Çalışma: Faz sırası rölesi, devir yönünün değişmesinin istenmediği yerlerde kullanılır. Röle girişine şebeke fazları L1-L2-L3 sıralaması ile bağlandığında normalde açık olan KR kontağı kapanır. S1 butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenerek motoru çalıştırır. Herhangi bir sebeple faz sıralaması değişirse röle hata LED'ini yakar ve kapalı olan KR kontağını açarak K1 kontaktörünün enerjisini keser. Bu durum motorun devir yönü değişmeden durmasını sağlar. Motorun tekrar çalışabilmesi için faz sıralamasının düzeltilmesi gerekir.

Gerilim Koruma Röleli Çalışma: Gerilim koruma rölesi, motorun çalışma gerilimlerinde meydana gelebilecek dalgalanmalara (düşme ya da yükselme) karşı motoru koruyan röledir. Üzerinde bulunan düşük ve yüksek gerilim ayar düğmelerinden istenen alt ve üst sınır gerilim değeri ayarlanır. Normal çalışma değerinde KR (2-3) normalde açık kontağı kapanır. Devrede S1 butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenir ve motor hareket eder. Şebeke gerilimi ayarlanan değer altına düştüğünde ya da üstüne çıktığında rölenin kontakları konum değiştirir ve KR (2-3) kontağı açılarak motoru korur.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Motor (faz) koruma rölesi		1 adet
Faz sırası rölesi		1 adet
Gerilim koruma rölesi		1 adet
Start butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Stop butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
EI aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
3. İlk bağlantı için motor (faz) koruma rölesini kullanınız. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.65).
4. Motor koruma rölesine üç faz bağlantısını yapınız.
5. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
6. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.65).

7. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
8. "S1" butonuna basarak motoru çalıştırınız. Motor çalışırken motor koruma rölesinin aktif olduğuna dikkat ediniz.
9. İş güvenliği kuralları çerçevesinde fazlardan birini keserek motorun durduğunu gözlemleyiniz.
10. Enerjiyi kesiniz.
11. İkinci bağlantı için sadece motor koruma röle bağlantısını sökünüz. Yerine **faz sırası rölesini** bağlantı uçlarına dikkat ederek bağlayınız (Görsel 1.65).
12. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
13. "S1" butonuna basarak motoru çalıştırınız.
14. Motor çalışırken faz sırası rölesinin aktif olduğuna yani normal LED'inin yandığına dikkat ediniz.
15. Enerjiyi keserek iş güvenliği kuralları çerçevesinde fazlardan ikisinin yerini değiştiriniz.
16. Devreye tekrar enerji vererek S1 butonuna basınız.
17. Faz sırası üzerinde hata LED'inin yandığını ve motorun çalışmadığını gözlemleyiniz.
18. Enerjiyi kesiniz.
19. Üçüncü bağlantı için sadece faz sırası rölesini sökünüz. Yerine **gerilim koruma rölesini** bağlantı uçlarına dikkat ederek bağlayınız (Görsel 1.65).
20. Gerilim koruma rölesinin alt ve üst sınır gerilim değerini ayarlayınız.
21. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
22. S1 butonuna basarak motoru çalıştırınız.
23. Üç fazlı gerilimi, varyak ile alt sınır gerilim değerinin altına düşürünüz ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
24. Üç fazlı gerilimi, varyak ile üst sınır gerilim değerinin üstüne çıkarınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
25. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

SORULAR

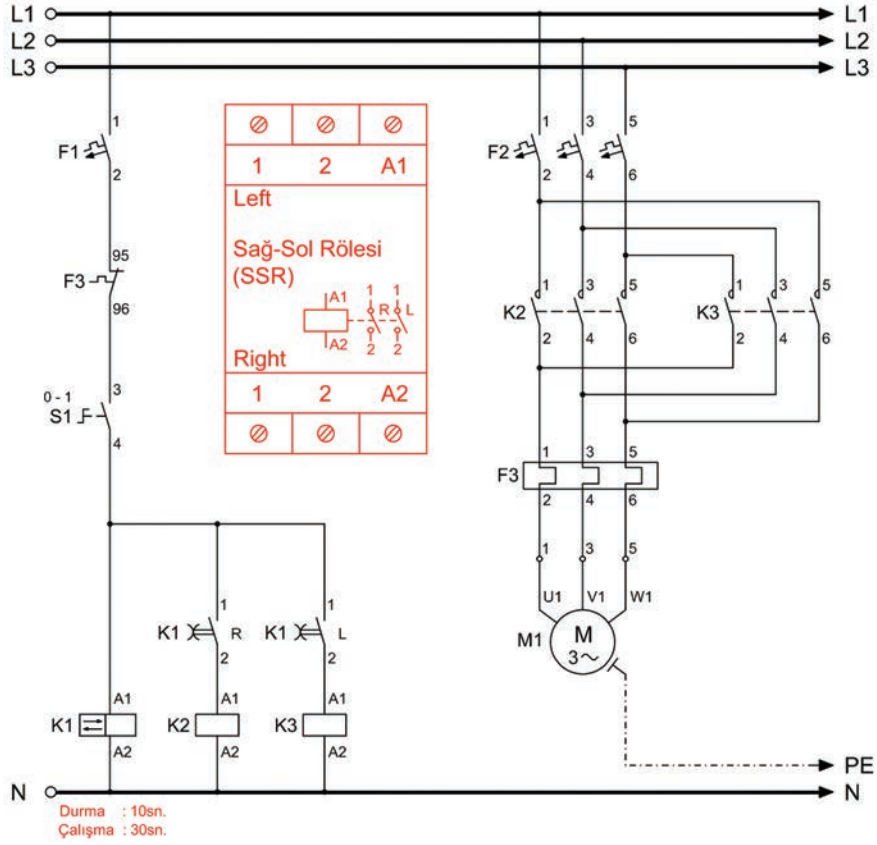
1. Motor koruma rölesinin koruma yapması için hangi fazın kesilmiş olması gerekir?
2. Faz sırası rölesi ile faz koruma rölesi arasındaki fark nedir?
3. Kullandığınız gerilim koruma rölesinin alt ve üst sınır değerlerini yazınız.
4. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.



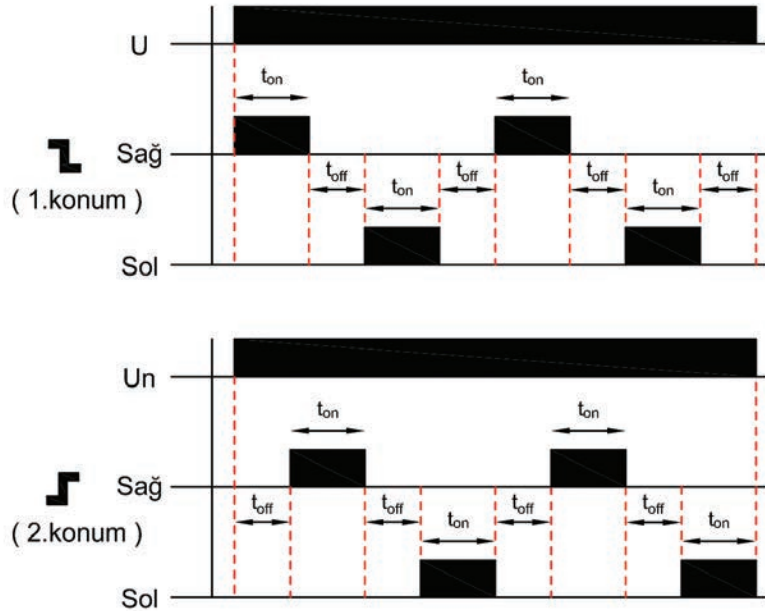
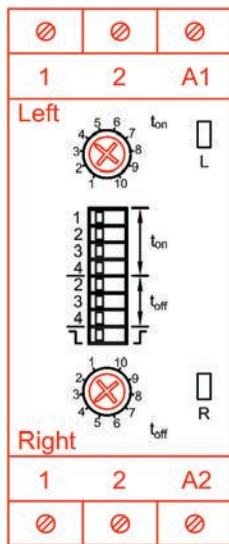
ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Motor koruma rölesinin çalıştırılması	20	
Numarası	:	2	Faz sırası rölesinin çalıştırılması	20	
		3	Gerilim koruma rölesinin çalıştırılması	20	
Adı-Soyadı	:	4	Güç devrelerinin çalıştırılması	20	
İmza	:	5	Devrelerin çalışmalarının yorumlanması	20	
				TOPLAM PUAN	100

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru sağ-sol rölesi ile çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.66: Üç fazlı asenkron motorun sağ-sol rölesi ile çalıştırılması (IEC)



Görsel 1.67: Sağ-sol rölesinin çekili kalma süresi

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Sağ-sol rölesi, otomatik konum (yön) değiştirici olarak kullanılır. Zaman ayarıyla fonksiyonunu aralıklarla tekrarlar. Devrede tek motor varsa sağa sola döner. İki ayrı motor olursa motorun birincisi sağa dönerken ikincisi sola döner. İçinde devir yönü değişimi için iki adet röle bulunur. Üzerindeki t_{on} ve t_{off} trimpotlarıyla bu rölelerin çalışma zamanı ayarlanır. t_{on} rölelerin çekili kalma süresini, t_{off} ise iki rölenin birden bırakarak bekleme süresini ifade eder (Görsel 1.67).

Görsel 1.66'daki devreye enerji verildiğinde röle, başlangıç seçim anahtarının konumuna bakar. Bu anahtarın iki konumu vardır. Birinci konumda enerji verildiği an sağ röle hemen çeker ve t_{on} süresi kadar bekler. İkinci konumda ise enerji verildiği an t_{off} süresi saymaya başlar ve sürenin sonunda sağ röle çeker. Devredeki röle anahtarının 1. konumda olduğu varsayılmıştır. Start butonuna basıldığında röle enerjilenir ve K1 (R) kontağını kapatarak K2 kontaktörü üzerinden motoru sağa döndürür. t_{on} ile ayarlanan süre dolunca motor durur. Bekleme süresi sonunda K3 kontaktörü üzerinden motor sola döner ve çalışma periyodik olarak devam eder.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6 A ve C 3x16 A	1 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Sağ-sol rölesi		1 adet
Stop butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	2 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti		1 adet
Diğer eleman ve el aletleri	Pense, yan keski, tornavida, multimetre	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo ve elemanların sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.66).
3. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
4. Güç devresinin bağlantılarını yaparak rölenin sürelerini ayarlayınız.
5. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
6. Motorun ilk olarak ayarlanan süre boyunca sağa döndüğünü gözlemleyiniz.
7. Motor durduktan sonra bekleme süresi sonunda sola döndüğünü gözlemleyiniz.
8. Enerjiyi kesin ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

SORU

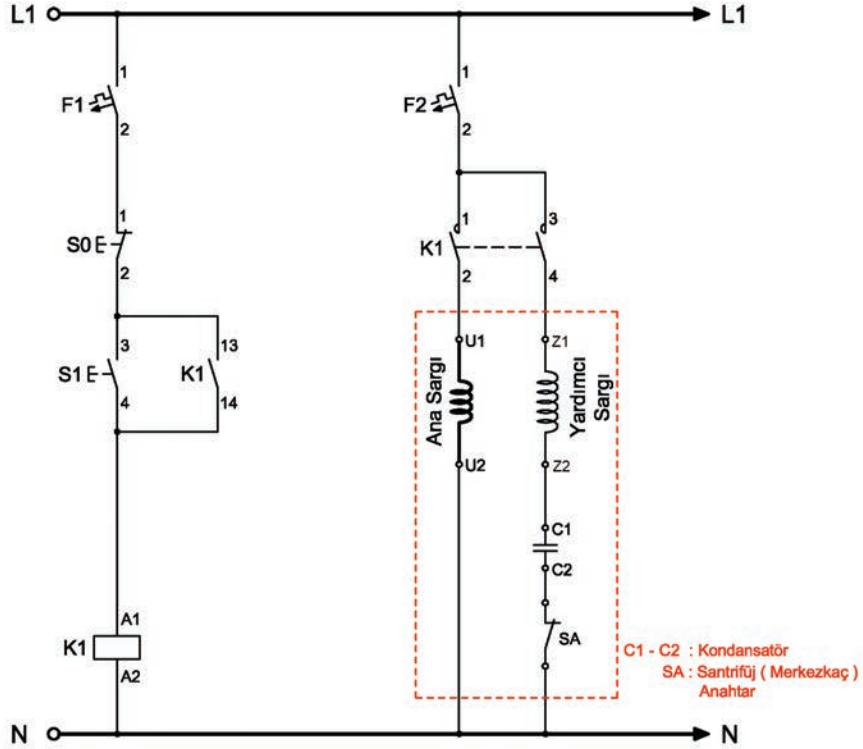
1. Sağ-sol rölesinin yıldız-üçgen rölesinden farkı nedir?



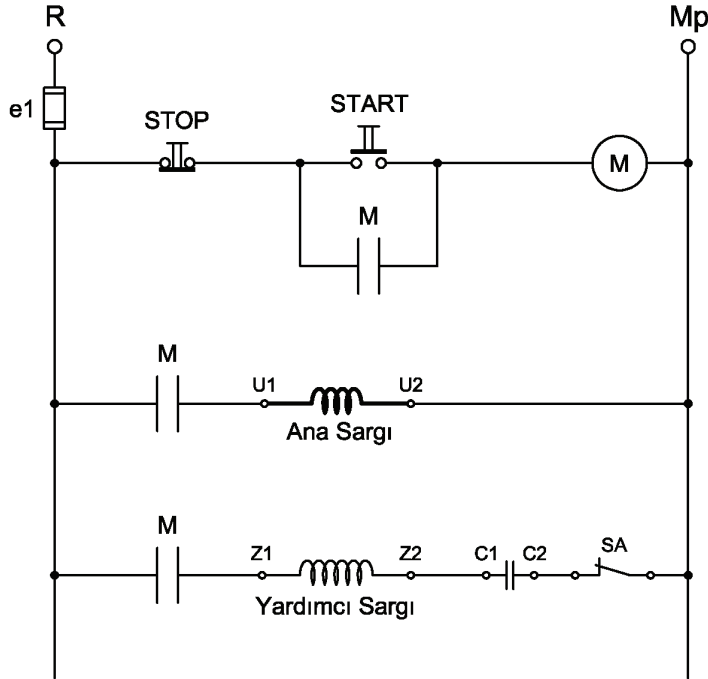
ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20		
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20		
	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20		
	4	Güç devresinin çalıştırılması	20		
	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: Bir fazlı, yardımcı sargılı asenkron motoru sürekli olarak çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.68: Bir fazlı, yardımcı sargılı asenkron motorun sürekli olarak çalıştırılması (IEC normu)



Görsel 1.69: Bir fazlı, yardımcı sargılı asenkron motorun sürekli olarak çalıştırılması (ANSI normu)



DEVRENİN ÇALIŞMASI

Bir fazlı asenkron motor klemens tablosunda ana ve yardımcı sargı uçları, kondansatör uçları ve merkezkaç anahtar uçları bulunur. Devrede S1 start butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenir ve kontaktörün konumunu değiştirir. Kapanan NO kontaktör devreyi mühürleyerek bir fazlı motoru devreye alır. Ana sargı ile beraber yardımcı sargı da devreye girerek motor çalışmaya başlar. Motorun kalkınması tamamlandıktan sonra merkezkaç anahtar, yardımcı sargıyı devreden çıkartır ve motor ana sargı ile çalışmaya devam eder. S0 stop butonuna basılmasıyla kontaktör bobinin enerjisi kesildiğinden kumanda ve güç devresindeki NO kontaktörleri açılır ve motor durur. Motor durduğunda santrifüj anahtar eski konumuna döner ve bir sonraki çalışmaya hazır hâle gelir.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x10 A	1 adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Stopve start butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	2 adet
Aşırı akım rölesi	Bir fazlı	1 adet
Asenkron motor	Bir fazlı, yardımcı sargılı	1 adet
Kumanda kabloları	2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir fazlı	-
Deney seti		1 adet
Diğer eleman ve el aletleri	Pense, yan keski, tornavida, multimetre	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo ve elemanların sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.68).
3. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
4. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.68).
5. S1 butonuna basarak motoru çalıştırınız.
6. Merkezkaç anahtarın devreden çıktığını gözlemleyiniz.
7. S0 butonuna basarak motoru durdurunuz.
8. Enerjiyi kesin ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

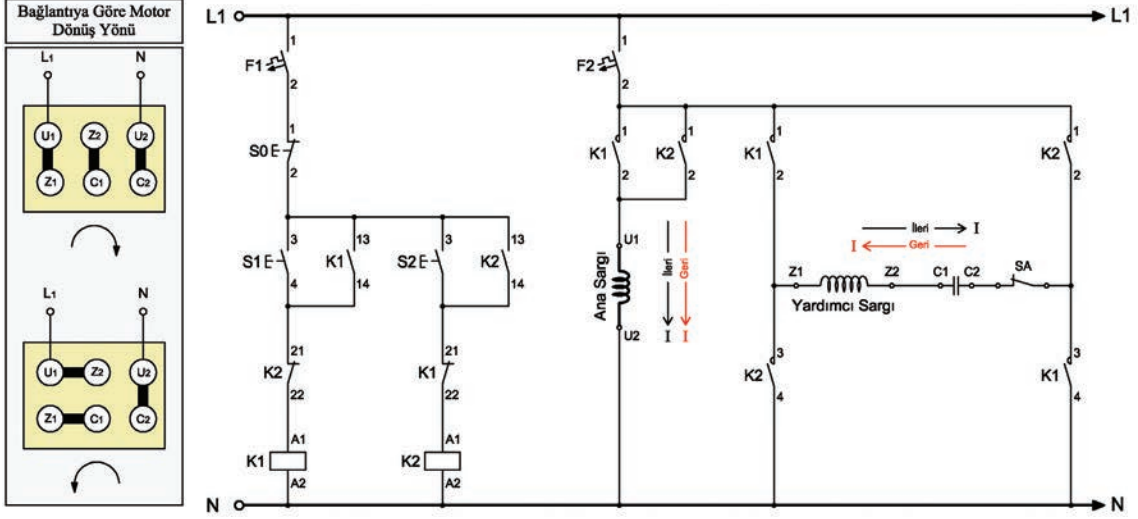
SORU

1. Devrede santrifüj anahtar ile kondansatörün kullanılma sebebini yazınız.

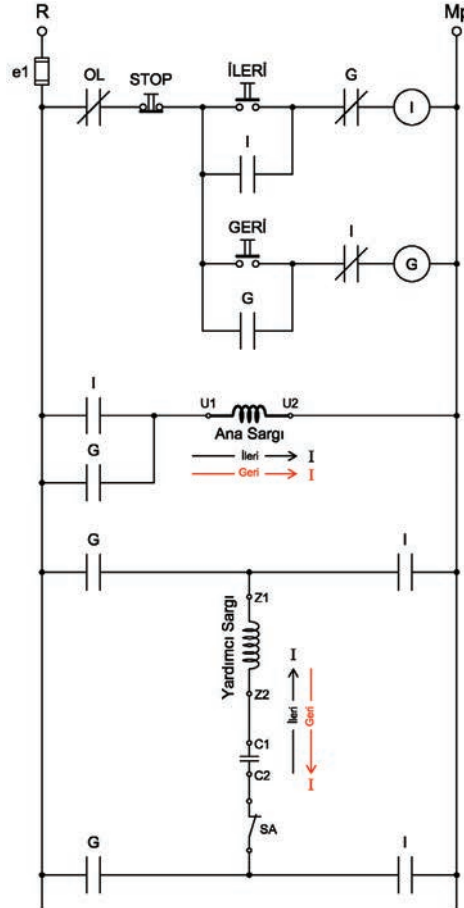
ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20		
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20		
	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20		
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: Bir fazlı, yardımcı sargılı asenkron motoru ileri geri olarak çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.70: Bir fazlı, yardımcı sargılı asenkron motorun devir yönünün değiştirilmesi (IEC normu)



Görsel 1.71: Bir fazlı, yardımcı sargılı asenkron motorun devir yönünün değiştirilmesi (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Yardımcı sargılı asenkron motorun devir yönünü değiştirmek için iki yöntem kullanılır:

1. Ana sargı uçları sabit tutulup yardımcı sargıdan geçen akımın yönü değiştirilir.
2. Yardımcı sargı uçları sabit tutulup ana sargıdan geçen akımın yönü değiştirilir.

Bu devrede ana sargı uçları sabit tutulup yardımcı sargıdan geçen akımın yönü değiştirilmiştir. Kumanda devresinde elektriksel kilitleme yapılmıştır. S1 butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenerek motoru ileri yönde döndürür. Bu esnada motorun ana sargısında akım (U1-U2), yardımcı sargısında ise (Z1-Z2) yönündedir. S0 stop butonuna basıldığında motor durur.

S2 butonuna basıldığında K2 kontaktörü enerjilenir ve motorun kontakları konum değiştirir. Güç devresinde ana sargıdan geçen akımın yönü değişmezken yardımcı sargıdaki akımın yönü değişir. Bu durumda motor, geri yönde dönmeye başlar. S0 butonuna basılınca motor durur.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6 A	1 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Stop ve start butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	3 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Bir fazlı, yardımcı sargılı	1 adet
Kumanda kabloları	2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti		1 adet
Diğer eleman ve el aletleri	Pense, yan keski, tornavida, multimetre	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo ve elemanların sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.70).
3. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
4. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.70).
5. S1 butonuna basarak motoru ileri yönde çalıştırınız.
6. Merkezkaç anahtarın yardımcı sargıyı devreden çıkardığını gözlemleyiniz.
7. S0 butonuna basarak motoru durdurunuz.
8. S2 butonuna basınız ve motoru geri yönde döndürünüz.
9. Merkezkaç anahtarın yardımcı sargıyı devreden çıkardığını gözlemleyiniz.
10. S0 butonuna basarak motoru durdurunuz.
11. Enerjii kesiniz ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

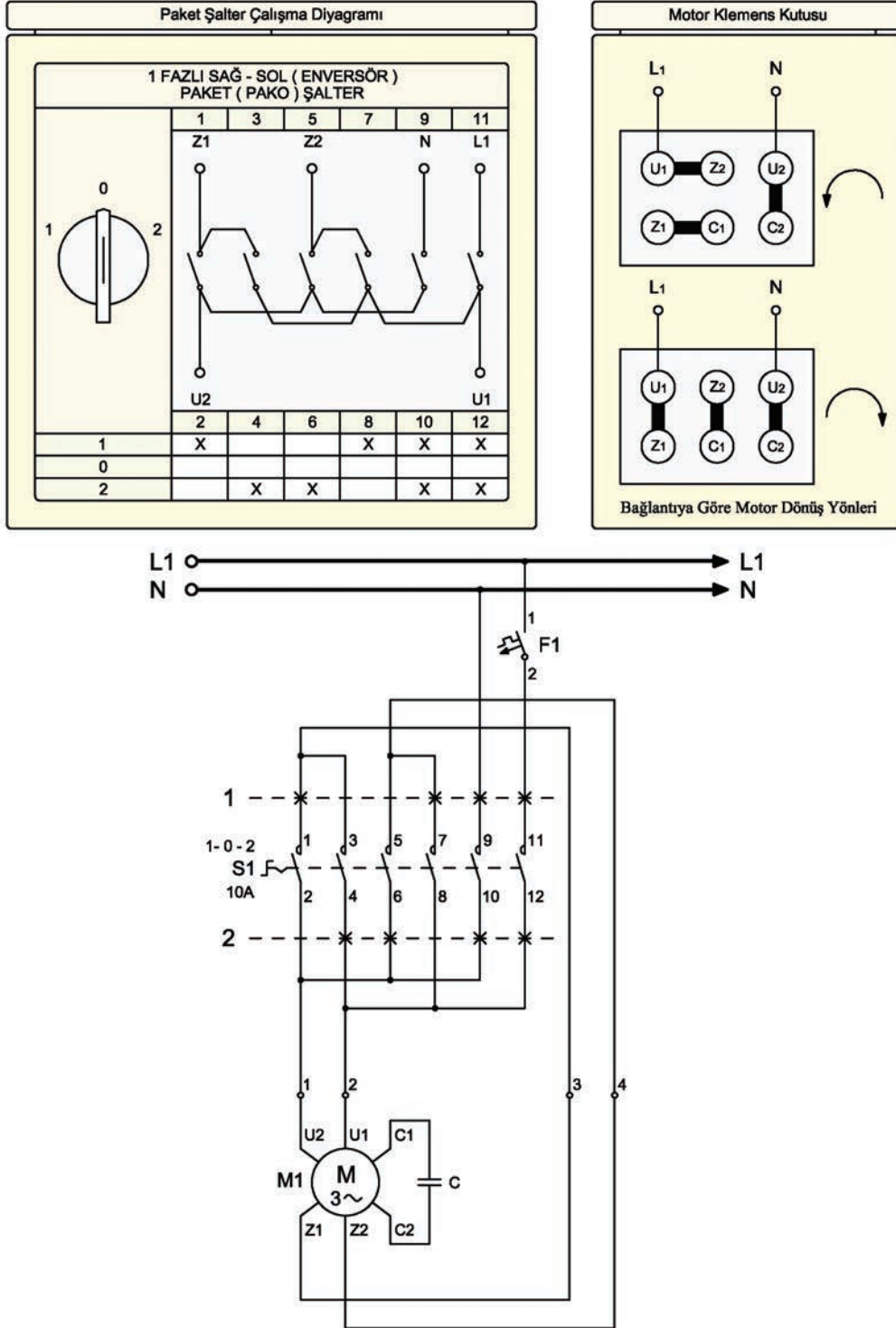
SORU

1. Devrede yardımcı sargıdan geçen akım yönü nasıl değişmektedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
	TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: Bir fazlı, yardımcı sargılı asenkron motoru enversör paket şalter ile ileri geri çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.72: Bir fazlı asenkron motorun enversör paket şalter ile devir yönünün değiştirilmesi (IEC Normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Devir yönü değiştirme amacıyla kullanılan paket şalterlere **enversör paket şalter** denir. “1-0-2” olmak üzere üç konumludur. “0” konumunda üç fazlı asenkron motor hiçbir şekilde çalışmaz. Geri yönde (saat dönüş yönünün tersi) çalışma için paket şalter “1” konumuna, ileri yönde çalışma (saat dönüş yönünde) için ise “2” konumuna alınır. Bir fazlı asenkron motorlar için kullanılır.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Paket şalter	Enversör	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Bir fazlı, yardımcı sargılı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
EI aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
3. Bağlantıları devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.72).
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Paket şalteri “2” konumuna alınız ve motorun ileri yönde çalıştığını gözlemleyiniz.
6. Paket şalteri “0” konumuna alınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
7. Paket şalteri “1” konumuna alınız ve motorun geri yönde çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

SORULAR

1. Bu devrede kilitleme nasıl sağlanmaktadır? Açıklayınız.
2. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.



ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Paket şalterin kontak kontrolünün yapılması	20		
Numarası :	2	Devre bağlantısının yapılması	20		
	3	Devrenin ileri yönde çalıştırılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Devrenin geri yönde çalıştırılması	20		
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

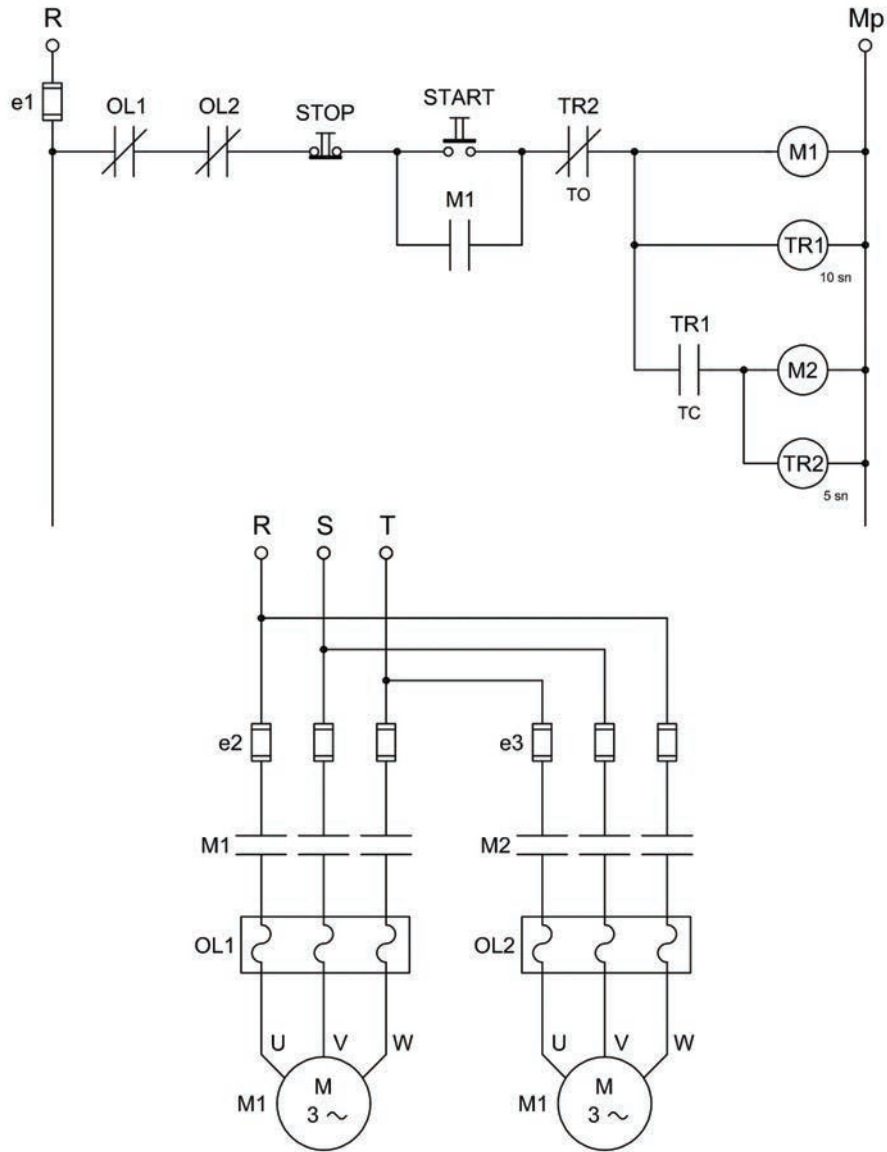
AMAÇ: Verilen kumanda devresini incelemek, devreyi kurmak ve çalıştırmak.

UYGULAMA: İki adet üç fazlı asenkron motor, aşağıda verilen şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Start butonuna basıldığında 1. motor ileri yönde çalışacaktır.
- 10 sn. sonra 2. motor ters yönde çalışacaktır.
- İki motor birlikte 5 sn. çalıştıktan sonra birlikte duracaklardır.
- Sistem aşırı akım röleleri ile korunacaktır. Herhangi birinin atması ile sistem tamamen duracaktır.
- Sistem, stop butonuna basıldığı herhangi bir anda durdurulabilecektir.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.73: Üç fazlı asenkron motorların verilen çalışma şartlarına göre çalıştırılması (ANSI normu)

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	2 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Düz zaman rölesi		2 adet
Start butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Stop butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	2 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	2 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
EI aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.73).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.73).
6. Start butonuna basınız ve M1 motorunun çalıştığını gözlemleyiniz.
7. Ayarlanan sürenin dolmasını bekleyiniz.
8. Sürenin sonunda M2 motorunun ters yönde çalıştığını gözlemleyiniz.
9. İki motorun birlikte çalışıp ayarlanan sürenin sonunda kendiliğinden durduğunu gözlemleyiniz.
10. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

SORULAR

1. Devrenin çalışmasını açıklayınız.
2. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20		
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20		
	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20		
	4	Güç devresinin çalıştırılması	20		
	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

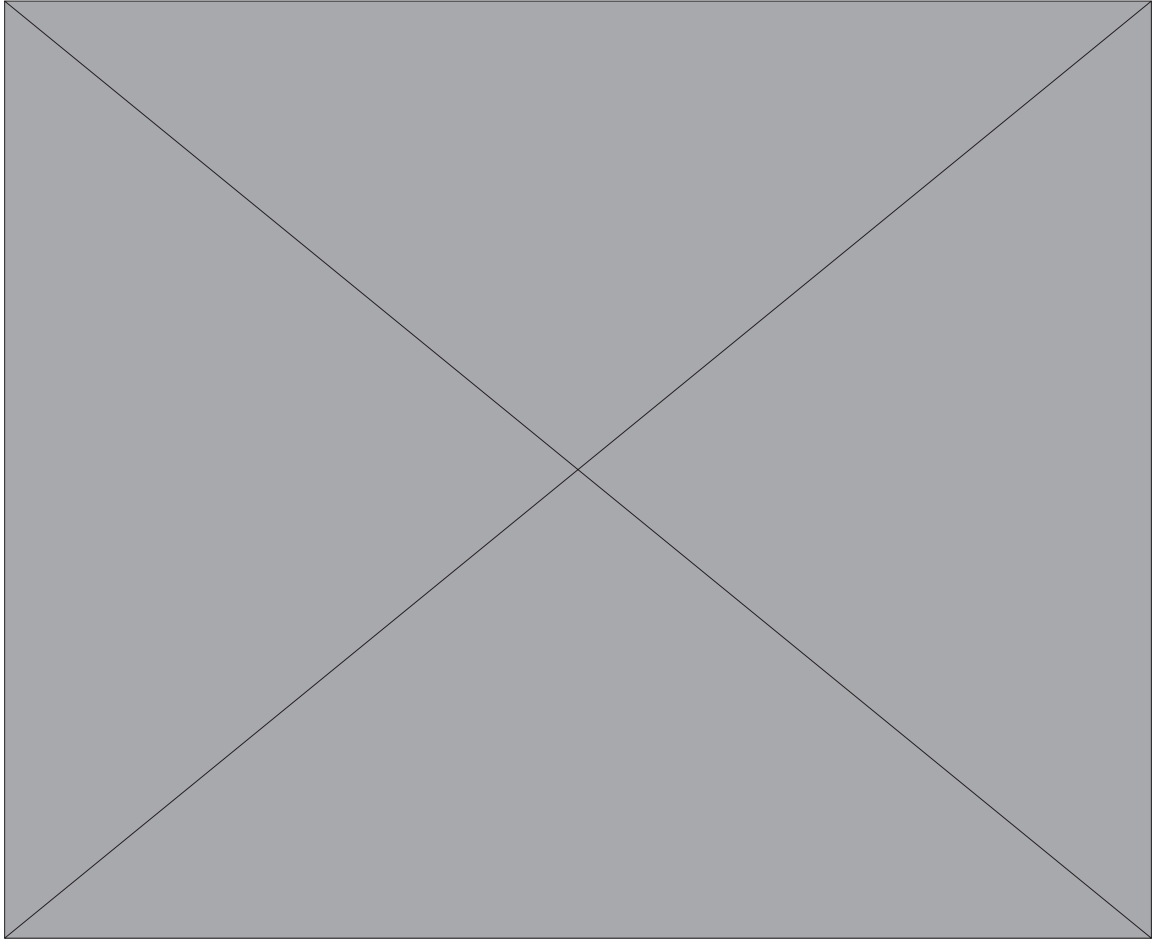
AMAÇ: Verilen kumanda devresini incelemek, devreyi kurmak ve çalıştırmak.

UYGULAMA: Bir adet üç fazlı asenkron motor, aşağıda verilen şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Start butonuna basıldığında motor çalışacaktır.
- 10 sn. sonra motor kendiliğinden duracaktır.
- 5 sn. sonra tekrar çalışacaktır.
- Sistemin çalışması 10 sn. çalışma, 5 sn. durma şeklinde olacaktır.
- Sistem aşırı akım rölesi ile korunacaktır.
- Sistemin çalışması stop butonuna basılıncaya kadar periyodik olarak devam edecektir.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.74: Üç fazlı asenkron motorun verilen çalışma şartlarına göre çalıştırılması (ANSI normu)



UYARI: Ortak uçlu zaman rölesinin kontaklarının kullanımında ortak ucun (COM) bağlantı noktasına dikkat ederek bağlantınızı yapınız.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Düz zaman rölesi		2 adet
Start butonu	Ani temaslı	1 adet
Stop butonu	Ani temaslı	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
EI aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.74).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.74).
6. Start butonuna basınız ve M1 motorunun çalıştığını gözlemleyiniz.
7. Ayarlanan sürenin sonunda motorun durduğunu, sonra tekrar çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Çalışmanın periyodik olarak devam ettiğini gözlemleyiniz.
9. Stop butonuna basarak devrenin çalışmasını durdurunuz.
10. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

SORULAR

1. Devrenin çalışmasını açıklayınız.
2. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20		
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20		
	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20		
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN		100	

1. UYGULAMA ETKİNLİĞİ

ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN ZAMAN AYARLI İLERİ VE GERİ YÖNDE ÇALIŞTIRILMASI

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru isteğe bağlı olarak ileri ve geri yönde çalıştırmak.

UYGULAMA: Bir adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Start butonuna basıldığında motor ileri yönde çalışacaktır.
- 5 sn. sonra motor duracaktır.
- Durmasından 5 sn. sonra motor kendiliğinden geri yönde çalışacaktır.
- Geri yönde çalışma stop butonuna basılıncaya kadar devam edecektir.
- Sistem aşırı akım rölesi ile korunacaktır.

Kumanda ve güç devre şemasını çiziniz. Malzeme listesini çıkarınız. Deney seti veya kumanda panosuna devreyi kurarak çalıştırınız.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Kumanda devre şemasının çizilmesi	10	
2	Güç devre şemasının çizilmesi	10	
3	Devre malzeme listesinin çıkarılması	10	
4	Kumanda devre bağlantılarının yapılması	10	
5	Güç devre bağlantılarının yapılması	10	
6	Kumanda devresinin hatasız çalışması	10	
7	Motorun ileri yönde çalışması	10	
8	İleri yönde çalışmanın otomatik durması	10	
9	Motorun kendiliğinden geri yönde çalışması	10	
10	Stop butonu ile motorun durdurulması	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

KUMANDA DEVRE PROBLEMLERİ

Açıklaması verilen kumanda devrelerini ANSI normuna göre tasarlayınız.

1. Bir adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Start butonuna basıldığında motor çalışacaktır.
- 10 sn. sonunda kendiliğinden duracaktır.
- Sistem aşırı akım rölesi ile korunacaktır.
- İstenen herhangi bir anda durdurulabilecektir.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

2. Bir adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Start butonuna basıldıktan 10 sn. sonra motor çalışmaya başlayacaktır.
- Sistemin çalışması, stop butonuna basılınca ya da aşırı akım rölesi atıncaya kadar devam edecektir.
- Sistemde ters zaman rölesi bulunacaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

3. Bir adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Start butonuna basıldığında motor çalışacaktır.
- 10 sn. sonra motor kendiliğinden duracaktır.
- 5 sn. sonra tekrar çalışacaktır.
- Sistemin çalışması 10 sn. çalışma, 5 sn. durma şeklinde olacaktır.
- Sistem aşırı akım rölesi ile korunacaktır.
- Sistemin çalışması stop butonuna basılınca ya da aşırı akım rölesi atıncaya kadar periyodik olarak devam edecektir.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

4. Bir adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Start butonuna basıldığında motor ileri yönde çalışacaktır.
- 5 sn. sonra motor duracaktır.
- 3 sn. sonra motor geri yönde çalışacaktır.
- 5 sn. sonra motor duracaktır.
- 3 sn. sonra motor tekrar ileri yönde çalışacaktır.
- Sistemin çalışması 5 sn. çalışma-3 sn. durma-5 sn. ters yönde çalışma şeklinde periyodik olarak devam edecektir.
- Sistem aşırı akım rölesi ile korunacaktır.
- Stop butonuna basılınca ya da aşırı akım rölesi atınca sistem çalışmasını durduracaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

5. İki adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Starta basıldığında iki motor birlikte çalışacaktır.
- Starttan elin çekilmesiyle 1. motor duracak ancak 2. motor çalışmaya devam edecektir.
- Stop butonu çalışmakta olan 2. motoru durduracaktır.
- Sistem aşırı akım röleleri ile korunacaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

6. İki adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Sistem sadece start butonu ile kontrol edilecektir.
- Start butonuna 1. kez basıldığında 1. motor çalışacaktır.
- Start butonuna 2. kez basıldığında 2. motor çalışacaktır.
- Start butonuna 3. kez basıldığında ise motorlar duracaktır.
- Sistem aşırı akım röleleri ile korunacaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

7. İki adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- 1. start butonuna basıldığında 1. motor çalışacaktır.
- 1. motor, stop butonuna ya da 2. start butonuna basılınca duracaktır.
- 2. start butonuna basıldığında 2. motor çalışacak ve ayarlanan sürenin sonunda 2. motor kendiliğinden duracaktır.
- Sistem aşırı akım röleleri ile korunacaktır.
- İki motor birlikte çalışmayacaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

8. İki adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Start butonuna basıldığında sadece 1. motor çalışacaktır.
- 1. motor, stop butonuna ya da 2. start butonuna basılınca duracaktır.
- Stop butonuna basıldığında 1. motor duracak ve 2. motor çalışacaktır.
- 2. motor 10 sn. çalıştıktan sonra duracaktır.
- Sistem aşırı akım röleleri ile korunacaktır.
- İki motor birlikte çalışmayacaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

9. Bir adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Sistem yapısı gereği iki farklı merkezden kontrol edilecektir.
- Herhangi bir kontrol merkezinden ileri yön butonuna basıldığında motor ileri yönde dönecektir.
- Farklı bir kontrol merkezinden motor durdurulup motorun yönü değiştirilebilecektir.
- Çalışmada butonsal ve elektriksel kilitleme birlikte kullanılacaktır.
- Sistem aşırı akım rölesi ile korunacaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

10. Üç adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Her motor ayrı start ve stop butonu ile çalıştırılıp durdurulacaktır.
- Hiçbir motor kendinden önceki motor çalışmadıkça çalışmayacaktır yani birinci motor çalıştırılmadıkça ikinci, ikinci motor çalışmadıkça üçüncü motor çalıştıramayacaktır.
- Bir motorun aşırı akım rölesi atarsa kendisi ve sonrasındaki tüm motorlar duracaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

11. Üç adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Start butonuna basıldığında 1. motor hemen, 2. motor 10 sn. sonra, 3. motor ise 2. motor çalıştıktan 20 sn. sonra çalışacaktır.
- 1. motor ve 3. motor aynı anda çalışmayacaktır.
- 2. motor 1. motor çalıştıktan 10 sn. sonra, 1. motor çalıştıktan 20 sn. sonra otomatik olarak çalışacaktır.
- Stop butonuna basıldığında ya da 1. motor durduğunda tüm motorlar duracaktır.
- 2. motor durduğunda 1. motor çalışacak ancak 3. motor duracaktır.
- 3. motor durduğunda diğer motorlar çalışmaya devam edecektir.
- Sistem, aşırı akım röleleri ile korunacak ve her koruma rölesi kendi motor hattına bağlanacaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

12. Üç adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Start butonuna basıldığında ilk iki motor hemen çalışacaktır.
- 3. motor çalışırken diğerleri duracaktır.
- 3. motor iki motor çalışmaya başladıktan 20 sn. sonra geri yönde çalışmaya başlayacaktır.
- 3. motor 5 sn. çalıştıktan sonra motorun dönüş yönü değişecek ve 10 sn. ileri yönde çalıştıktan sonra kendiliğinden duracaktır.
- Herhangi bir anda stop butonuna basıldığında tüm motorlar duracaktır.
- Sistemde tüm motorlar için motor koruma şalteri kullanılacaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D),yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Δ bağlı bir asenkron motorun $I_h = 6$ A ve $U_h = 380$ V ise $U_f = 220$ V ve $I_f = 6$ A olarak hesaplanır.
2. (...) $2p = 6$ ve $f = 60$ Hz olan motorun n_s değeri 1200 devir/dk.dır.
3. (...) Motorların yapı şekillerinde en güvenilir yapı kapalı tip asenkron motordur.
4. (...) Üç fazlı şebekeler IEC formatında R – S – T olarak gösterilir.
5. (...) Sistemde meydana gelen şebeke frekansının değişimlerine karşı koruma sağlayan rölelere termistör rölesi denir.
6. (...) Faz sırası rölesi kullanılan bir kumanda devresinde iki fazın yeri değişse bile motor çalışmaya devam eder.
7. (...) Otomatik sigortalar, B ve C tipi olmak üzere iki tipte üretilir.
8. (...) ANSI normuna göre yardımcı kontaktör d ile gösterilir.
9. (...) S1, S2 gibi isimlendirmeler IEC normunda buton veya pako şalterler içindir.
10. (...) Kontaktör, IEC normuna göre M ile isimlendirilir.
11. (...) Enerji verildikten sonra gecikme yapan zaman rölesi düz zaman rölesidir.
12. (...) Gerilim koruma rölesi, aşırı veya düşük gerilimde motoru devreden çıkartır.
13. (...) Motor dönüş yönünü değiştirmek için mutlaka L1 ve L2 fazları yer değiştirilmelidir.
14. (...) Motor koruma şalteri kullanılan güç devrelerinde sigorta ve aşırı akım rölesi kullanılmasına gerek yoktur.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun kelimeyi yazınız.

15. Stator döner alan devri ile rotor devri farklı olan motorlara denir.
16. Asenkron motorlarda stator sargılarına uygulanan üç fazlı akımın meydana getirdiği manyetik alana denir.
17. Üç fazlı asenkron motorun devir yönünü değiştirmek için yer değiştirilir.
18. Stator devri ile rotor devri arasındaki devir farkına denir.
19. Bir eksen etrafında dönebilen, bir mil üzerinde art arda dizilmiş ve paketlenmiş kontaklardan oluşmuş çok konumlu şalterlere adı verilir.
20. Tek yönlü butonlar, çalıştırma ve butonu olarak iki çeşittir.
21. Hareketli aygıtlarda bir hareketi durdurup diğer hareketi başlatan elemanlara denir
22. Kumanda devrelerinde alıcıların zamana bağlı olarak çalışma veya durmalarını sağlayan elemana denir.
23. Büyük güçlü elektromanyetik anahtarlara denir.
24. Kontaktörlerin gövdesinde bulunan A1 ve A2 harfleri, kontaktörün uçlarını gösterir.
25. Buşon ve altlık sigorta parçalarıdır.
26. Motor devrelerini termik ve manyetik etkiyle aşırı akımlara karşı koruyan devre elemanlarına denir.
27. Üç fazlı asenkron motor sargı giriş uçları şeklindedir.
28. Bir fazlı motorlarda yardımcı sargıyı belli bir devirden sonra devreden çıkaran elemana denir.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

29. Aşağıdakilerden hangisi asenkron motorla ilgili olarak yanlıştır?

- | | |
|--|--------------------------------------|
| A) Güç elektroniği ile devir sayısı ayarlanır. | B) Yaygın kullanım alanına sahiptir. |
| C) Momentleri yüksektir. | D) Daha az arıza yapar. |
| E) Yük altında devir sayıları değişir. | |

30. Asenkron motorun dönen parçası aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Stator
D) Kapak
B) Rotor
E) Klemens kutusu
C) Gövde

31. Aşağıdakilerden hangisi yapı tipine göre asenkron motor çeşididir?

- A) Flanşlı tip
D) Dik
B) Sincap kafesli
E) Üç fazlı
C) Yatık

32. Aşağıdakilerden hangisi start (başlatma) butonunu temsil eden rakamlardır?

- A) 1-2
D) 95-96
B) 3-4
E) 97-98
C) 5-6

33. Bir fazlı asenkron motorlarda yardımcı sargının görevi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Ana sargıyı devreden çıkarmak
C) Motorun devir yönünü değiştirmek
E) Motoru durdurmak
B) Motorun devir sayısını değiştirmek
D) Yol almayı kolaylaştırmak

34. Biri normalde kapalı, diğeri ise normalde açık iki kontağa sahip olan ve üzerine basıldığında kontakların konum değiştirdiği butona verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Start butonu
D) Jog butonu
B) Stop butonu
E) Paket şalter
C) Tek yönlü buton

35. Küçük değerli bir akım ile yüksek güçlü bir alıcıyı çalıştırabilmek (anahtarlayabilmek) için kullanılan elemanlara verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Dönüştürücü
D) Paket şalter
B) Röle
E) Buton
C) Sinyal lambası

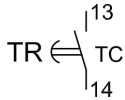
36. Bobinin enerjisi kesildikten sonra gecikme yapan zaman rölesi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Düz
B) Ters
C) Gerilim
D) Yıldız-Üçgen
E) Faz koruma

37. Üç fazlı asenkron motorlarda fazlardan birinin kesilmesi hâlinde devreye girerek sistemin zarar görmesini engelleyen rölelere verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Gerilim koruma rölesi
D) Frekans koruma rölesi
B) Faz sırası rölesi
E) Aşırı akım rölesi
C) Faz koruma rölesi

38. Aşağıda verilen sembol, hangi elemanın kontak sembolüdür?



- A) Düz zaman rölesi
D) Aşırı akım rölesi
B) Ters zaman rölesi
E) Sınır anahtarı
C) Kontaktör



ASENKRON MOTORLARA YOL VERME TEKNİKLERİ

KONULAR

- 2.1. ASENKRON MOTORLARDAKİ KALKINMANIN ETKİLERİ
 - 2.2. ASENKRON MOTORLARDAKİ YOL VERME YÖNTEMLERİ
 - 2.3. ASENKRON MOTORLARA FREKANS İNVERTÖRLERİYLE YOL VERME
 - 2.4. ÇİFT DEVİRLİ ASENKRON (DAHLENDER) MOTORLARA YOL VERME
- NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?**

Asenkron motorların kalkınması ve yol verme yöntemleri

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Asenkron motorların kalkınması ve yol verme yöntemleriyle ilgili ne biliyorsunuz?

TEMEL KAVRAMLAR

Kalkınma, yol verme, hız kontrolü, yumuşak yol verici, invertör, asenkron motor, dahlander motor.



2.1. ASENKRON MOTORLARDA KALKINMANIN ETKİLERİ

Asenkron motorların çalışmaya başladıkları ilk anda şebekeden çektiği akıma **kalkınma (yol alma, kalkış) akımı** denir. Bu akım, motorun gücüne ve kutup sayısına bağlı olmakla birlikte yaklaşık olarak anma akımının **3** ila **6** katı arasındadır.

Durmakta olan bir asenkron motora üç fazlı şebeke gerilimi uygulandığında stator sargılarında bir manyetik alan meydana gelir. Bu alan manyetik alan kuvvet çizgilerinin tamamı rotor çubuklarını keser. Rotorda indüklenen gerilim ve dolayısıyla rotor çubuklarından geçen akım en büyük değerinde olur. İlk anda rotor dönmediğinden zıt EMK en küçük değerindedir. Bu nedenle motor şebekeden en büyük akımı çeker. Rotor dönmeye başlayınca stator döner alan hızı (n_s) ile rotor hızı (n_r) arasındaki fark azalmaya başlar. Bunun sonucunda zıt EMK değeri yükseleceğinden şebekeden çekilen kalkınma akımı gittikçe azalır.

Kalkınma akımı kısa sürelidir ve küçük güçlü motorlarda şebeke üzerinde pek etkili değildir. Büyük güçlü motorlarda ise hem şebeke hem de motor üzerinde etkisi vardır.

Şebekeye Etkisi: Bir ya da birden fazla motorun aynı anda devreye girmesi şebekede büyük gerilim düşümlerine neden olur. Dolayısıyla bu hattan beslenen alıcılar gerilim düşümünden olumsuz etkilenir. Örneğin 100 kW gücündeki bir asenkron motor kalkınırken çalıştığı atölyedeki lambaların aydınlatma şiddeti yaklaşık 3-4 saniye boyunca azalır ve bu durum her çalışmada tekrarlanır.

Motora Etkisi: Yüksek kalkınma akımı motor sargılarında gereğinden fazla ısınma meydana getirir. Bu ısı makinenin yalıtım malzemelerine zarar verecek kadar artabilir.

2.2. ASENKRON MOTORLARDA YOL VERME YÖNTEMLERİ

Kalkınma etkilerini en aza indirmek için gücü 4 kW'tan (yaklaşık 5 Hp) büyük motorlara yol verme yöntemleri uygulanır. En çok kullanılan yol verme yöntemleri aşağıda verilmiştir.

2.2.1. Asenkron Motorlara Direkt Yol Verme

Motorun herhangi bir yol verme yöntemi kullanılmadan direkt çalıştırılmasıdır. Gücü 4 kW'ın altında olan motorlarda uygulanır. En ekonomik ve basit yol verme yöntemidir.

2.2.2. Asenkron Motorlara Yıldız-Üçgen (Δ/Δ) Yol Verme

Üç fazlı asenkron motorun önce yıldız sonra üçgen çalıştırılarak düşük gerilimle motora yol verilmesidir. Kalkış sırasında yıldız çalışan motor sargılarına uygulanan gerilim $U_n/1,73$ değerine, motorun şebekeden çektiği akım ise $1/3$ değerine düşer. Kalkınma tamamlandıktan sonra motor üçgen bağlantıya geçerek çalışmasına devam eder.

Kalkış akımını düşürmede en ekonomik yöntemdir. Bu yöntemle yol verebilmek için motorun üçgen bağlı çalışma gerilimi, şebeke gerilimine eşit olmalıdır.



UYARI: Şebekede yıldız bağlı çalıştırılması gereken motor, yanlışlıkla üçgen çalıştırılırsa sargılarına 1,73 katı büyük gerilim uygulanmış olur. Gerilimdeki artış oranı kadar sargı akımı büyüyeceğinden motor aşırı akım çeker ve kısa sürede artan ısı sonucu motorun sargıları yanar.

2.2.3. Asenkron Motorlara Soft Starter ile Yol Verme

Soft starter (yumuşak yol verici), asenkron motorlara uygulanan gerilimi kademeli olarak artıran mikro işlemci ve tristör tabanlı cihazdır. Her fazda birbirine ters bağlı tristörlerle gerilim sürekli kontrol edilerek başlangıçta yavaşça artırılır, duruşta ise yavaşça azaltılır. Böylece yumuşak ve kararlı bir hızlanma elde edilir.

Motor yol aldıktan ve nominal (anma) değerlerine ulaştıktan sonra yumuşak yol verici bypass edilerek yük bir baypass kontaktörü üzerinden beslenir. Böylece yumuşak yol verici çalışma boyunca devrede kalmaz. Bu yöntemle yol vermede mekanik yıpranma ve bakım masrafları en aza indirilmiştir. Yumuşak yol verici devresinde cihazı koruyacak koruma elemanları kullanılmalıdır. Bu elemanlar anma akımına göre seçilmeli ve konfigürasyon buna göre yapılmalıdır.

2.3. ASENKRON MOTORLARA FREKANS İNVERTÖRLERİYLE YOL VERME

Asenkron motorların besleme kaynağının frekans ve gerilimini değiştirerek hız kontrolü sağlayan elektronik cihazlara **frekans invertörü** denir. Cihazlar endüstride motor sürücü, invertör, hız kontrol cihazı, frekans konvertörü, konvertör ve driver gibi farklı isimlerle de anılmaktadır. Yumuşak yol vericilerde olduğu gibi yumuşak bir kalkış ve duruş sağlar. Maliyetli olacağı için sadece yol verme amaçlı tercih edilmez, hız kontrolü için de kullanılır.

Sınırlı değişiklikler sunan diğer yöntemler yerini motor sürücülerine bırakmaktadır. Yol vermenin yanında geniş sınır aralığında devir kontrolü yapılabilmesi, ekonomik olması, az yer kaplaması, kontrolünün kolay olması, şebeke ve motora olumlu etkilerinden dolayı tercih edilmektedir.

Not: Frekans invertörleri öğrenme biriminde detaylı olarak incelenecektir.

2.4. ÇİFT DEVİRLİ ASENKRON (DAHLENDER) MOTORLARA YOL VERME

Asenkron motor stator sargılarının bölünerek seri veya paralel bağlanmasıyla birden fazla devrin elde edildiği motorlara **çift devirli asenkron (dahlander) motorlar** denir. Stator sargılarının giriş ve çıkış uçlarından başka, sargı ortalarından uçlar çıkararak ve bunların bağlantıları yapılarak çift devir sayısı elde edilir. Çift devirli asenkron motorlar, sargıların dışında yapı ve çalışma özelliği bakımından asenkron motorlarla aynıdır.

2.4.1. Çift Devirli Asenkron Motorların Devir Sayıları

Asenkron motorlarda devir sayısı (n), frekansa (f) ve kutup sayısına (2p) bağlıdır. Devir sayısı formülüne göre frekans sabit kalmak şartı ile kutup sayısı artırılırsa devir sayısı düşer yani kutup sayısı ile devir sayısı ters orantılıdır. Tablo 2.1'de değişik kutup sayılarındaki dahlander motorların devir sayıları gösterilmiştir.

$$n_s = \frac{120 \times f}{2p}$$

Tablo 2.1: Çeşitli Kutup Sayılarına Göre Dahlander Motor Devirleri

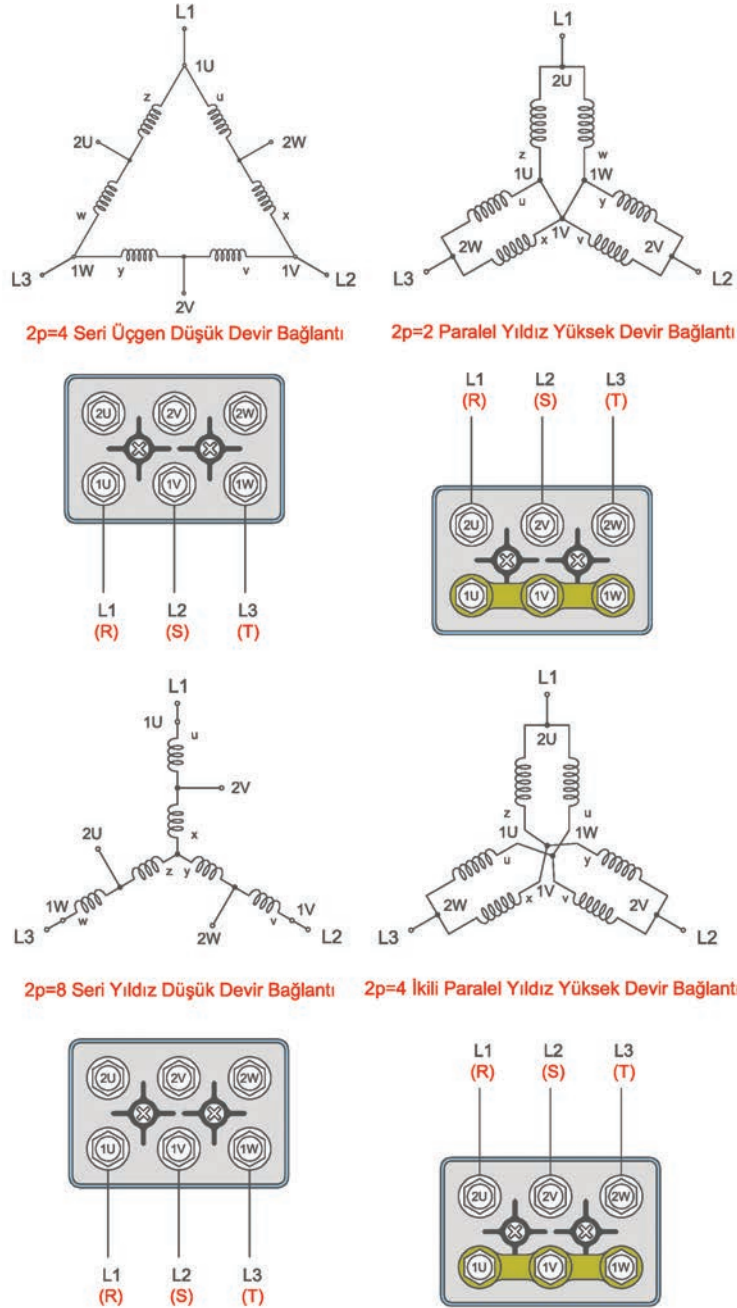
KUTUP SAYISI (2p)	DEVİR SAYISI (n) (devir/dk.)
2 / 4	3000 / 1500
4 / 8	1500 / 750
6 / 12	1000 / 500
8 / 16	750 / 375

Dahlander bağlantı ile sargılarda oluşturulan kutup sayısı azaltılıp çoğaltılarak farklı devirler (küçük ve büyük iki devir) elde edilir. Sarım, küçük devir yani büyük kutup sayısına göre tasarlanır. Her faz sargısının orta uçları bulunur. Faz sargısı giriş uçları **1U-1V-1W** ve orta uçlar **2U-2V-2W** ile işaretlenir. Klemens tablosuna bu altı uç çıkartılır.

Çift devirli asenkron motorların endüstride pek çok kullanım alanı mevcuttur. Genel olarak tek devirli asenkron motorun kullanıldığı her yerde kullanılabilir. Özellikle farklı iki devir gerekli olan yerlerde kullanım için idealdir.

2.4.2. Çift Devirli Asenkron Motorların Çalışması ve Yol Verilmesi

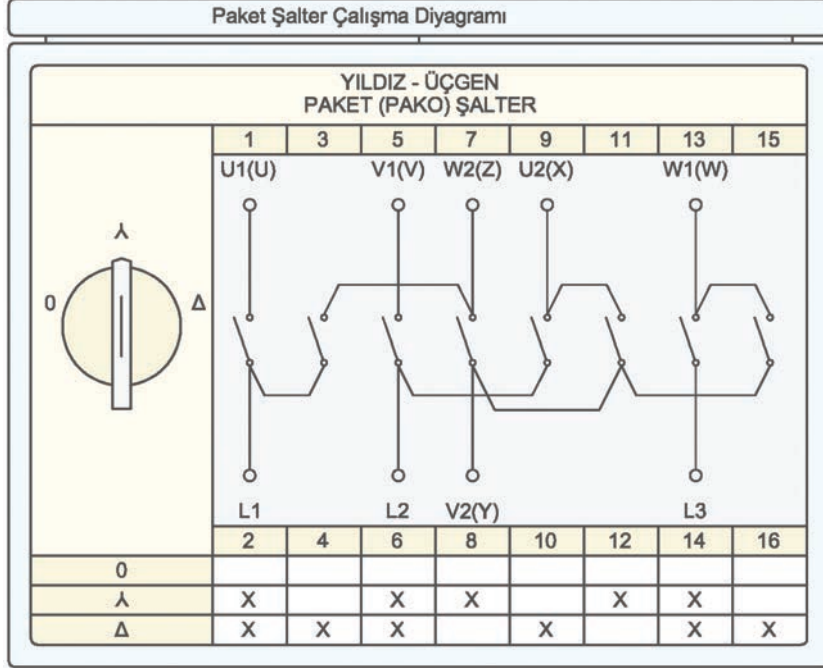
Çift devirli asenkron motorlar düşük devir, yüksek devir ve önce düşük sonra yüksek devirde çalıştırılabilir. Motorun çeşidinin sabit güçlü, sabit momentli ya da değişik güçlü değişik momentli olduğuna motor etiketine bakılarak karar verilebilir. Bu motorlar genellikle 1U-1V-1W uçlarına enerji verilirse düşük devirle ve 2U-2V-2W uçlarına enerji verilip 1U-1V-1W uçları köprülenirse yüksek devirle çalışır. Düşük ve yüksek devirle çalışma sırasında devir yönünün değişmemesi için motorun faz sırası aynı kalmalıdır. Bunun için kontaktör bağlantılarında faz sırasının değişmemesine dikkat edilmelidir (Görsel 2.1).



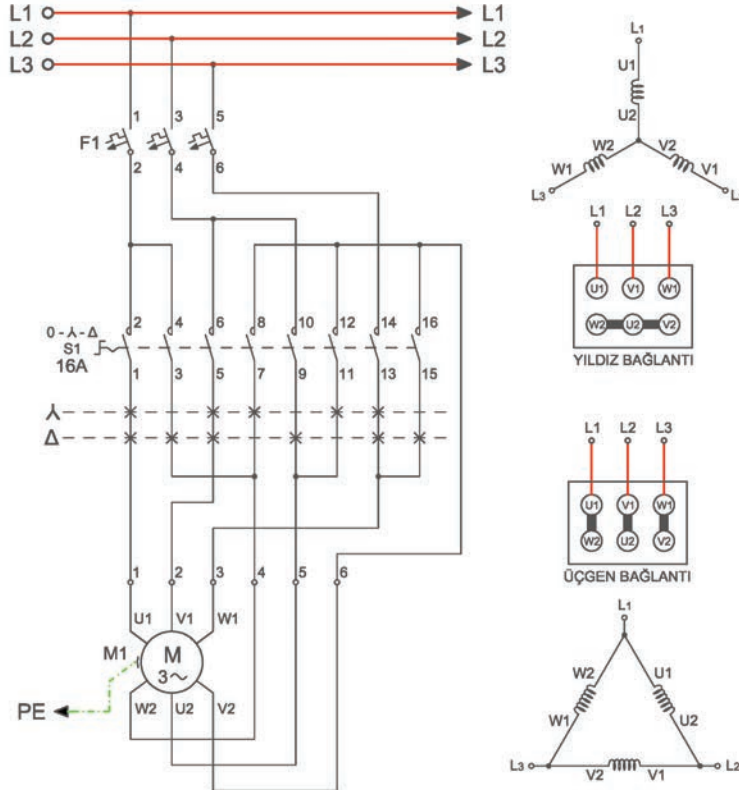
Görsel 2.1: Dahlander motor bağlantıları

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motora yıldız-üçgen paket şalter ile yol vermek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 2.2: Yıldız-üçgen paket şalter diyagramı



KOD=19746

Görsel 2.3: Üç fazlı asenkron motora yıldız-üçgen paket şalter ile yol verme

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 3x16 A	1 adet
Paket şalter	Üç fazlı yıldız-üçgen	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı Δ 380 V	1 adet
Set veya kumanda panosu		1 adet
Diğer elemanlar ve el aletleri	Pense, yan keski, tornavida, multimetre	-

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Küçük güçlü asenkron motorlara yıldız-üçgen yol vermede yıldız-üçgen paket şalterler kullanılır. Şalter önce yıldız (λ) konumuna alınarak motor çalıştırılır ve yol almadan sonra üçgen (Δ) konumuna geçirilir. Şalter diyagramındaki X işaretleri kontakların o konum için kapalı olduğunu gösterir. Farklı firmaların ürettiği paket şalterlerin kontak numaraları da farklı olabilir. Hatalı çalışmaya sebebiyet vermemek için paket şalter çalışma diyagramı incelenmelidir (Görsel 2.2).

Paket şalter yıldız (λ) konumuna alındığında (1-2), (5-6), (7-8), (11-12) ve (13-14) numaralı kontaklar kapalıdır. Bu sayede üç fazlı şebeke gerilimi faz sargı girişlerine U1-V1-W1 (U-V-W) uygulanır. Aynı zamanda W2-U2-V2 (Z-X-Y) faz sargı çıkışları da paket şalter kontakları tarafından birleştirilir. Motor, yıldız bağlantı şartlarına uygun olarak çalışır.

Motor kalkınca paket şalter üçgen konumuna alınır. Bu konumda (1-2), (3-4), (5-6), (9-10), (13-14) ve (15-16) numaralı kontakları kapalıdır. Şebeke gerilimi faz sargı girişlerine U1-V1-W1 uygulanmaya devam eder. Aynı zamanda U1-W2 (U-Z), V1-U2 (V-X) ve W1-V2 (W-Y) sargı uçları paket şalter kontakları tarafından birleştirilir. Motor, üçgen bağlantıya göre çalışır.

Paket şalterle yol vermede en önemli husus yıldızdan üçgene geçiş süresidir. Bu süre gereğinden uzun tutulursa motor sargıları zarar görür.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo ve elemanların sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Üç fazlı asenkron motor klemens tablosundaki köprülerin sökülmesi olmasına dikkat ediniz.
3. Paket şalter bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.3).
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Paket şalteri " λ " konumuna alınız ve motorun yol aldığını gözlemleyiniz.
6. Yol almadan sonra şalteri " Δ " konumuna alarak motorun normal çalıştığını gözlemleyiniz.
7. Paket şalteri "0" konumuna alınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
8. Devrenin enerjisini keserek, kablo ve elemanları dikkatlice söküp teslim ediniz.

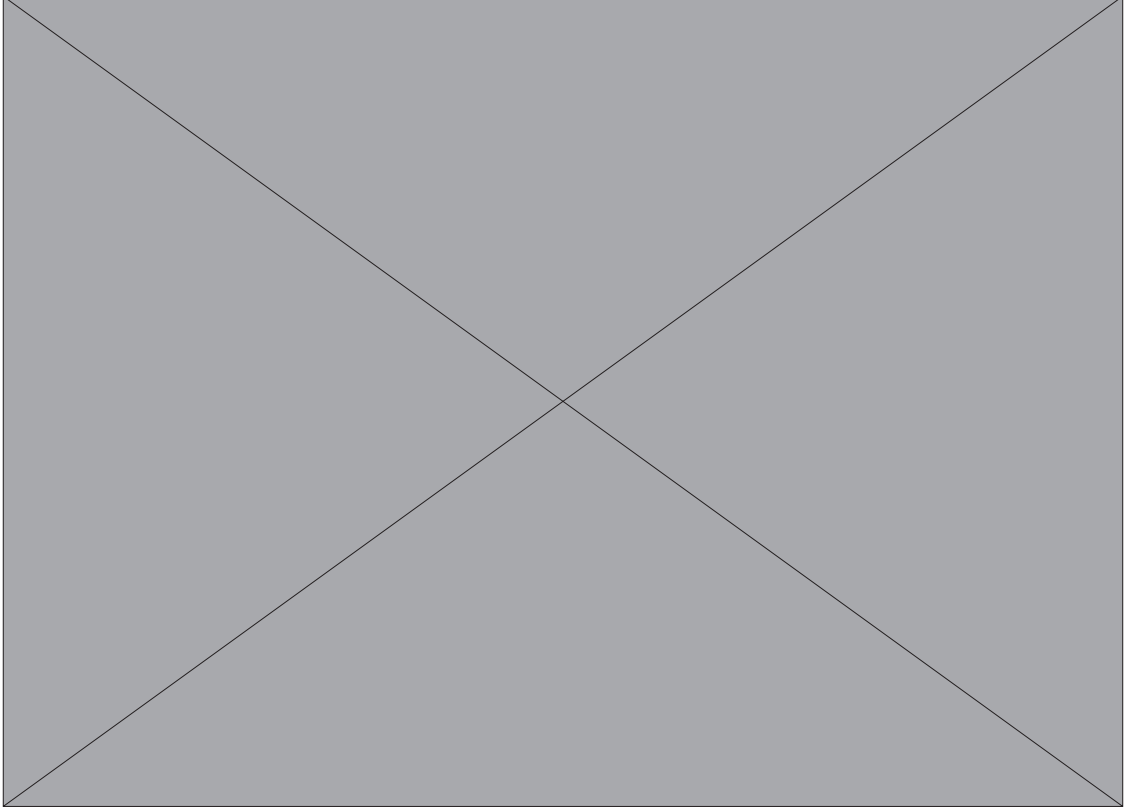
SORU

1. Paket şalterle λ/Δ yol verme yönteminde dikkat edilecek hususlar nelerdir? Belirtiniz.

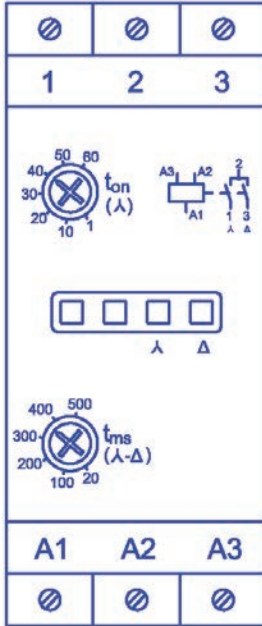
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Paket şalter diyagramının yorumlanması	20	
Numarası :	2	Devrenin yıldız bağlı çalıştırılması	20	
	3	Uygun geçiş süresinde konum değiştirilmesi	20	
Adı-Soyadı :	4	Devrenin üçgen bağlı çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
	TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motora yıldız-üçgen rölesi ile yol vermek.

DEVRE ŞEMASI



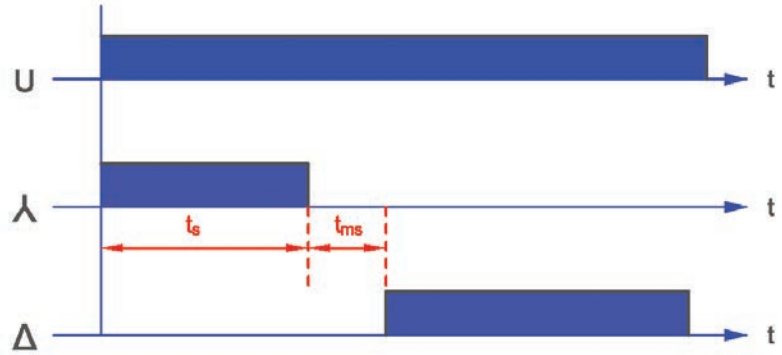
Görsel 2.4: Yıldız-üçgen rölesi ile üç fazlı asenkron motora yol verme



Besleme Bağlantısı

A1 - A2 : 220 V AC

A1 - A3 : 24 V AC/DC



Görsel 2.5: Yıldız-üçgen rölesinin fonksiyon diyagramı

DEVRENİN ÇALIŞMASI

λ/Δ röle motora otomatik λ/Δ yol vermek için kullanılır. Rölenin üzerinde, yıldız çalışma süresi (sn.) ve yıldızdan üçgene geçiş süresi (ms) olmak üzere iki süre vardır. Bu süreler çalışmadan önce ayarlanmalıdır. Rölenin fonksiyon diyagramı Görsel 2.5'te verilmiştir. Röle bağlantı uçları **A1** ve **A2** besleme, **2** No.lu uç ortak, **3** No.lu uç yıldız, **1** nolu uç üçgendir.

S1 butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenir ve kendini mühürler. Aynı zamanda λ/Δ rölesi de enerjilenerek K2 (λ) kontaktörünü çalıştırır. Kapanan güç kontakları motoru yıldız bağlı çalıştırır. Motor, ayarlanan süre boyunca yıldız çalışır. Sürenin sonunda K2 kontaktörü devreden çıkıp K3 (Δ) kontaktörü devreye girer. Motor, üçgen bağlanarak S0 stop butonuna basılıncaya kadar çalışmasını sürdürür. K2 ve K3 kapalı kontakları elektriksel kilitleme içindir.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6 A ve C 3x16 A	Birer adet
Stop ve start butonu	Ani temaslı	Birer adet
Kontaktör	5,5 kW	3 adet
Zaman rölesi	Yıldız-üçgen	1 adet
Aşırı akım rölesi	11-16 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı, Δ 380 V, 5,5 kW	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
Set veya kumanda panosu		1 adet
Diğer eleman ve el aletleri	Pense, yan keski, tornavida, multimetre	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo ve elemanların sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Üç fazlı asenkron motor klemens tablosundaki köprülerin sökülmesi olmasına dikkat ediniz.
3. Kumanda devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.4).
4. Yıldız-üçgen rölesinin zaman ayarlarını yapınız.
5. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
6. Güç devresi bağlantılarını şemaya göre yaparak öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
7. S1 butonuna basınız ve motorun ayarlanan süre kadar yıldız çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Ayarlanan süre sonunda motorun üçgen çalışmaya geçtiğini gözlemleyiniz.
9. Çalışma esnasında röle üzerindeki durum ledlerini izleyiniz.
10. S0 stop butonuna basınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
11. Devrenin enerjisini keserek kablo ve elemanları söküp teslim ediniz.

SORU

1. λ/Δ paket şalter ile λ/Δ yol verme rölesinin çalışmasını karşılaştırınız.



ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	λ/Δ rölesinin çalışmasının yorumlanması	20	
Numarası	:	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
		3	Uygun geçiş süresinin ayarlanması	20	
Adı-Soyadı	:	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza	:	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
				TOPLAM PUAN	100

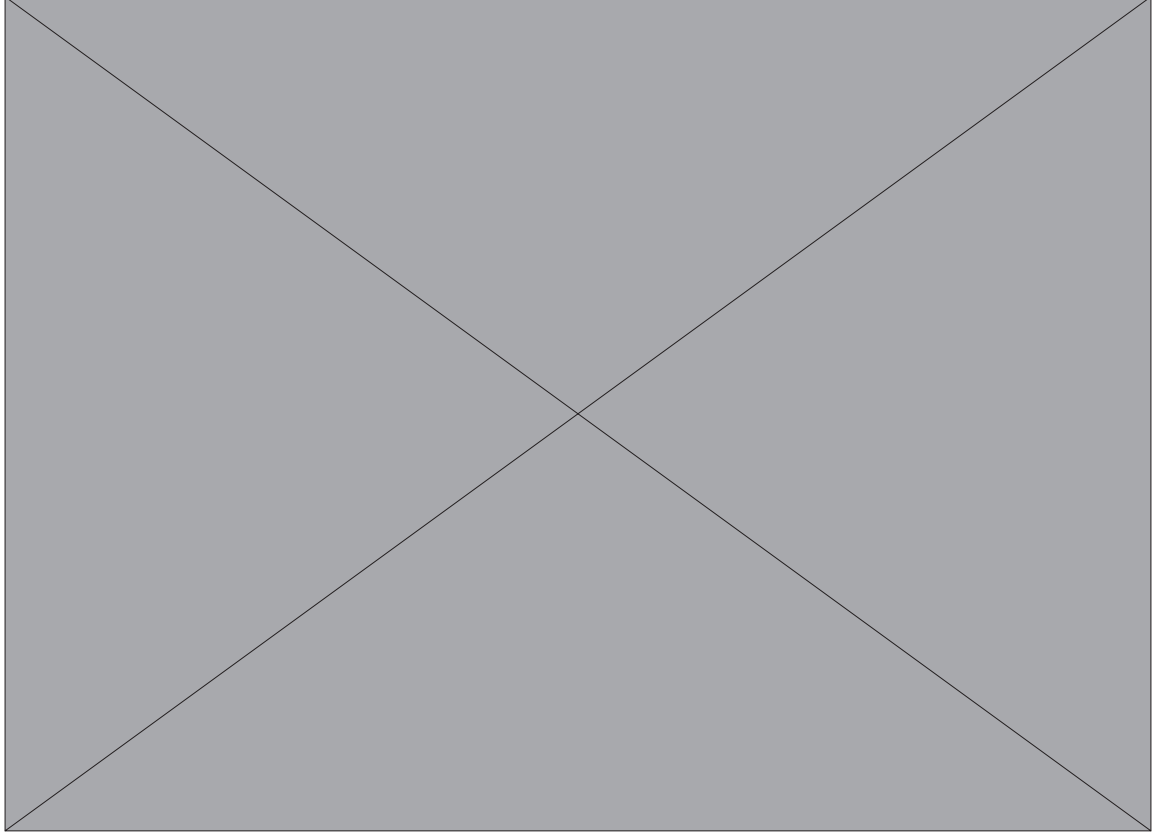
TEMRİN ADI

ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORA OTOMATİK YILDIZ-ÜÇGEN
YOL VERMETEMRİN
NUMARASI

3

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motora otomatik yıldız-üçgen yol vererek motoru çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 2.6: Üç fazlı asenkron motora otomatik yıldız-üçgen yol verme

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6 A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16 A	1 adet
Stop ve start butonu	Yay geri dönüşlü (NK ve NA kontaklı)	Birer adet
Kontaktör	5,5 kW	3 adet
Zaman rölesi	Düz	1 adet
Aşırı akım rölesi	11-16 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı, Δ 380 V, 5,5 kW	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	3 – 5 m
Deney seti/kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
EI aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Devrede S1 start butonuna basıldığında K1 ve K2 (λ) kontaktörleri enerjilenir. Devre mühürleme yaparak motor yıldız çalışmaya başlar. Aynı anda TR zaman rölesi de enerjilendiğinden ayarlanan süreyi saymaya başlar. Süre sonunda zaman rölesinin kontakları konum değiştirir. Zaman rölesinin normalde kapalı kontağı açılarak K2 kontaktörünün enerjisini keser. Motorun yıldız çalışması sona erer. Aynı anda K3 (Δ) kontaktörü enerjileneceğinden motor üçgen çalışmaya geçer. Devreyi durdurmak için S0 stop butonuna basmak yeterlidir.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
3. Üç fazlı asenkron motor klemens tablosundaki köprülerin sökülmesi olmasına dikkat ediniz.
4. Kumanda devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.6).
5. TR zaman rölesinin zaman ayarını yapınız.
6. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
7. Güç devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.6).
8. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
9. S1 start butonuna basınız ve motorun ayarlanan süre kadar yıldız çalıştığını gözlemleyiniz.
10. Ayarlanan süre sonunda motorun üçgen çalışmaya geçtiğini gözlemleyiniz.
11. S0 stop butonuna basınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
12. Devrenin enerjisini kesiniz.
13. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

SORULAR

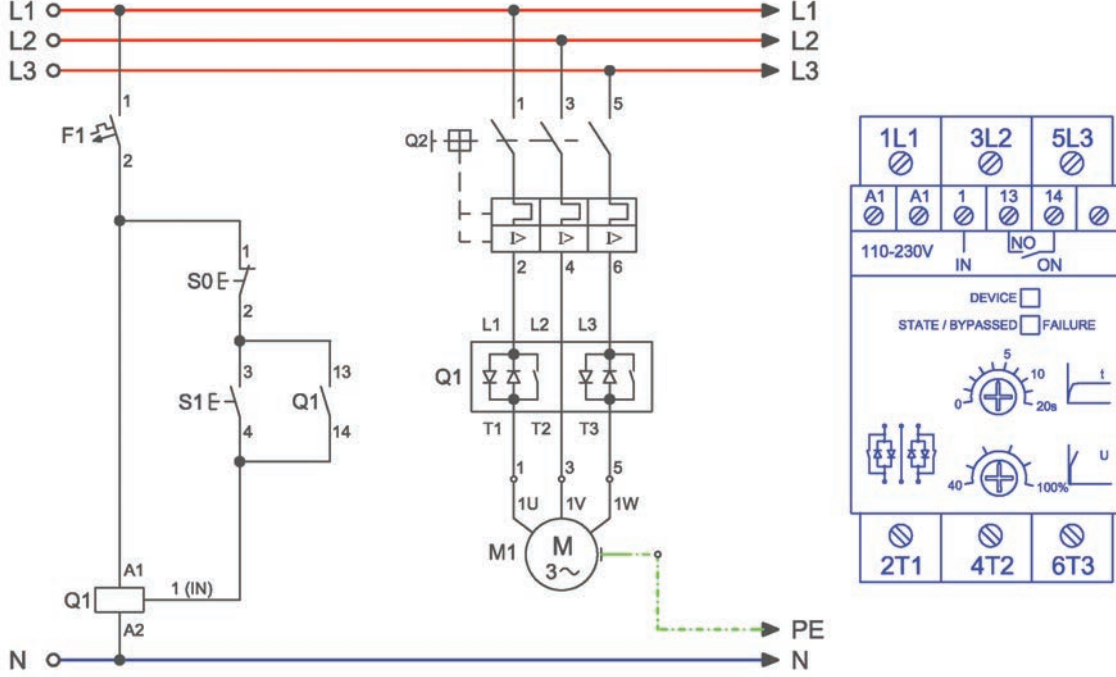
1. Görsel 2.6'da verilen devre şemasını ANSI normunu kullanarak çiziniz.
2. Devrede kullanılan K1, K2 ve K3 kontaktörlerinin görevleri nelerdir?
3. Motor klemens kutusunda bulunan köprüler sökülmeden bağlantı gerçekleştirilirse ne olur? Açıklayınız.



ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Kumanda devre bağlantısının yapılması	20	
Numarası	:	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
		3	Güç devre bağlantısının yapılması	20	
Adı-Soyadı	:	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza	:	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
				TOPLAM PUAN	100

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motora yumuşak yol verici kullanarak yol vermek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 2.7: Üç fazlı asenkron motora soft starter ile yol verme

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 3x16 A	1 adet
Soft starter	1,5 kW 3,6 A	1 adet
Stop butonu	Yay geri dönüşlü (1 NK kontak)	1 adet
Start butonu	Yay geri dönüşlü (1 NA kontak)	1 adet
Motor koruma şalteri	2,5-4 A	1 adet
Üç fazlı asenkron motor	1,5 kW	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	
AC gerilim kaynağı	Üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
EI aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-



KOD=19749

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Devrede S1 butonuna basıldığında soft starter üzerindeki 1 (IN) girişi enerjilenerek 13-14 numaralı kontağın konumunu değiştirir. Start butonu bu kontak üzerinden mühürlemesini gerçekleştirir. IN girişi enerjili olduğu sürece soft starter çalışmasını devam ettirir. Kalkış süresi ve gerilimi, kullanılan motor ve motora bağlı olan düzeneğe göre soft starter üzerinden ayarlanır. Ayarlanan değerlere uygun kalkış gerçekleşince soft starter içinde bulunan dâhili baypass kontaktörü üzerinden sistem çalışmaya devam eder. S0 stop butonuna basıldığında ise IN enerjisi kesileceğinden soft starter devre dışı kalır.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
3. Devre bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.7).
4. Soft starter ayarlarını yapınız.
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. Motorun kontrollü bir şekilde yol aldığını gözlemleyiniz.
7. Enerjiyi kesin ve motorun kontrollü bir şekilde durduğunu gözlemleyiniz.
8. Malzemeleri sökerek teslim ediniz.

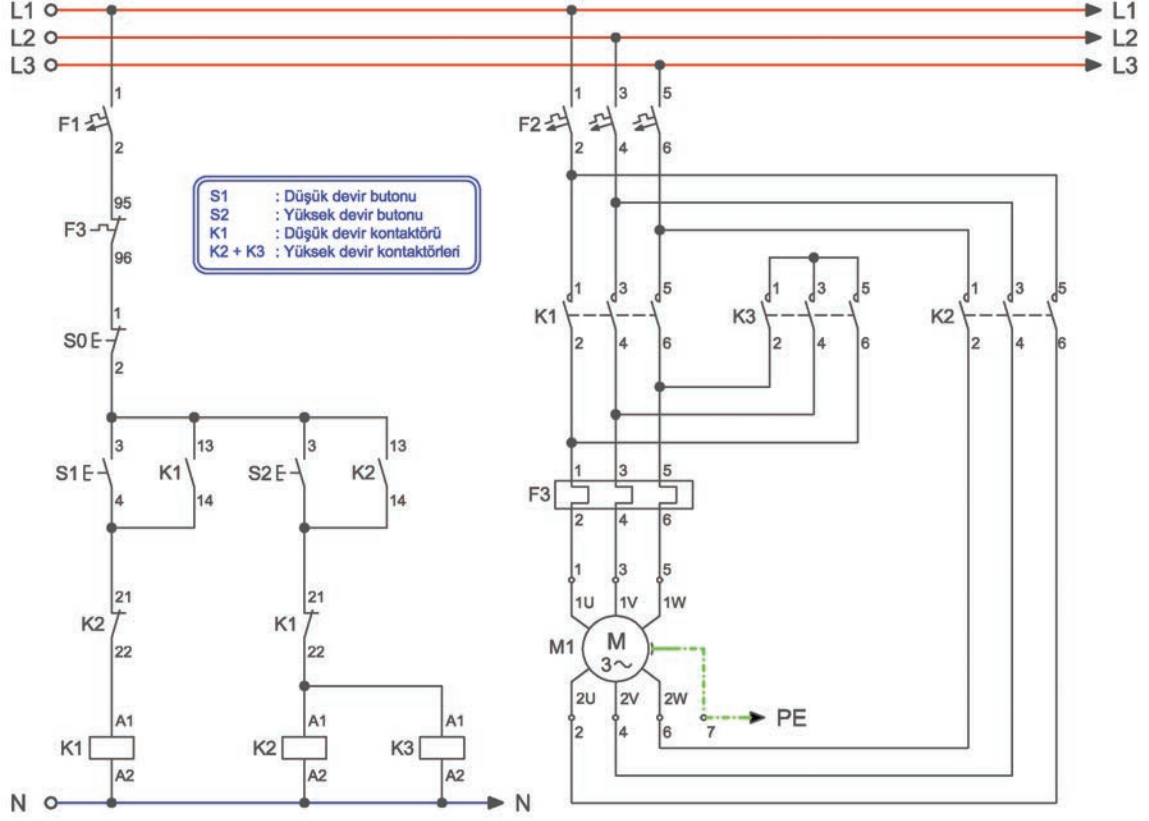
SORULAR

1. Görsel 2.7'de verilen devre şemasını ANSI normunu kullanarak çiziniz.
2. Direkt yol verme, yıldız-üçgen yol verme ve soft starter ile yol verme arasında ne gibi farklılıklar vardır?
3. Soft starter bağlantısında kullanılan start ve stop butonu yerine kalıcı tip (0-1) buton ve 13- 14 numaralı soft starter kontaklarına sinyal lambası bağlanan devreyi tasarlayınız.
4. Yumuşak yol vericilerde harici tip baypas kontaktörü nerelerde kullanılır?

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devre bağlantısının yapılması	20		
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20		
	3	Güç devre bağlantısının yapılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20		
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: Çift devirli sabit momentli dahlender motora düşük (DD) ve yüksek devirde (YD) yol vererek motoru çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 2.8: Çift devirli sabit momentli dahlender motora düşük ve yüksek devirle yol verme

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6 A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16 A	1 adet
Kontaktör	4 kW	3 adet
Stop butonu	Yay geri dönüşlü (1 NK kontak)	1 adet
Start butonu	Yay geri dönüşlü (1 NA kontak)	2 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı sabit momentli dahlender	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti/kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
EI aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Devrede S1 düşük devir butonuna basıldığında K1 (DD) kontaktörü enerjilenir ve güç kontaklarını kapatarak 1U-1V-1W uçlarına gerilim uygulanır. Motor, etiketinde belirtilen düşük devirle çalışmaya başlar. S0 durdurma butonuna basılarak motor durdurulur. S2 yüksek devir butonuna basıldığında K2 (YD) ve K3 (YD) kontaktörleri enerjilenir ve güç kontaklarını kapatarak 2U-2V-2W uçlarına gerilim uygulanır. 1U-1V-1W uçları K3 tarafından kısa devre edilir. Motor, etiketinde belirtilen yüksek devirle çalışmaya başlar. S0 durdurma butonuna basılarak motor durdurulur.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
3. Kumanda devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.8).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.8).
6. Güç devresi bağlantıları yapılırken DD ve YD bağlantıda faz sırasının aynı olmasına dikkat ediniz.
7. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
8. Start (S1) butonuna basarak motorun düşük devirle çalıştığını gözlemleyiniz.
9. Stop (S0) butonuna basınız ve motorun çalışmasını durdurunuz.
10. Start (S2) butonuna basarak motorun yüksek devirle çalıştığını gözlemleyiniz.
11. Stop (S0) butonuna basınız ve motorun çalışmasını durdurunuz.
12. Devrenin enerjisini kesiniz.
13. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

SORULAR

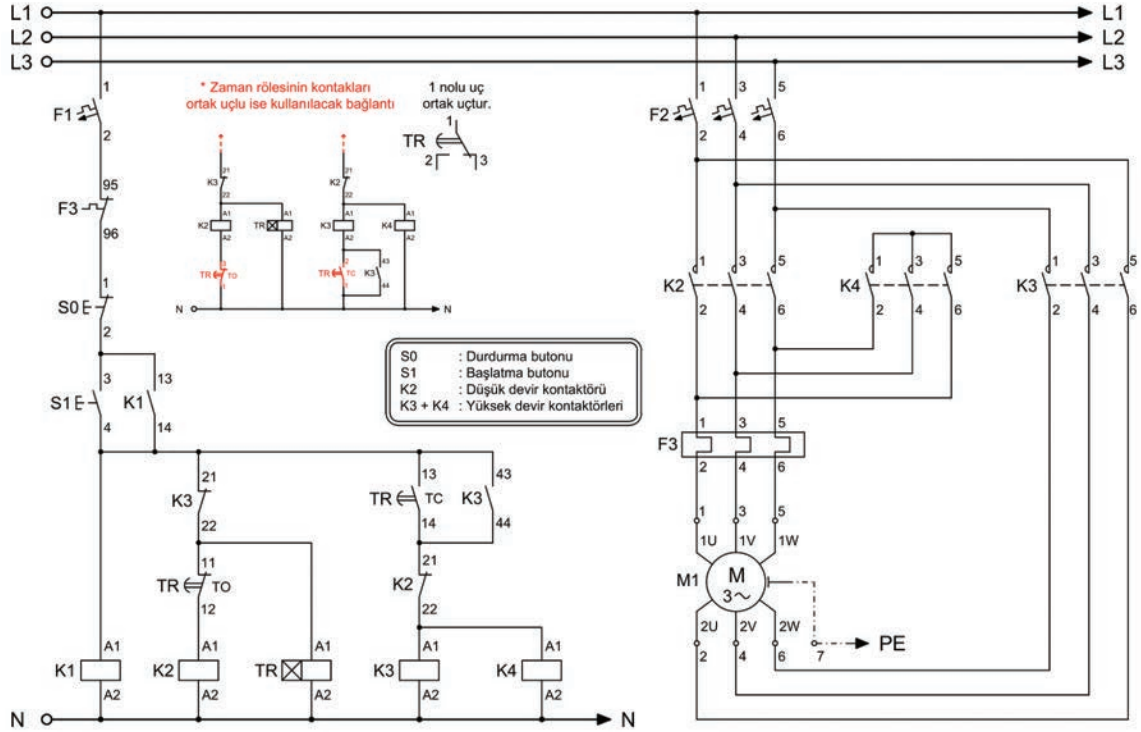
1. Dahlender motor nerelerde kullanılır? Açıklayınız.
2. Devre şemasını ANSI normunda çiziniz.



ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Kumanda devre bağlantısının yapılması	20	
Numarası	:	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
		3	Güç devre bağlantısının yapılması	20	
Adı-Soyadı	:	4	Düşük ve yüksek devirde çalıştırılması	20	
İmza	:	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
				TOPLAM PUAN	100

AMAÇ: Çift devirli sabit momentli dahlender motora düşük devirde yol vererek zaman rölesi ile motorun yüksek devirde çalışmaya otomatik geçişini sağlamak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 2.9: Çift devirli sabit momentli dahlender motora zaman ayarlı yol verme

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6 A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16 A	1 adet
Kontaktör	4 kW	3 adet
Stop ve start butonu	Yay geri dönüşlü (1 NK ve 1 NA kontak)	Birer adet
Zaman rölesi	Düz	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı sabit momentli dahlender	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti/ kumanda panosu		1 adet
Multimetre ve el aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi	1 adet

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Devrede S1 başlatma butonuna basıldığında K1 ve K2 kontaktörü ile TR zaman rölesi enerjilenir. K2 kontaktörünün güç kontakları konum değiştirerek açık olan kontaklarını kapatır. 1U-1V-1W uçlarına üç fazlı gerilim uygulanacağından motor düşük devirle çalışmaya başlar. TR zaman rölesi ayarlanan süre sonunda normalde kapalı kontağını açarak K2 kontaktörünü devreden çıkarır. Zaman rölesi normalde açık kontağını kapatarak K3 ve K4 kontaktörlerini enerjilendirir. Bu sayede K3 kontaktörü üzerinden 2U-2V-2W uçlarına gerilim uygulanır. 1U-1V-1W uçları da K4 kontaktörü üzerinden kısa devre edilmiştir. Böylece motor yüksek devirde çalışmaya geçer ve çalışmasını sürdürür. Motorun çalışması durdurma butonuna basılıncaya kadar devam eder.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
3. Kumanda devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.9).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.9).
6. Güç devresi bağlantıları yapılırken düşük devir ve yüksek devir bağlantıda faz sırasının aynı olmasına dikkat ediniz.
7. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
8. Start (S1) butonuna basarak motorun düşük devirle çalıştığını gözlemleyiniz.
9. Ayarlanan süre sonunda motorun kendiliğinden düşük devirden yüksek devire geçtiğini gözlemleyiniz.
10. Stop (S0) butonuna basınız ve motorun çalışmasını durdurunuz.
11. Devrenin enerjisini kesiniz.
12. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

SORULAR

1. Dahlender motor ile asenkron motorun farkını açıklayınız.
2. Kullandığınız motor etiket devir değerlerini yazınız.
3. Devre şemasını ANSI normunda çiziniz.

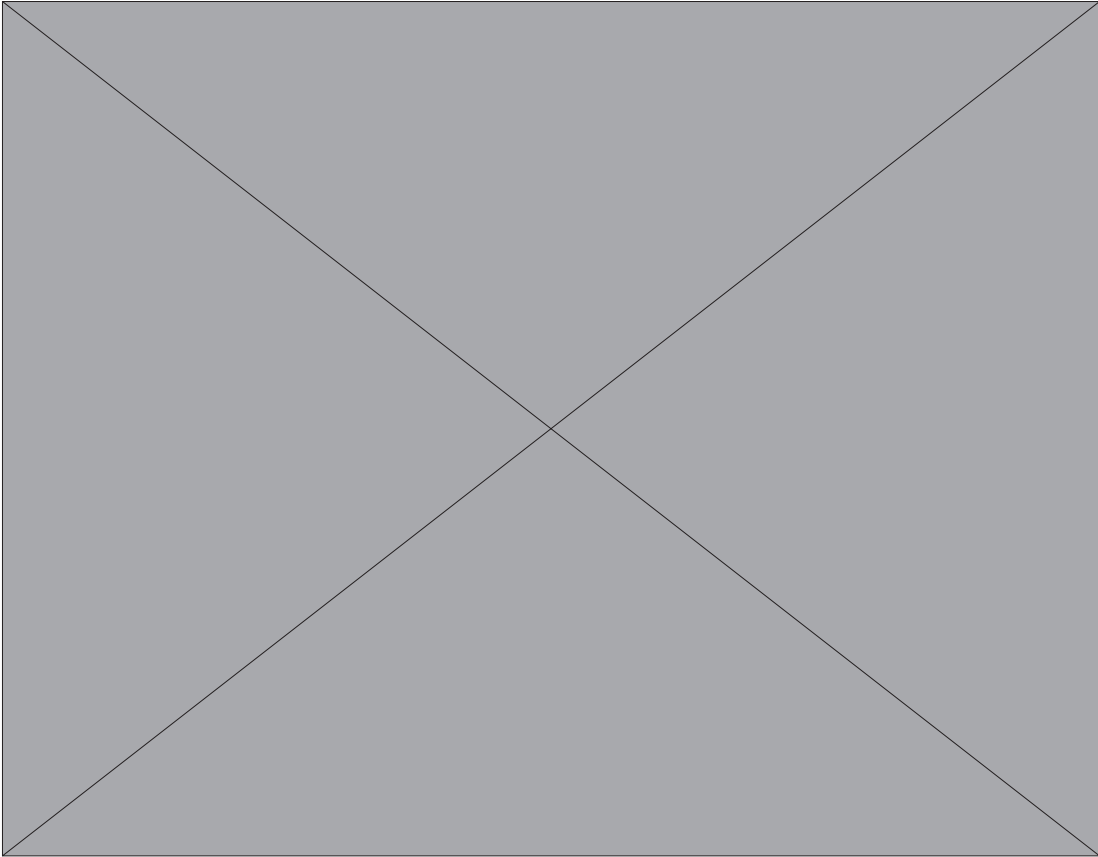
ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devre bağlantısının yapılması	20		
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20		
	3	Güç devre bağlantısının yapılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Düşük ve yüksek devirde çalıştırılması	20		
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

DAHLENDER MOTORA İLERİ-GERİ YÖNDE DÜŞÜK VE YÜKSEK DEVİRDE YOL VERME

AMAÇ: Dahlender motoru ileri-geri yönde düşük ve yüksek devirle çalıştırmak.

UYGULAMA: Dahlender motorun zaman ayarlı olarak ileri ve geri yönde düşük-yüksek devirle çalıştırılması istenmektedir.

1. Motor etiket bilgilerini Tablo 2.2'ye kaydediniz.
2. Malzeme listesini çıkarınız.
3. Görsel 2.10'a göre kumanda ve güç devre bağlantılarını gerçekleştiriniz.
4. Zaman rölesinin zaman ayarını yapınız.
5. Devreyi öğretmen kontrolünde çalıştırınız.
6. Sonuçları değerlendiriniz ve devreyi yorumlayınız.

DEVRE ŞEMASI

Görsel 2.10: Dahlender motora zaman ayarlı yol vererek devir yönü değiştirme

Tablo 2.2: Motor Etiket Bilgileri

KUTUP SAYISI	DEVİR SAYISI	BAĞLANTI ŞEKLİ

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Motor etiket bilgilerinin tabloya kaydedilmesi	10	
2	Malzeme listesinin çıkarılması	10	
3	Kumanda devre bağlantısının yapılması	10	
4	Güç devre bağlantısının yapılması	10	
5	Devrenin ileri yönde düşük devirle çalıştırılması	10	
6	Devrenin ileri yönde yüksek devirle çalıştırılması	10	
7	Devrenin geri yönde düşük devirle çalıştırılması	10	
8	Devrenin geri yönde yüksek devirle çalıştırılması	10	
9	Devrenin zamanında yapılması	10	
10	Sonuçların değerlendirilmesi	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :

Sınıfı-No. :

İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :

İmza :

Tarih :

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Asenkron motorların ilk anda şebekeden çektiği akım kısa sürelidir ve küçük güçlü motorlarda şebeke üzerinde pek etkili değildir.
2. (...) Bir ya da birden fazla motorun aynı anda devreye girmesinin şebeke üzerinde olumsuz bir etkisi yoktur.
3. (...) İlk anda çekilen yüksek akım motor sargılarında gereğinden fazla ısınma meydana getirir.
4. (...) Çift devirli motorlarda faz sargısı giriş uçları 2U-2V-2W ve orta uçlar 1U-1V-1W ile işaretlenir.
5. (...) Çift devirli motorlar genellikle 1U-1V-1W uçlarına enerji verilirse düşük devirle ve 2U-2V-2W uçlarına enerji verilip 1U-1V-1W uçları köprülenirse yüksek devirle çalışır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

6. Asenkron motorların ilk anda şebekeden çektiği akıma akımı denir.
7. Gücü kW'tan büyük motorlara yol verme yöntemleri uygulanır.
8. Asenkron motorlarda devir, frekans ile, kutup sayısı ile orantılıdır.
9. Çift devirli asenkron motorlarda düşük ve yüksek devirle çalışma sırasında devir yönünün değişmemesi için motorun sırası aynı kalmalıdır.
10. Asenkron motorlara uygulanan gerilimi kademeli olarak artıran mikro işlemci ve tristör tabanlı cihaza denir.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanı her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()	Yıldız-üçgen yol verme yönteminde motorun ilk olarak çalıştığı bağlantı şeklidir.	A	1/3
12.	()	Yıldız-üçgen yol verme yönteminde ilk çalışma anında motor sargılarına uygulanan gerilim değeridir.	B	Üçgen
13.	()	Yıldız-üçgen yol verme yönteminde ilk çalışma anında motorun şebekeden çektiği akım oranıdır.	C	Yıldız
14.	()	Yıldız-üçgen yol verme yönteminde motorun kalkınma tamamlandıktan sonra çalıştığı bağlantı şeklidir.	D	$U_r/1,73$
15.	()	Yıldız-üçgen yol verme yöntemiyle yol verebilmek için motorun üçgen bağlı çalışma geriliminin eşit olduğu gerilim değeridir.	E	U_h
			F	U_f
			G	1/5

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi asenkron motora herhangi bir gerilim düşürme yöntemi kullanılmadan yol verilmesidir?
 - A) Direkt yol verme
 - B) Yıldız-üçgen yol verme
 - C) Frekans invertörüyle yol verme
 - D) Soft starterle yol verme
 - E) Yumuşak yol vericiyle yol verme
17. Aşağıdakilerden hangisi 50 Hz frekansa sahip bir şebekeye bağlanan dört kutuplu asenkron motorun devridir?
 - A) 3000 devir/dk.
 - B) 1500 devir/dk.
 - C) 1000 devir/dk.
 - D) 750 devir/dk.
 - E) 600 devir/dk.

18. Aşağıdakilerden hangisi asenkron motorların ilk anda çektiği aşırı akımın sonucudur?

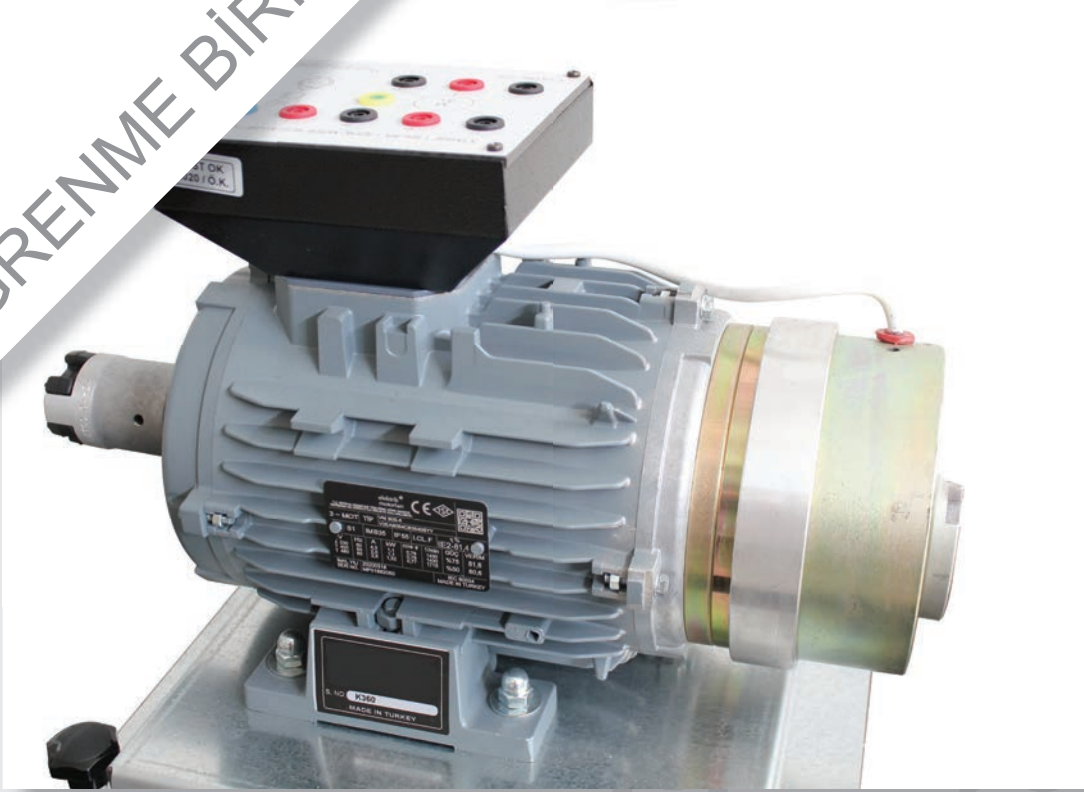
- A) Motor daha hızlı çalışır. B) Motor devri alçalıp yükselir.
C) Devir yönü değişir. D) Şebekede gerilim düşümlerine neden olur.
E) Motor sargılarının soğutulmasını sağlar.

19. Aşağıdakilerden hangisi şebekede yıldız bağlı çalıştırılması gereken motorun üçgen çalıştırılması hâlinde meydana gelecek sonucu doğru olarak vermiştir?

- A) Motora daha düşük gerilim uygulanır. B) Motor akımı düşer.
C) Motor normal olarak çalışır. D) Çok az bir gerilim artışı olur ancak motoru etkilemez.
E) Motor sargıları yanar.

20. Aşağıdakilerden hangisi asenkron motorun ilk anda çektiği akımın, anma akımının yaklaşık kaç katı olduğunu doğru olarak vermiştir?

- A) 2 B) 1-2
C) 3-6 D) 10-15
E) 20



ASENKRON MOTORLARDA FRENLEME

KONULAR

3.1. FRENLEME SİSTEMLERİ VE ÖZELLİKLERİ

3.2. DİNAMİK FRENLEME SİSTEMLERİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Asenkron motorlarda frenleme ve frenleme çeşitleri

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Asenkron motorlarda frenleme ve frenleme çeşitleri hakkında ne biliyorsunuz?

TEMEL KAVRAMLAR

Frenleme, balatalı frenleme, dinamik frenleme, frenleme gerilimi.



3.1. FRENLEME SİSTEMLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Motorun durdurma butonuna basıldığında ani olarak durmasına **frenleme** denir. Motorların enerjisi kesildikten sonra rotor, ataletinden dolayı bir süre daha dönüşünü sürdürür. Hâlbuki bazı motorların hemen durması istenir. Özellikle büyük güçlü motorların ebatlarından dolayı durma süreleri de uzundur. Bilhassa seri imalatta durma süresi büyük önem taşır. Bu tip iş yerlerinde frenleme yapılarak zamandan kazanılır ve daha çok iş yapılır.

3.1.1. Frenleme Sisteminin Amacı

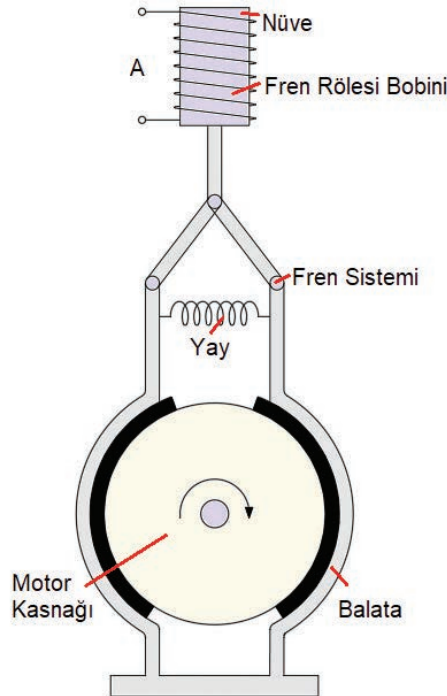
Frenleme sistemlerinin temel amacı hareket sistemini hızlı, güvenli ve daha kısa sürede durdurmaaktır. Ayrıca bu sistemler motor milini belirli bir konumda sabitlemek için de kullanılır. Frenleme sistemi kullanılan motorlarda boşta çalışma ve ölü zaman bölgelerinin azaltılması ile sistemin verimliliği artırılır (Görsel 3.1).



Görsel 3.1: Frenleme yapılan ve yapılmayan sistem grafikleri

3.1.2. Frenleme Çeşitleri

Balatalı (Mekanik) Frenleme: İki adet balata aracılığıyla motor kasağının sıkılarak durdurulmasına **balatalı frenleme** denir. Frenlemede kullanılan en basit yöntemdir. Genellikle asansör ve vinçlerde kullanılan balatalı frenleme, motor fabrikaları tarafından özel olarak üretilen motorlara uygulanır. Bu sistemde kullanılan ekipman çeşidi fazladır ve balatalar değişim gerektirdiğinden sistemin maliyeti yüksektir (Görsel 3.2).



Görsel 3.2: Balatalı frenleme sistemi

Dinamik (Elektriksel) Frenleme: Şebeke enerjisi kesildikten sonra stator sargılarına doğru gerilim uygulanmasıyla yapılan frenleme çeşidine **dinamik frenleme** denir. DC gerilim uygulanmasıyla stator sargılarında düzgün ve sabit bir manyetik alan meydana gelir. Rotor, sabit manyetik alan içinde kendi ataleti ile dönmeye devam ettiğinden rotor çubuklarında bir EMK indüklenir. Geçen kısa devre akımından dolayı N-S kutupları oluşur. Rotor kutupları ile stator kutuplarının birbirini etkilemesi sonunda rotor kısa sürede durur.

Ani Durdurma: Motorun döndürme momentini ters yönde çevirerek miline aksi yönde döndürme momenti uygulamaya **ani durdurma** denir yani motorun devir yönü değişirken durdurulması işlemdir. Her motor için uygun bir yöntem değildir. Özellikle büyük güçlü motorlara uygulanamaz. Çünkü motorun döndürdüğü yükte sakıncalı değerlerde mekanik gerilimler doğar.

3.2. DİNAMİK FRENLEME SİSTEMLERİ

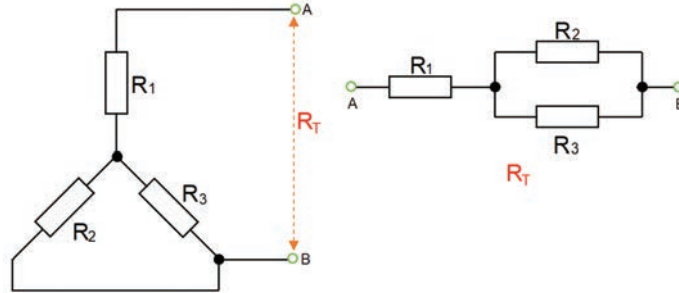
Dinamik frenleme, stator sargılarına uygulanan DC gerilimle yapılır. Burada dikkat edilmesi gereken husus, frenleme geriliminin sargılara zarar vermeyecek değerde olmasıdır. Büyük güçlü motorların ebatlarından dolayı durma süreleri uzundur. Aynı şekilde küçük güçlü motorlar ise daha kısa sürede durur. Bu nedenle motor gücüne göre frenleme gerilim değeri değişir.

3.2.1. Dinamik Frenlemede Motora Uygulanacak Gerilim Hesabı

Üç fazlı asenkron motora uygulanan DC gerilim değeri arttıkça motor sargılarından geçen akım artar ve frenleme süresi kısalır. Ancak fazla gerilim verilmesi stator sargılarının ısınmasına, yanma riskinin ortaya çıkmasına sebep olur. Bu sebeple sargılara taşıyabileceği değerde gerilim uygulanmalıdır.

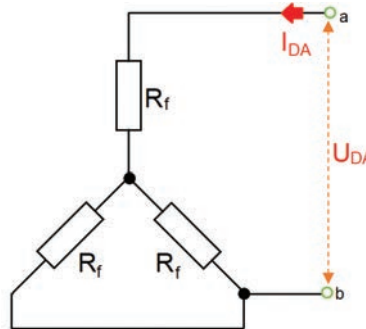
3.2.1.1. Yıldız (λ) Bağlı Motorun Dinamik Frenleme Geriliminin Hesaplanması

Dinamik frenleme gerilimi hesabı için önce motorun bir faz sargısı omik direnci ölçülür. Görsel 3.3'te görüldüğü gibi eş değer direnç bulunur. Verilen formüllerle frenleme gerilim değeri hesaplanır.



Görsel 3.3: Yıldız bağlı motorun iki ucunun kısa devre edilmesi ve eş değer direnç hesabı

$$R_1 = R_2 = R_3 \quad R_T = R_1 + [(R_2 \times R_3)/(R_2 + R_3)] \quad R_T = 1,5 \times R_1$$



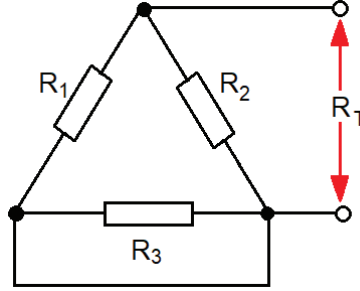
Görsel 3.4: Yıldız bağlı motorun iki ucunun kısa devre edilmesi ve dinamik frenleme hesabı

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_f \quad R_T = 1,5 \times R_f$$

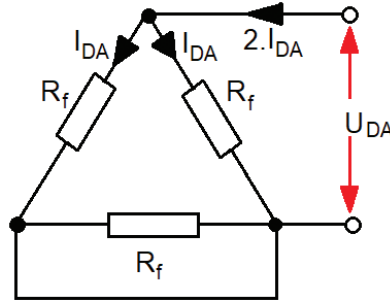
$$U_{DA} = I_{DA} \times R_T \quad U_{DA} = I_{DA} \times 1,5 \times R_f \quad P_{DA} = U_{DA} \times I_{DA}$$

Formüle göre

- R_1, R_2, R_3 : Motor sargı dirençleri (Ω)
 R_f : Motorun bir faz sargısının omik direnci (Ω)
 R_T : Motorun üç faz sargısı toplam (eş değer) direnci (Ω)
 U_{DA} : Motora uygulanacak doğru gerilimin değeri (V)
 I_{DA} : Motor sargılarından geçecek doğru akım değeri (A)
 P_{DA} : Doğru akım kaynağının gücü (W)

3.2.1.2. Üçgen (Δ) Bağlı Motorun Dinamik Frenleme Geriliminin Hesaplanması**Görsel 3.5: Üçgen bağlı motorun iki ucunun kısa devre edilmesi ve eş değer direnç hesabı**

$$R_1 = R_2 = R_3 \quad R_T = (R_2 \times R_3) / (R_2 + R_3) \quad R_T = 0,5 \times R_1$$

**Görsel 3.6: Üçgen bağlı motorun iki ucunun kısa devre edilmesi ve dinamik frenleme hesabı**

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_f \quad R_T = 0,5 \times R_f$$

$$U_{DA} = 2 \times I_{DA} \times R_T \quad U_{DA} = I_{DA} \times R_f \quad P_{DA} = 2 \times U_{DA} \times I_{DA}$$

Örnek: Etiketinde Δ 380 V, 7 A, $\cos \phi = 0,85$, 3,5 kW, 2850 devir/dk, 50 Hz yazılı motorun U1-U2 uçlarında 4 Ω ölçülmüştür. Motora frenleme için uygulanacak doğru gerilimin değerini ve kaynağın gücünü bulunuz.

Çözüm: Devre üçgen (Δ) bağlıdır. Bir fazdan geçen akım aşağıdaki şekilde bulunur.

$$I_f = I_n / 1,73 = 7 / 1,73 = 4,04 \text{ A}$$

Motor yıldız (λ) olarak bağlandığında uygulanacak olan DC gerilim ve güç aşağıdaki şekilde bulunur.

$$U_{DA} = I_{DA} \times 1,5 \times R_f = 4,04 \times 1,5 \times 4 = 24,24 \text{ V}$$

$$P_{DA} = U_{DA} \times I_{DA} = 24,24 \times 4,04 = 97,92 \text{ W}$$

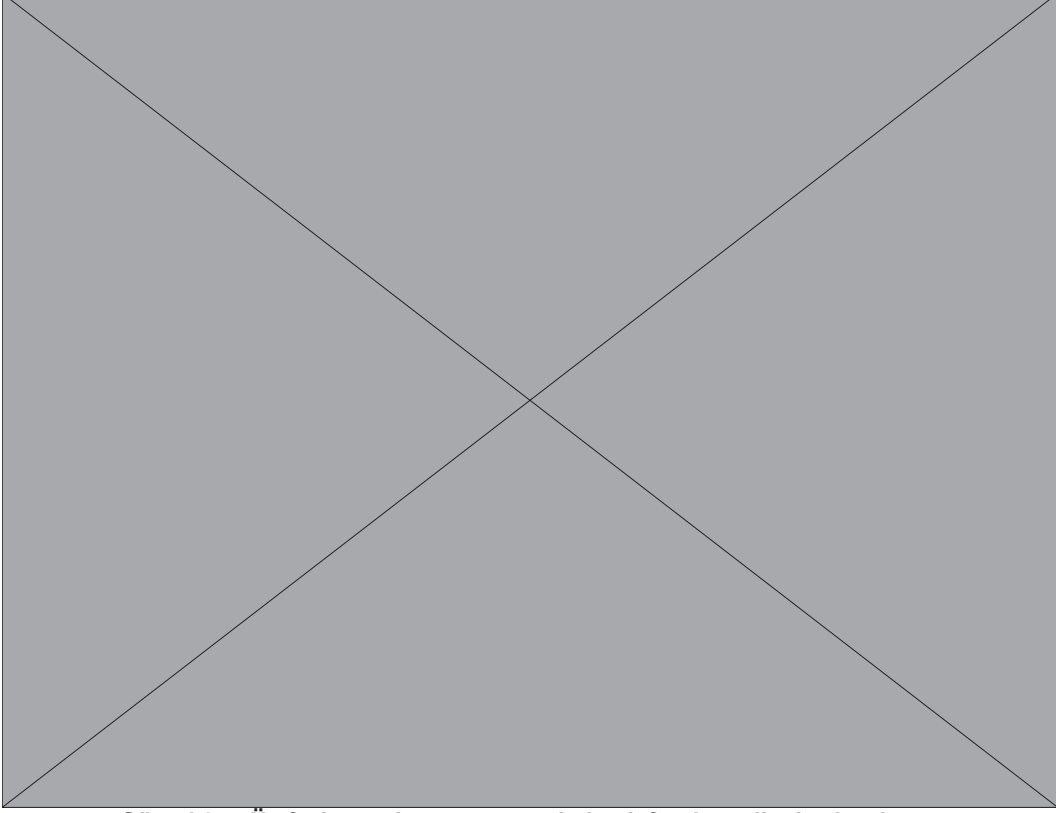
Motoru üçgen (Δ) olarak bağlandığında uygulanacak olan DC gerilim ve güç aşağıdaki şekilde bulunur.

$$U_{DA} = I_{DA} \times R_f = 4,04 \times 4 = 16,16 \text{ V}$$

$$P_{DA} = 2 \times U_{DA} \times I_{DA} = 2 \times 16,16 \times 4,04 = 130,57 \text{ W}$$

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru balatalı frenleme ile durdurmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 3.7: Üç fazlı asenkron motorun balatalı frenleme ile durdurulması

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x16 A ve C 3x25 A	Birer adet
Start ve stop butonu	Ani temaslı	Birer adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Transformatör	220 V/12-24 V	1 adet
Doğrultmaç	Köprü tipi	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı, balata montajlı	1 adet
Kumanda kablosu	Jaklı kumanda kablosu veya 2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti/ kumanda panosu		1 adet
Diğer elemanlar ve el aletleri	Pense, yan keski, tornavida, multimetre	-



DEVRENİN ÇALIŞMASI

Görsel 3.7’de verilen devrede S1 butonuna basıldığında, K1 kontaktörü enerjilenerek devreyi mühürler. Transformatöre seri bağlı normalde açık K1 kontağı kapanarak doğrultma devresi üzerinden motorun frenleme bobinini enerjilendirir. Nüvenin enerjilenmesiyle motor kasnağını sıkkan balatalar kasnağı serbest bırakır ve motor çalışmaya başlar. S0 stop butonuna basılınca K1 kontaktörünün ve dolayısıyla frenleme bobininin enerjisi kesilir. Balatalar kasnağı tekrar sıkarak, motoru ani olarak durdurur.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 3.7).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 3.7).
6. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
7. Start (S1) butonuna basarak motorun çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Stop (S0) butonuna basarak motorun frenlemeyle durduğunu gözlemleyiniz.
9. Devrenin enerjisini kesiniz.
10. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

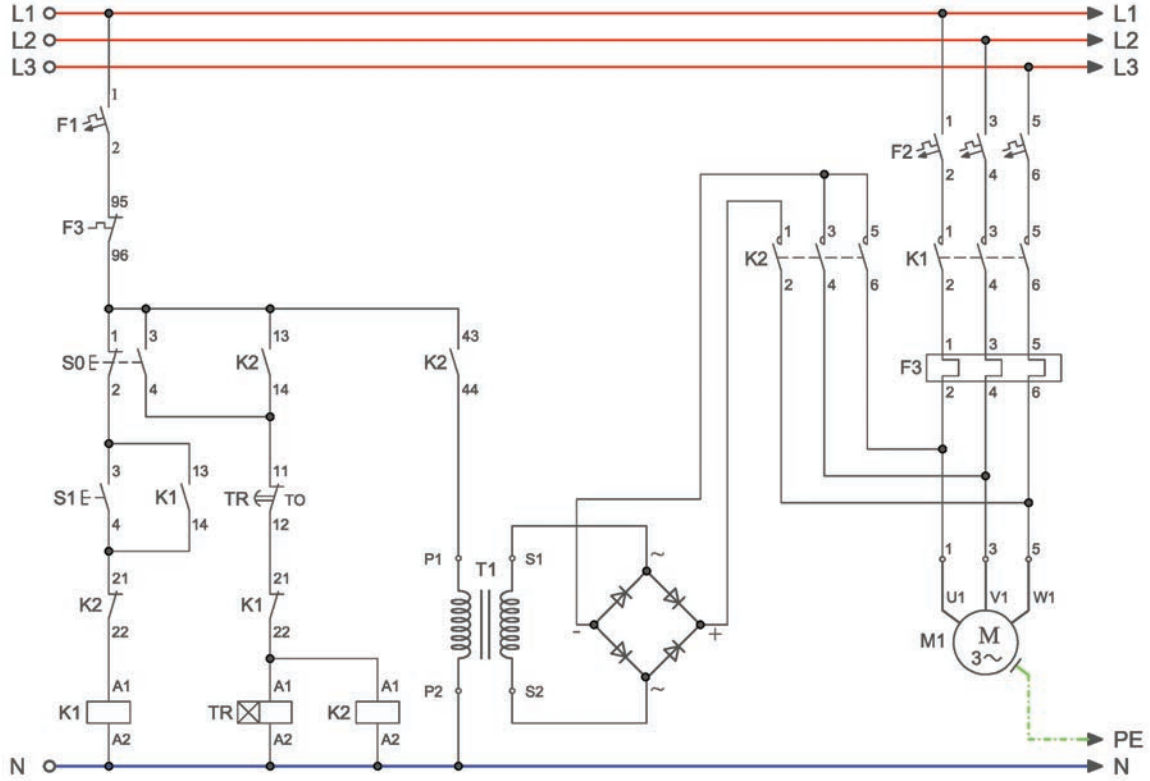
SORULAR

1. Devrenin çalışmasını açıklayınız.
2. Görsel 3.7’de verilen devreyi ANSI normuna göre çiziniz.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devre bağlantısının yapılması	20		
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20		
	3	Güç devresi bağlantısının yapılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20		
İmza :	5	Devre çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru düz zaman rölesi kullanarak dinamik frenleme ile durdurmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 3.8: Düz zaman röleli dinamik frenleme devresi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x16 A ve C 3x25 A	Birer adet
Start ve jog butonu	Ani temaslı	Birer adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Zaman rölesi	Düz	1 adet
Transformatör	220 V/12-24 V	1 adet
Doğrultmaç	Köprü tipi	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kablosu	Jaklı kumanda kablosu veya 2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti/kumanda panosu		1 adet
Diğer eleman ve el aletleri	Pense, yan keski, tornavida, multimetre	-



KOD=19762

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Görsel 3.8'de verilen devrede S1 butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenerek devreyi mühürler ve güç kontaklarının kapanmasıyla motor çalışmaya başlar. Motoru durdurmak için S0 stop butonuna basıldığında zaman rölesi ve K2 dinamik frenleme kontaktörü enerjilenir. Kontaktör kontakları konum değiştirir. Kapanan K2 kontağı S0 butonunu mühürlerken normalde kapalı K2 kontağı ise açılarak K1 kontaktörünün enerjisini keser. Açılan K1 güç kontakları motoru şebekeden ayırır. Transformatöre seri bağlı K2 kontağının kapanmasıyla primer sargılarına şebeke gerilimi uygulanır. Sekonderden alınan gerilim, köprü doğrultmaç ile doğrultulur ve elde edilen DC gerilim K2 güç kontakları üzerinden motora uygulanır. Motor dinamik frenlemeyle durur. Frenleme süresi sonunda zaman rölesinin kumanda devresindeki TR kapalı kontağı açılarak K2 kontaktörü ve zaman rölesini devreden çıkarır.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 3.8).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 3.8).
6. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
7. Start (S1) butonuna basarak motorun çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Stop (S0) butonuna basarak motorun frenlemeyle durduğunu gözlemleyiniz.
9. Ayarlanan süre sonunda zaman rölesi ve K2 kontaktörünün devreden çıktığını gözlemleyiniz.
10. Devrenin enerjisini kesiniz.
11. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

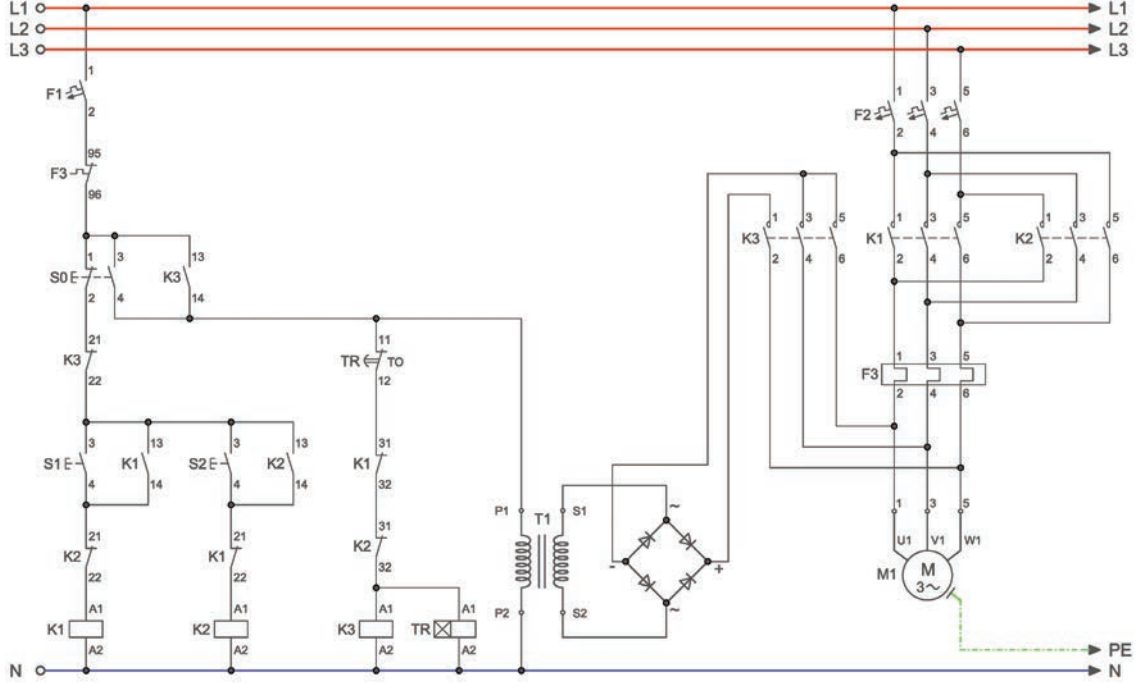
SORULAR

1. Görsel 3.8'de verilen devreyi ANSI normuna göre çiziniz.
2. Devrede zaman rölesinin kullanım amacını açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devre bağlantısının yapılması	20		
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20		
	3	Güç devresi bağlantısının yapılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20		
İmza :	5	Devre çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: İleri-geri yönde çalışan üç fazlı asenkron motoru düz zaman rölesi kullanarak dinamik frenleme ile durdurmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 3.9: İleri-geri yönde çalışan düz zaman röleli dinamik frenleme devresi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x16 A ve C 3x25 A	Birer adet
Start ve jog butonu	Ani temaslı	3 adet
Kontaktör	4 kW	3 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Zaman rölesi	Düz	1 adet
Transformatör	220 V/12-24 V	1 adet
Doğrultmaç	Köprü tipi	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kablosu	2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti/kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida vb.	-

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Görsel 3.9'da verilen devrede S1 butonuna basıldığında motor ileri yönde, S2 butonuna basıldığında geri yönde döner. İleri veya geri yönde çalışan motoru durdurmak için S0 durdurma butonuna basıldığında zaman rölesi ve K3 kontaktörü enerjilenir. K3 kontaktör kontakları konum değiştirerek devreyi mühürler ve güç kontakları üzerinden motora doğru gerilim uygular. Motor dinamik frenlemeyle durur. Frenleme süresi sonunda açılan TR kontağı, K3 kontaktörünü ve zaman rölesini devreden çıkartarak frenlemeyi sonlandırır.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 3.9).
4. Düz zaman rölesinin zaman ayarını yapınız.
5. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
6. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 3.9).
7. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
8. Start (S1) butonuna basarak motoru ileri yönde çalıştırınız.
9. Stop (S0) butonuna basarak motorun dinamik frenlemeyle durduğunu gözlemleyiniz.
10. Ayarlanan süre sonunda zaman rölesi ve K3 kontaktörünün devreden çıktığını gözlemleyiniz.
11. Start (S2) butonuna basarak motoru geri yönde çalıştırınız.
12. Stop (S0) butonuna basarak motorun dinamik frenlemeyle durduğunu gözlemleyiniz.
13. Ayarlanan süre sonunda zaman rölesi ve K3 kontaktörünün devreden çıktığını gözlemleyiniz.
14. Devrenin enerjisini kesiniz.
15. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

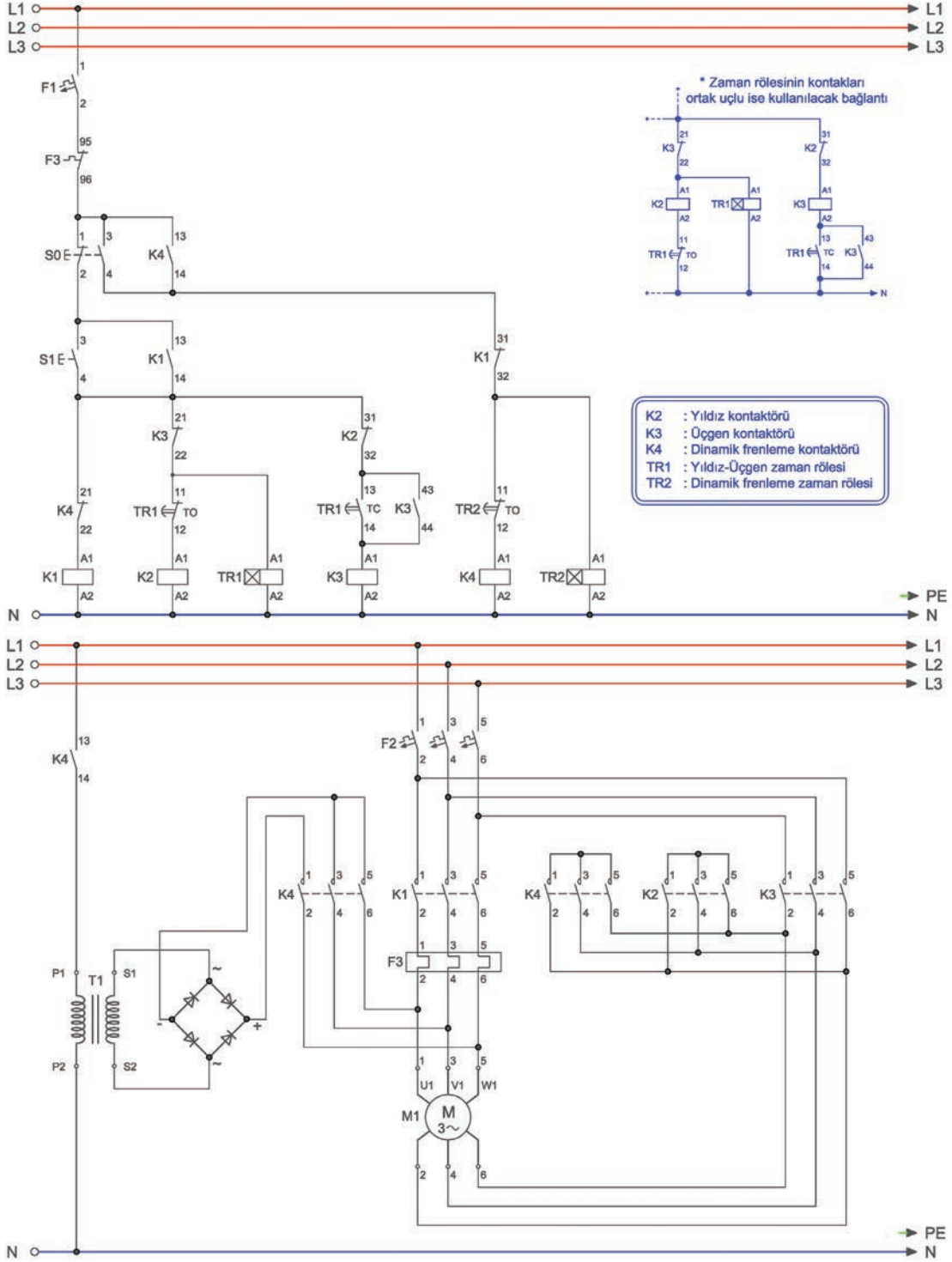
SORULAR

1. Görsel 3.9'da verilen devreyi ANSI normuna göre çiziniz.
2. Balatalı frenlemeyle dinamik frenlemenin farkını açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devre bağlantısının yapılması	20		
Numarası :	2	Güç devresi bağlantısının yapılması	20		
	3	Motorun ileri yönde çalıştırılıp frenlenmesi	20		
Adı-Soyadı :	4	Motorun geri yönde çalıştırılıp frenlenmesi	20		
İmza :	5	Devre çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: Yıldız-üçgen yol verilen üç fazlı asenkron motorun dinamik frenleme devresini yapmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 3.10: Yıldız-üçgen yol verilen asenkron motorun dinamik frenleme devresi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x16 A ve C 3x25 A	Birer adet
Start ve jog butonu	Ani temaslı	Birer adet
Kontaktör	5,5 kW	4 adet
Aşırı akım rölesi	11-16 A	1 adet
Zaman rölesi	Düz	2 adet
Transformatör	220 V/12-24 V	1 adet
Doğrultmaç	Köprü tipi	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kablosu	Jaklı kumanda kablosu veya 2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti/kumanda panosu		1 adet
Diğer eleman ve el aletleri	Pense, yan keski, tornavida, multimetre	-

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Görsel 3.10'da verilen devrede S1 butonuna basıldığında motor yıldız olarak çalışmaya başlar ve TR1 zaman rölesi ile ayarlanan süre sonunda üçgen çalışmaya geçer. Jog (S0) butonuna basıldığında K4 frenleme kontaktörü devreye girerek motora DC uygular. Motor dinamik olarak frenlenir ve TR2 zaman rölesi ile ayarlanan süre sonunda K4 kontaktörü ve TR2 zaman rölesi devreden çıkar.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo ve elemanların sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 3.10).
3. TR1 ve TR2 düz zaman rölelerinin zaman ayarlamasını yapınız.
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapıp devreye enerji veriniz.
6. Start (S1) butonuna basarak motora yıldız üçgen yol veriniz.
7. Stop (S0) butonuna basarak motorun dinamik frenlemeyle durduğunu gözlemleyiniz.
8. Süre sonunda zaman rölesi ve K4 kontaktörünün devreden çıktığını gözlemleyiniz.
9. Devrenin enerjisini kesin ve kablo ile elemanları sökerek teslim ediniz.

SORU

1. Dinamik frenleme süresi neye göre belirlenir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devre bağlantısının yapılması	20		
Numarası :	2	Güç devresi bağlantısının yapılması	20		
	3	Motorun yıldız-üçgen çalıştırılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Motorun dinamik frenlenmesi	20		
İmza :	5	Motora uygulanan DC gerilim hesabı yapılması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

UYGULAMA ETKİNLİĞİ

ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN OTOMATİK FRENLENMESİ

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motorun belirli bir süre sonunda otomatik olarak dinamik frenlenmesi devresini kurmak ve devreyi çalıştırmak.

UYGULAMA: Üç fazlı asenkron motor 30 sn. çalıştıktan sonra otomatik olarak dinamik frenlenecektir. Devre şemasını çiziniz. Malzeme listesini çıkarınız. Motor sargı direncini ölçünüz. Motor etiket bilgilerine göre frenleme gerilimini hesaplayınız. Deney seti üzerinde devreyi kurarak çalıştırınız. Testini yapınız.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Devre şemasının çizilmesi	10	
2	Malzeme listesinin çıkartılması	10	
3	Motor sargı direncinin ölçülmesi	10	
4	Frenleme geriliminin hesaplanması	10	
5	Devre elemanlarının sağlamlık kontrolünün yapılması	10	
6	Devre elemanları arası kablo bağlantılarının yapılması	10	
7	Kumanda devresinin hatasız çalışması	10	
8	Motorun çalışması	10	
9	Motorun dinamik frenlenmesi	10	
10	Devrenin sökülerek teslim edilmesi	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Frenlemenin amacı hareket sistemini hızlı, güvenli ve daha kısa sürede durdurmaktır
2. (...) Balatalı frenlemede motora DC uygulanır.
3. (...) Özellikle büyük güçlü motorların ebatlarından dolayı durma süreleri de uzundur.
4. (...) Ani durdurma yöntemi büyük güçlü motorlarda uygulanır.
5. (...) En basit frenleme yöntemi mekanik frenlemedir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

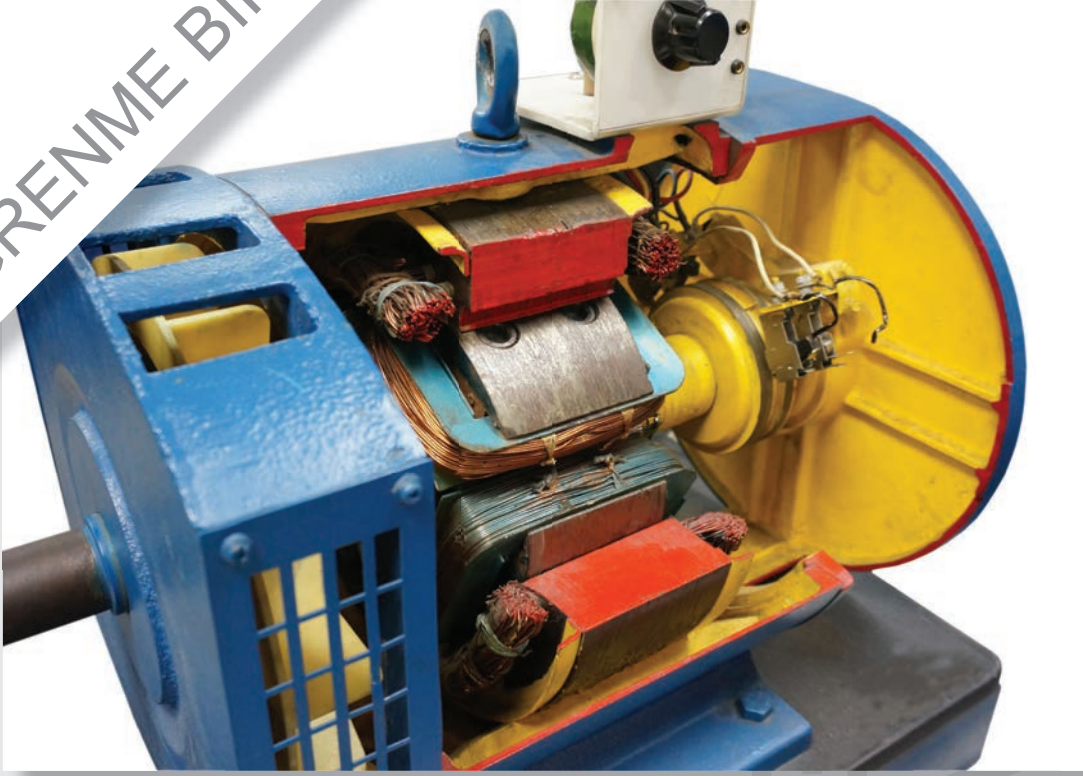
6. Frenlemeli motorlarda ölü zaman bölgelerinin azaltılması artırır.
7. Motorun miline aksi yönde döndürme momenti uygulamaya denir.
8. Genellikle asansörlerde ve vinçlerde kullanılan frenleme frenlemedir.
9. Asenkron motora uygulanan gerilim değeri arttıkça frenleme süresi
10. Dinamik frenleme gerilimi hesabı için önce motorun bir faz sargısıölçülür.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanı her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()	Yıldız bağlı motorlarda eş değer direnç formülüdür.	A	$P_{DA} = U_{DA} \times I_{DA}$
12.	()	Motorun bir faz sargısının omik direnç ifadesidir.	B	$U_{DA} = I_{DA} \times R_f$
13.	()	Yıldız bağlı motorlarda DC kaynak gücü formülüdür.	C	$U_{DA} = I_{DA} \times 1,5 \times R_f$
14.	()	Üçgen bağlı motorlarda frenleme gerilimini veren formüldür.	D	R_f
15.	()	Yıldız bağlı motorlarda frenleme gerilimini veren formüldür.	E	R_T
			F	$R_T = 3 \times R_f$
			G	$R_T = 1,5 \times R_f$

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi mekanik frenlemede kullanılan frenleme elemanıdır?
A) Kontaktör B) Röle C) Zaman rölesi D) Balata E) Aşırı akım rölesi
17. Aşağıdakilerden hangisi dinamik frenlemede sargılara aşırı gerilim uygulanması sonucu ortaya çıkan sakıncadır?
A) Frenleme süresinin kısalması B) Frenleme süresinin uzaması
C) Frenleme olmaması D) Sargı dirençlerinin artması
E) Sargıların ısınarak yanma riskinin ortaya çıkması
18. Aşağıdakilerden hangisi dinamik frenleme devrelerinde frenleme geriliminin elde edilmesini sağlayan elemandır?
A) Trafo B) Kontaktör C) Zaman rölesi D) Aşırı akım rölesi E) Stator sargıları
19. Aşağıdakilerden hangisi dinamik frenleme devrelerinde DC gerilimin elde edilmesini sağlayan elemandır?
A) Kontaktör B) Doğrultmaç C) Zaman rölesi D) Aşırı akım rölesi E) Stator sargıları
20. Aşağıdakilerden hangisi dinamik frenleme için yanlıştır?
A) Frenleme için sargılara DC uygulanır. B) Elektriksel frenleme yöntemidir.
C) Mekanik frenleme yöntemidir. D) Yıldız bağlı motorlara uygulanabilir.
E) Üçgen bağlı motorlara uygulanabilir.



SENKRON MOTORLARA YOL VERME

KONULAR

4.1. SENKRON MOTORLARIN ÖZELLİKLERİ

4.2. SENKRON MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ

4.3. SENKRON MOTOR BAĞLANTILARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Senkron motorların özellikleri ve senkron motorlara yol verme

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Senkron motorlar size hangi motorları hatırlatıyor?

TEMEL KAVRAMLAR

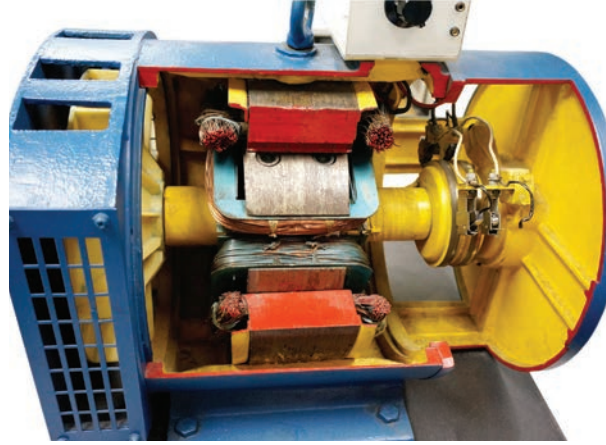
Senkron motor, asenkron motor, kayma, sürücü, yol verme.



4.1. SENKRON MOTORLARIN ÖZELLİKLERİ

Stator döner alan devri (n_s) ile rotor devri (n_r) aynı olan motorlara **senkron motor** denir. Senkron motorlarda asenkron motorlarda olduğu gibi kayma yoktur. Bu sebeple örneğin stator devri 1500 devir/dk. olan motorun rotor devri de 1500 devir/dk.dır. Bu eşitliğin sağlanabilmesi için rotor manyetik alan oluşumunun, stator manyetik alanından bağımsız hâle getirilmesi gerekir. Bunun için rotor ya dışarıdan uyarılmalı ya da sabit mıknatıstan oluşturulmalıdır (Görsel 4.1).

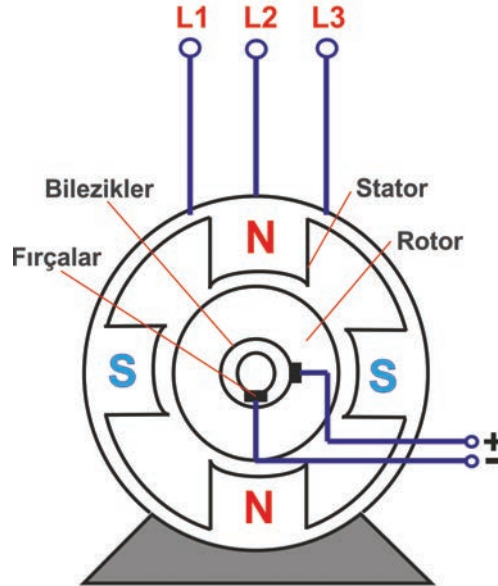
Senkron motorlarda devir sayısı yükte değişmez. Motor boşta ve yükte çalışırken aynı kalır. Senkron motorlar sabit hızın gerekli olduğu endüstriyel alanlarda kullanılır. Genel olarak asansörlerde, kompresörlerde, vantilatör ve aspiratörlerde, su pompalarında, kâğıt endüstrisi ve baskı tekniğinde tercih edilir.



Görsel 4.1: Senkron motor

4.1.1. Senkron Motorların Yapısı ve Çalışması

Senkron motorun stator yapısı asenkron motorlar ile aynıdır. Senkron motorun rotoru ise gövde üzerine açılan oluklara sargılar yerleştirilir bu sargı uçları bileziklere çıkarılır. Bileziklere basan fırçalar yardımıyla rotor sargılarına sabit manyetik alan oluşturması için doğru akım uygulanır (Görsel 4.2).



Görsel 4.2: Senkron motorun yapısı

Stator: Senkron motor kutup sargılarının bulunduğu motorun duran kısmıdır. Silisli sacların paketlenerek üzerine alternatif akım sargılarının sarılmasıyla oluşturulur. Görevi, sargılara uygulanan alternatif gerilimle üç fazlı döner manyetik alanın meydana getirilmesidir.

Rotor: Rotor sargılarının bulunduğu motorun dönen kısmıdır. Silisli sacların paketlenerek üzerine doğru akım sargılarının sarılmasıyla oluşturulur. Görevi, sargılara uygulanan doğru gerilimle manyetik alanın meydana getirilmesidir.

Bilezikler: Dış devreden uygulanan DC gerilimi, rotor sargılarına aktaran elemanlardır.

Fırçalar: Dış devreden bileziklere, dolayısıyla rotor sargılarına DC gerilimin uygulanmasını sağlayan karbon veya karbon alaşımli elemanlardır.

Yataklar ve Diğer Parçalar: Yataklar rotorun rahatça dönmesini sağlar. Mil, vantilatör ve klemens kutusu da motorun diğer parçalarıdır.

Senkron motor stator sargılarına üç fazlı gerilim uygulandığında sargılarda döner manyetik alan meydana gelir. Rotor sargılarına uygulanan DC gerilim ise sabit manyetik alan meydana getirir. Her iki manyetik alan kutupları rotoru döndürmek ister. Ancak rotor hareket etmeden statordaki kutuplar yer değiştirir ve rotora uygulanan bileşke moment sıfır olur. Bu durumda rotor dönemez.

Senkron motoru çalıştırmak için rotor devir sayısını senkron devire yükseltmek gerekir. Bu nedenle yol verme yöntemleri uygulanır.

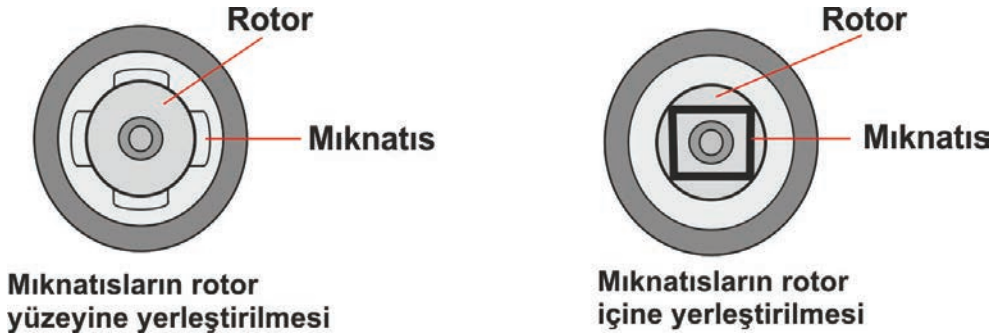
4.1.2. Sabit Mıknatıslı Senkron Motorlar

Rotorda DC sargıları yerine mıknatısların kullanıldığı senkron motorlara **sabit mıknatıslı senkron motor** (SMSM) denir. Bu motorların statorları normal senkron motorlar ile aynıdır. Ancak rotora sargı yerine sabit mıknatıslar yerleştirilmiştir. Rotor manyetik alanını bu mıknatıslar sağlar.

Mıknatıslar rotor yüzeyine veya içine yerleştirilir. Rotor yüzeyine mıknatıs yerleştirilmesi yöntemi basit yapılı ve uygun maliyetlidir. En büyük sakıncası mıknatısların merkezkaç kuvvetlerine karşı mukavemetlerinin düşük olmasıdır.

Mıknatısların rotor içine yerleştirilmesi (gömülü mıknatıs) yönteminde mıknatıs rotorun içinde açılan oluklara yerleştirilir. Mıknatıslar rotora gömülü olduğundan merkezkaç kuvvetlerine karşı mukavemetleri yüksektir. Bu nedenle yüksek hızlı uygulamalarda tercih edilir. Dezavantajı ise maliyetli olması ve mıknatısların rotorun içerisine yerleştirme işleminin ileri teknoloji gerektirmesidir.

SMSM'lerin avantajları hassas hız ayarının yapılabilmesi, yüksek hızlarda çalışabilmesi ve boyutlarının küçük olmasıdır. Dezavantajı ise bir sürücüyeye ihtiyaç duymasındır. Robot ve uçak teknolojisi gibi üstün performans beklenen uygulamalarda, düşük hızlı rüzgâr türbinlerinde ve asansör sistemlerinde kullanılır.



Görsel 4.3: SMSM motorlarda mıknatısların rotora yerleştirilmesi

4.2. SENKRON MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ

Bir asenkron motora gerilim uygulandığında motor hemen dönmeye başlar. Senkron motorun dönebilmesi için ise rotor hızının yardımcı bir düzenele senkron hız değerine ulaştırılması gerekir. Senkron motorlara asenkron motorlarda olduğu gibi doğrudan yol verilemez. Rotor devrini senkron hıza çıkaracak yol verme yöntemleri uygulanır.

4.2.1. Yardımcı Motor Kullanarak Yol Verme

Senkron motor, yardımcı bir motor kullanılarak döndürülür. Senkron hıza ulaşıldığında motora şebeke gerilimi uygulanır. Döndürülen rotora fırça ve bilezikler aracılığıyla DC gerilim uygulanarak rotor ve stator manyetik alan kutuplarının etkileşimi sağlanır. Senkron motorun hızı istenilen seviyeye ulaştığında yardımcı motor devreden çıkartılır.

Yardımcı motor olarak DC motor, asenkron motor veya dizel motor kullanılabilir. Yardımcı motorlar sadece motorun kalkınmasında kullanıldıklarından güçleri küçüktür. Genellikle senkron motorun miline sabit olarak bağlanmış olup iki makineli komple bir sistem hâlinde bulunur.

4.2.2. Asenkron Motor Olarak Yol Verme

Senkron motorun rotor yüzeyine kısa devre çubukları yerleştirilir. Bu sargılar kısa devre edilir ve ilk kalkınma anında senkron motor, asenkron motor gibi çalıştırılır. Bu anda sargılara DC gerilim uygulanmaz ve sargılar bir direnç üzerinden kısa devre edilir. Bunun sebebi sargılardan büyük değerli kısa devre akımlarının geçmesini önlemektir.

Kısa devre çubuklu senkron motor çalıştırıldığında asenkron motor gibi kalkınmaya başlar. Rotor hızı senkron devre yaklaştığında sargılara DC gerilim uygulanır. Rotor döner alanı ile stator döner alanı etkileşime girerek motor senkron hızda çalışmasına devam eder.

4.2.3. İntvertörle Frekansı Değiştirerek Yol Verme

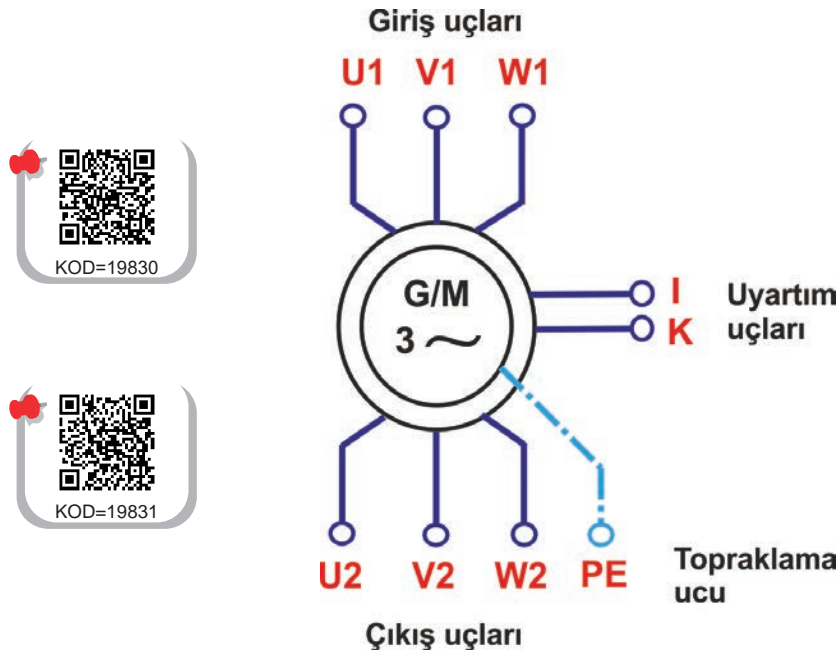
Bu yöntemde yol vermek için frekans değiştirici invertör kullanılır. İntvertörle statora uygulanan gerilimin frekansı azaltılır. Devir formülüne göre $n_s = (120 \times f) / 2p$ frekansın azalması stator döner alan hızını azaltır. Böylece rotor ilk anda üzerine uygulanan dönme momenti yardımıyla hareket edip stator döner alanı yönünde dönmeye başlar.

Daha sonra statora uygulanan gerilimin frekansı kademeli olarak artırılır ve rotor hızının senkron hıza ulaşması sağlanır.

4.3. SENKRON MOTOR BAĞLANTILARI

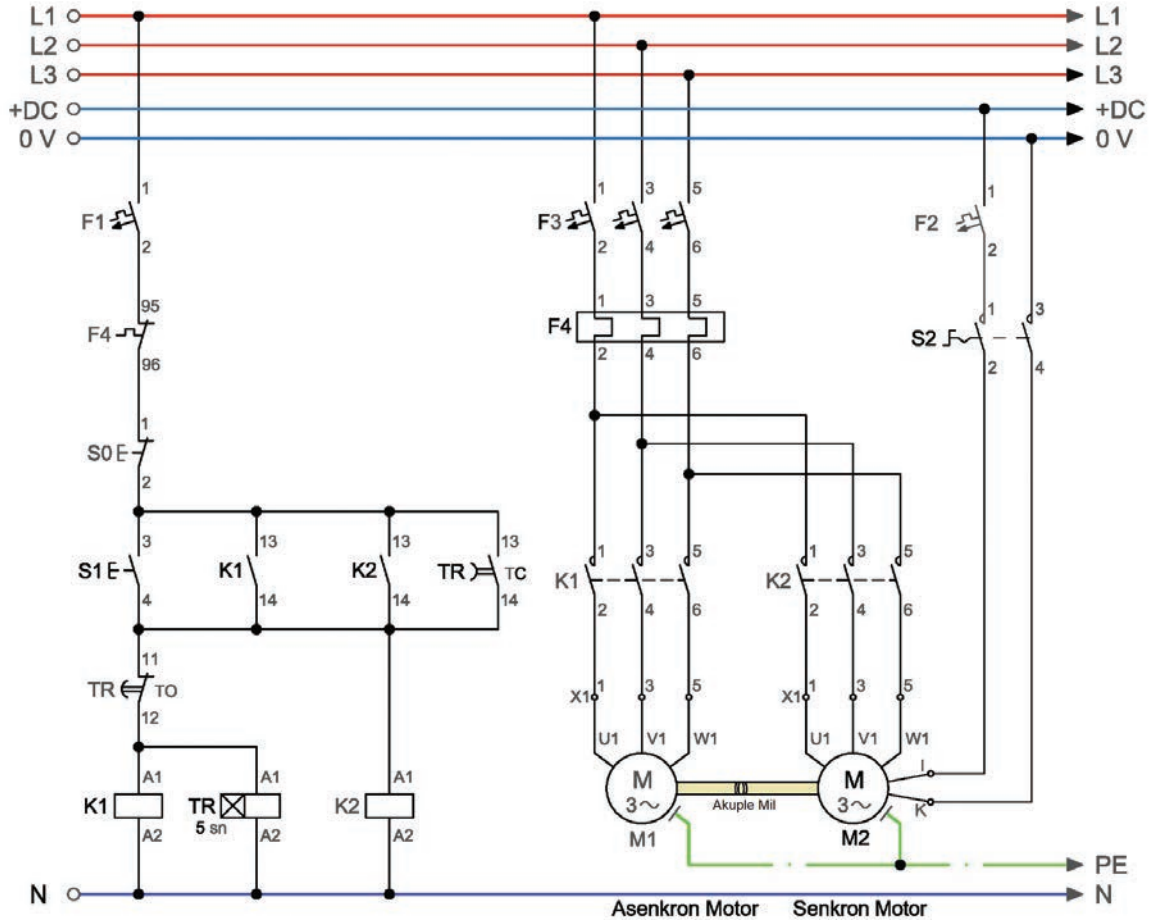
Senkron motor stator sargılarına üç faz verilir. Sargı giriş uçları asenkron motorlarda olduğu gibi **U1-V1-W1**, çıkış uçları **U2-V2-W2** ve topraklama ucu da **PE** diye isimlendirilir.

Rotor sargılarına ise DC gerilim uygulanır. Rotor sargılarına verilen akıma **uyartım akımı** denir. Sargı uçları **I-K** harfleriyle gösterilir.



Görsel 4.4: Senkron motor sargı uçları

AMAÇ: Yardımcı motor kullanarak senkron motora yol vermek.



Görsel 4.5: Yardımcı motor kullanarak senkron motora yol verme

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Senkron motor	Üç fazlı	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Güç kaynağı	380 V AC, 0-200 V DC ayarlı	1 adet
Deney seti		1 adet
Kumanda kablosu	1,5 mm ² NYA	-
Multimetre		1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, izole bant vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 4.5'te verilen devreyi deney seti üzerinde kurunuz.
2. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
3. Start butonuna basarak, asenkron motoru çalıştırıp motor miline akuple senkron motorun dönmesini sağlayınız.
4. Yol alma tamamlandığında senkron motora DC gerilim uygulayınız.
5. Asenkron motorun devreden çıktığını gözlemleyiniz.
6. Enerjiyi keserek devre bağlantılarını sökünüz ve elemanları yerlerine kaldırınız.

SORULAR

1. Devreyi ANSI normunda çiziniz.
2. Senkron motorun yapısını açıklayınız.
3. Devrede yardımcı motor kullanılmasının sebebini açıklayınız.



ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Asenkron motor bağlantılarının yapılması			
Numarası :	2	Senkron motor bağlantılarının yapılması			
	3	Uyartım devresi bağlantılarının yapılması			
Adı-Soyadı :	4	Devrenin çalıştırılması			
İmza :	5	Devrenin yorumlanması			
		TOPLAM PUAN	100		

SENKRON MOTORA YARDIMCI MOTOR KULLANARAK MANUEL YOL VERME**AMAÇ:** Yardımcı motor kullanarak senkron motora manuel yol vermek.**MALZEME LİSTESİ**

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI

İSTENENLER: Zaman rölesi kullanmadan yardımcı motor kullanarak senkron motora yol verme devre bağlantı şemasını IEC normuna göre çiziniz. Malzeme listesini çıkartınız. Devreyi kurarak çalıştırınız. Senkron motora yol veriniz.

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Devre bağlantı şemasının çizilmesi	15	
2	Malzeme listesinin çıkartılması	10	
3	Motor bağlantılarının yapılması	15	
4	Uyartım devresi bağlantılarının yapılması	15	
5	Asenkron motorun çalıştırılması	10	
6	Senkron motorun çalıştırılması	15	
7	Enerjinin kesilerek devrenin sökülmesi	10	
8	Elemanların yerlerine kaldırılması	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
 Sınıfı-No. :
 İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
 İmza :
 Tarih :

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Senkron motorlarda kayma 0 ile 1 arasında değişir.
2. (...) Senkron motora uygulanan uyarım akımı AC'dir.
3. (...) Kısa devre çubuklu senkron motor, asenkron motor gibi kalkınır.
4. (...) Senkron motorlara invertörle yol verilebilir.
5. (...) Senkron motorlara, asenkron motorlarda olduğu gibi doğrudan yol verilebilir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

6. Senkron motorlarda devri ile rotor devri eşittir.
7. Senkron motorlarda yüke bağlı olarak değişmez.
8. Döner alan hızı 1500 d/dk. olan senkron motorlarda rotor devri devir/dk. dır.
9. Sabit mıknatıslı motorların dönen kısmında sargı yerine sabit vardır.
10. SMSM motorların dezavantajı çalışmak için bir ihtiyaç duymasındır.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanı her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()	Senkron motor kutup sargılarının bulunduğu motorun duran kısmıdır.	A	Bilezik
12.	()	Sabit mıknatıs veya sargıların bulunduğu motorun dönen kısmıdır.	B	Fırça
13.	()	Dış devreden uygulanan DC gerilimin sargılara uygulanmasını sağlayan elemanlardır.	C	Stator
14.	()	Dış devreden uygulanan DC gerilimin sargılara uygulanmasını sağlayan, karbon veya karbon alaşımlı elemanlardır.	D	Vantilatör
15.	()	Senkron motor dönen elemanın rahatça dönmesini sağlayan mekanik düzenektir..	E	Klemens kutusu
			F	Rotor
			G	Yataklar

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdaki yapı elemanlarından hangisi SMSM motorlarda farklıdır?

- A) Stator B) Rotor C) Gövde D) Yataklar E) Kapaklar

17. Aşağıdakilerden hangisi invertörle yol vermede değiştirilen elektriksel değerdir?

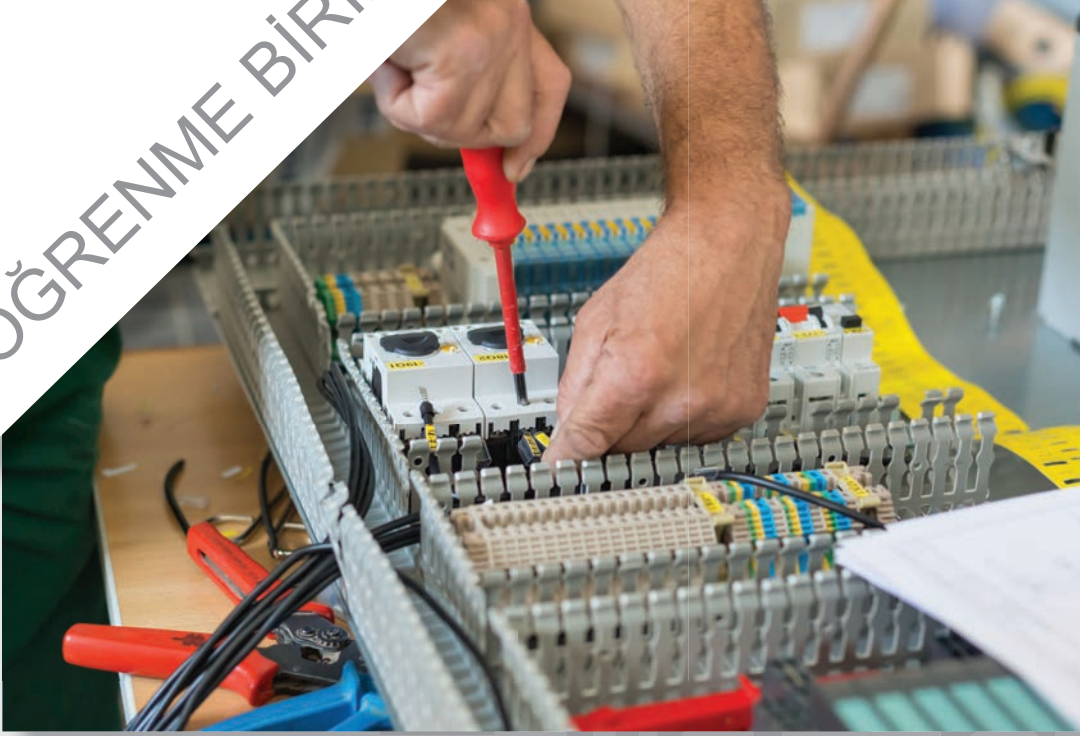
- A) Gerilim B) Akım C) Frekans D) Kutup sayısı E) Sargı direnci

18. Aşağıdakilerden hangisi yol vermede kullanılan yardımcı motorun özelliklerden değildir?

- A) DC motor olabilir. B) Asenkron motor olabilir.
C) Küçük güçlüdür. D) Genellikle senkron motora akupledir.
E) Gücü senkron motordan büyüktür.

19. Aşağıdakilerden hangisi senkron motorlarda uyarım uçlarıdır?

- A) I-K B) U-V-W C) Z-X-Y D) U1-V1-W1 E) W-K



ASANSÖR ELEKTRİK KONTROL PANOSU VE MONTAJI

KONULAR

- 5.1. ASANSÖR KUMANDA PANOSUNUN MONTAJ HAZIRLIĞI
- 5.2. KUMANDA PANOSU ELEMANLARININ MONTAJI
- 5.3. KUMANDA PANOSU KABLO BAĞLANTILARI
- 5.4. KUMANDA PANOSU TESTLERİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Pano içi elemanların montajı ve panonun testi

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Kumanda panoları ve kumanda elemanlarının panoya montajıyla ilgili neler biliyorsunuz?

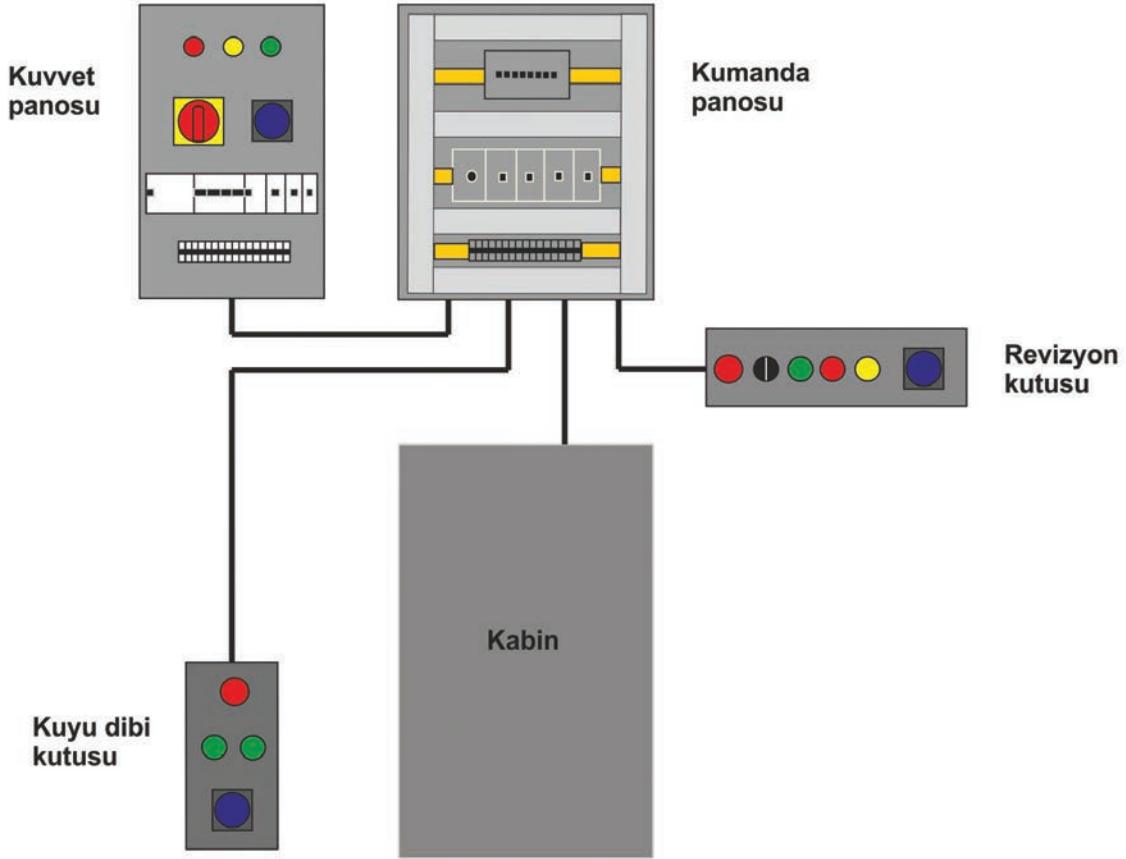
TEMEL KAVRAMLAR

Pano, pano elemanları, nyaf kablo, kablo pabucu, pano bağlantı şeması.



5.1. ASANSÖR KUMANDA PANOSUNUN MONTAJ HAZIRLIĞI

Elektrik motorlarını kontrol etmede kullanılan panolara **kumanda panosu** denir. Asansör kumanda panoları da asansör çalıştırma motorunu kontrol eden panolardır ve normal kumanda panolarıyla aynı özellikleri taşır. Asansör kumandası için kumanda panosuyla birlikte güç (kuvvet) panosu, kuyu dibi panosu ve revizyon kutusu yardımcı panoları da kullanılır (Görsel 5.1).



Görsel 5.1: Asansör kumanda panosu ve yardımcı panolar

5.1.1. Asansör Kumanda Panosu

Asansör kumanda panoları sigorta, kontaktör gibi kumanda devre elemanlarından oluşan panolardır. Makine dairesiz asansörlerde asenkron motorlar tercih edilir ve pano motorla birlikte dairenin içinde bulunur. Makine dairesiz asansörlerde ise daha çok senkron motorlar kullanılır ve pano genellikle en üst katta kabin kapısının yanına yerleştirilir.

Makine dairesiz ve makine dairesiz asansör panolarında kullanılan temel elemanlar aynı olmakla birlikte yeni panolarda daha bütünleşik kontrol cihazları kullanılır. Günümüzde genel olarak kullanılan kumanda panosu çeşitleri aşağıda verilmiştir.

Tek Hızlı Kumanda Panosu: Tek hızlı asansörleri kontrol eden panodur. Çalıştırma motoru kontaktörler ile kontrol edilir. Basit bir sistem olup daha çok yemek ve yük asansörü için uygundur.

Çift Hızlı Kumanda Panosu: Tek hızlı asansör panolarının gelişmiş şeklidir. Motor olarak çift hızlı motorlar kullanılır. Yüksek hız asansörün seyrinde, düşük hız ise kata yanaşmada kullanılır. Bu sistemde katta duruşlar, tek hızlı asansörlere göre daha konforludur. Günümüzde çift hızlı panolar genelde az katlı, düşük yük kapasiteli ve düşük hızlı ekonomik asansörlerde tercih edilir.

Makine Dairesiz (Sürücülü) Kumanda Panosu: Pano ve motorlar için ayrı bir dairenin ayrıldığı asansör sistemlerinde kullanılan kumanda panolarıdır. Makine dairesiz asansörlerin geleneksel asansörlerden temel farkı, asenkron motor yerine senkron motor kullanılmasıdır. Bu panolarda farklı olarak asansör kontrolü için gereken ayrıntılı kumanda işlemlerini gerçekleştirmek amacıyla invertör, ana kart ve yardımcı kart gibi elemanlar da kullanılır.

Hidrolik Kumanda Panosu: Hidrolik panolarda diğer panolardan farklı olarak valfler kullanılır. Diğer elemanlar normal panolarla aynıdır.

5.1.2. Asansör Güç Panosu

Şebeke gerilimini kumanda panosuna ileten enerji panosudur. Pano içerisinde paket şalter, sigortalar, kaçak akım rölesi, üç fazlı priz ve enerji dağıtım klemensleri bulunur. Muhafaza kapağı kilitlenebilir özelliktedir ve sürekli kapalı bulundurulur.

5.1.3. Asansör Kabin Üstü Revizyon Kutusu

Kumanda panosu ile kabin arasındaki haberleşmeyi sağlayan kontrol panosudur. Kuyu içinde kabin üstüne monte edilir. Asansöre bakım yapılırken kabin üzerinden asansörün aşağı veya yukarı hareket ettirilmesini sağlar. Kumanda panosu ile seri haberleşme yapabilir.

5.1.4. Asansör Kuyu Dibi Revizyon Kutusu

Kuyu dibi bakımında kullanılan revizyon kutusudur. Genel olarak revizyon anahtarı, çalıştırma butonu, aşağı-yukarı butonu ve acil stop butonundan oluşur.

5.1.5. Kumanda Panosu Devre Şemasının Çizilmesi ve Okunması

Binaya yapılacak asansörün kullanım amacına, kapasitesine ve hızına göre kumanda panosu oluşturulur. Bunun için hazırlanan projeye **avan projesi** denir. Avan projesi elektrik ve makine mühendisleri tarafından çizilir. Kumanda ve güç panoları genellikle firmalar tarafından hazırlanır ve elemanların montaj işlemi gerçekleştirilir.

Proje çizimleri panonun büyüklüğüne göre onlarca sayfa olabilir. Bu sebeple şemanın okunmasını kolaylaştırmak amacıyla iletkenler, elemanlar, eleman uç ve kontakları kodlanır. Bu aynı zamanda panolarda meydana gelen arızaların bulunması ve devre takibi için de kolaylık sağlar.

Kodlamada harfler ve rakamlar kullanılır. Elemanlara atanan harfler Tablo 5.1'de verilmiştir. Aynı elemandan birden fazla olması hâlinde harfin yanına ardışık artan rakamlar verilir (sigortalar için F1, F2, F3 gibi).

Tablo 5.1: Panolarda Kullanılan Elemanlara Atanan Harfler

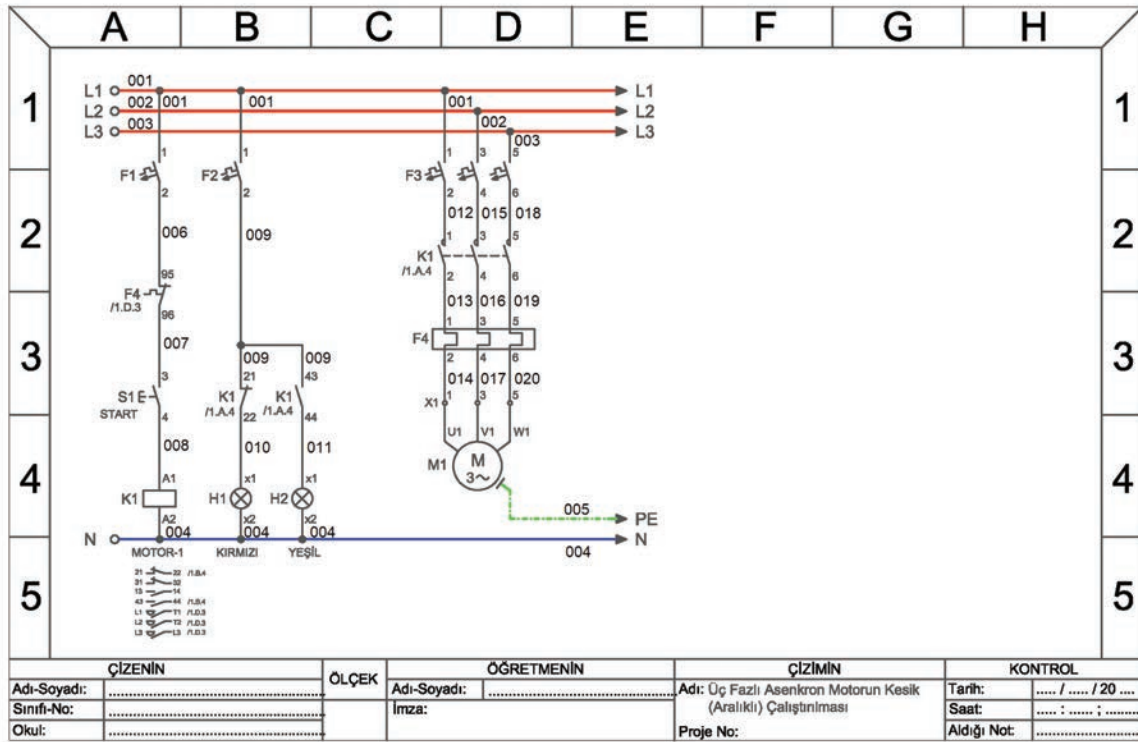
ELEMAN HARFİ	ELEMAN	ELEMAN HARFİ	ELEMAN
A	Şebeke filtre elemanları	M	Motorlar
B	Bataryalar	P	Ölçü aletleri
C	Kondansatörler	Q	Termik manyetik şalter, motor koruma şalteri
E	Pano içi aydınlatma ve ısıtma elemanları	R	Direnç, potansiyometre vb.
F	Sigorta ve aşırı akım rölesi gibi koruma elemanları	S	Butonlar, paket şalterler vb.
G	Köprü diyot	T	Transformatörler
H	Sinyal lambaları ve ikaz elemanları	V	Diyotlar
K	Kontaktör ve röleler	X	Klemens ve soketler
L	Bobin sargıları		

Görsel 5.2'de IEC normunda çizilen şema ve iletkenlerin numaralandırılması görülmektedir. IEC normunda çizim kâğıdı satır ve sütunlardan oluşur. Burada satırlar harflerle, sütunlar rakamlarla kodlanmıştır. Böylece kâğıt üzerinde bir koordinat sistemi oluşur. Elemanların bu koordinat sisteminde denk geldiği kare referans alınır.

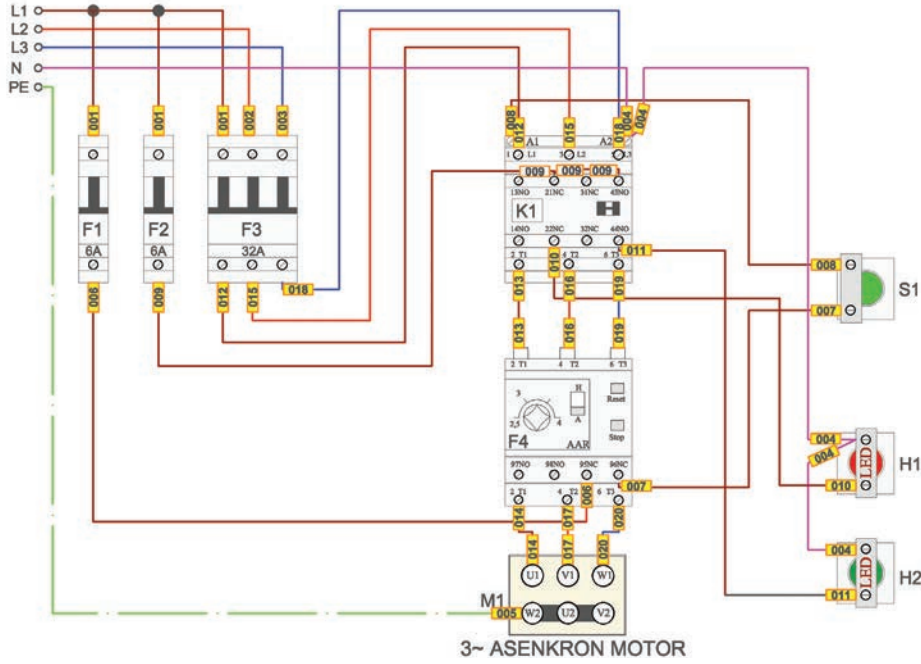
Devre şemasında eleman kontaktları, bobinlerinin koordinatlarına göre isimlendirilir. Bobinlerin bulunduğu satır ve sütunlara göre koordinatları yanına yazılır. Örneğin aşırı akım rölesi kumanda kontağının koordinatları /1.D.3 olarak belirtilmiştir. Burada "1." konumu, "1." sayfa, "D." sütun ve "3" ise satırı gösterir. Şemanın altında da kontaktörün kontaktları ve konumu verilir (Görsel 5.2).

Kablo numaralandırılmasında farklı yöntemler olmakla birlikte ardışık artan rakamlar kullanmak basit devreler için yeterlidir. Bu yöntemde fazlar (L1-L2-L3) (001-002-003), nötr (N) (004) ve toprak (PE) (005) olarak numaralandırılır. Daha sonra kumanda devresinden başlanarak ekler arasında kalan kablolar ardışık olarak bir artırılarak numaralandırılır (Görsel 5.3).

Klemensler genelde rakamlarla ardışık numaralandırılır. Gruplara ayrılmışsa X1, X2 şeklinde etiketlenir. Ancak bağlanan kablounun kodlamasıyla etiketlenmesi gibi farklı uygulamalar da söz konusudur (L1, L2, L3, N, PE gibi).



Görsel 5.2: Üç fazlı asenkron motorun kesik çalışma devre şeması ve numaralandırma işlemi



Görsel 5.3: Üç fazlı asenkron motorun kesik çalışma pano bağlantı şeması ve numaralandırma işlemi

5.2. KUMANDA PANOSU ELEMANLARININ MONTAJI

Kumanda panosu elemanlarının montajı pano şemasına göre yapılır. Şemada belirlenen alanlara elemanlar yerleştirilerek uygun tekniklerle monte edilir.

5.2.1. Kablo Kanalları ve Kablo Kanallarının Montajı

Kablo kanalı, pano içinde kullanılan kabloların düzgün bir şekilde muhafaza edilmesini sağlayan malzemedir. Kabloların döşenmesi sırasında kablo geçişlerini kolaylaştırmak ve çalışma sırasında oluşan ısının önlenmesi amacıyla kanalın kenarlarında aralıklı tırnaklar bulunur. Kablolar bu aralıklardan ilgili elemana bağlanır. Döşeme tamamlandıktan sonra kanal üzerine kapakları geçirilerek kablolar korumaya alınır.

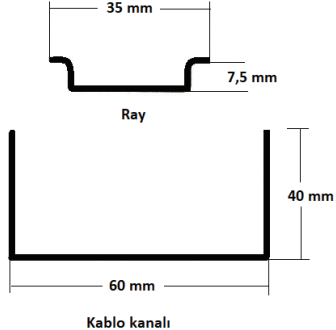
Kablo kanalı ölçüleri Tablo 5.2'de verilmiştir. Kanalların kesilmesi, kablo kanalı kesme makinesi veya demir testeresiyle yapılır. Kablo kanalının pano içine sabitlenmesinde vida veya perçin kullanılır. Ayrıca kendinden yapışkanlı kanallar yüzeye yapıştırılarak monte edilir. Vida ile montajda vida başları yalıtılmalıdır.

5.2.2. Taşıyıcı Raylar ve Taşıyıcı Rayların Montajı

Kontaktör, zaman rölesi, otomatik sigorta gibi devre elemanlarını vidayla panoya sabitlemeden takıp çıkarmayı sağlayan elemanlara **taşıyıcı ray** denir. Çelik veya alüminyum alaşımlı olarak üretilir. 35x7,5, 35x15 ve 15x5 mm ölçülerinde ray olmakla birlikte uygulamalarda genellikle 35x7,5 mm'lik raylar kullanılır.

Raylar giyotin veya demir testeresiyle kesilir. Rayların montajı vidalarla yapılır. Ray, monte edilirken delik kısımlardan akıllı (matkap uçlu) vidayla saca sabitlenir. Matkap uçlu vida hem deler hem de saca rayı birbirine sıkıştırır. Rayların açılı veya düz olarak belli bir yükseklikte sabitlenmesi gerekebilir. Bu gibi durumlarda pano montaj ray taşıyıcıları kullanılır. Bu taşıyıcıların farklı boylarda düz ve açılı çeşitleri mevcuttur.

Tablo 5.2: Kablo Kanalı ve Ray Ölçüleri

DELİKLİ KABLO KANALI (MM)	DELİKLİ RAY (MM)
25x30	15x5,5
25x40	35x7,5
25x60	35x15
40x40	
40x60	
40x80	
60x40	
60x60	
60x80	
80x60	
80x80	
100x60	
100x80	

5.2.3. Sinyal Lambası ve Butonların Montajı

Panonun çalışma durumunu gösteren ışıklı bildirim elemanına **sinyal lambası** denir. Lamba çalışma gerilimleri 12 V, 24 V, 220 V olup AC ve DC çeşitleri mevcuttur. Çoğunlukla pano kapağının üstüne monte edilir. Panoya montajı, yapısına göre somunlu veya tırnaklı şekilde gerçekleştirilir. Butonlar da sinyal lambaları gibi kapağa monte edilir.

Montaj ölçüleri aşağıda verilmiştir.

- Montaj çapı genellikle 22 mm'dir.
- Üst üste iki buton monte ediliyorsa butonların merkezleri arasındaki mesafe 50 mm'dir.
- Yan yana yapılan montajlarda ise merkezler arası mesafe 30 mm'dir.

5.2.4. Kaçak Akım Rölesinin ve Sigortaların Montajı

Akım taşıyan bir iletkenin yalıtım hatası sonucunda cihaz gövdesine temas etmesiyle gövdeye kaçak arızası oluşur. Gövde elektrik akımı taşımaya başlar ve bu durum dokunan kişi için hayati tehlike oluşturur. Kaçak akım rölesinin görevi bu akımı önlemektir. Uluslararası standartlara göre insan hayatı için kritik akım eşiği 30 mA'dir. Bu sebeple kaçak akım röleleri 30 mA'lidir.

Sigorta ise elektrik hattını ve hatta bağlı cihazları, aşırı akımın etkilerine karşı korur. Hattın güvenliğini sağlar ve devreye daima seri bağlanır. Kumanda panolarında C tipi sigortalar kullanılır.

Kaçak akım rölesi ve sigortalar raya monte edilir. Elemanların arkasında bulunan yaylı tırnak kaldırılarak elemanlar raya oturtulur. Pano girişlerinde kullanılan kaçak akım rölesinden sonra aynı akım değerinde seri bağlı bir ana kesici (sigorta) bulunmalıdır.

5.2.5. Aşırı Akım Rölesinin Montajı

Aşırı akım röleleri, yüksek akımların elektrik motorlarına zarar vermesini önlemek amacıyla kullanılır. Kaçak akım rölelerinin aşırı akım ve kısa devre durumunda koruma özelliği yoktur. Sigortaların da çalışma karakteristikleri nedeniyle elektrik motorlarını koruyamamasından aşırı akım rölelerine ihtiyaç duyulur. Kumanda panolarında genellikle termik aşırı akım röleleri kullanılır.

Termik rölelerin güç devresine seri bağlanan üç adet kontağı (1-2, 3-4, 5-6), kumanda devresine seri bağlanan bir adet kapalı kontağı (95-96) ve genellikle aşırı akım etkisini ışıklı bildirimde kullanmak için bir adet açık kontağı (97-98) vardır. Aşırı akım rölesinin akım ayarı motor akımına uygun olmalıdır.

Aşırı akım röleleri genellikle kontaktör güç kontaklarına doğrudan monte edilir. Bazı durumlarda ray adaptörüyle raya monte edilir. Duruma göre pano sacına da vida veya somunlu civatayla monte edilebilir.

5.2.6. Kontaktörlerin Seçimi ve Montajı

Büyük güçlü elektromanyetik anahtarlara **kontaktör** denir. Kontaktörler, sık açıp kapamaya ve kabloyla uzaktan kumandaya elverişlidir. Bu sebeple alıcıların anahtarlanması tercih edilir. Asenkron motorların kumandasında AC3 serisi kontaktörler kullanılır. Asenkron motorlara kontaktör seçiminde yol verilecek motorun yol verme yöntemi ve anma gücü dikkate alınır (Tablo 5.3).

Kontaktörlerin montajı, kaçak akım rölesi ve sigortalar gibi taşıma rayına yapılır. Gerekli durumlarda dört adet montaj deliği kullanılarak saca da monte edilebilir.

Tablo 5.3: Kontaktör ve İletken Kesiti Seçimi Aşırı Akım Ayarının Sınır Değerleri

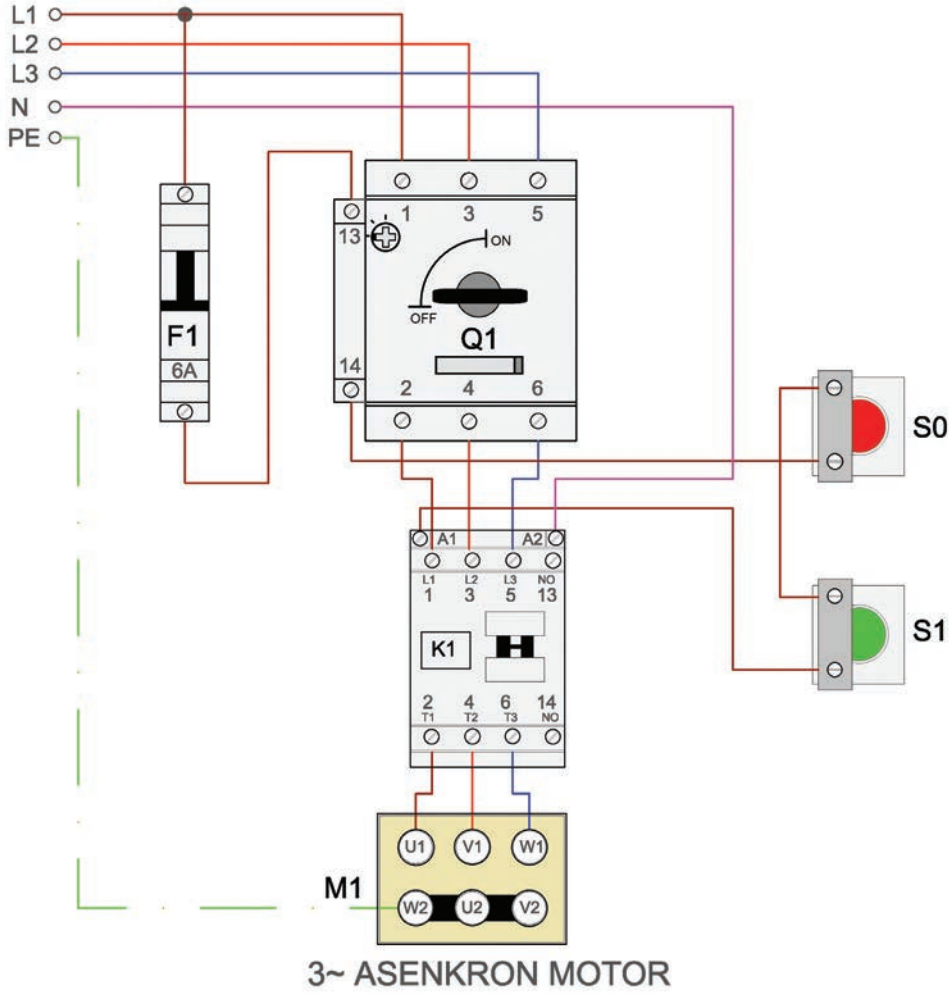
ASENKRON MOTOR (380 V)		DİREKT YOL VERME			YILDIZ-ÜÇGEN YOL VERME		
Anma Güç (kW)	Anma Akım (A)	AC3 Kontaktör Akımı (A)	AA Rölesi Ayarı	Bakır Kablo Kesiti (mm ²)	AC3 Kontaktör Akımı (A)	AA Rölesi Ayarı	Bakır Kablo Kesiti (mm ²)
1,5	3,5	9	2,5-4	1,5	9	1,5-2,5	1,5
2,2	5	9	4-6	1,5	9	2,5-4	1,5
3	6,6	9	5,5-8	1,5	9	2,5-4	1,5
3,7	7,7	9	5,5-8	2,5	9	4-6	1,5
4	8,5	9	7-10	2,5	9	4-6	1,5
5,5	11,5	12	10-13	4	9	5,5-8	2,5
7,5	15,5	16	13-18	6	12	7-10	4
11	22	25	8-25	10	12	10-13	6
15	30	32	23-32	16	16	13-18	10
18,5	37	40	30-40	25	16	18-25	16
22	44	50	38-50	25	32	23-32	25
30	60	63	57-66	35	50	30-40	25
37	72	80	63-80	50	80	63-80	70
45	85	145	75-105	50	145	75-105	95
55	105	145	95-125	70	145	100-160	95

5.2.7. Motor Koruma Şalterlerinin Seçimi ve Montajı

Motor koruma şalterleri, termik manyetik korumaya sahip koruma cihazlarıdır. Panolarda aşırı akım rölesi yerine kullanılır. Manyetik koruma özelliğinden dolayı sigortaya da gerek kalmamaktadır. Anahtarlama ve koruma işlemleri tek cihazdan yapılır. Pako şalter gibi kullanılıp motoru direkt başlatabilir ve istenmeyen herhangi bir durumla karşılaşıldığında (aşırı akım, kısa devre) ani olarak kendiliğinden devreyi açar.

Motor koruma şalterlerine normalde açık ve normalde kapalı kontaklı yardımcı kontak bloku takılarak farklı amaçlarla kullanılabilir. Bu kontak özellikle şalter attığında kumanda devresinin enerjisinin kesilmesinde kullanılır (Görsel 5.4).

Motor koruma şalterleri kontaktörler gibi raya monte edilir. Motorların çekeceği akımlara uygun akım ayar sahalarına sahiptir.



Görsel 5.4: Motor koruma şalterinin devreye bağlanması

5.3. KUMANDA PANOSU KABLO BAĞLANTILARI

Elemanların montajı tamamlandıktan sonra kablolama yapılır. Kablo olarak NYAF kablolar kullanılır. Kablo kesitleri iletkenden geçecek akım değerine göre tespit edilir (Tablo 5.3). Bazı özel durumlarda daha büyük kesitte kablo kullanılabilir. Kablo rengi olarak nötr kabloları için açık mavi, topraklama kablosu için sarı-yeşil kablo kullanılır. Diğer kablolar için standart olmamakla birlikte çoğunlukla Tablo 5.4'te verilen kablo renkleri kullanılır.

Tablo 5.4: Kumanda Panolarında Kullanılan Kablo Renkleri

	GERİLİM (V)	AC/DC	FAZ/NÖTR/TOPRAK	KABLO RENGİ
Kumanda Kabloları	220	AC	L	Siyah
	220	AC	N	Mavi
	24	AC	L	Yeşil
	24	AC	N	Beyaz
	24	DC	+ (artı)	Kırmızı
	24	DC	- (eksi)	Beyaz
Güç Kabloları	380	AC	L1-L2-L3	Siyah
	380	AC	N	Mavi
	380	AC	PE	Sarı-yeşil

5.3.1. Kablo Pabucu ve Pabuç Çakma İşlemleri

Kablo bağlantıları yapılmadan önce mutlaka kablo uçlarına pabuç çakılmalıdır. Kablo pabucu, kablo uçlarına takılan ve terminallerle sıkı teması sağlayan bağlantı elemanıdır. Panodaki elektrik arızalarında gevşek bağlantı ve temassızlığın rolü büyüktür. Bu sebeple kablolar uçları açıldıktan sonra eleman terminallerine doğrudan bağlanmaz, önce uçlarına kablo pabucu çakılır.

Kablo pabuçları, iletken kesitine uygun sap kısmı ve terminallere en iyi bağlantıyı sağlayan uç kısmından oluşur. Kabloya bağlanan kısmın izoleli ve izolesiz (SKP) çeşitleri vardır. Kablo kesitlerine göre farklı çaplara sahiptir. Pabuç çapları metrik olarak Tablo 5.5'te verilmiştir.

Tablo 5.5: İzoleli ve İzolesiz Kablo Pabucu Çapları

İZOLELİ		İZOLESİZ (SKP)	
Kablo Kesiti (mm ²)	Pabuç Çapı (mm)	Kablo Kesiti (mm ²)	Pabuç Çapı (mm)
0,5	M3-M4-M5-M6-M8	16	M5-M6
1,5	M3-M4-M5-M6-M8-M10	25	M5-M6-M8
2,5	M3-M4-M5-M6-M8-M10	35	M6-M8
4	M4-M5-M6-M8-M10-M12	50-70	M6-M8-M10
6	M4-M5-M6-M8-M10-M12	95-120-150	M8-M10-M12
8-10	M6-M8	185-240	M10-M12

Kablo pabucu uçları bağlantı terminallerine en iyi teması sağlamak üzere çeşitli şekillerde yapılır. Uç kısmına göre en çok kullanılan kablo pabucu çeşitleri aşağıda verilmiştir.

Yuvarlak Uçlu: Bağlantı kısmı **O** şeklinde olup somunlu civatayla terminallere tutturulur. Sigorta, kompakt şalter gibi elemanlarda kullanılır.

Çatal Uçlu: Bağlantı kısmı **U** şeklinde olup somunlu civatayla tutturulur. Kontaktör ve rölelerde kullanılır.

İğne Uçlu: Bağlantı kısmı **I** şeklinde olup vidayla tutturulur. Genellikle klemenslerde kullanılır.

Kabloları pabuç takılırken ve montaj sırasında dikkat edilecek hususlar aşağıda verilmiştir.

- Kullanılacak pabuç kesiti kabloya uygun olmalıdır.
- Pabuç çakma işlemi pabuç sıkma pensesiyle yapılmalıdır.
- Kablo pabucu sıkılırken sıkma pensesinin uygun sıkma dişi kullanılmalıdır.
- Kablo gereğinden uzun ya da kısa açılmamalıdır.
- Kablonun soyulmuş kısmının tamamı pabuç içinde olmalıdır.
- Pabuç, terminale bağlanırken uygun el aletiyle ve uygun torkla sıkılmalıdır.
- İzolesiz kablo pabuçlarının montajdan sonra açığa kalan kısmı mutlaka izole edilmelidir.

5.3.2. Kabloların Kablo Bağı ve Spiral İle Düzenlenmesi

Pano içine ve dışına kablolama yapıldıktan sonra kabloların düzenlenmesi gerekir. Estetik açıdan düzgün görünmesi, arızalı kablonun daha kolay tespit edilmesi ve ısınmanın en aza indirilmesi bakımından kablolar, kablo bağı ve spiralle düzenlenir.

Kablo bağları uygun aralıklarla kabloları takılarak düzgün bir görünüm sağlanır. 100 mm ile 1220 mm boy aralığındadır. Naylon malzemeden yapılır. Spiraller panoların hareketli kısımlarında özellikle kapılardaki kabloların düzgün görünmesini sağlamak ve zarar görmesini önlemek amacıyla kullanılır.

5.3.3. Kabloların Cihazlara Bağlantısı

Pano içinde her türlü cihaz bağlantıları iş güvenliği ve montaj kolaylığı açısından klemenslerle yapılır. Kabloları birbirine bağlamaya yarayan ekleme elemanlarına **klemens** denir. Panolarda bağlantı ve kullanım kolaylığı bakımından ray klemensler kullanılır.

Pano raylarına takılabilen klemenslere **ray klemens** denir. Ray klemenslerin içi vidalı veya yaylı, dışı ise yalıtkan plastikten oluşur. Bu sebeple güvenli bir izolasyon ve düzenli bir bağlantı sağlar (Görsel 5.5).



Görsel 5.5: Ray klemensler

Bağlantı Şekline Göre Klemens Çeşitleri

- **Vidalı Klemensler:** Kablo bağlantısının vidayla yapıldığı klemenslerdir.
- **Yaylı Klemensler:** Kablo bağlantısının yay baskısıyla yapıldığı klemenslerdir.
- **Yay Baskılı (Push-in) Klemensler:** Yaylı klemenslerle aynı şekilde çalışır. Fark kablonun klemens yuvasına tornavida olmadan doğrudan takılabilmelidir.
- **Cıvatalı Klemensler:** Kablo bağlantısının cıvatayla yapıldığı klemenslerdir.
- **Hızlı Bağlantılı Klemensler:** Kablonun ucunu açmadan bağlantının yapıldığı klemenslerdir. Kablo klemens yuvasına takılarak tornavidayla döner kol çevrilir ve dâhil bıçakla izolasyon kesilir. Düşük kesitli kablolar için uygundur.

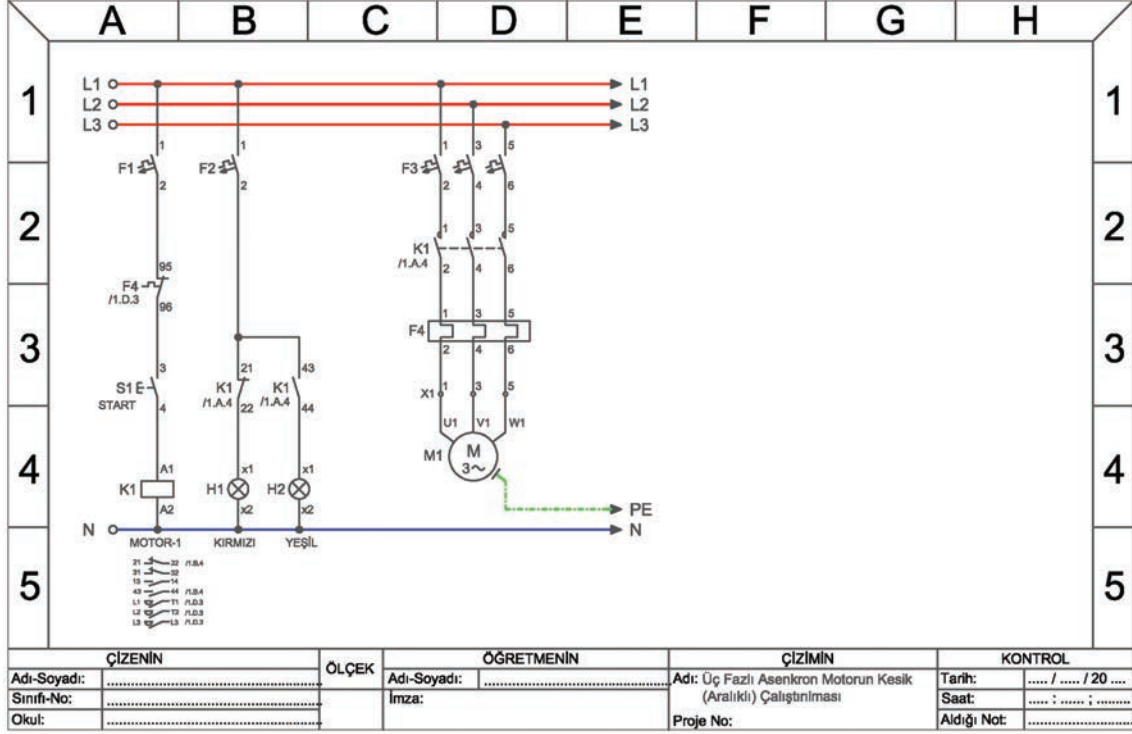
Klemens seçiminde en önemli husus klemense bağlantısı yapılacak kablo kesitidir. Kablonun klemens yuvalarına tam oturması gerekir. Aynı şekilde bağlantı tipi ve akım taşıma kapasitesi de önemli ölçütlerdir. Klemensler genellikle panonun alt kısmına monte edilir. Ancak enerji girişine göre üste de monte edilebilir.

5.4. KUMANDA PANOSU TESTLERİ

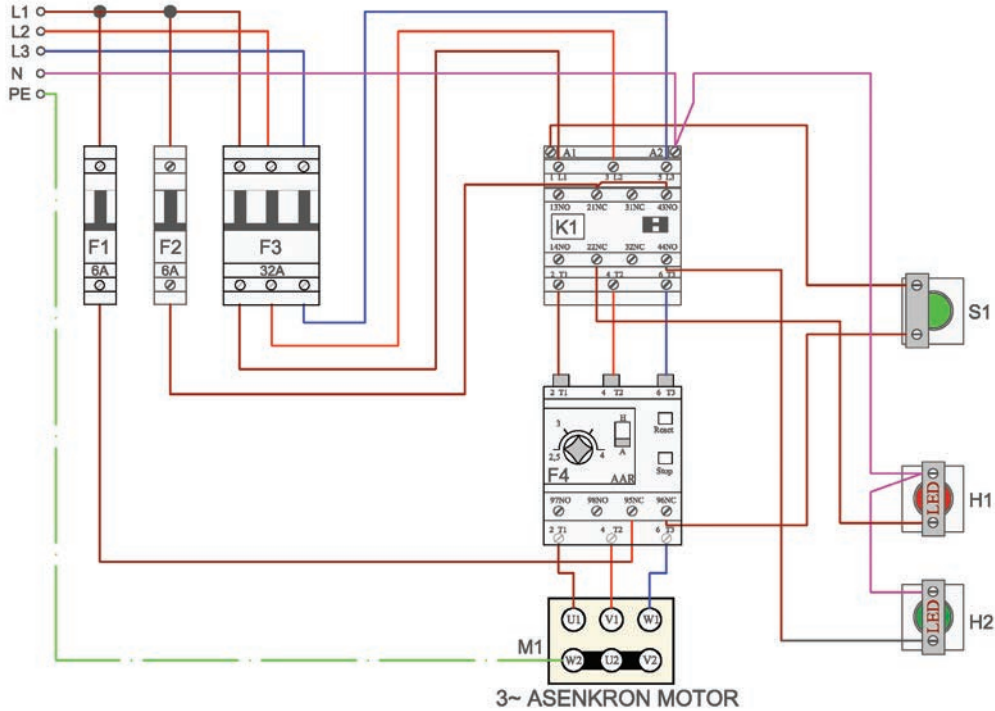
Panolarda tüm işlemler bitirdikten sonra enerji vermeden önce izolasyon testleri yapılır. Bir yalıtkanın elektrik akımına karşı göstermiş olduğu dirence **izolasyon direnci** denir. İzolasyon testi, izolasyon direncinin ölçümüdür. Ölçüm için meger ölçü aleti kullanılır. Meger, hem DC gerilim üreten hem hassas direnç ölçebilen bir cihazdır.

Megerle ölçüm sonucunda MΩ seviyelerinde direnç okunuyorsa izolasyon iyidir. Küçük dirençlerde devrede yalıtım problemi olduğu anlaşılır. İzolasyon ölçümü fazlar arasında, faz-nötr arasında ve faz-toprak arasında yapılır. Uygulanan gerilim, anma geriliminin yaklaşık iki katıdır. Ölçülen direncin, uygulanan gerilimin 1000 katı çıkması izolasyonun normal olduğunu gösterir. Örneğin uygulanan gerilim 250 V ise direnç değeri 0,25 MΩ, 500 V ise 0,5 MΩ ve 1 kV ise 1 MΩ olmalıdır. Düşük değerlerde direnç okunması hâlinde yalıtım problemi aranmalıdır.

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motorun kesik çalışmasına ait pano bağlantı şemasının çizimini yapmak.



GörSEL 5.6: Üç fazlı asenkron motorun kesik çalışma devresinin şeması



GörSEL 5.7: Üç fazlı asenkron motorun kesik çalışma pano bağlantısının şeması

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kalem	HB veya 2B özellikte	1 adet
A4 kâğıdı	Antetli veya düz	2 adet
Silgi	Yumuşak	1 adet
Cetvel ve gönye		1 adet
Daire şablonu		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

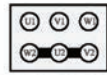
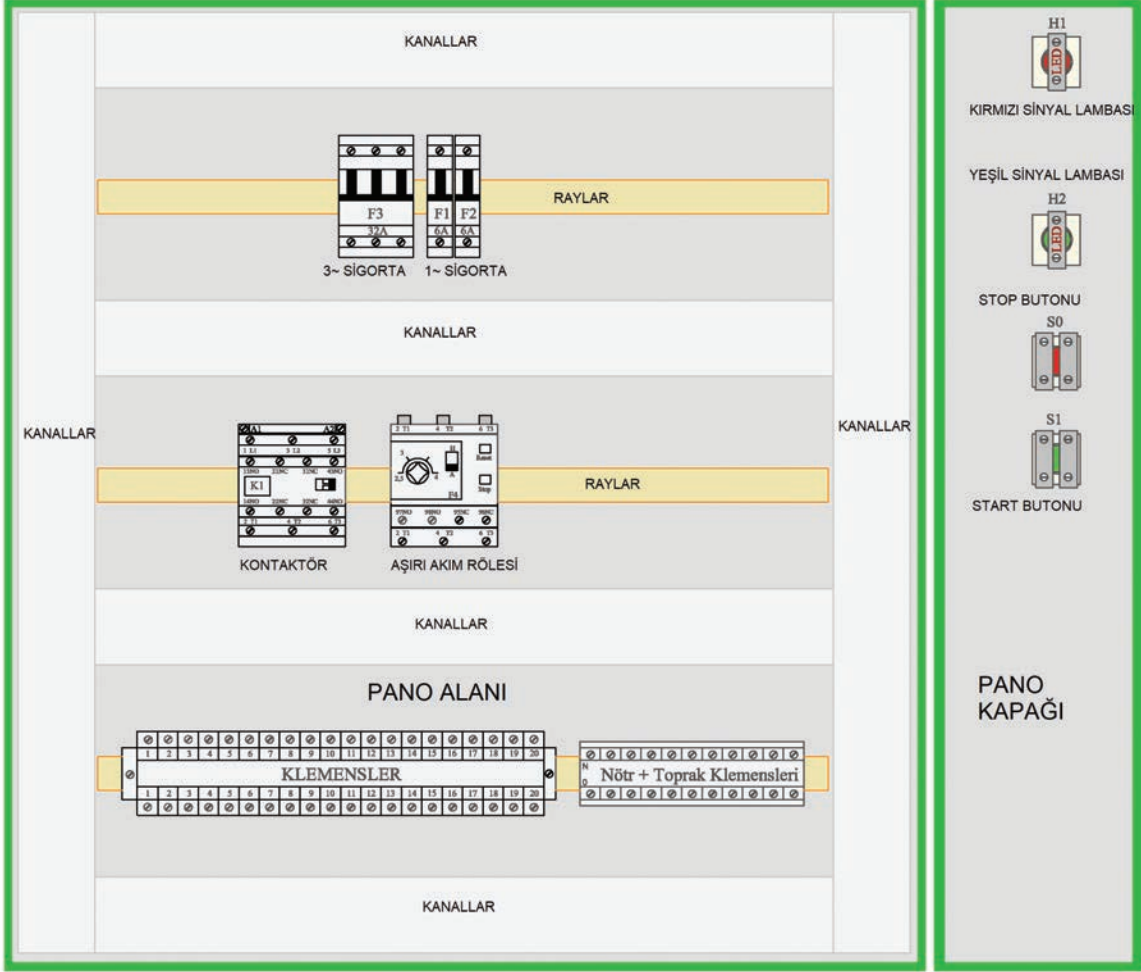
1. Görsel 5.6'da verilen kumanda ve güç devresi şemasını teknik resim kurallarına uygun olarak A4 kâğıdına çiziniz.
2. Numaralandırma işlemlerini yapınız.
3. Görsel 5.7'de verilen pano bağlantı şemasını teknik resim kurallarına uygun olarak A4 kâğıdına çiziniz.
4. Numaralandırma işlemlerini yapınız.

SORU

1. Çizim işleminde teknik resim kurallarına uymanın önemini açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Devre şemasının çizimi	25	
Numarası	:	2	Pano bağlantı şemasının çizimi	25	
		3	Numaralandırma işlemlerinin yapılması	25	
Adı-Soyadı	:	4	Şemanın teknik resim kurallarına uyg. çizimi	25	
İmza	:	TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: Pano içi kablo kanallarını, raylarını ve pano elemanlarını monte etmek.



3~ASENKRON MOTOR

Görsel 5.8: Pano elemanlarının yerleşimi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kumanda panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Kablo kanalı	60x40 mm	-
Taşıyıcı ray	Delikli 35x7,5 mm	-
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Otomatik sigorta	3xC32 A ve 1xB6 A	3 adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı ve yeşil	2 adet
Start ve stop butonu	Ani temaslı	Birer adet
Montaj elemanları	Şerit metre, demir testere, mengene, eğe, vida, izole bant, pense, tornavida	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo kanallarının ölçülerini alarak testereyle kablo kanallarını kesiniz (Görsel 5.8).
2. Taşıyıcı rayların ölçülerini alarak demir testeresiyle taşıyıcı rayları kesiniz.
3. Kablo kanallarını ve rayları montaj alanına ölçü sınırları içinde yerleştirerek vidalayınız.
4. Vida başlarını izole bantla yalıtınız.
5. Görsel 5.8'deki pano şemasına göre pano elemanlarını ve klemensleri taşıyıcı raylar üzerine yerleştiriniz.
6. Sinyal lambalarını ve butonları monte ediniz.
7. Kablo kanalının, rayın, pano elemanlarının ve klemenslerin montajının sağlamlığını kontrol ediniz.

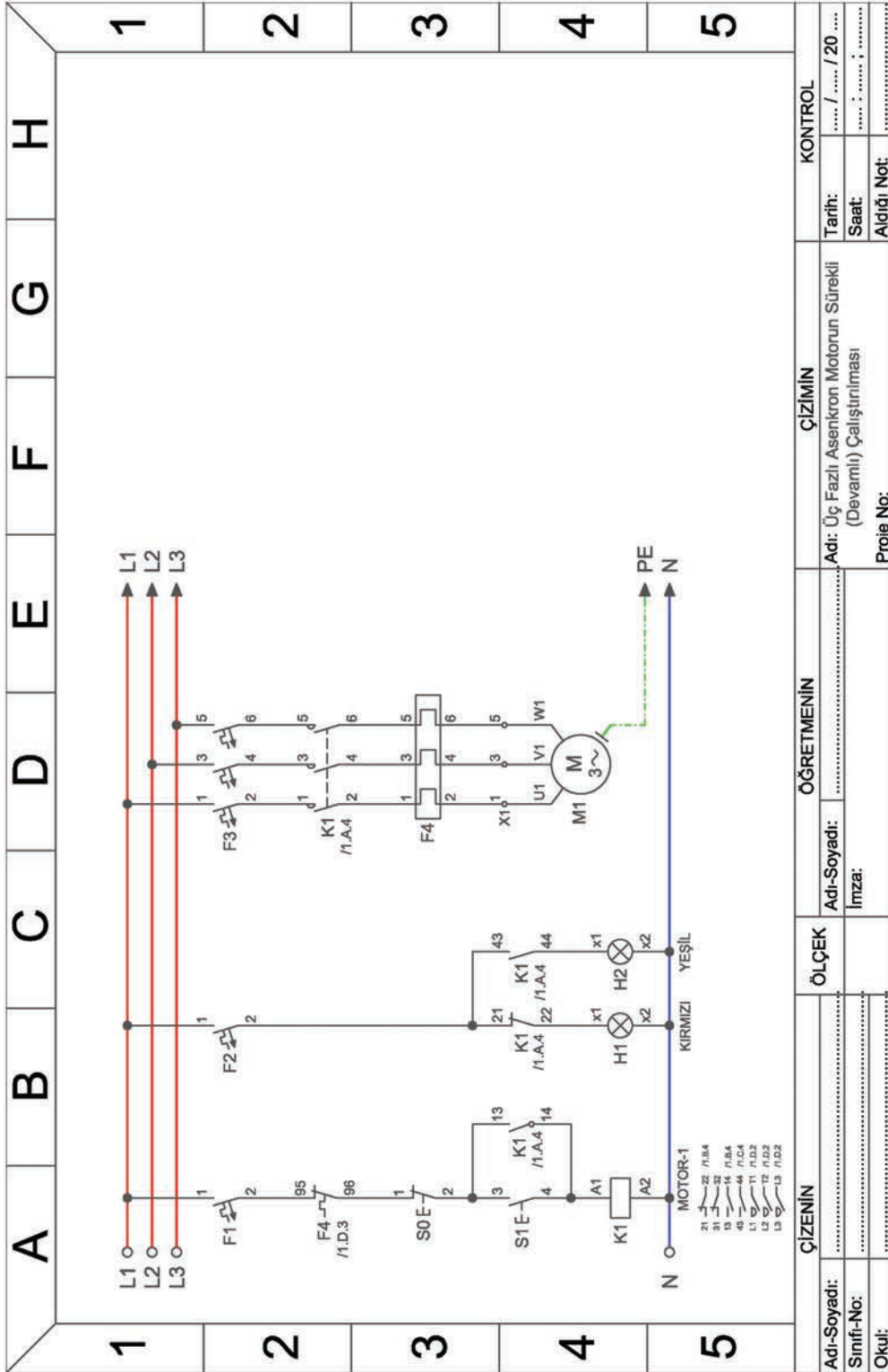
SORU

1. Kanal ve ray montajında dikkat edilecek hususları yazınız.

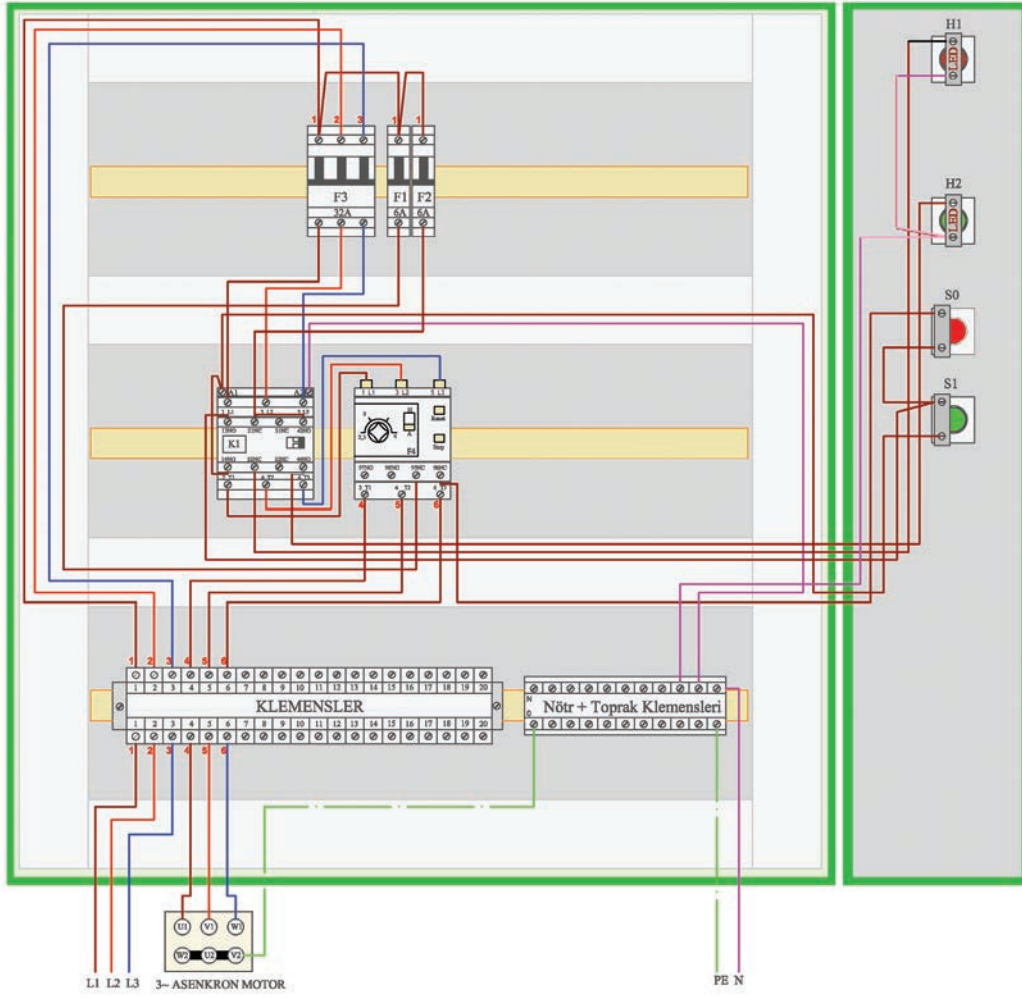


ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kablo kanalının ve rayların kesilmesi	20		
Numarası :	2	Kablo kanalının montajı	20		
	3	Rayın montajı	20		
Adı-Soyadı :	4	Pano elemanlarının montajı	20		
İmza :	5	Sinyal lambası ve butonların montajı	20		
		TOPLAM PUAN	100		

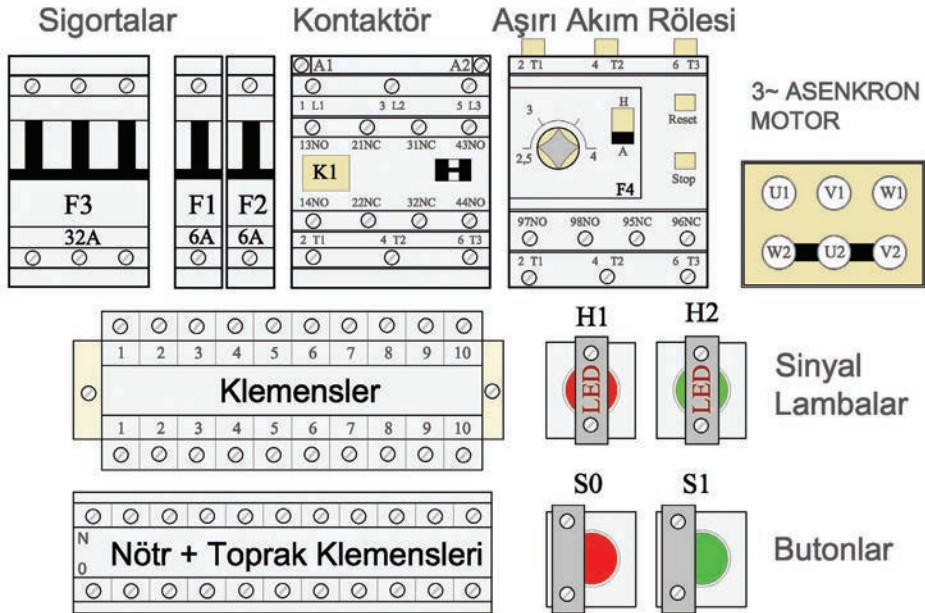
AMAÇ: Pano kablolarına pabuç takmak ve kabloların elemanlara bağlantısını yapmak.



Görsel 5.9: Üç fazlı asenkron motorun sürekli çalışma devresinin şeması



GörSEL 5.10: Pano elemanlarının yerleştirilmesi ve kablo bağlantıları



GörSEL 5.11: Devre elemanları

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kumanda panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Kablo kanalı	60x40 mm	-
Taşıyıcı ray	Delikli 35x7,5 mm	-
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Otomatik sigorta	3xC32 A ve 1xB6 A	1 adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı ve yeşil	2 adet
Start ve stop butonu	Ani temaslı	Birer adet
Kablo	1,5 ve 2,5 mm ² NYAF	
Kablo pabucu	Yuvarlak, çatal, iğne uçlu	-
Kablo bağı ve spirali		-
Montaj elemanları	Pense, tornavida, yan keski, kablo sıkma pensesi, şerit metre, izole bant	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 5.9'daki devre şemasını inceleyiniz.
2. Pano içi kabloların bağlantı ölçülerini alarak yan keskiyle kabloları kesiniz.
3. Kabloların uçlarını yan keski veya kablo soyma pensiyle uygun ölçüde açınız.
4. Kablo uçlarına uygun kablo pabuçları takarak kablo sıkma pensiyle kabloları sıkınız.
5. Pano şemasına göre kabloları kanallara yerleştirerek elemanlara bağlantısını yapınız (Görsel 5.10).
6. Eleman ve kablo numaralandırma işlemlerini yapınız.
7. Kablo bağıyla kabloları bağlayıp gereken yerleri spiralleyiniz.
8. Kablo bağlantılarının sağlamlığını kontrol ediniz.

SORU

1. Kabloların pabuç takılması ve bağlantılar sırasında dikkat edilecek hususları yazınız.



ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Kabloların ölçüsünde kesilmesi	20	
Numarası	:	2	Kabloların uçlarının ölçüsünde açılması	20	
		3	Kabloların uygun pabuç takılması	20	
Adı-Soyadı	:	4	Kabloların elemanlara bağlantısının yapılması	20	
İmza	:	5	Kabloların bağlanıp ve estetik olarak döşenmesi	20	
		TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: Pano izolasyon testlerini yapmak.

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kumanda panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Meger	Analog veya dijital	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Megeri 500 V'a ayarlayınız.
2. Meger uçlarını L1 ve L2 fazlarına bağlayarak iki faz arası yalıtım direncini ölçünüz.
3. Yalıtım direnci 0,5 MΩ seviyelerindeyse diğer fazları da kontrol ediniz.
4. Megerle faz-nötr ve nötr-toprak izolasyon ölçümlerini de aynı şekilde yapınız.

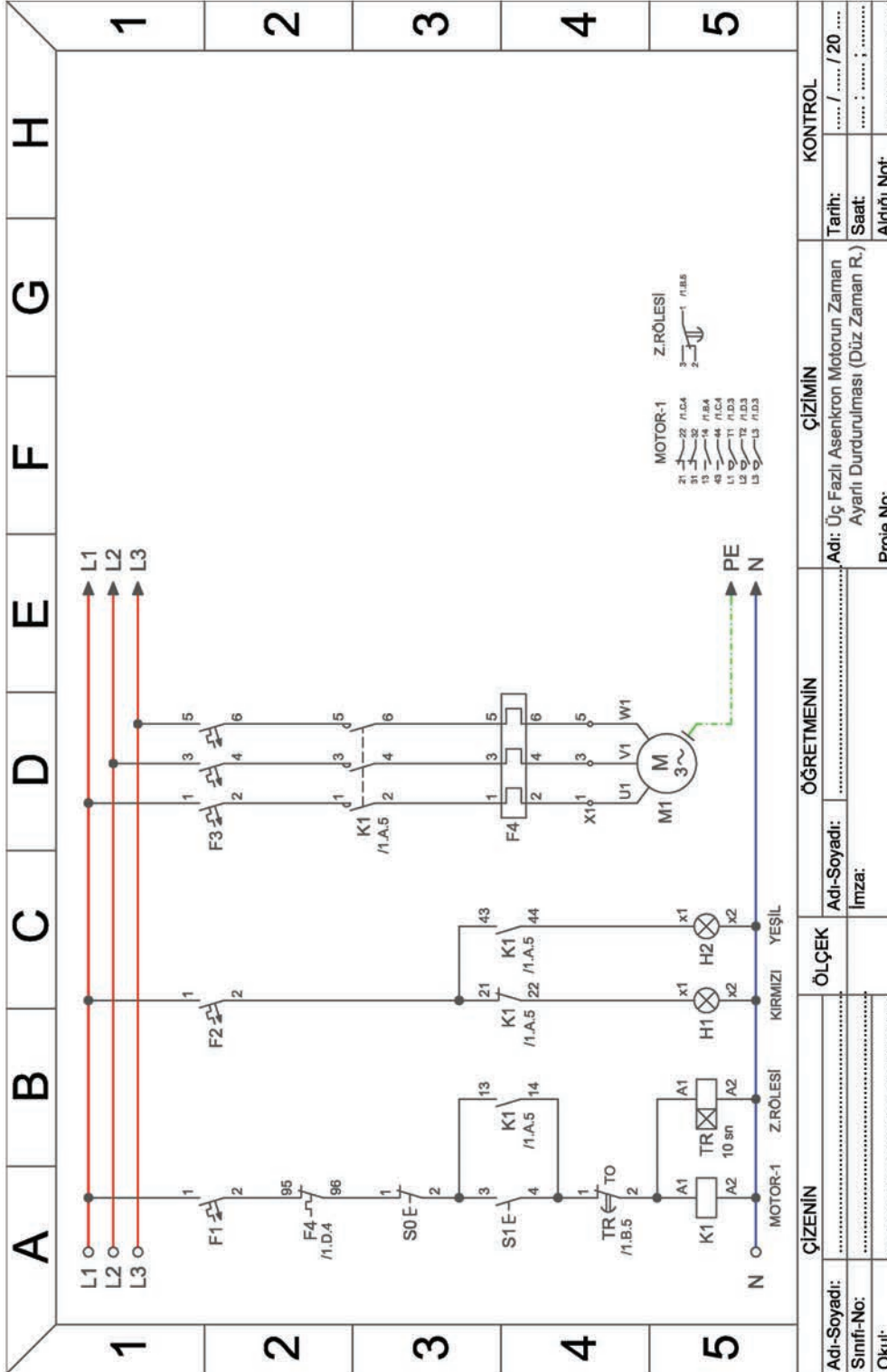
SORU

1. Yalıtım direncinin düşük çıkmasının sebepleri neler olabilir? Açıklayınız.



ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Fazlar arası yalıtım direncinin ölçülmesi	20	
Numarası	:	2	Faz-nötr arası yalıtım direncinin ölçülmesi	20	
ÖĞRETMEN		3	Faz-toprak arası yalıtım direncinin ölçülmesi	20	
Adı-Soyadı	:	4	Nötr-toprak arası yalıtım direncinin ölçülmesi	20	
İmza	:	5	Ölçümlerin değerlendirilmesi	20	
				TOPLAM PUAN	100

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motorun zaman ayarlı çalıştırılması pano uygulamasını yapmak.



Görsel 5.12: Üç fazlı asenkron motorun zaman ayarlı çalıştırılması

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kumanda panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Kablo kanalı	60x40 mm	-
Taşıyıcı ray	Delikli 35x7,5 mm	-
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Otomatik sigorta	3xC32 A ve 1xB6 A	3 adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Zaman rölesi	Düz	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı ve yeşil	2 adet
Start ve stop butonu	Ani temaslı	Birer adet
Kablo	1,5 ve 2,5 mm ² NYAF	-
Kablo pabucu	Yuvarlak, çatal, iğne uçlu	-
Kablo bağı ve spirali		-
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Ölçü aleti	Analog veya dijital	1 adet
Montaj elemanları	Pense, tornavida, yan keski, kablo sıkma pensesi, şerit metre, izole bant, klemens	-

İŞLEM BASAMAKLARI

- Görsel 5.12'deki devre şemasına göre pano şemasını çiziniz.
- Şemaya uygun olarak sigorta, kontaktör, AA rölesi ve klemensleri raylara yerleştiriniz.
- Kabloları bağlantı noktalarına göre ölçerek kesiniz ve kablo uçlarına pabuç sıkınız.
- Pano şemasına göre pano içi kablo bağlantılarını ve numaralandırma işlemlerini yapınız.
- Pano testlerini ölçü aletiyle yapınız.
- Zaman rölesinin zaman ayarını yapınız.
- Öğretmen kontrolünde panoya enerji vererek kumanda devresini çalıştırınız.
- Üç fazlı motor bağlantılarını yapınız ve öğretmen kontrolünde panoya enerji veriniz.
- Start butonuna basarak motoru çalıştırınız ve yeşil sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz.
- Ayarlanan sürenin sonunda motorun durup kırmızı sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz.
- Pano içi bağlantıları ve cihaz kablo bağlantılarını dikkatlice söküp elemanları teslim ediniz.

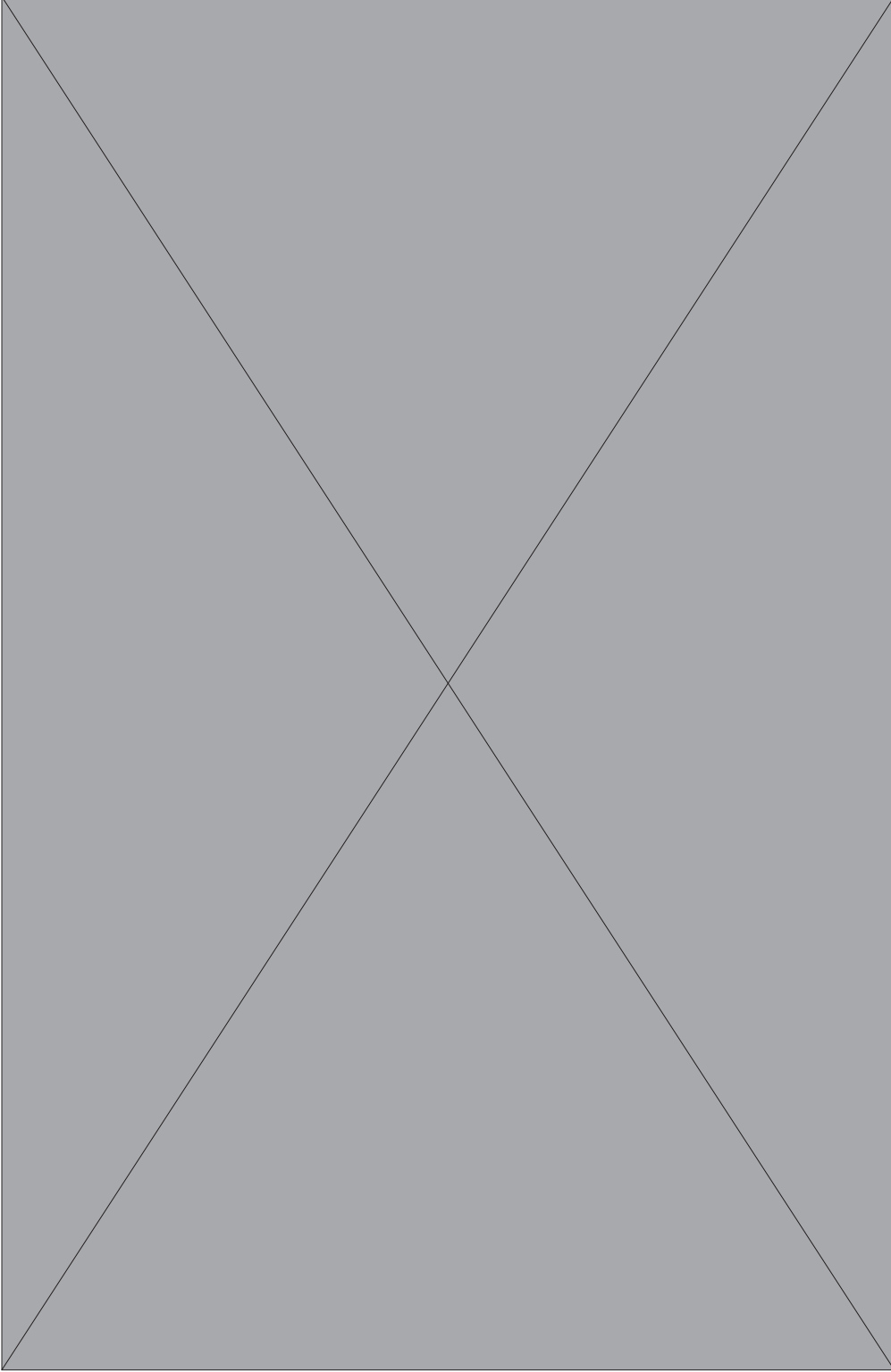
SORU

- Kablo bağlantılarında klemenslerin önemini açıklayınız.



ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Kumanda devresinin kurulması	20	
Numarası	:	2	Pano içi kablo bağlantılarının yapılması	20	
		3	Kumanda devresinin doğru çalışması	20	
Adı-Soyadı	:	4	Eleman bağlantılarının yapılması	20	
İmza	:	5	Devreye enerji verilerek devrenin çalıştırılması	20	
				TOPLAM PUAN	100

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motorun elektriksel kilitlemeli devir yönünün değiştirilmesi uygulamasını yapmak.



Görsel 5.13: Üç fazlı asenkron motorun elektriksel kilitlemeli devir yönünü değiştirme devresi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kumanda panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Kablo kanalı	60x40 mm	-
Taşıyıcı ray	Delikli 35x7,5 mm	-
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Otomatik sigorta	3xC32 A ve 1xB6 A	3 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Sinyal lambası	Kırmızı, yeşil ve sarı	3 adet
Start ve stop butonu	Ani temaslı	3 adet
Kablo	1,5 ve 2,5 mm ² NYAF	
Kablo pabucu	Yuvarlak, çatal, iğne uçlu	-
Kablo bağı ve spirali		-
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Ölçü aleti	Analog veya dijital	1 adet
Montaj elemanları	Pense, tornavida, yan keski, kablo sıkma pensesi, şerit metre, izole bant, ray klemens	-

İŞLEM BASAMAKLARI

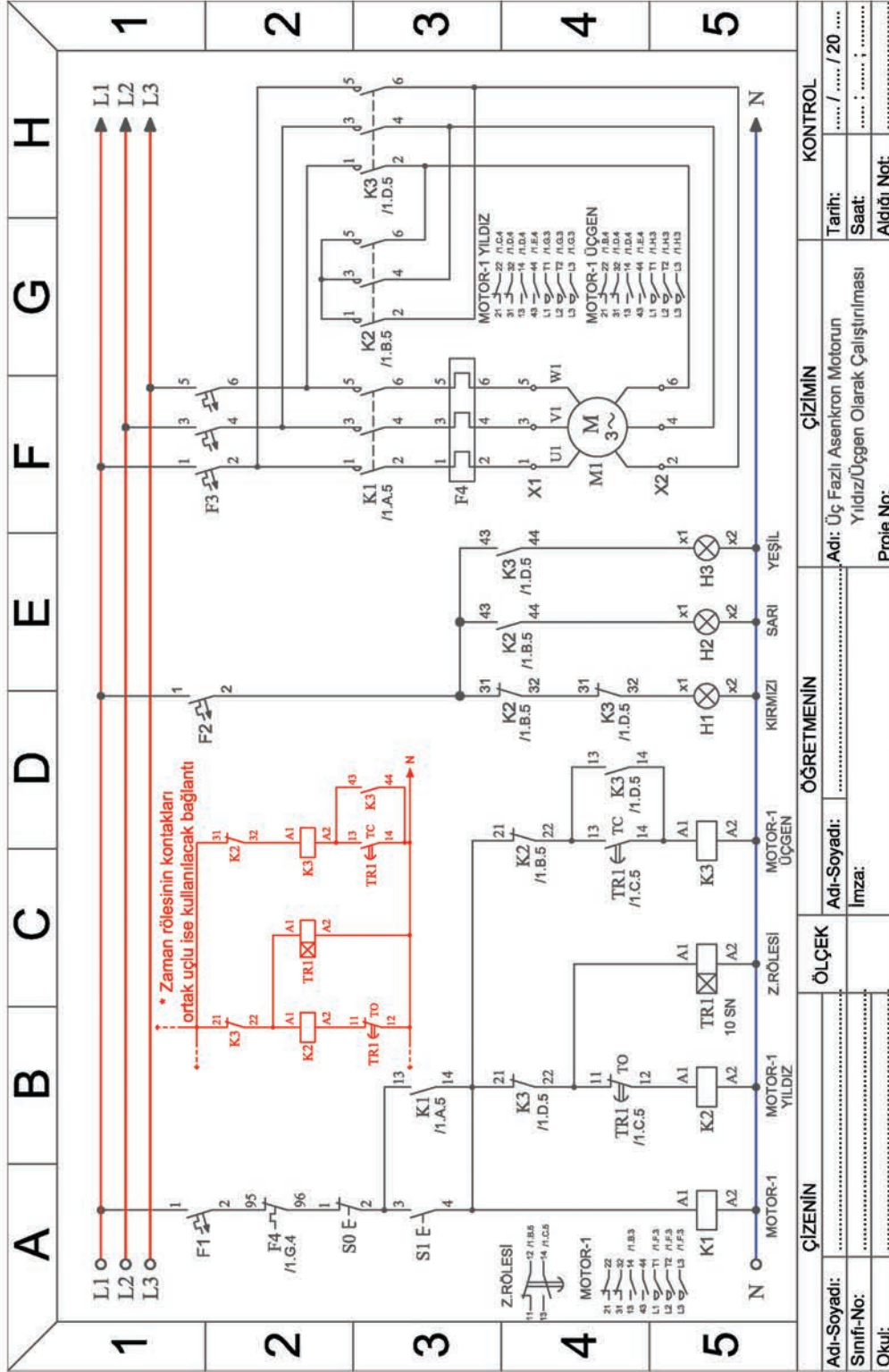
- Görsel 5.13'teki şemaya göre pano şemasını çiziniz.
- Şemaya uygun olarak sigorta, kontaktör, AA rölesi ve klemensleri raylara yerleştiriniz.
- Kabloları bağlantı noktalarına göre ölçerek kesiniz. Kablo uçlarına pensle pabuç sıkınız.
- Pano şemasına göre pano içi kablo bağlantılarını ve numaralandırma işlemlerini yapınız.
- Ölçü aletiyle pano testlerini yapınız.
- Öğretmen kontrolünde panoya enerji vererek kumanda devresini çalıştırınız.
- Üç fazlı motor bağlantılarını yapınız ve öğretmen kontrolünde panoya enerji veriniz.
- İleri butonuna basarak asenkron motoru çalıştırınız.
- Motorun ileri yönde döndüğünü ve yeşil sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz.
- S0 butonuna basarak motoru durdurunuz, kırmızı sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz.
- Geri butonuna basarak asenkron motoru çalıştırınız.
- Motorun geri yönde döndüğünü ve sarı sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz.
- S0 butonuna basıp motoru durdurunuz ve kırmızı sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz.
- Pano içi bağlantıları ve cihaz kablo bağlantılarını dikkatlice söküp elemanları teslim ediniz.

SORU

- Kablo bağlantılarında numaralandırmanın önemini açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Kumanda devresinin kurulması	20	
Numarası	:	2	Pano içi kablo bağlantılarının yapılması	20	
		3	Kumanda devresinin doğru çalışması	20	
Adı-Soyadı	:	4	Asenkron motorun ileri yönde çalışması	20	
İmza	:	5	Asenkron motorun geri yönde çalışması	20	
				TOPLAM PUAN	100

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motora otomatik yıldız-üçgen yol verme uygulamasını yapmak.



Görsel 5.14: Üç fazlı asenkron motorun yıldız-üçgen yol verme devresi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kumanda panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Kablo kanalı	60x40 mm	-
Taşıyıcı ray	Delikli 35x7,5 mm	-
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Otomatik sigorta	3xC32 A ve 1xB6 A	3 adet
Kontaktör	4 kW	3 adet
Zaman rölesi	Düz	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı, yeşil ve sarı	3 adet
Start ve stop butonu	Ani temaslı	Birer adet
Kablo	1,5 ve 2,5 mm ² NYAF	
Kablo pabucu	Yuvarlak, çatal, iğne uçlu	-
Kablo bağı ve spirali		-
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Ölçü aleti	Analog veya dijital	1 adet
Montaj elemanları	Pense, tornavida, yan keski, kablo sıkma pensesi, şerit metre, izole bant, ray klemens	-

İŞLEM BASAMAKLARI

- Görsel 5.14'teki devre şemasına göre pano şemasını çiziniz.
- Şemaya uygun olarak sigorta, kontaktör, röle ve klemensleri pano raylarına yerleştiriniz.
- Kabloları bağlantı noktalarına göre ölçerek kesiniz ve uçlarına pensle pabuç sıkınız.
- Pano şemasına göre pano içi kablo bağlantılarını ve numaralandırma işlemlerini yapınız.
- Ölçü aletiyle pano testlerini yapınız.
- Düz zaman rölesi ayarını yapınız.
- Öğretmen kontrolünde panoya enerji vererek kumanda devresini çalıştırınız.
- Üç fazlı motor bağlantılarını yapınız ve öğretmen kontrolünde panoya enerji veriniz.
- Start butonuna basınız ve motorun ayarlanan süre kadar yıldız çalıştığını gözlemleyiniz.
- Ayarlanan sürenin sonunda motorun üçgen çalışmaya geçtiğini gözlemleyiniz.
- Stop butonuna basarak asenkron motoru durdurunuz.
- Enerjiyi keserek pano içi bağlantıları ve elemanları dikkatlice söküp teslim ediniz.

SORU

- Zaman rölesi bağlantısında dikkat edilecek hususlar nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Kumanda devresinin kurulması	20	
Numarası	:	2	Pano içi kablo bağlantılarının yapılması	20	
		3	Kumanda devresinin doğru çalışması	20	
Adı-Soyadı	:	4	Asenkron motorun yıldız çalışması	20	
İmza	:	5	Asenkron motorun üçgen çalışması	20	
				TOPLAM PUAN	100

İKİ ADET ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLU PANO UYGULAMASI

İki adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılacaktır.

- Start butonuna basıldığında 1. motor çalışacaktır.
- 15 saniye sonra 1. motor duracak, 2. motor çalışacaktır.
- 10 saniye sonra 2. motor duracak, 1. motor çalışacaktır.
- Sistemin çalışması periyodik olarak sürecektir.
- Sistem aşırı akım röleleri ile korunacaktır.
- Stop butonuna basılınca sistem çalışmasını durduracaktır.

1. Devre şemasını IEC normunda çiziniz.
2. Pano şemasını elemanlarıyla birlikte çiziniz.
3. Şema üzerinde numaralandırma işlemlerini yapınız.
4. Devrenin malzeme listesini çıkarınız.
5. Elemanları pano şemasına göre monte ediniz.
6. Kabloları uygun ölçülerde kesiniz ve uçlarına pabuç çakınız.
7. Pano bağlantı şemasına göre kablo bağlantılarını yapınız.
8. Numaralandırma işlemlerini yapınız.
9. Pano testlerini yapınız.
10. Kumanda devresini çalıştırınız.
11. Motor bağlantılarını yapınız ve güç devresini çalıştırınız.

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Devre şemasının IEC normuna uygun olarak çizilmesi	10	
2	Devre şemasında numaralandırma işlemlerinin yapılması	10	
3	Pano bağlantı şemasının çizilmesi	10	
4	Kablo kanalı, ray, klemens ve elemanların şemaya göre pano içine yerleştirilmesi	10	
5	Kabloları pabuç çakılması	10	
6	Elemanlar arası ve cihaz kablo bağlantılarının yapılması	10	
7	Numaralandırma işlemlerinin yapılması	10	
8	Pano testlerinin yapılması	10	
9	Kumanda devresinin çalıştırılması	10	
10	Güç devresinin çalıştırılması	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Makine dairesiz asansörlerde pano en üst katta kabin kapısının yanına yerleştirilir.
2. (...) Şebeke gerilimini kumanda panosuna ileten enerji panosuna revizyon kutusu denir.
3. (...) IEC normunda çizim kâğıdı satır ve sütunlardan oluşur.
4. (...) Panodaki elektrik arızalarında gevşek bağlantı ve temassızlığın rolü büyüktür.
5. (...) Panolarda klemens olarak genellikle sıra klemensler kullanılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

6. Makine dairesiz asansörlerde motorlar tercih edilir
7. Pano kablolarının muhafaza ve takip edilmesini sağlayan malzemeye denir.
8. Kaçak akım rölesinin kaçak akım eşiği mA'dir.
9. Asenkron motorların kumandasında serisi kontaktörler kullanılır.
10. Pano kablo kesitleri iletkenden geçen değerine göre tespit edilir.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanı her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()	Kontaktörlere verilen numaralandırma harfidir.	A	M
12.	()	Sinyal lamba numaralandırma harfidir.	B	C
13.	()	Numaralandırmada motorlara verilen harftir.	C	F
14.	()	Numaralandırmada klemenslere verilen harftir.	D	R
15.	()	Numaralandırmada sigortalara verilen harftir.	E	H
			F	X
			G	K

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi yük asansör panosudur?

- A) Tek hızlı B) Çift hızlı C) Üç hızlı D) Çok hızlı E) Sürücülü

17. Aşağıdakilerden hangisi pano uygulamalarında genellikle kullanılan ray ölçüsüdür?

- A) 35x7,5 mm B) 35x15 mm C) 32x15 mm D) 15x5 mm E) 15x10 mm

18. Aşağıdakilerden hangisi sinyal lambası ve butonların montaj çap ölçüsüdür?

- A) 5 mm B) 11 mm C) 22 mm D) 33 mm E) 35 mm

19. Aşağıdakilerden hangisi klemens çeşidi değildir?

- A) Sigortalı B) Topraklama
C) Yüksek akım D) Çatal
E) Ayırma birleştirme

20. Aşağıdakilerden hangisi pano izolasyon testlerinde kullanılan ölçü aletidir?

- A) Ampermetre B) Meger C) Voltmetre D) Sayaç E) Wattmetre



ENDÜSTRİYEL SENSÖRLER

KONULAR

6.1. ENDÜSTRİYEL SENSÖRLERİN ÖZELLİKLERİ

6.2. DİJİTAL ÇIKIŞLI SENSÖRLER

6.3. ANALOG ÇIKIŞLI SENSÖRLER

6.4. SİNYAL ÇEVİRİCİLER

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Sensörlerin özellikleri ve sensörler ile devre kurulumu

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Sensörler ile ilgili neler biliyorsunuz?

TEMEL KAVRAMLAR

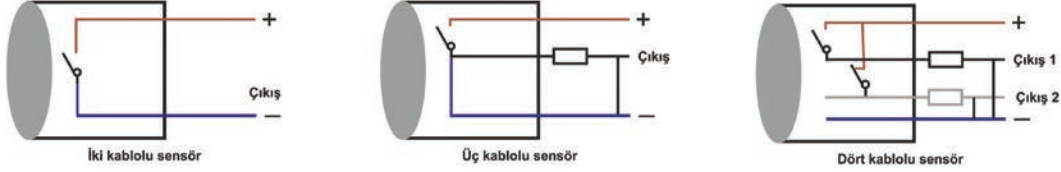
Endüstriyel sensör, dijital ve analog sensör, sinyal çevirici.



6.1. ENDÜSTRİYEL SENSÖRLERİN ÖZELLİKLERİ

Isı, ışık, ses, nem, kuvvet, gerilme, hareket ve basınç gibi fiziksel büyüklükleri algılayıp elektriksel işaretlere dönüştüren devre elemanlarına **sensör** denir. Endüstriyel uygulamalarda yer, konum, seviye tespiti gibi işlemler için kullanılır. Sensörler fiziksel ortam içerisinde endüstriyel cihazların duyu organları gibi işlev görür.

Sensörler iki, üç veya dört kablolu olabilir (Görsel 6.1). Kablo renkleri kahverengi, mavi, siyah ve beyazdır. Kahverengi + (pozitif) besleme, mavi – (negatif) besleme, siyah ve beyaz da sinyal çıkış uçlarıdır. Uygulamada genellikle üç kablolu sensörler kullanılır.



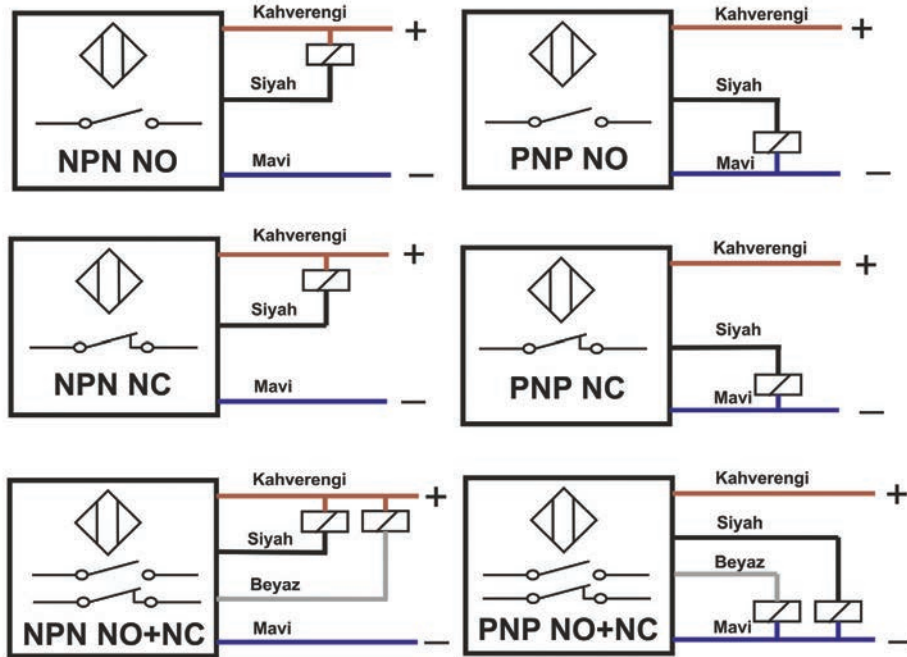
Görsel 6.1: Kablo sayısına göre sensörler

Sensörün verdiği çıkış işaretine göre PNP ve NPN olmak üzere iki tip sensör vardır (Görsel 6.2).

PNP Sensörler: Sensör cisimi algıladığında çıkış ucundan pozitif (+) sinyal alınan sensördür. Yükün bir ucu sensörün sinyal ucuna diğer ucu negatif uca bağlanır.

NPN Sensörler: Sensör cisimi algıladığında çıkış ucundan negatif (-) sinyal alınan sensördür. Yükün bir ucu sensörün sinyal ucuna diğer ucu pozitif uca bağlanır.

Sensörler, kontak durumuna göre normalde açık veya normalde kapalı olabilir. Normalde açık (NO) sensörler algılama yaptıklarında çıkış sinyali üretir. Normalde kapalı (NC) sensörlerin ise algılama yokken çıkışlarında sinyal olup cisimi algıladıklarında sinyal kesilir. Sensör çıkış tipi, kontak durumu ve bağlantıları Görsel 6.2’de verilmiştir.

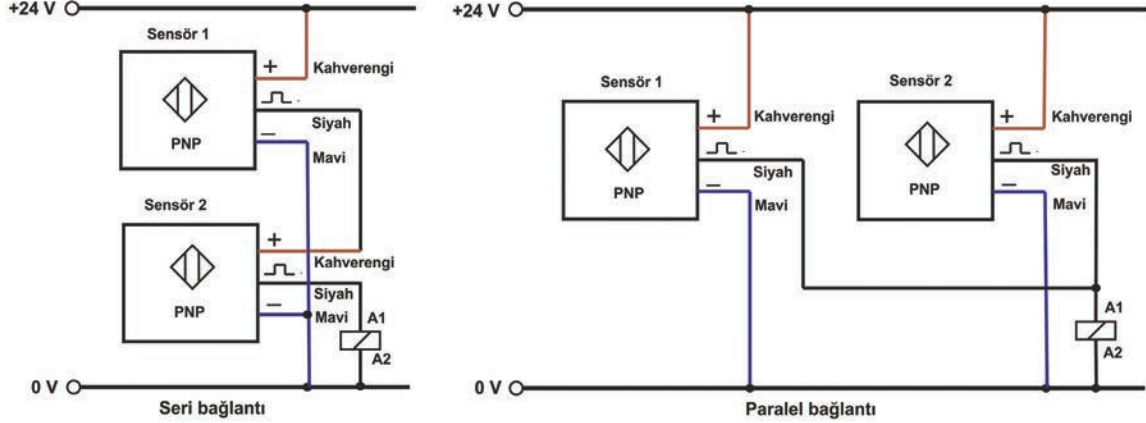


Görsel 6.2: Sensör çıkış tipi, kontak durumu ve bağlantıları

Otomasyon sistemlerinde bazen birden fazla sensör kullanılarak kontrol etmek gerekebilir. Bu durumda sensörler seri veya paralel bağlanır (Görsel 6.3).

Sensörlerin aynı anda aktif olması hâlinde çıkış sinyali vermesi istenen yerlerde seri bağlantı kullanılır. Seri bağlantıda ilk sensör aktif hâle geldiğinde ikinci sensöre enerji uygulanır. İkinci sensör enerjilenince çıkışına bağlı alıcı çalışır.

Devrede herhangi bir sensör aktif hâle geldiğinde çıkış sinyali alınmak istendiğinde de paralel bağlantı kullanılır. Paralel bağlı sensörlerin herhangi birinin aktif hâle gelmesiyle alıcının bağlı olduğu sensör enerjilenir ve çıkışına bağlı alıcı çalışır.



Görsel 6.3: Sensörlerin seri ve paralel bağlantıları

Farklı amaçlar için üretilmiş pek çok sensör çeşidi vardır. Bunlardan en çok kullanılanların sembolleri Görsel 6.4'te verilmiştir.

Sembol	Açıklama	Sembol	Açıklama	Sembol	Açıklama
	Endüktif sensör (Normalde açık)		Kapasitif sensör (Normalde açık)		Optik sensör (Normalde açık)
	Manyetik sensör (Normalde açık)		Reed röle (Reed kontak)		Hall sensörü
	Ultrasonik sensör		Entegre tipi sıcaklık sensörü		Termokupl
	NTC		PTC		Gerilme (Strain Gauge) sensörü

Görsel 6.4: Sensör sembolleri

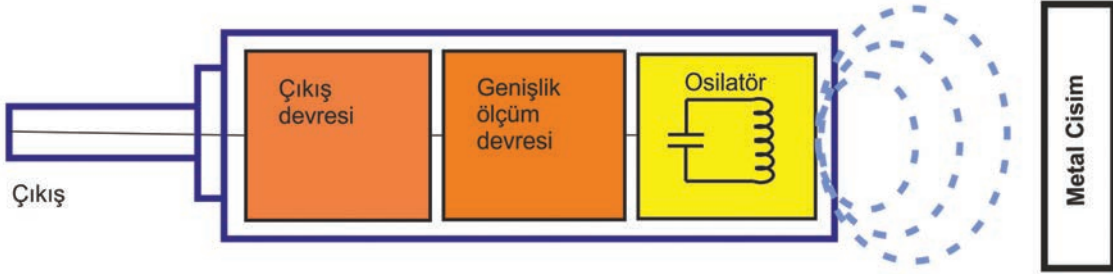
6.2. DİJİTAL ÇIKIŞLI SENSÖRLER

Sensörün çıkış sinyalleri analog veya dijital olabilir. Analog sensörler, algıladıkları fiziksel büyüklüğe orantılı olarak değişen bir akım veya gerilim sinyali üretir. Bu sensör çıkış sinyalleri kontrol birimlerine analog-dijital çeviriciler kullanılarak verilir. Dijital sensörler ise lojik 1, lojik 0 sayısal çıkış sinyallerini üretir ve bu sinyaller kontrol birimlerine doğrudan verilir.

6.2.1. Endüktif Sensörler

Sadece metal cisimleri algılayan sensörlerdir. Genellikle silindirik yapıda olup çapları M5, M8, M12, M18 ve M30'dur. Sensör çapı büyüdükçe algılama mesafesi de artar. 1 mm ile 50 mm arası algılama yapabilir. Genel olarak 24 V DC ile çalışır.

Bu devrede bir bobin yardımıyla sürekli bir manyetik alan oluşturulur. Bu manyetik alanın değeri, sensörün yüzey alanına bağlıdır. Bu da sensörün algılama mesafesini belirler. Bu alana metal cisim girdiğinde manyetik alan sinyalinin genliği değişir. Sinyal, istenen birime çıkış devresinden gönderilir (Görsel 6.5).



Görsel 6.5: Endüktif sensörün yapısı

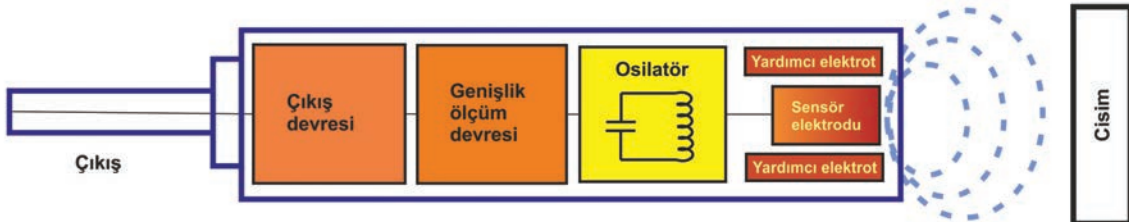
Endüktif sensörler, hareket ve pozisyon kontrolünde kullanılır. Sensör seçiminde dikkat edilecek hususlar aşağıda verilmiştir.

- Besleme gerilim değeri
- Çıkış tipi (PNP veya NPN)
- Sensörün çapı ve algılama mesafesi
- Sensörün kontak yapısı (NO veya NC)

6.2.2. Kapasitif Sensörler

Metal olan ve metal olmayan cisimleri algılayan sensörlerdir. Endüktif sensörlerden farklı olarak sadece metal cisimlerin algılanmasında değil, tüm materyallerin algılanmasında kullanılır. 8 mm ile 40 mm arası algılama yapabilir. Çapları 8 - 30 mm arasındadır. Yapısı endüktif sensöre benzer. Farklılık olarak cismin algılanması elektrotlar yardımıyla yapılır.

Kapasitif sensöre enerji verildiğinde ön yüzeyindeki elektrotlar arasında elektriksel bir alan oluşur. Her materyalin bir dielektrik katsayısı vardır. Bu alan içerisine giren materyaller dielektrik katsayısı ile elektrik alanının bozulmasına ve osilasyon devresi üzerindeki frekansın değişmesine sebep olur. Böylece sensör, algılama yüzeyine yaklaşan cismi algılar. Bağlantı ve çıkış tipleri endüktif sensörler ile aynıdır (Görsel 6.6).



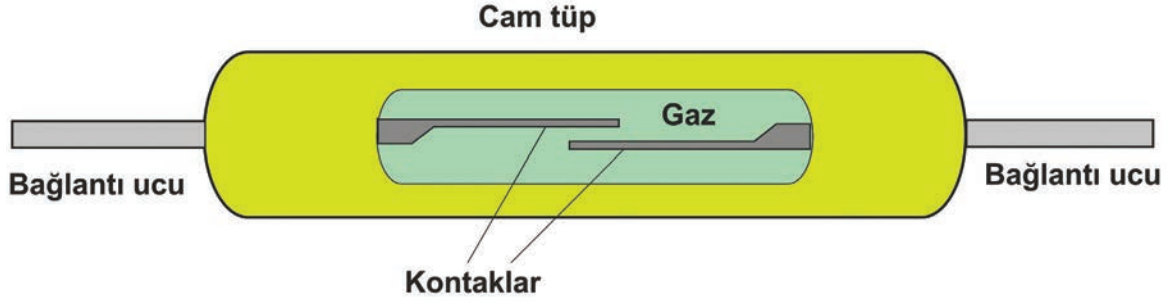
Görsel 6.6: Kapasitif sensörün yapısı

6.2.3. Manyetik Sensörler

Ortamdaki manyetik değişiklikleri algılayarak çıkışında gerilim üreten sensörlere **manyetik sensör** denir. Manyetik sensörler, mıknatıs gibi manyetik alan etkileşimine tepki veren malzemelerden üretilir.

6.2.3.1. Reed Röle

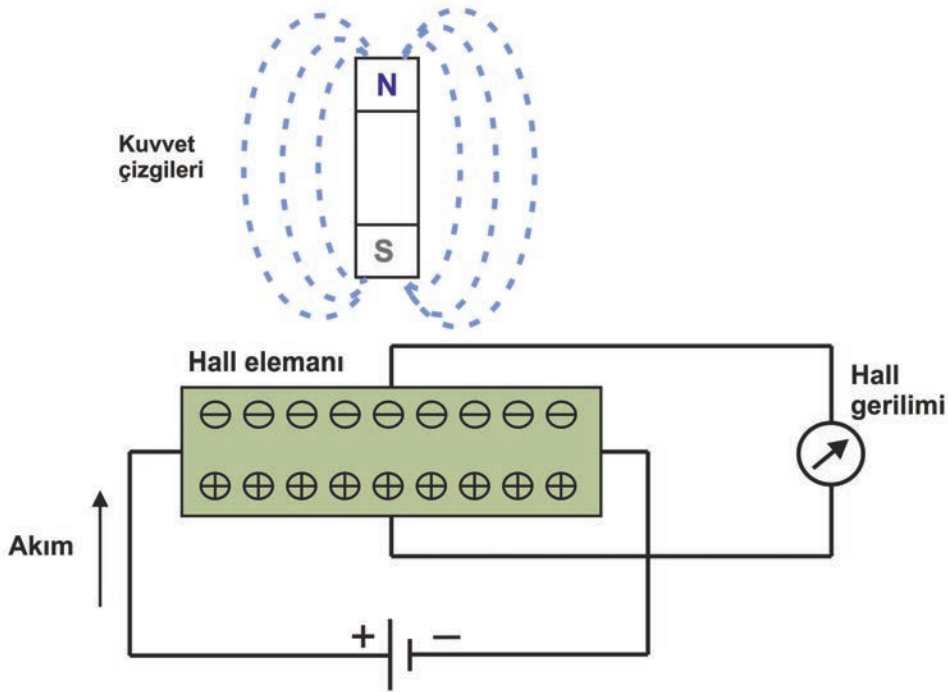
Özel karışım gaz doldurulmuş cam tüp içindeki kontaklardan oluşan anahtarlama elemanına **reed röle** denir. Reed röleler manyetik anahtardır. Cam tüp içindeki gaz %97 azot ve %3 hidrojen karışımıdır. Görevi akım akışını kolaylaştırmak ve elektrik arkını önlemektir. Röle kontakları mıknatıs veya elektromıknatıs ile kontrol edilebilir yani açılıp kapatılabilir (Görsel 6.7). Normalde açık ve kapalı tipleri vardır. Reed röleler özellikle güvenlik sistemlerinde kullanılır.



Görsel 6.7: Reed röle

6.2.3.2. Hall Sensörü

Hall sensörleri, manyetik olarak çalışan yarı iletken sensörlerdir. Bir yarı iletkenden akım geçen akım yönüne dik bir manyetik alan uygulanırsa elektronlar belli bir bölgede yoğunlaşır. Bu da yarı iletkenin diğer uçlarında gerilim oluşmasına neden olur. Bu olaya **hall etkisi** denir. Hall etkisi ile yarı iletken uçlarında oluşan gerilimin değeri, manyetik alana ve sensöre yaklaştırılan cismin yakınlığına bağlıdır (Görsel 6.8).



Görsel 6.8: Hall sensörü

Hall sensörü manyetik alana maruz kaldığında manyetik alan kuvvet çizgileri elektron ve oyukları yarıiletken levhanın her iki tarafına yoğunlaştıran bir kuvvet uygular. Elektron ve oyuklar yan taraflara doğru hareket ettikçe yarı iletken malzemenin iki tarafı arasında potansiyel fark oluşur.

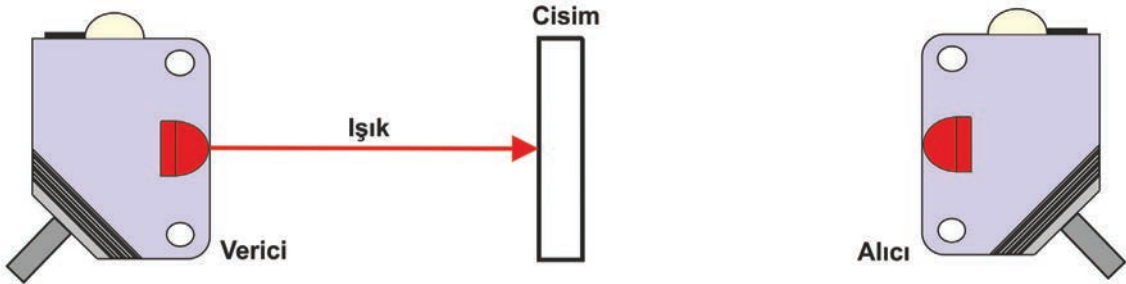
Hall sensörü manyetik alan olmadığında normalde açık devredir. Yeterli yoğunlukta bir manyetik alana maruz kaldığında kapalı duruma geçer. Toza ve suya karşı dayanıklıdır. Konum algılama, hız veya yön hareketi gibi birçok farklı alanda kullanılır.

6.2.4. Optik Sensörler

Ortamdaki ışık miktarının değişimlerini algılayarak elde edilen verileri elektriksel sinyale çeviren sensörlerdir. Bu sensörlerin çalışma prensibi, sensör üzerine düşen ışık miktarına bağlı olarak sensör direnç değerinin değişmesi ilkesine dayanır. Temelde ışık kaynağı olan verici, yansıyan ışığı alan alıcı ve alınan sinyali işleyerek çıkış veren bir elektronik devreden oluşur. Verici olarak LED, alıcı olarak foto diyot ya da foto transistör kullanılır.

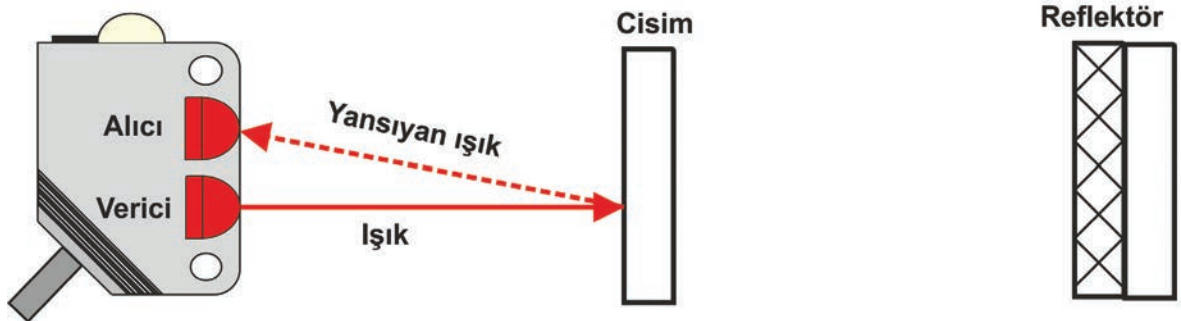
Optik sensörlerin algılama mesafesi, algılanacak cismin boyutları ile değişir. Algılama sistemine göre 30 cm ile 10 m arasında algılama yapabilir. Genelde ölçüm ve analiz, temassız algılama, parçaların sayılması veya konumlandırılması için kullanılır. Optik sensörler algılama sistemlerine göre üç çeşittir.

Karşılıklı Optik Sensörler: Verici ve alıcının ayrı olduğu optik sensörlerdir. Alıcı ve verici birbirinden bağımsız iki farklı birimdir. Bu birimler karşılıklı yerleştirilir ve vericinin ışığı alıcıya doğru ayarlanır. Herhangi bir cisim birimler arasına girdiğinde sensör bunu algılar (Görsel 6.9). Algılama mesafesi 10 metreye kadar çıkabilir.



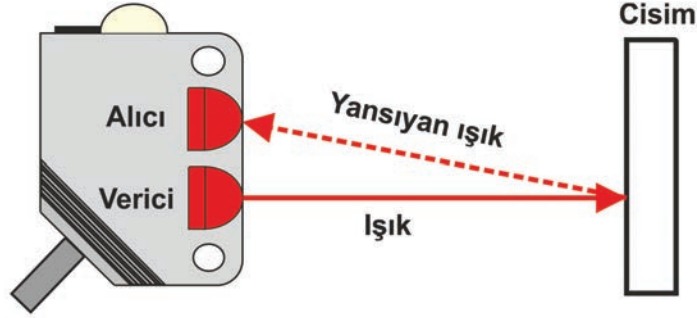
Görsel 6.9: Karşılıklı optik sensör

Reflektörden Yansımali Optik Sensörler: Verici ve alıcının birleşik olduğu optik sensörlerdir. Sensörün gördüğü yere bir reflektör konur. Normal durumda vericiden çıkan ışın reflektörden yansımaya geri döner ve sensör durumunu korur. Sensörle reflektör arasına bir cisim girdiğinde cisim sensör tarafından algılanır (Görsel 6.10). Ortalama algılama mesafesi 1 m'dir.



Görsel 6.10: Reflektörden yansımali optik sensör

Cisimden Yansımali Optik Sensörler: Reflektörden yansımali optik sensörün reflektörsüz çeşididir. Verici ve alıcı birleşiktir. Normal durumda vericiden çıkan ışın alıcı tarafından algılanmaz. Sensör algılama alanına bir cisim girdiğinde cisimden yansıyan ışın verici tarafından algılanır (Görsel 6.11). Ortalama algılama mesafesi 30 cm'dir.



Görsel 6.11: Cisimden yansımali optik sensör

6.2.4.1. Fiberoptik Sensörler

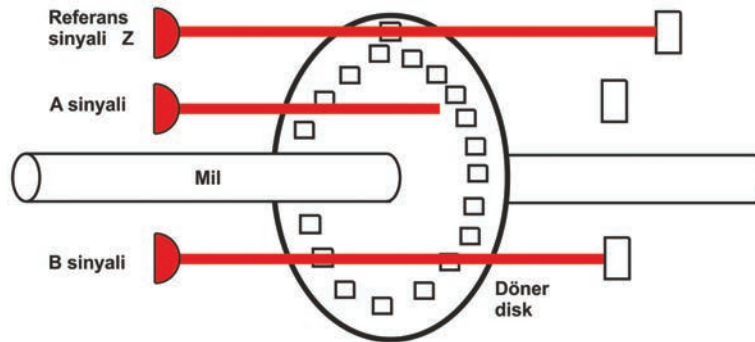
Fiberoptik kablo ucuna sensör bağlanmasıyla oluşturulan sensöre **fiberoptik sensör** denir. Fiber optik kabloda optik sinyale dönüştürülerek iletilen elektrik sinyali, alıcı uçta yarı iletken elemanlar (fotodiyot veya fototransistör) tarafından tekrar elektrik sinyaline dönüştürülür. Bu şekilde hem sayısal hem de analog sinyal taşınabilir. Fiber optik sistemlerde sinyal kaynağı olarak LED veya lazer diyotlar kullanılır.

Fiberoptik sensörlerin özellikleri cisimden yansımali ya da karşılıklı tip sensörler gibidir. Bu sensörler hareketli parça ve elektrik devresi içermediğinden elektriksel parazitlerden etkilenmez. Sıvı seviyesi, akış hızı, konum, sıcaklık ve basınç gibi parametrelerin hassas ölçümünde kullanılır.

6.2.5. Enkoderler

Enkoder, bağlı bulunduğu motor milinin hareketine karşılıklı sayısal sinyal üreten elektromekanik cihazdır. Motor milinin konum, hız, yön ve diğer mekanik hareketlerini belirlemek için kullanılır yani enkoder motor milinin açısai konumunu, hareketini, eksenini analog veya dijital bir koda dönüştürür. Hassas kontrollü makinelerin tüm hareketleri ve pozisyon bilgileri, farklı tipte ve modelde enkoderler ile sağlanmaktadır.

Enkoderin içinde mile bağlı delikli bir döner disk ve ışık kaynağı LED'ler bulunmaktadır (Görsel 6.12). Mil döndükçe mil hızıyla orantılı bir frekansta sinyal üretilir. Disk üzerindeki delik sayısı enkoderin çözünürlüğünü verir.



Görsel 6.12: Enkoder

Enkoderler konum tanımlama özelliğine göre artımsal ve mutlak olmak üzere iki tiptir. Artımsal enkoderler çalıştırıldıkları andan itibaren konumunu 0 (sıfır) kabul eder. Mutlak enkoderler ise konumunu hatırlar ve çalıştırıldıklarında son kaldığı noktadan devam eder. Genel olarak endüstriyel kontrol işlemleri, endüstriyel robotlar, baskı ve paketleme makineleri, medikal cihazlar ve kapı kontrol cihazlarında kullanılır.

6.2.6. Renk Sensörleri

Nesneden yansıyan ışığın dalga boyunu tespit ederek renk ayrımı yapabilen sensörlerdir. İstenen doğru rengin kontrolünü yapar. Renk eşleştirmenin yanında ton farklılıklarını da belirleyebilir. Tolerans değeri ayarı ile renk ayrım hassasiyeti artırılabilir.

Genellikle yapılarında bir beyaz ışık vericisi ve üç alıcı vardır. Vericiden yayılan ışık hedef cisimden yansıtılarak sensöre geri döner. Alıcılar yansıyan ışığın bileşenlerini ve gerilimini hafızasına kaydeder. Bu değerleri, istenen eylem için tanımlanan ayarlarla karşılaştırır ve ışığın dalga boyunu tespit eder.

Paket içeriğinin renk kontrolü, kalite kontrolü ve paketleme endüstrisinde ürün işaret-renk kontrolü gibi uygulamalarda kullanılır.

6.3. ANALOG ÇIKIŞLI SENSÖRLER

Analog sensörler, analog çıkış sinyali veren sensörlerdir. Algıladıkları fiziksel büyüklüğe orantılı olarak değişen **0 V-10 V** gerilim bilgisi, **0 mA-20 mA** ya da **4 mA-20 mA** arasında değişen akım bilgisi verir. Bu sensörlerin dijital sistemlere bağlanabilmesi için analog-dijital çeviriciler (ADC) kullanılır. Analog-dijital çeviriciler PLC gibi kontrol elemanları içerisinde yer alabileceği gibi haricî olarak da bağlanabilir.

6.3.1. Sıcaklık Sensörleri

Ortamdaki ısı değişimini algılayan sensörlere **sıcaklık sensörü** denir. Bu sensörlerle sıcaklık kontrolü ve sıcaklık ölçümü yapılır. İhtiyaca göre kullanılan pek çok sıcaklık sensörü vardır.

6.3.1.1. Termistörler

Sıcaklık ile direnci değişen elektronik devre elemanlarına **termistör** denir. Termistörler genellikle yarı iletken malzemelerden üretilir. Termistörlerden çıkış sinyali almak için üzerlerinden akım geçirilmelidir. PTC ve NTC olmak üzere iki çeşittir.

PTC (Pozitif Sıcaklık Katsayılı): Sıcaklık arttıkça elektriksel direnci artan termistörlere **PTC** denir. PTC'ler -60 °C ile +150 °C arasındaki sıcaklıklarda kararlı çalışır. Doğrusal bir çıkış değerine sahip olmadığı için ölçme amacıyla kullanılamaz. Genellikle koruma ve kumanda için kullanılır. Örneğin elektrik motorlarında sargı sıcaklığını korumada ve ev tipi ısıtıcılarda kullanılır.

NTC (Negatif Sıcaklık Katsayılı): Sıcaklık arttıkça elektriksel direnci azalan termistörlere **NTC** denir. NTC'ler -60 °C ile +150 °C arasındaki sıcaklıklarda kararlı çalışır. Doğrusala yakın çıkış verdiği için ölçme amacıyla kullanılır. Elektronik termometrelerde, amplifikatörlerde, ısı denetimli iklimlendirme cihazlarında kullanılır. PTC'lere göre kullanım alanları daha fazladır.

6.3.1.2. Entegre Tipi Sıcaklık Sensörü

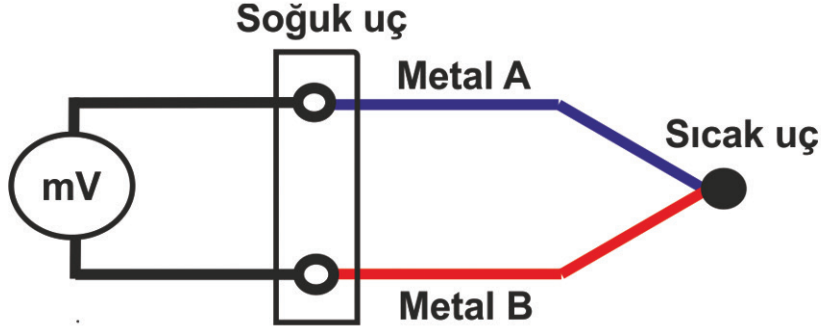
Yarıiletken malzemeden yapılan elektronik sensörlerdir. Çalışma sıcaklık aralığı -50 °C ile +150 °C arasındadır ve doğrusal çıkış değerlerine sahiptir. Ev ve iklimlendirme otomasyonu, mikro elektronik uygulamalar, uzay ve uçak sanayi gibi birçok uygulama alanında kullanılır.

6.3.1.3. Termostatlar

Termostatlar, sıcaklık kontrol sistemlerinde kullanılan anahtarlama elemanlarıdır. Görevi istenen sıcaklığa göre elektrik akımını kesmek veya vermektir. Yapısına göre elektronik, elektromekanik ve mekanik olmak üzere üç çeşittir. Bunun yanında ayarlı veya sabit değerli termostatlar da bulunmaktadır. Termostatlar buzdolabı, ısıtıcı, şofben gibi elektrikli ev aletlerinde ve hidrolik bir ünitenin sıcaklık kontrolü gibi endüstriyel uygulamalarda kullanılır.

6.3.1.4. Termokupl

Birbirinden farklı iki ayrı metalin birer ucunun birleşmesiyle oluşan sensörlerdir. İki iletkenin birleşim noktasına **sıcak uç**, ölçüm alınan uca **soğuk uç** denir. Sıcak uç sıcaklığı algılar, soğuk uç ise referans noktası olması için genellikle 0 °C'de tutulur. Metal çiftinin uygun seçimiyle -200 °C ile +2000 °C arasındaki sıcaklıklar ölçülebilir. Metaller genellikle tel şeklindedir ve kullanılan ortamın olumsuz etkilerinden korunmak amacıyla metal veya seramik koruma kılıfları içerisine yerleştirilir (Görsel 6.13).



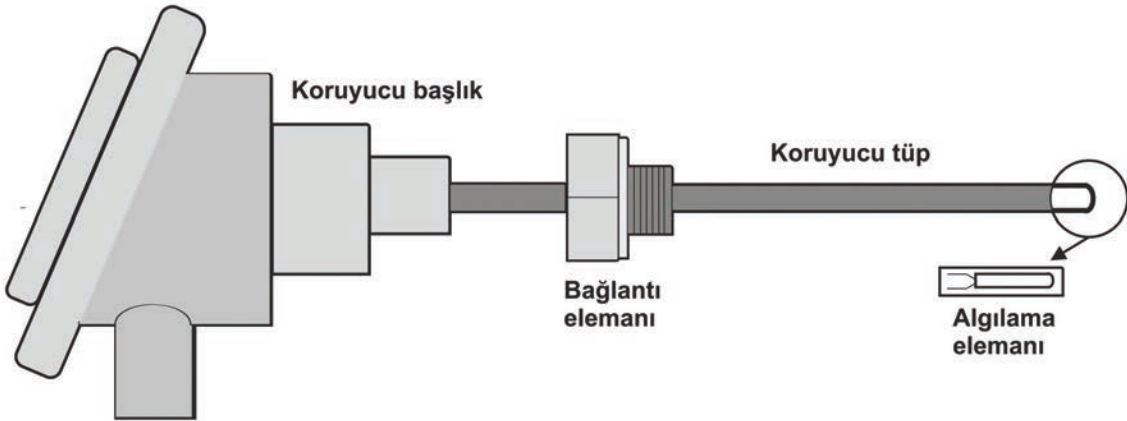
Görsel 6.13: Termokuplun yapısı

Termokuplun birleşim ucu ısıtıldığında ölçüm uçları arasında mV seviyesinde gerilim farkı meydana gelir. Elde edilen gerilim, birleşim noktasına uygulanan sıcaklıkla doğru orantılıdır. Gerilimin değeri, kullanılan malzemenin cinsine ve birleşim noktasının ısınma miktarına bağlıdır. Termokupllar genellikle demir-çelik, çimento, seramik, cam, kimya, petrol, gıda, kâğıt vb. sektörlerde yüksek sıcaklık ölçümünde kullanılır.

6.3.1.5. RTD (Direnç Sıcaklık Dedektörü)

RTD; platin, nikel ve bakır gibi iletken malzemelerin bir sargıya sarılması veya film halinde kullanılmasıyla oluşturulan PTC'dir. Sıcaklık arttıkça direnci artar.

RTD sensör; koruyucu başlık, koruyucu tüp, algılama elemanı ve bağlantı parçalarından oluşur. RTD elemanı genel olarak 6 mm veya 8 mm boru içine yerleştirilir (Görsel 6.14). Sensör sıcaklığı ölçülecek ortama konularak üzerinden sabit akım geçirilir. Sıcaklığın değişimi ile direnç telinin değeri değişir ve üzerinden geçen sabit akımla değişen bir gerilim elde edilir. RTD'ler; iki, üç veya dört telli olabilir.



Görsel 6.14: RTD'nin yapısı

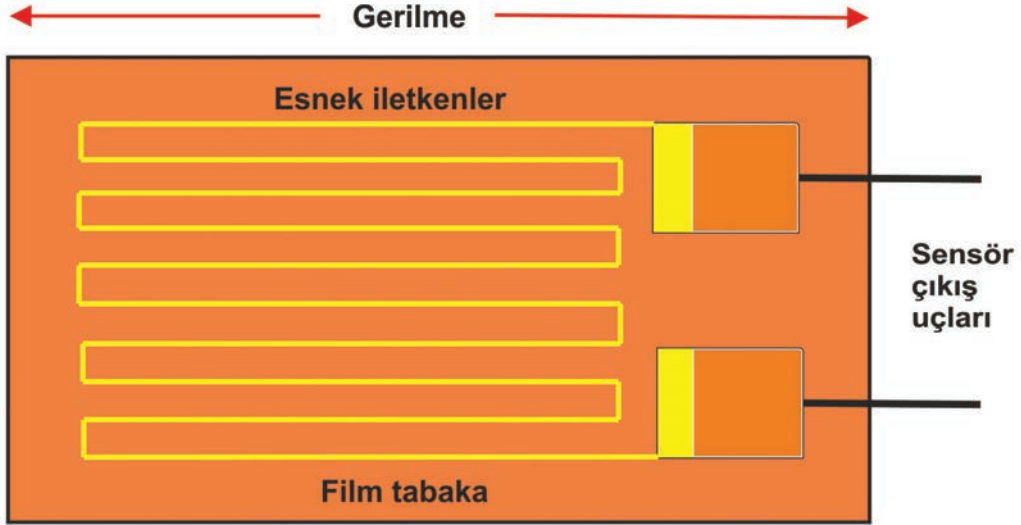
PT100, en çok kullanılan RTD sensördür. Bu sensörde iletken olarak platin kullanılır. Çalışma sıcaklık aralığı -200 °C ile +850 °C'dir. RTD sensörler, termokupllara göre daha düşük sıcaklık aralığına sahiptir. Ancak ölçüm sonuçları daha doğrusaldır. Klima sistemlerinde, tekstil alanında, mikro elektronikte ve başka birçok alanda kullanılır.

6.3.2. Basınç Sensörleri

Ortamdaki basınç değişimini algılayarak elde edilen verileri elektriksel sinyale çeviren cihazlara **basınç sensörü** denir. Genellikle sistemlerin izlenmesi ve kontrol edilmesi amacıyla kullanılır.

6.3.2.1. Gerilme (Strain Gauge) Sensörleri

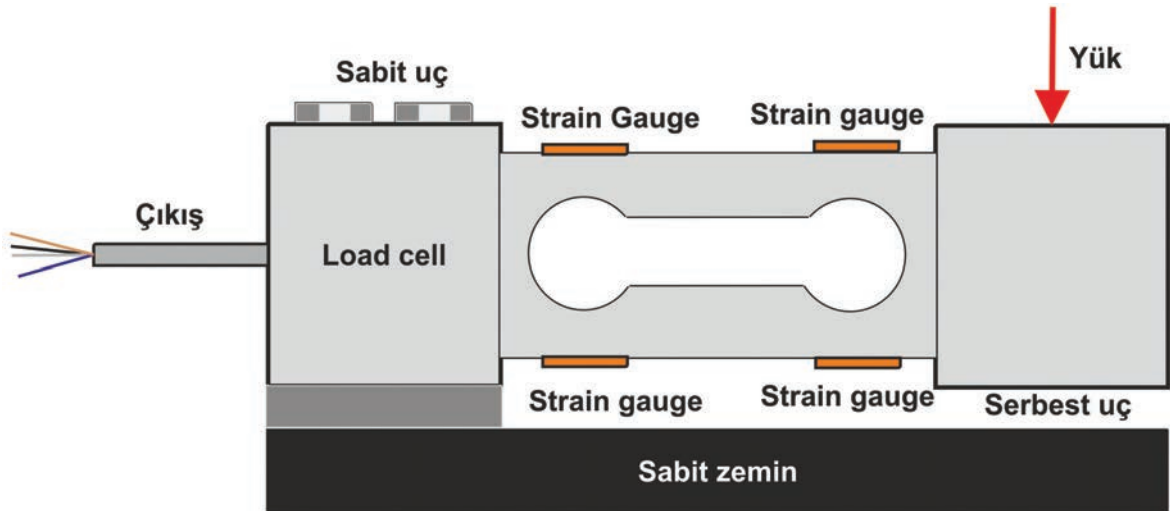
Gerilme sensörleri, ince bir film tabakası üzerine serilmiş esnek iletkenlerden meydana gelir (Görsel 6.15). Uygulanan basıncın etkisiyle esneyen tabaka, iletkenlerin de gerilerek uzamasına sebep olur. İletkenin uzaması kesitini azaltır. Kesitin azalması da direnci artırır ve uygulanan kuvvete bağlı olarak iletkenin direnci değişmiş olur. Bu direnç değişimine bağlı olarak da uygulanan kuvvet ölçülebilen bir elektrik sinyaline çevrilir.



Görsel 6.15: Gerilme sensörünün yapısı

6.3.2.2. Yük Hücresi (Load Cell) Basınç Sensörü

Ağırlığın oluşturduğu gerilme ya da burkulmayı ölçen sensörlerdir. Genellikle alüminyum çerçeve üzerine yerleştirilen gerinim sensörlerinden oluşur. Görsel 6.16'da görüldüğü gibi dört adet gerilme sensörü farklı yönlerde ve köprü şeklinde bağlanarak alüminyum çerçeve üzerine monte edildiğinde yük hücresi elde edilir. Burada kullanılan dört sensörden biri kuvvet ölçerken diğerleri dengeleme amacıyla kullanılır.



Görsel 6.16: Yük hücresi sensörünün yapısı

6.3.3. Mesafe Sensörleri

Mesafe ölçmek amacıyla kullanılan sensörlerdir. Bulunduğu konum ile belirlenen cisim arasındaki mesafeyi elektriksel çıkış olarak verir. Ultrasonik ve lazer mesafe sensörleri en yaygın kullanılan sensörlerdir. Bu sensörler direkt olarak mesafe ölçümü yapabildiği gibi ölçülen mesafe belirli bir değer altında veya üstünde ise sinyal verecek şekilde de çalışabilir. Mesafe sensörleri robot uygulamalarında genellikle engel varlığını saptamak amacıyla kullanılır. Bu sensörler hareketli mekanik parçaları olmadığından ve temasa çok maruz kalmadıklarından uzun çalışma ömürlerine sahiptir.

Mesafe sensörleri çok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Endüstriyel uygulamalarda konveyör sistemlerinde, otomobillerde park sensörleri olarak ve mobil araçlarda ekran kontrolü yapmak amacıyla kullanılmaktadır.

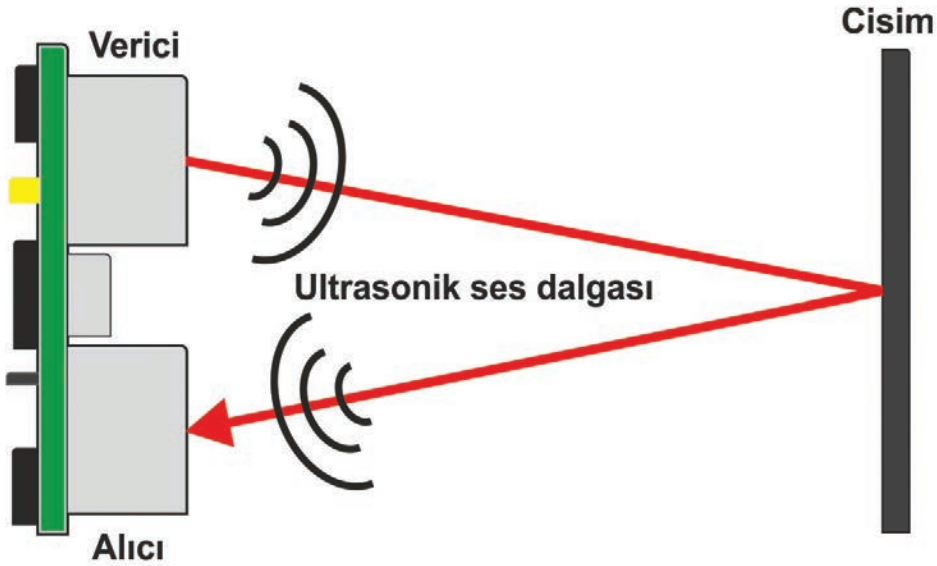
6.3.3.1. Lazer Sensörler

Lazer ışınları yardımıyla mesafe ölçen sensörlerdir. Lazer ışığında farklı boylarda ışık dalgaları bulunur ve bu ışınlar paralel yayılır. Böylece küçük uzaklaşma açısı ile büyük menzilde elde edilir. Dar açı sayesinde ışın 60 metreye varan mesafelere ulaşabilir. Bu ışınlar sensör tarafından yayılır ve hedef cisme çarpıp geri yansır. Elde edilen sonuçlarla aradaki mesafe hesaplanır.

Lazer sensörler, ultrasonik sensörlere göre daha hassas ve hatasız ölçüm yapar. Diğer sensörlere göre çalışma sıcaklık aralığı daha düşüktür (-10 ile +50 °C). Titreşime karşı hassasiyeti diğer sensörlerden daha fazladır.

6.3.3.2. Ultrasonik Sensörler

Mesafe hesabı için ultrasonik ses dalgalarını kullanan sensörlerdir. Ultrasonik ses dalgaları, insan kulağının işitemeyeceği 20 kHz–500 kHz frekans aralığındaki seslerdir. Bu sensörlerde verici hedef cisme ses dalgaları gönderir ve ses dalgası cisme çarpıp geri dönerek verici tarafından alınır. Ses dalgasının cisme çarpıp geri dönme zamanı elektronik devreyle ölçülür ve aradaki mesafe hesaplanır (Görsel 6.17). Bu sensörlerde ultrasonik ses dalgalarının kullanılmasının nedeni, bu frekanslardaki dalgaların düzgün doğrusal şekilde ilerlemeleri, enerjilerinin yüksek olması ve sert yüzeylerden kolayca yansmasıdır. Algılama menzilleri uygun şartlarda otuz metreye varabilir.



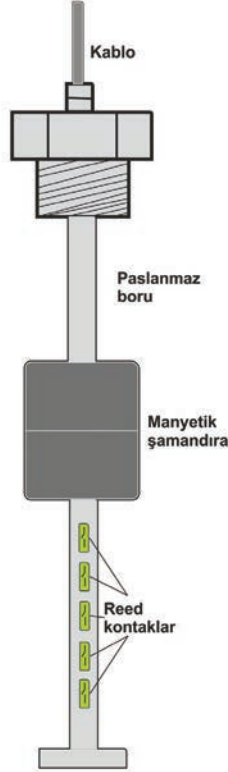
Görsel 6.17: Ultrasonik sensör

6.3.4. Seviye Sensörleri

Sıvıların seviyesini ölçmek amacıyla kullanılan sensörlerdir. Bu sensörler sürekli ya da noktasal ölçüm yapar. Sürekli seviye sensörleri malzemenin seviyesini ölçer. Noktasal sensörler ise malzemenin belirli bir noktadan az ya da çok olduğunu ölçer yani yüksek seviye ya da düşük seviye çıkışı verir.

6.3.4.1. Manyetik Şamandıralı Seviye Sensörleri

Sıvı seviyesine göre paslanmaz çelik tüp boyunca hareket eden mıknatıslı şamandıra ve tüp içine yerleştirilen reed rölelerden oluşur. Şamandıra, reed röleye yaklaştığında manyetik etkiyle reed röle açılır veya kapanır (Görsel 6.18). Noktasal ölçüm yapar. Reed rölelerin sıralı dizilmesiyle sürekli seviye ölçümü de yapılabilir. Tankın yanına veya üstüne kolaylıkla monte edilebilir. Ayar gerektirmez ve ekonomiktir. Ancak yüksek viskoziteli sıvılarda ölçüm hassasiyeti düşüktür.



Görsel 6.18: Manyetik şamandıralı sensör

6.4. SİNYAL ÇEVİRİCİLER

Farklı akım, gerilim ve direnç seviyelerindeki elektrik sinyallerini birbirine çeviren cihazlara **sin-yal çevirici** denir. Genellikle analog sinyalleri 0 V-10 V, 0 mA-20 mA ya da 4 mA-20 mA gibi standart değerlerdeki sinyallere çevirir. Örneğin sıcaklık sensöründen gelen sinyallerin uzun mesafeli iletiminde izolasyon ve dönüştürme gerekir. Ayrıca kontrol sisteminin izole edilmiş analog girişleri yoksa ayrı bir izolatöre ihtiyaç duyulur. Yine kontrol sisteminin sensör için güç sağlayamadığı durumlarda bu dönüştürücüler kullanılır.

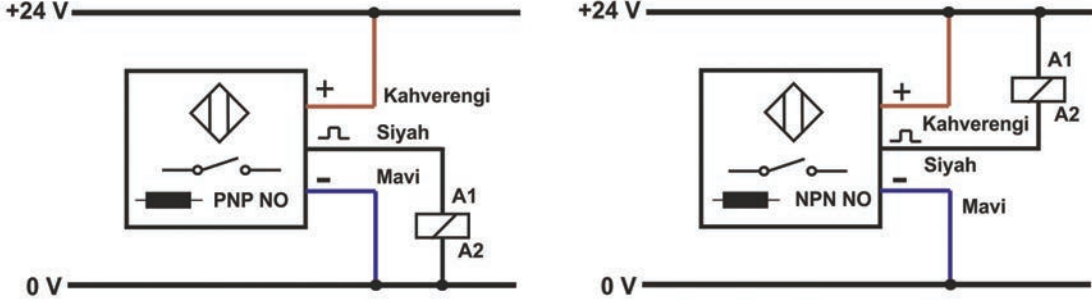
Ölçülen değerler bir bilgisayara aktarılabilir. Giriş ve çıkış sinyalleri bilgisayar aracılığı ile belirlenebileceği gibi üzerinde bulunan dipswitch [(dipsviç) (dipanahtar)] ile de ayarlanabilir.

Analog sinyal dönüştürücülerin genel işlevleri aşağıda verilmiştir.

- DC ölçüm ve kontrol sinyallerinin yüksek seviyede izolasyonunu sağlar.
- Farklı seviyelerdeki akım ve gerilim girişlerini birbirine dönüştürür.
- Düşük seviye sensör girişlerinin yükseltilmesi, doğrusallaştırılması ve iletimini sağlar. Örneğin ısı sensörlerinden gelen mV seviyesindeki çıkışı, 100 mV ve üzeri aktarımlarda yüksek seviye DC çıkışlara dönüştürür.

AMAÇ: Endüktif sensör uygulamaları yapmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 6.19: PNP ve NPN sensör bağlantıları

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Güç kaynağı	24 VDC	1 adet
Endüktif sensör	PNP ve NPN çıkışlı, NO	Birer adet
Röle	24 VDC	1 adet
İletken	0,75 mm ²	
Diğer eleman ve el aletleri	Breadboard, avometre, yan keski, tornavida	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Rölenin sağlamlık kontrolünü ölçü aletiyle yaparak breadboard üzerine yerleştiriniz.
2. Görsel 6.19'da verilen şemaya göre PNP sensör bağlantılarını yapınız.
3. Öğretmen kontrolünde devreye enerji vererek ilk anda rölenin çekmediğini gözlemleyiniz.
4. Sensörün yüzeyine tornavidanın ucunu yaklaştırınız ve rölenin çektiğini gözlemleyiniz.
5. PNP sensörü sökerek verilen şemaya göre NPN sensör bağlantılarını yapınız.
6. Öğretmen kontrolünde devreye enerji vererek sensöre tornavidanın ucunu yaklaştırınız.
7. Algılama mesafesine girdiğinde rölenin çektiğini gözlemleyiniz.
8. Devreyi dikkatlice sökerek elemanları teslim ediniz.

SORU

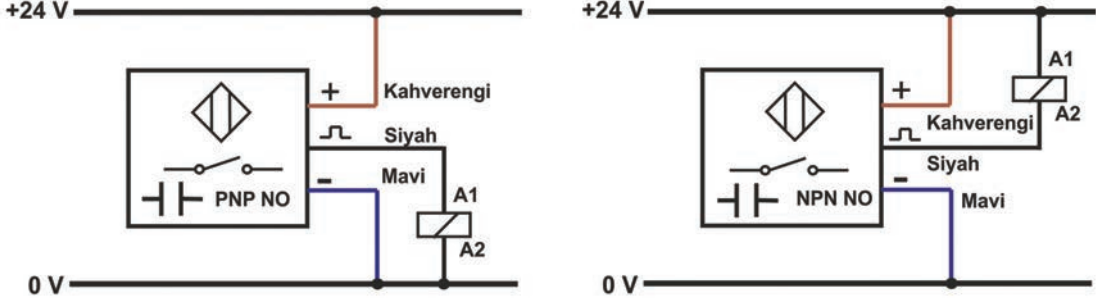
1. Sensör nedir? Tanımlayarak sensör çeşitlerini yazınız.



ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Sensör uçlarının tespiti	20	
Numarası	:	2	İletken bağlantılarının yapılması	20	
		3	PNP sensörün çalışması	20	
Adı-Soyadı	:	4	NPN sensörün çalışması	20	
İmza	:	5	Devrenin yorumlanması	20	
				TOPLAM PUAN	100

AMAÇ: Kapasitif sensör uygulamaları yapmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 6.20: Kapasitif sensör bağlantısı

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Güç kaynağı	24 VDC	1 adet
Kapasitif sensör	PNP ve NPN çıkışlı, NO	1 adet
Röle	24 VDC	1 adet
İletken	0,75 mm ²	
Diğer eleman ve el aletleri	Breadboard, avometre, yan keski, tornavida	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Rölenin sağlamlık kontrollerini ölçü aletiyle yaparak röleyi breadboard üzerine yerleştiriniz.
2. Görsel 6.20'de verilen şemaya göre PNP sensör bağlantılarını yapınız.
3. Öğretmen kontrolünde devreye enerji vererek ilk anda rölenin çekmediğini gözlemleyiniz.
4. Sensörün yüzeyine sırayla tornavidanın metal ucunu ve plastik kısmını yaklaştırınız.
5. Tornavida algılama mesafesine girdiğinde rölenin çektiğini gözlemleyiniz.
6. PNP sensörü sökünüz ve verilen şemaya göre NPN sensör bağlantılarını yapınız.
7. Öğretmen kontrolünde devreye enerji vererek sensöre tornavidanın metal ve plastik kısımlarını sırayla yaklaştırınız.
8. Tornavida algılama mesafesine girdiğinde rölenin çektiğini gözlemleyiniz.
9. Devreyi dikkatlice sökerek elemanları teslim ediniz.

SORU

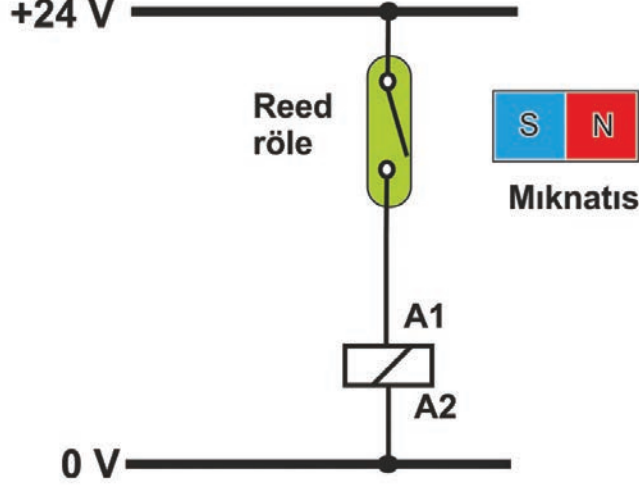
1. Endüktif ve kapasitif sensör arasındaki farkı yazınız.



ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Sensör uçlarının tespiti	20	
Numarası	:	2	İletken bağlantılarının yapılması	20	
		3	PNP sensörün çalışması	20	
Adı-Soyadı	:	4	NPN sensörün çalışması	20	
İmza	:	5	Devrenin yorumlanması	20	
				TOPLAM PUAN	100

AMAÇ: Reed röle kullanarak manyetik sensör uygulaması yapmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 6.21: Manyetik sensör bağlantısı

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Güç kaynağı	24 VDC	1 adet
Manyetik sensör	Reed röle tek kontak	1 adet
Röle	24 VDC	1 adet
İletken	0,75 mm ²	
Diğer eleman ve el aletleri	Breadboard, avometre, yan keski, mıknatıs	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Rölenin sağlamlık kontrolünü ölçü aletiyle yapınız.
2. Reed röle ve DC röleyi breadboard üzerine yerleştiriniz.
3. Görsel 6.21'de verilen şemaya göre devre bağlantılarını yapınız.
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji vererek ilk anda rölenin çekmediğini gözlemleyiniz.
5. Mıknatısı reed röleye yaklaştırıp algılama mesafesinde rölenin çektiğini gözlemleyiniz.
6. Mıknatısı yaklaştırıp uzaklaştırarak DC rölenin hareketlerini gözlemleyiniz.
7. Devreyi dikkatlice sökerek elemanları teslim ediniz.

SORU

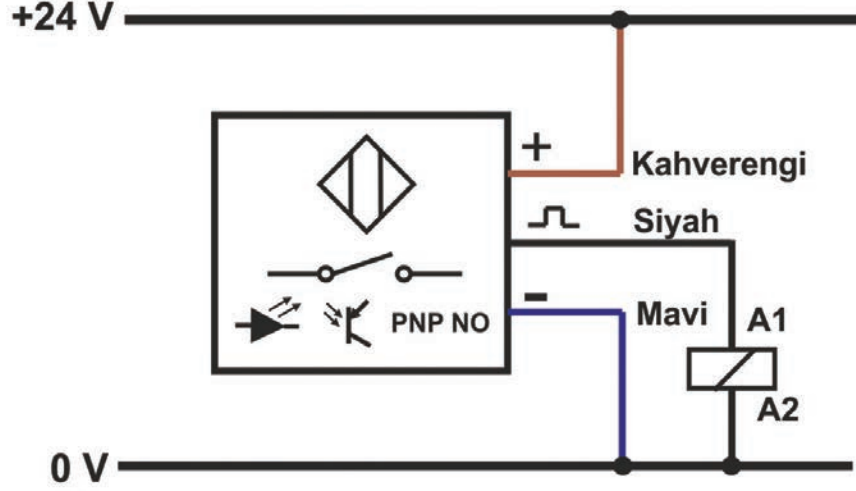
1. Manyetik sensör nedir? Tanımlayınız.



ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Elemanların breadboard üzerine yerleştirilmesi	25	
Numarası	:	2	İletken bağlantılarının yapılması	25	
		3	Manyetik sensörün çalışması	25	
		4	Devrenin yorumlanması	25	
				TOPLAM PUAN	100

AMAÇ: Optik sensör uygulaması yapmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 6.22: Optik sensör bağlantısı

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Güç kaynağı	24 VDC	1 adet
Optik sensör	PNP çıkışlı, NO, cisimden yansımali	1 adet
Röle	24 VDC	1 adet
İletken	0,75 mm ²	
Diğer eleman ve el aletleri	Breadboard, avometre, yan keski, tornavida	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Rölenin sağlamlık kontrolünü ölçü aletiyle yaparak röleyi breadboard üzerine yerleştiriniz.
2. Görsel 6.22'de verilen şemaya göre optik sensör bağlantısını yapınız.
3. Öğretmen kontrolünde devreye enerji vererek ilk anda rölenin çekmediğini gözlemleyiniz.
4. Sensörün yüzeyine farklı özellikteki malzemeleri (metal, plastik, ahşap vb.) yaklaştırınız.
5. Malzemeler algılama mesafesine girdiğinde rölenin çektiğini gözlemleyiniz.
6. Devreyi dikkatlice sökerek elemanları teslim ediniz.

SORULAR

1. Optik sensör nedir? Tanımlayınız.
2. Optik sensör çeşitlerini yazınız.

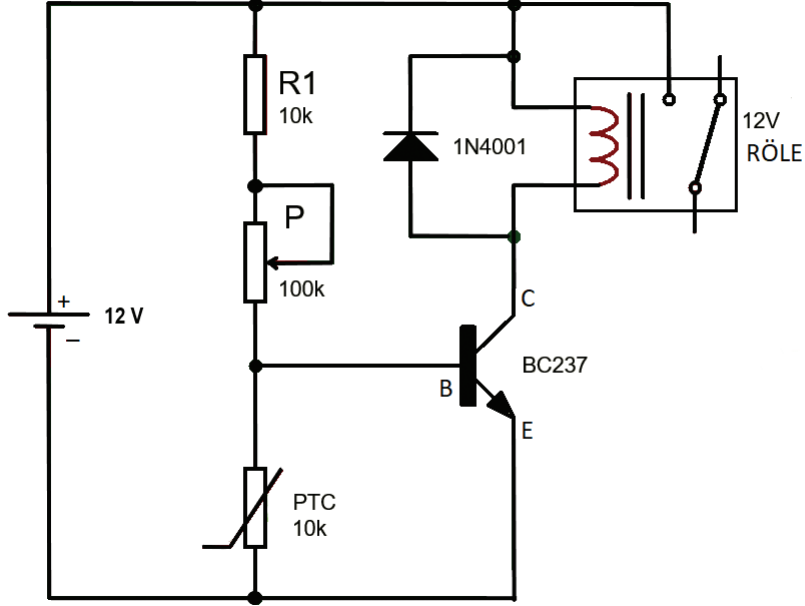


KOD=19701

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Sensör uçlarının tespiti	25	
Numarası	:	2	İletken bağlantılarının yapılması	25	
		3	Optik sensörün çalışması	25	
		4	Devrenin yorumlanması	25	
		TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: Sıcaklık sensörü uygulaması yapmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 6.23: Sıcaklık sensörü bağlantısı

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Güç kaynağı	12 VDC	1 adet
PTC	10 K	1 adet
Röle	12 VDC	1 adet
Transistör	BC237	1 adet
Diyot	1N4001	1 adet
Potansiyometre	100 K	1 adet
Direnç	10 K	1 adet
İletken	0,75 mm ²	
Diğer malzemeler	Breadboard, avometre, yan keski, havya	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aletiyle yapınız.
2. Elemanları breadboard üzerine yerleştiriniz.
3. Görsel 6.23'te verilen şemaya göre bağlantıları yapınız.
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji vererek ilk anda rölenin çekmediğini gözlemleyiniz.
5. PTC'yi havya ile ısıtınız.
6. PTC yeterince ısıtıldığında rölenin çektiğini gözlemleyiniz.
7. Devreyi dikkatlice sökerek elemanları teslim ediniz.

SORULAR

1. Sıcaklık sensörü nedir? Tanımlayınız.
2. Sıcaklık sensörü çeşitlerini yazınız.



KOD=19702

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Elemanların breadboard üzerine yerleştirilmesi		25	
Numarası :	2	İletken bağlantılarının yapılması		25	
	3	Devrenin çalışması		25	
Adı-Soyadı :	4	Devrenin yorumlanması		25	
		TOPLAM PUAN		100	

UYGULAMA ETKİNLİĞİ

SENSÖRLERİN SERİ VE PARALEL BAĞLANMASI

AMAÇ: Üç uçlu sensörleri seri ve paralel bağlamak.

UYGULAMA: Üç uçlu endüktif, kapasitif ve optik sensörler seri ve paralel bağlanarak çıkıştaki röle kontrol edilecektir. Seri ve paralel bağlantı şemalarını çizin. Malzeme listesini çıkarınız. Devreleri kurarak çalıştırınız.

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Seri devre şemasının çizilmesi	10	
2	Paralel devre şemasının çizilmesi	10	
3	Malzeme listesinin çıkarılması	10	
4	Elemanların breadboard üzerine yerleştirilmesi	10	
5	Seri devre bağlantılarının yapılması	10	
6	Paralel devre bağlantılarının yapılması	10	
7	Devrelere enerji verilmesi	10	
8	Seri devre sensörlerinin çalışması	10	
9	Paralel devre sensörlerinin çalışması	10	
10	Devrelerin yorumlanması	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Sensörler tek iletkenlidir.
2. (...) Sensörler, kontak durumuna göre normalde açık veya normalde kapalı olabilir.
3. (...) Sensörlerin seri bağlantısında ilk sensör aktif hâle geldiğinde ikinci sensöre enerji uygulanır.
4. (...) Dijital sensörler, lojik 1 ve lojik 0 olmak üzere sayısal çıkış veren sensörlerdir.
5. (...) Endüktif sensörler 1 m ile 50 m arası algılama yapabilir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

6. Sensörlerde pozitif (+) uç renkli iletkenidir.
7. Sensörün verdiği çıkış işaretine göre ve olmak üzere iki tip sensör vardır.
8. Birden fazla sensör bağlantısında herhangi bir sensör çalıştığında, çıkış sinyali alınmak istendiğinde bağlantı kullanılır.
9. Verici ve alıcının ayrı olduğu optik sensörlere sensör denir.
10. Fiziksel büyüklükleri elektriksel sinyallere dönüştüren elemanlara denir.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanı her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()	Sadece metal cisimleri algılayan sensörlerdir.	A	Reed röle
12.	()	Metal olan ve metal olmayan cisimleri algılayan sensörlerdir.	B	Optik sensör
13.	()	Özel karışım gaz doldurulmuş cam tüp içindeki kontaklardan oluşan anahtarlama elemanıdır.	C	Endüktif sensör
14.	()	Ortamdaki ışık miktarına ait değişimleri algılayarak elektriksel sinyale çeviren sensörlerdir.	D	Enkoder
15.	()	Bağlı bulunduğu motor milinin hareketine karşılık sayısal sinyal üreten elektromekanik cihazdır.	E	Renk sensörü
			F	Termokupl
			G	Kapasitif sensör

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi manyetik sensördür?

- A) Fiberoptik B) Renk C) Hall D) RTD E) NTC

17. Aşağıdakilerden hangisi analog sensörlerin standart akım çıkış değerlerindedir?

- A) 4-20 mA B) 0-10 V C) 0-5 V D) 4-20 A E) 0-10 A

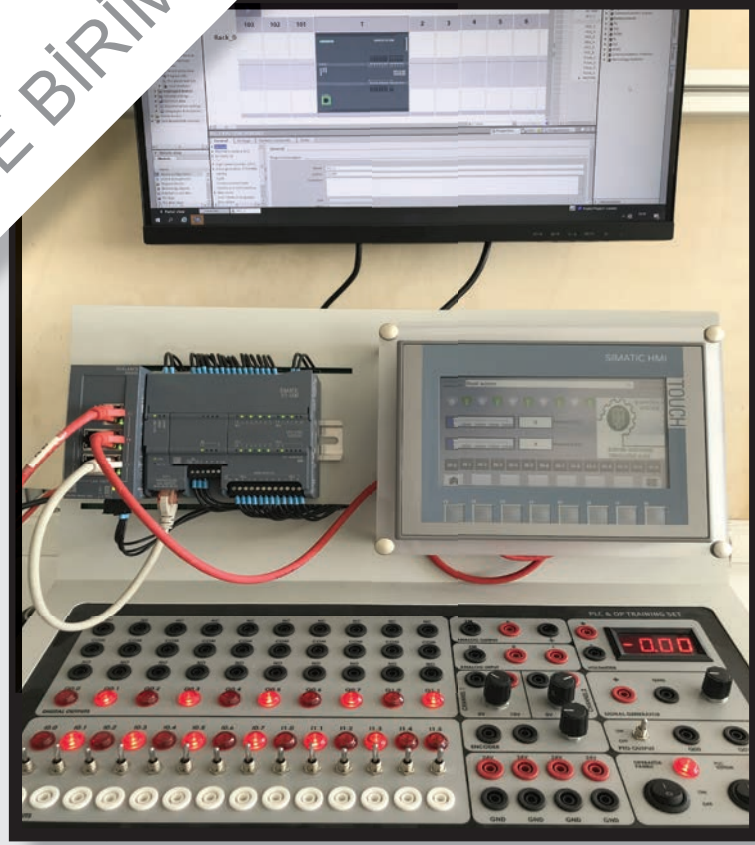
18. Aşağıdakilerden hangisi sıcaklık sensörü değildir?

- A) Termokupl B) RTD C) Termostat D) PTC E) Load Cell

19. Aşağıdakilerden hangisi insan kulağının işitemeyeceği frekans aralığındaki sesle çalışan mesafe sensörüdür?

- A) Lazer B) Ultrasonik C) Strain Gauge D) Şamandıralı E) Termistör

7. ÖĞRENME BİRİMİ



İŞLEMLERİ TEMEL PLC

TEMEL PLC İŞLEMLERİ

KONULAR

7.1. PLC'NİN ÖZELLİKLERİ VE ÇALIŞMASI

7.2. PLC GİRİŞ VE ÇIKIŞ ELEMANLARI

7.3. PLC BESLEME VE ELEMAN BAĞLANTILARI

7.4. PLC DONANIMLARI VE SEÇİMİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

PLC'lerin özellikleri, PLC giriş-çıkış elemanları ve bağlantıları

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

PLC ve PLC'nin önemiyle ilgili neler biliyorsunuz?

TEMEL KAVRAMLAR

PLC, CPU, buton, sensör, röle, kontaktör, sinyal lambası, motor, sinyal board, sinyal modül, haberleşme modülü, profinet.



7.1. PLC'NİN ÖZELLİKLERİ VE ÇALIŞMASI

Girişlerine uygulanan sinyalleri algılayarak istenilen çalışma şartlarını gerçekleştiren ve bir yazılım vasıtasıyla çıkışlarını kontrol eden mikroişlemci tabanlı cihazlara **PLC** **PLC [Programmable Logic Controller(programmeybil lojik kontrolör)] (Programlanabilir mantıksal kontrolcü)]** denir. PLC'ler klasik kumanda sistemlerinin yaptığı kontrolü yazılım kullanarak gerçekleştirir. PLC'lerin kullanımındaki temel amaç, hataları en aza indirip sürekliliği ve hızı artırmaktır.

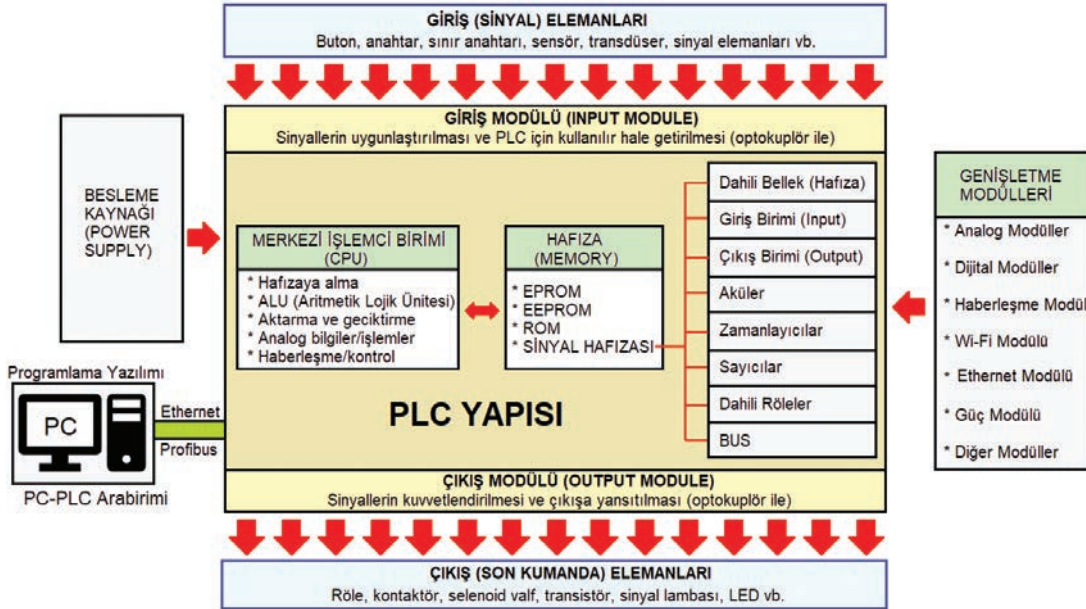
PLC'lerin klasik kumanda devrelerine göre üstünlükleri aşağıda verilmiştir.

- Az yer kaplar, az arıza yapar ve az bakım gerektirir.
- İhtiyaçların değişmesi sistem üzerinde çok fazla değişim gerektirmez.
- Düşük gerilimlerle büyük güçlü sistemlerin kontrolü yapılabilir.
- Bilgisayarla iletişim kurabilir.
- Ek modüllerle genişletilebilir.
- Enerji tüketimleri düşüktür.
- Güvenilirlikleri yüksektir.

PLC'ler sıralı kontrol, hareket kontrolü, süreç kontrolü ve veri yönetimi için kullanılır. Genel olarak paketleme ve ambalajlama makineleri, kimyasal karışım üniteleri, ısıtma ve soğutma sistemleri, depolama tesisleri, asansör sistemleri, robotik uygulamalar, boyahaneler, entegre üretim tesisleri ve SCADA sistemlerinde kullanılır.

7.1.1. PLC'nin Yapısı

PLC'ler; giriş ve çıkış ünitesi, CPU (işlemci), hafıza ve diğer birimlerden oluşur. Besleme kaynağı harici veya dâhili olabilir. 24 V DC veya 220 V AC tipleri vardır. Giriş ve çıkış elemanları bağlanarak istenen otomasyon kontrolünü sağlar. Giriş elemanı olarak buton, anahtar ve sensörler kullanılırken çıkış elemanı olarak kontaktör, röle, selenoid valf ve sinyal lambası gibi elemanlar kullanılır (Görsel 7.1).




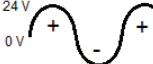
Görsel 7.1: PLC'nin yapısı

Giriş (Input) Birimi: Algılama elemanlarından gelen elektriksel sinyalleri uygun gerilim seviyelerine dönüştüren birimdir. Harici elemanlarla PLC arasında köprü görevi görür ve gelen elektriksel bilgileri CPU'ya aktarır. Giriş gerilimi olarak genellikle 24 VDC kullanılır.

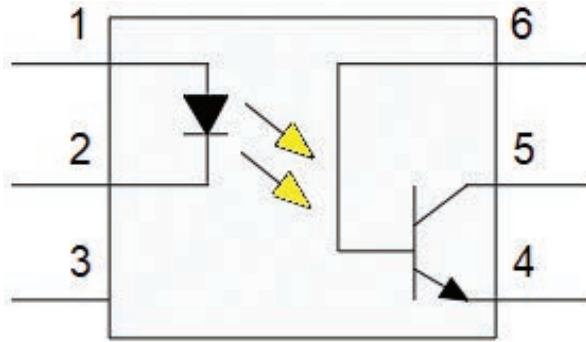


Dijital (DI1, DI2 vb.) ve analog (AI1, AI2 vb.) olarak iki farklı giriş bulunur. Analog ve dijital girişlerin özellikleri Tablo 7.1'de verilmiştir.

Tablo 7.1: PLC Girişlerinin Özellikleri

GİRİŞ TÜRÜ	ÖZELLİKLERİ	SİNYALİ
Dijital Giriş (DI1, DI2...)	En çok kullanılan giriş türüdür. Bir gerilimin olup olmadığını kontrol eder ve ilgili birime Lojik 0 (0 V) veya Lojik 1 (12-30 V) olarak aktarır. Kontrol amaçlı kullanılır.	Lojik1 Lojik0 
Analog Giriş (AI1, AI2...)	Zaman içinde sürekli değişen sinyallerin uygulandığı girişlerdir. Gerilim (0-10 V) veya akım (0-20 mA) sinyalleri uygulanır. Hassas ölçümlerde tercih edilir.	24 V 0 V 

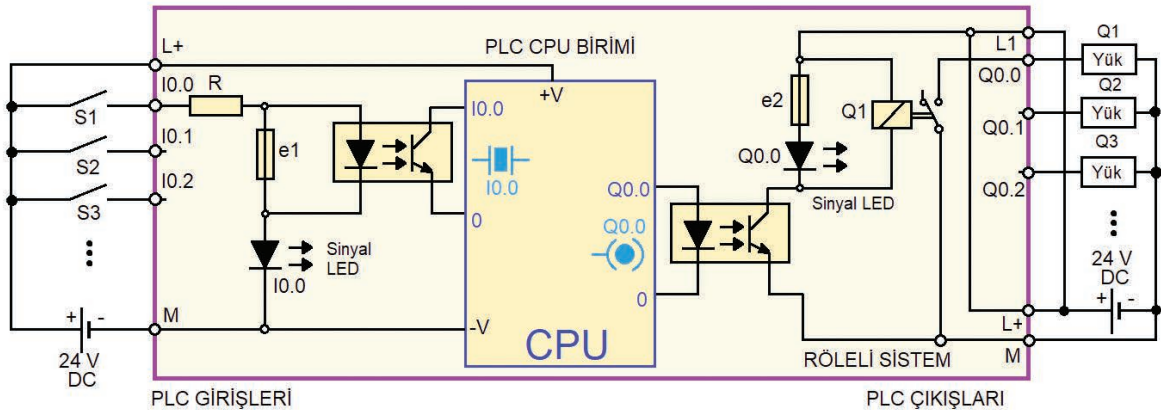
Giriş birimiyle CPU arasında elektriksel yalıtım sağlanması, PLC arızalarının sınırlandırılması bakımından önemlidir. Yalıtım için optokuplörler kullanılır. Giriş sinyalleri optokuplörler üzerinden CPU'ya aktarılır. Optokuplör, aralarında elektriksel bir bağlantı olmaksızın birbirleriyle optik olarak haberleşen verici ve alıcıdan oluşan, düşük gerilimlerle yüksek gerilim ve akımların kontrol edildiği elektronik devre elemanıdır (Görsel 7.2).



Görsel 7.2: Optokuplör

Optokuplörlerin görevi, iki devreyi birbirinden fiziksel olarak ayırmak, yani elektriksel olarak yalıtımdır. Elemanın girişine uygulanan gerilim çıkışa ışık ile iletilir ve çıkıştaki elemanı aktif eder. Örnek olarak PLC girişindeki optokuplör, +24V giriş sinyallerini CPU'nun çalışma gerilimi olan +5V'a çevirir. Bunun yanında girişte olabilecek ani gerilim veya akım değişimlerinin CPU'ya aktarılmasını önler ve PLC'yi korur (Görsel 7.3).

Çıkış (Output) Birimi: Lojik sinyalleri kontaktör, röle gibi kumanda elemanlarını çalıştırmaya uygun sinyallere dönüştüren birimdir. Dijital (DQ1, DQ2 vb.) ve analog (AQ1, AQ2 vb.) olarak iki farklı çıkış bulunur. Dijital çıkışlar daha çok kullanılır. PLC çıkış biriminde de optokuplör kullanılır. 5V CPU gerilimi, optokuplör ile çıkışa 24V olarak aktarılır. CPU ile çıkış arasında yalıtım sağlayan optokuplör, çıkışta oluşabilecek arızaların CPU'ya yansımalarını önler (Görsel 7.3).



Görsel 7.3: PLC birimleri ve optokuplörle yalıtım

PLC'ler röle veya transistör çıkışlı olabilir. Tablo 7.2'de PLC çıkışlarının özellikleri ve kullanıldığı alanlar verilmiştir.

Tablo 7.2: PLC Çıkışlarının Özellikleri

ÇIKIŞ TÜRÜ	ÖZELLİKLERİ	AKIM DEĞERİ
Röleli	Sinyallerin sık değişmediği ve elektriksel yalıtım gerektiren alanlarda kullanılır. Farklı gerilimli elemanları kontrol edebilir. Anahtarlama hızları düşüktür ve mekanik hareketten dolayı röle kontakları zamanla aşınabilir.	2 A (DC/AC)
Transistörlü	Sinyallerin çok sık değiştiği DC devrelerde kullanılır. Anahtarlama hızları yüksektir. Mekanik kontağı olmadığından aşınma, gürültü yoktur ve uzun ömürlüdür. Kutupları olmasından dolayı bağlantılarda buna dikkat edilmelidir. Geniş bir kullanım alanına sahiptir.	0,5 A (DC)

Merkezi İşlem Birimi (CPU): Giriş verilerini okuyup değerlendirerek elde edilen sonuçları ilgili çıkış veya hafıza alanlarına aktaran birimdir. PLC'nin beynidir. Giriş, çıkış, hafıza ve diğer birimler arasında iletişim ve koordinasyonu sağlar.

Hafıza (Bellek) Birimi: PLC programının saklandığı bölümdür. Buradaki veriler CPU'ya gönderilir. Program ve veri belleği bölümlerinden oluşur.

7.1.2. PLC'nin Çalışması

PLC'nin çalışması belirli işlemlerin periyodik olarak yapılması ile gerçekleşir. Bu periyodik işleme **bir tarama süresi** adı verilir. Tarama süresi modele göre farklılık göstermekle birlikte 0,1 ms ile 20 ms arasındadır (Görsel 7.4).



Görsel 7.4: PLC tarama çevrimi

PLC'nin çalışma aşamaları aşağıda verilmiştir.

- PLC çalışma (RUN) moduna alındığında ilk önce çıkış hafızası sıfırlanır. Sonra girişlere bağlı sensör, buton, sınır anahtarı gibi elemanlardan alınan sinyaller okunarak giriş hafızasına kaydedilir. Böylece tarama çevriminin ilk aşaması tamamlanır. Veriler bir sonraki tarama çevrimine kadar değişmez.
- Çevrimin ikinci aşamasında program belleğinde bulunan komutlar sırasıyla yürütülür.
- Üçüncü aşamada komutların yürütülmesi işlemci tarafından denetlenir. Herhangi bir problem bulunmaması hâlinde elde edilen veriler çıkış birimine iletilir.

PLC seçimi sistem odaklı yapılmalıdır. PLC giriş ve çıkış sayıları özellikle önemlidir. 10, 14, 24 gibi farklı giriş ve çıkış sayısına sahip modeller bulunmaktadır. Ayrıca genişleme modülü eklenebilme özelliğine de dikkat edilmelidir. Bir diğer faktör ise programın işletilme süresidir. Bu süre gelişmiş modellerde 0,1 µs civarındadır. Ancak sistemde ani değişimler oluyor ya da sık kontrol edilmesi gereken bir iş yapıyorsa düşük süreli modeller tercih edilmelidir.

Genel olarak seçim ölçütleri aşağıda verilmiştir.

- Besleme gerilimi
- Giriş-çıkış sayısı ve tipleri
- Haberleşme özellikleri
- Genişleme imkânları
- Dâhili röle sayısı
- İşlemcinin hızı
- Program hafızası ve yedekleme imkânı
- Kullanım kolaylığı ve diğer sistemlerle uyumluluğu
- Maliyeti



7.2. PLC GİRİŞ VE ÇIKIŞ ELEMANLARI

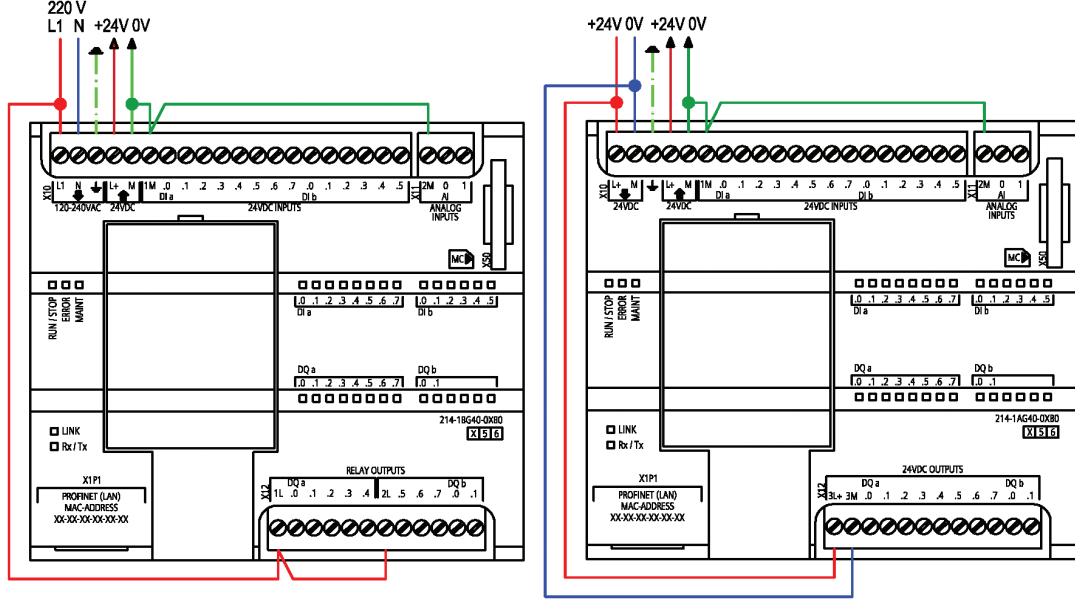
PLC giriş ve çıkışında en çok kullanılan elemanlar Tablo 7.3'te verilmiştir.

Tablo 7.3: PLC'lerde Kullanılan Giriş ve Çıkış Elemanları ve Özellikleri

SEMBOLLER	ELEMANLAR	ÖZELLİKLERİ
	Buton	Kumandayı başlatma veya durdurma amacıyla kullanılan start, stop, jog gibi ani temaslı elemanlardır.
	Anahtar	Farklı konumlarda kalıcı tip kumanda elemanlarıdır.
	Paket Şalter	Bir eksen etrafında dönebilen bir mil üzerine art arda dizilmiş ve paketlenmiş kontaklardan oluşan çok konumlu şalterlerdir.
	Sınır Anahtarı	Hareket başlatma veya durdurma amacıyla kullanılan mekanik temaslı algılayıcıdır.
	Sensör	Hareket, ısı, ışık ve basınç gibi fiziksel büyüklükleri, elektriksel büyüklüklere çeviren elemandır.
	Motor	Elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makinedir. AC veya DC motorlara kumanda edilebilir.
	Kontaktör	Yüksek akım çeken alıcıların kumandasında kullanılan büyük akımlı manyetik anahtardır.
	Röle	Düşük akım çeken alıcıların kumandasında kullanılan küçük akımlı manyetik anahtardır.
	Sinyal Lambası	Gösterge veya ikaz amacıyla kullanılan ve dışarıya ışık olarak yansıtan devre elemanıdır.
	Sesli Uyarı Cihazları	İkaz amacıyla kullanılan ve dışarıya ses olarak yansıtan devre elemanıdır.
	Solenoid Valf	Hidrolik ve pnömatik devrelerin kumandasında kullanılan devre elemanıdır.

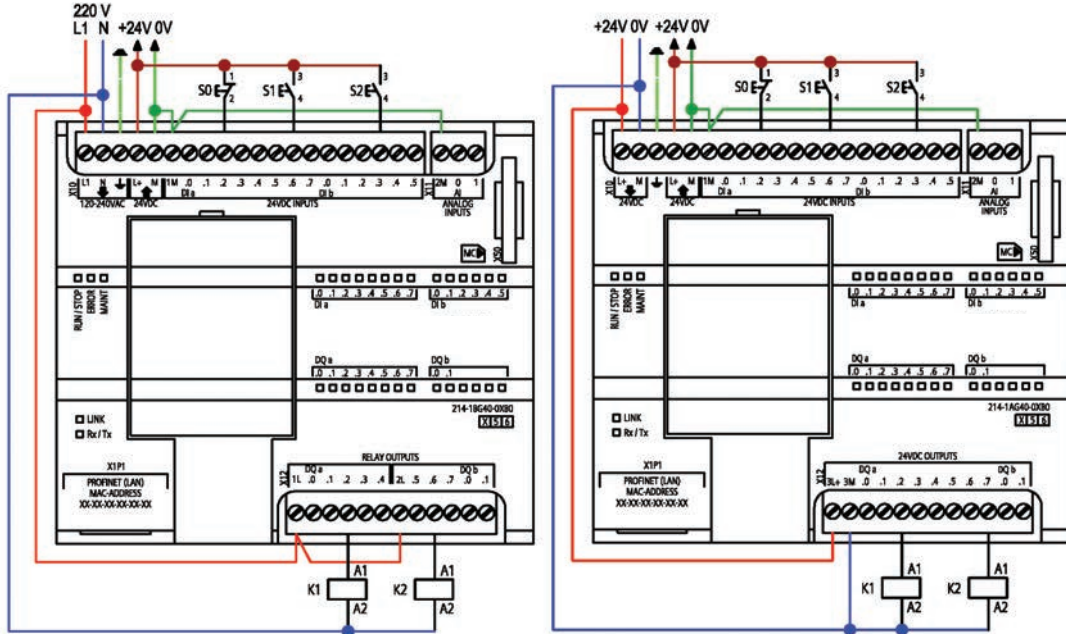
7.3. PLC BESLEME VE ELEMAN BAĞLANTILARI

PLC'lerde besleme ve giriş-çıkış elemanlarının bağlantısı olmak üzere iki farklı bağlantı gerçekleştirilir. Bu bağlantılar PLC'nin özelliği dikkate alınarak yapılmalıdır. PLC'lerde besleme gerilimi AC veya DC olabilir. AC beslemede faz L1, nötr N ve toprak ucu da topraklama işaretinin bulunduğu klemense bağlanır. Çıkış uçlarında L ile işaretlenmiş klemenslere besleme verilir (Görsel 7.5).



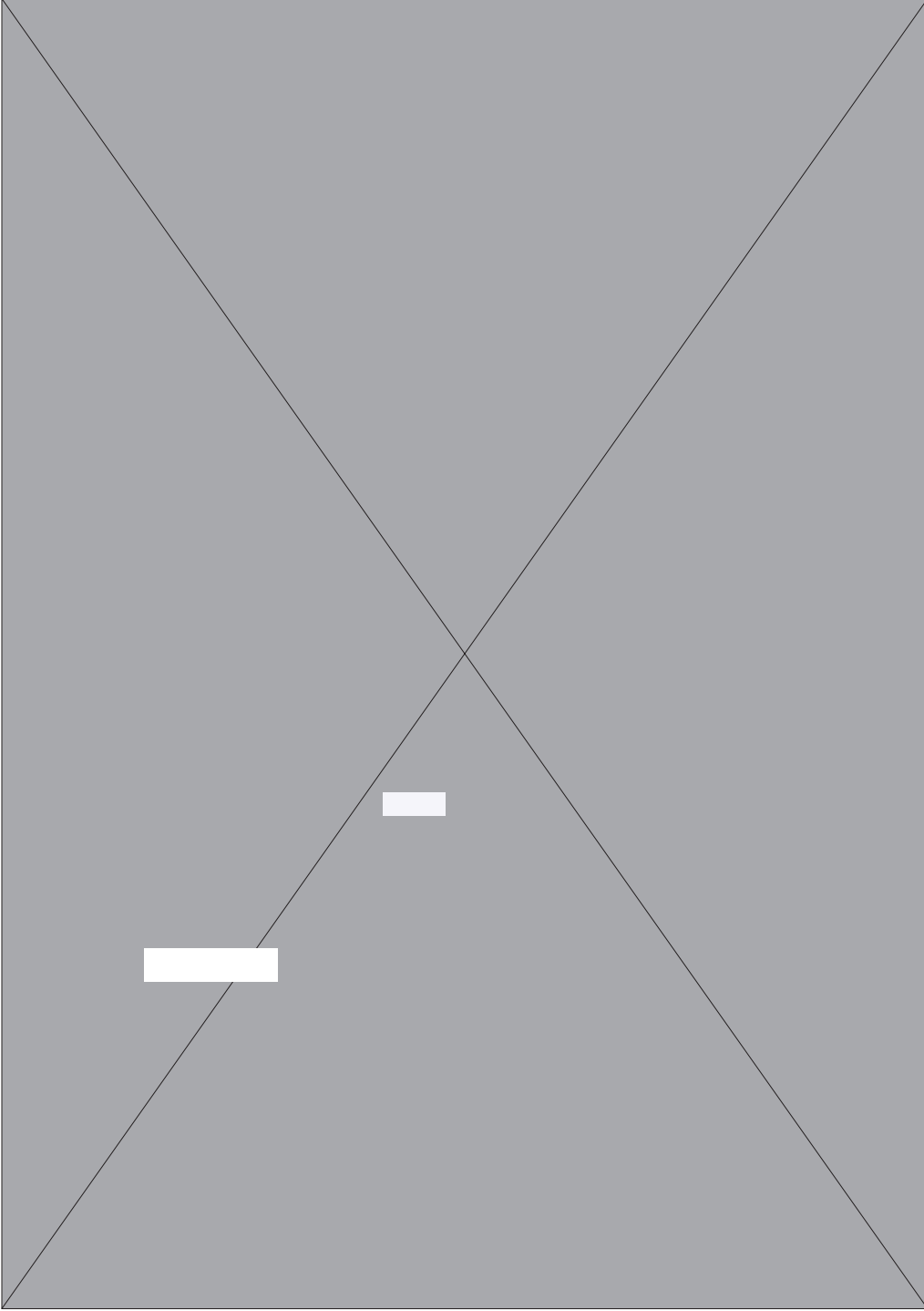
Görsel 7.5: PLC besleme bağlantıları

Buton, anahtar, sınır anahtarı gibi iki uçlu ve kutupsuz elemanların bir ucu pozitif girişe bağlanır. Elemanın diğer ucu ise programda tanımlanan giriş adresine bağlanır. Burada dikkat edilmesi gereken diğer bir husus da analog ve dijital girişlerin karıştırılmamasıdır. Sensör gibi kutuplu elemanlar bağlanırken pozitif ve negatif uçları ilgili besleme uçlarına, sinyal çıkış ucu ise programda tanımlanan giriş adresine bağlanır (Görsel 7.6).



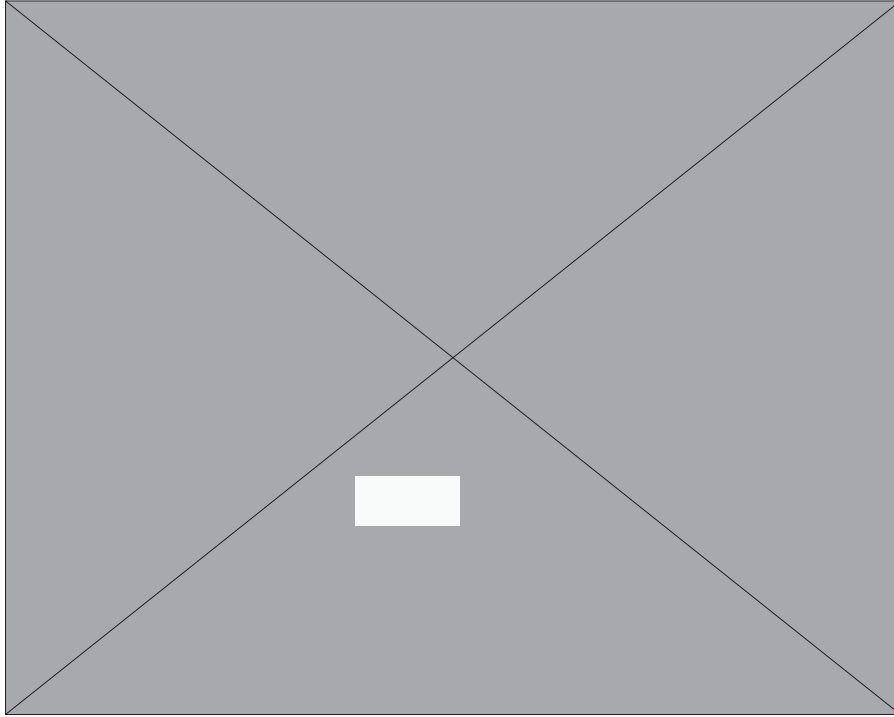
Görsel 7.6: PLC giriş ve çıkış elemanlarının bağlantısı

PLC çıkış bağlantıları PLC çıkış tipine göre yapılmalıdır. PLC çıkışı röleli ise kontaktör gibi çıkış elemanları direkt bağlanabilir. 2 A'e kadar AC ve DC elemanlar bağlanabilir. Görsel 7.7'de röle çıkışlı bir PLC ile üç fazlı asenkron motorun devir yönünün değiştirilmesine ait açık bağlantı şeması verilmiştir.



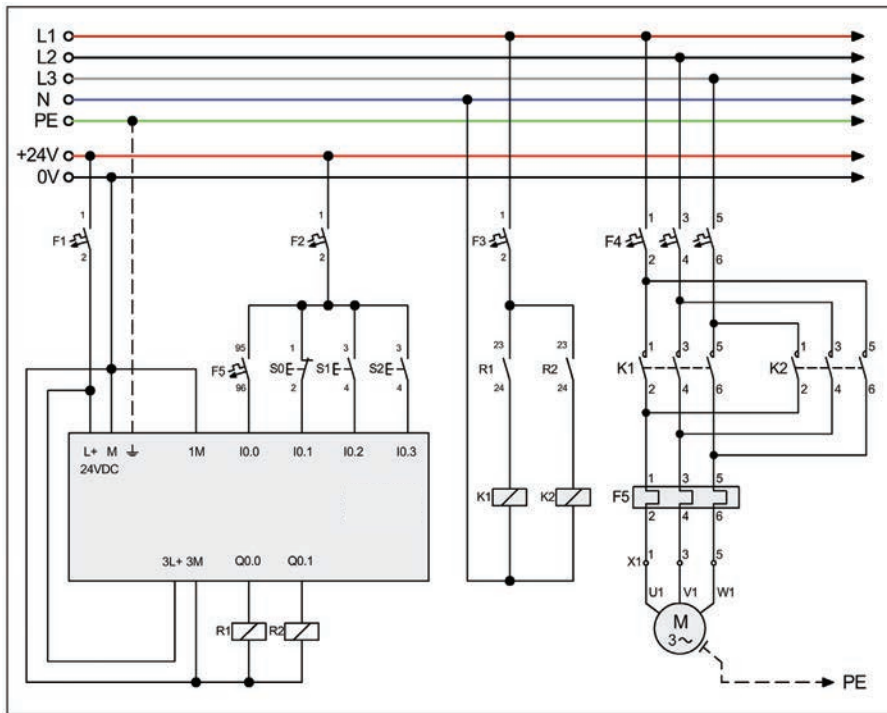
Görsel 7.7: Üç fazlı asenkron motorun röle çıkışlı PLC ile devir yönünün değiştirilmesi devresi açık bağlantı şeması

Görsel 7.8'de ise aynı devrenin devre şeması verilmiştir. Devrede röle çıkışlı PLC kullanıldığı için kontaktör bobinleri direkt röle çıkışlarına bağlanmıştır.

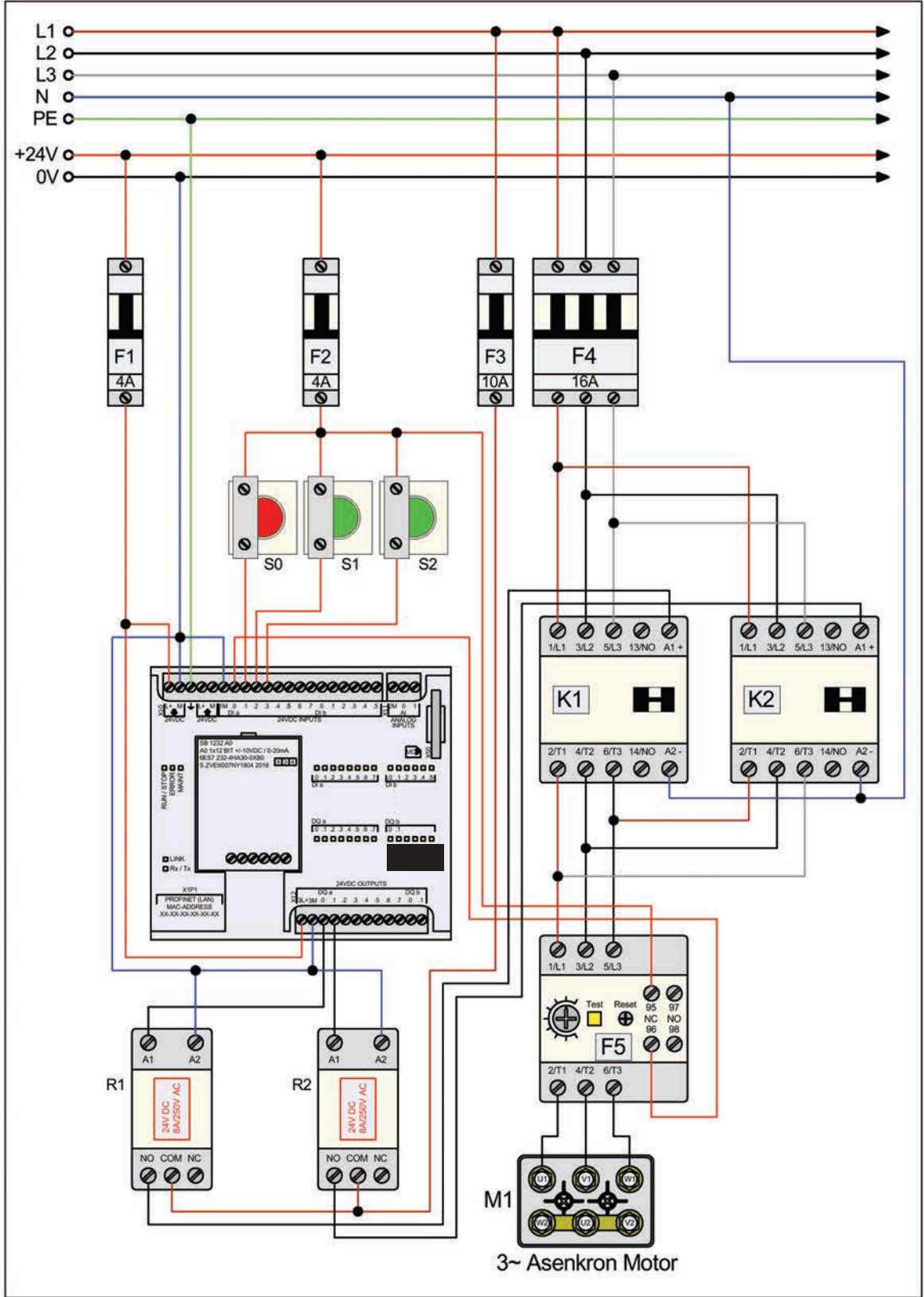


Görsel 7.8: Üç fazlı asenkron motorun röle çıkışlı PLC ile devir yönünün değiştirilmesi devre şeması

Görsel 7.9'da transistör çıkışlı PLC ile üç fazlı asenkron motorun devir yönünün değiştirilmesine ait bağlantı şeması verilmiştir. Transistör çıkışlı PLC'lere kontaktör gibi elemanlar röle üzerinden bağlanmalıdır. PLC çıkışlarına röle bağlanmış ve kontaktör bobinlerine enerji röle kontakları üzerinden verilmiştir. Görsel 7.10'da devrenin açık bağlantı şeması verilmiştir.



Görsel 7.9: Üç fazlı asenkron motorun transistör çıkışlı PLC ile devir yönünün değiştirilmesi devre şeması



Görsel 7.10: Üç fazlı asenkron motorun transistör çıkışlı PLC ile devir yönünün değiştirilmesi açık bağlantı şeması

AMAÇ: PLC devre bağlantı şemasını çizmek.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Antetli kâğıt	A4	4 adet
Cetvel	30cm	1 adet
Daire şablonu		1 adet
Gönyeler	30-60-90 ölçülerinde	1 adet
Kurşun kalem	B veya 2B özellikte, 0,5 veya 0,7 uçlu	1 adet
Silgi	Yumuşak	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

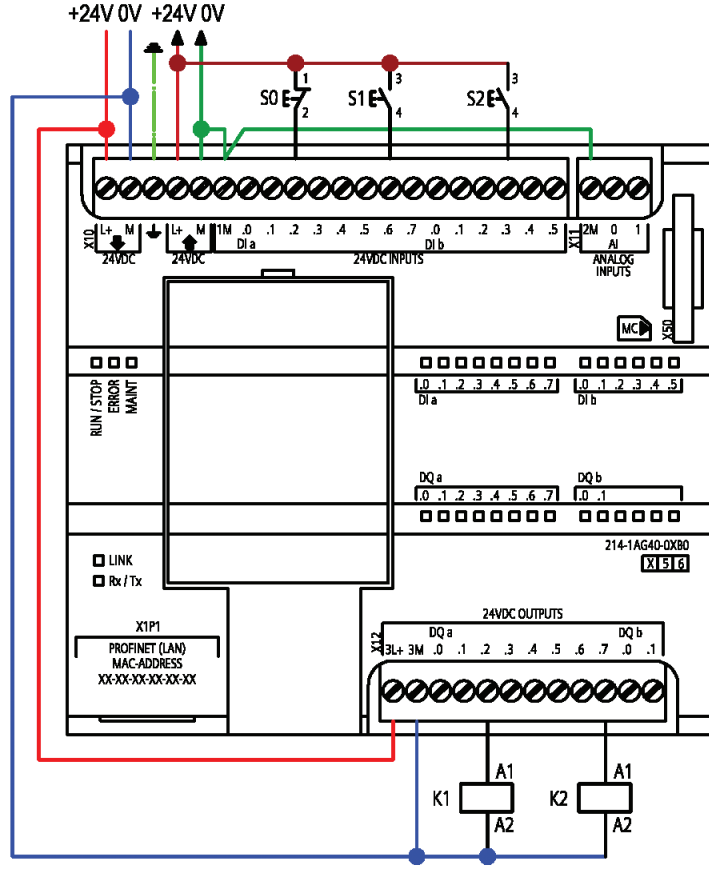
1. Görsel 7.8'de verilen devre şemasını kâğıt üzerinde uygun ölçülerde çizin ve yazıları norm yazı ile yazınız.
2. Görsel 7.9'da verilen devre şemasını kâğıt üzerinde uygun ölçülerde çizin ve yazıları norm yazı ile yazınız.
3. Çizimleri kontrol ederek teslim ediniz.

SORULAR

1. Görsel 7.8'de verilen devreyi ANSI normuna göre çizin.
2. Görsel 7.9'da verilen devreyi ANSI normuna göre çizin.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Röle çıkışlı PLC devresinin çizilmesi	20	
Numarası	:	2	Transistör çıkışlı PLC devresinin çizilmesi	20	
		3	Elemanların orantılı çizilmesi	20	
Adı-Soyadı	:	4	Elemanların hizalanması	20	
İmza	:	5	Yazıların norm olarak yazılması	20	
				TOPLAM PUAN	100

AMAÇ: PLC besleme ve PLC giriş-çıkış elemanlarının bağlantılarını yapmak.



Görsel 7.11: PLC bağlantısı

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
PLC	Transistör çıkışlı	1 adet
DC güç kaynağı	24 VDC	1 adet
Start butonu	Ani temaslı	2 adet
Stop butonu	Ani temaslı	1 adet
Sinyal lambası veya röle	24 VDC	2 adet
İletken	0,75 mm ²	2-3 m

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Besleme için DC güç kaynağının pozitif ucunu içeri okla gösterilen PLC L+ klemensine bağlayınız (Görsel 7.11).
2. Besleme için DC güç kaynağının negatif ucunu içeri okla gösterilen PLC M klemensine bağlayınız.
3. PLC'nin dışarı okla gösterilen M ucunu, giriş klemensi uçlarından 1M ucuna bağlayınız.
4. PLC'nin dışarı okla gösterilen L+ ucunu, çıkış klemensi uçlarından 3L ucuna bağlayınız.
5. PLC'nin dışarı okla gösterilen M ucunu, çıkış klemensi uçlarından 3M ucuna bağlayınız.
6. Start ve stop butonlarının girişlerini dışarı okla gösterilen L+ klemensine bağlayınız.

7. Stop butonunun (S0) çıkış ucunu klemensin I0.2 girişine bağlayınız.
8. 1. start butonunun (S1) çıkış ucunu klemensin I0.6 girişine bağlayınız.
9. 2. start butonunun (S2) çıkış ucunu klemensin I1.3 girişine bağlayınız.
10. 1. çıkış elemanı olan sinyal lambasının veya DC rölenin (K1) bir ucunu 3M klemensine, diğer ucunu Q0.2 klemensine bağlayınız.
11. 2. çıkış elemanı olan sinyal lambasının veya DC rölenin (K2) bir ucunu 3M klemensine, diğer ucunu Q0.7 klemensine bağlayınız.
12. Öğretmen kontrolünde PLC'ye enerji veriniz ve PLC LED'lerini gözlemleyiniz.
13. Start ve stop butonlarına basarak PLC LED'lerindeki değişimleri gözlemleyiniz.

SORULAR

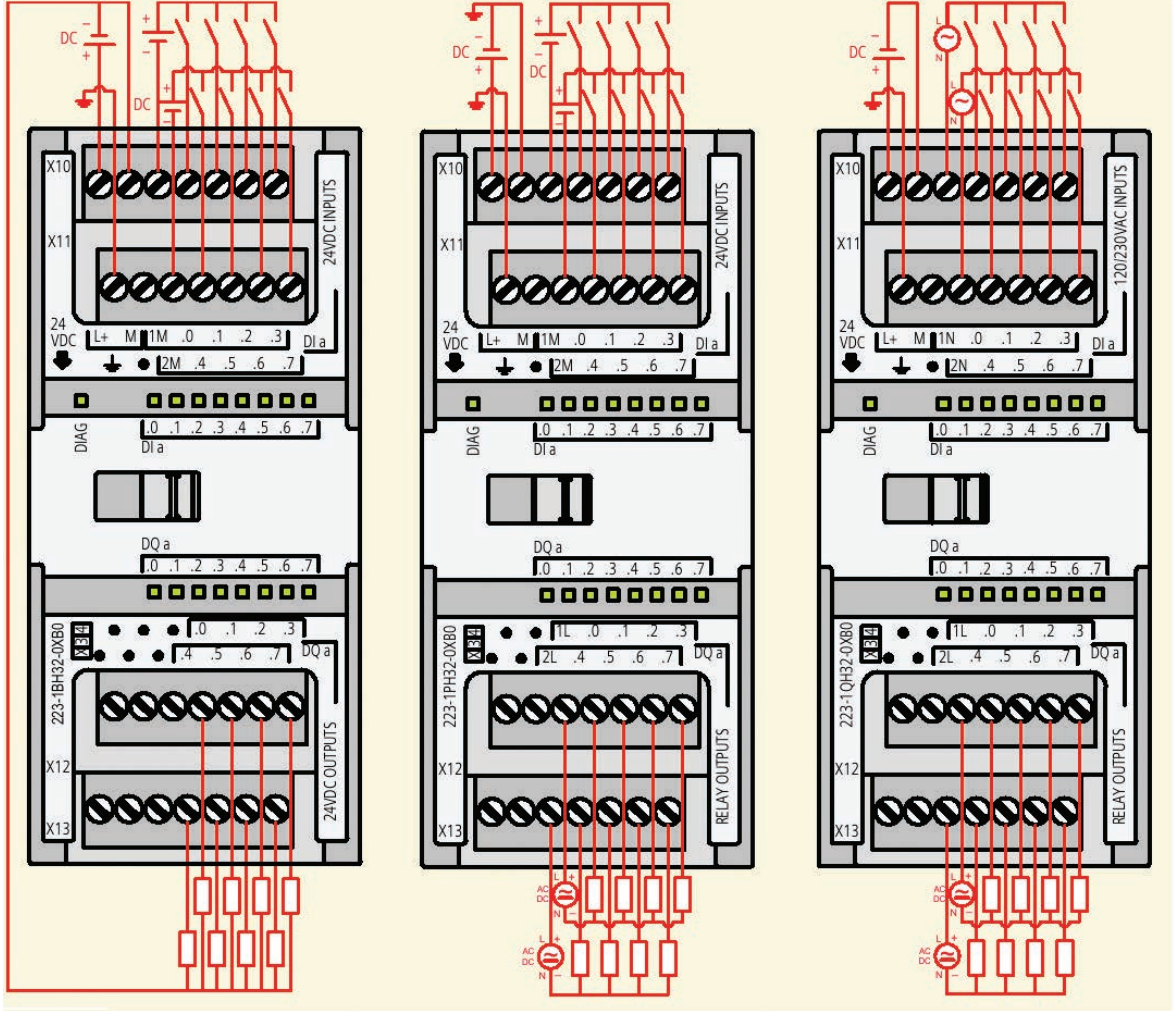
1. Kullandığınız PLC'nin özelliklerini yazınız.
2. Röle çıkışlı PLC kullanarak aynı devreyi kurunuz.



ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Giriş besleme bağlantılarının yapılması	20		
Numarası :	2	Çıkış besleme bağlantılarının yapılması	20		
	3	Start/stop buton bağlantılarının yapılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Sinyal lambası bağlantılarının yapılması	20		
İmza :	5	PLC'ye enerji verilmesi	20		
		TOPLAM PUAN	100		

7.4.PLC EK DONANIMLARI

PLC giriş ve çıkış sayılarının yetersiz kalması durumunda ek donanım kullanılarak giriş-çıkış sayısı artırılabilir. Ek donanım ilavesi dijital-analog kart veya modülleri kullanılarak yapılır (Görsel 7.12). İhtiyaç duyulan dijital kart ya da modül üretici kataloglarına bakılarak seçilmelidir.



Görsel 7.12: PLC dijital giriş-çıkış modülleri ve bağlantıları

Analog ve dijital giriş-çıkışların dışında haberleşme modülü gibi farklı modüller de ilave edilebilmektedir. Bu modül veya kartlar PLC'nin tipine göre CPU gövdesine doğrudan takılır veya CPU'nun sağına soluna eklenir.

PLC ile PC arasında haberleşme işlemi farklı protokollerle gerçekleştirilir. En çok kullanılan protokollerden biri de profinet protokolüdür. Profinette haberleşme ethernet üzerinden gerçekleştirilir. Bu amaçla RJ-45 jaklı uçlara sahip ethernet (CAT 5/6/6A) kablosu kullanılır. Bazı PLC'lerde RS-232, RS-485 kablosu da kullanılmaktadır.



AMAÇ: PLC'ye analog sinyal board ilave etmek.



Görsel 7.13: PLC analog sinyal board montajı

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
PLC	Transistör çıkışlı	1 adet
Ek modül	Dijital sinyal board	Birer adet
Tornavida	Düz	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. CPU ve bütün PLC ekipmanlarının elektrik beslemesinden ayrıldığından emin olunuz.
2. CPU'nun üstünde bulunan üst ve alt terminal blok kapaklarını sökünüz.
3. CPU'nun üstündeki yuvaya tornavidayı yerleştirerek kapağı kaldırınız ve CPU'yu gövdesinden çıkartınız.
4. Analog sinyal boardunu CPU'nun gövdesindeki montaj alanına düzgün bir şekilde bastırarak takınız (Görsel 7.13).
5. Üst ve alt terminal bloklarını yerine yerleştiriniz.
6. PLC ve sinyal boardun birleştiğini elle kontrol ediniz.

SORU

1. Ek modüllerin kullanım amacını yazınız.



ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Uygun board seçilmesi	20	
Numarası	:	2	Koruma kapaklarının çıkarılması	20	
		3	CPU yuvasının kaldırılması	20	
Adı-Soyadı	:	4	PLC ve sinyal boardun doğru bitiştirilmesi	20	
İmza	:	5	Montajın sağlam şekilde yapılması	20	
		TOPLAM PUAN		100	

UYGULAMA ETKİNLİĞİ

PLC SEÇİMİ VE BAĞLANTILARI

AMAÇ: Katalogdan uygun PLC modüllerini seçmek ve modüllerin bağlantılarını yapmak.

UYGULAMA: Üç fazlı asenkron motorun PLC ile zaman ayarlı durdurulması istenmektedir. Öğrenme biriminde verilen PLC bağlantı ve şemalarını inceleyerek aşağıdaki işlemleri gerçekleştiriniz.

- Kullanacağınız PLC'yi belirleyiniz.
- Malzeme listesini hazırlayınız.
- Devre şemasını çiziniz.
- Güç devresi hariç giriş ve çıkış elemanlarını PLC'ye bağlayınız.
- PLC besleme bağlantılarını yapınız.
- PLC'ye enerji vererek gösterge LED'leri üzerinden çalışmasını kontrol ediniz.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Kullanılacak PLC'nin belirlenmesi	10	
2	Malzeme listesinin hazırlanması	15	
3	Bağlantı şemasının çizilmesi	15	
4	Giriş elemanlarının bağlanması	10	
5	Çıkış elemanlarının bağlanması	10	
6	PLC besleme bağlantılarının yapılması	10	
7	PLC'nin çalışması	30	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) PLC'lerin güvenilirlikleri düşüktür.
2. (...) Transistör çıkışlı PLC'lerin anahtarlama hızları düşüktür.
3. (...) Zaman içinde sürekli değişen sinyallerin uygulandığı girişler analog girişlerdir.
4. (...) PLC kullanımında temel amaç, hataları en aza indirip sürekliliği ve hızı artırmaktır.
5. (...) PLC'lerde giriş gerilimi olarak genellikle 24 VDC kullanılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

6. Giriş sinyallerini algılayarak istenen çalışma şartlarını gerçekleştiren ve bir yazılım vasıtasıyla çıkışlarını kontrol eden endüstriyel kontrol cihazına denir.
7. PLC'ler klasik kumanda sistemlerinin yaptığı kontrolü kullanarak gerçekleştirir
8. PLC'ler sıralı kontrol, hareket kontrolü, süreç kontrolü ve yönetimi için kullanılır.
9. PLC'nin giriş katı ile izole edilmiştir.
10. PLC' nin çalışma döngüsüne adı verilir.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanı her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()	Haricî elemanlarla PLC arasında köprü görevi gören ve gelen elektriksel bilgileri CPU'ya aktaran birimdir.	A	Röleli
12.	()	Lojik sinyalleri kontaktör, röle gibi kumanda elemanlarını çalıştırmaya uygun sinyallere dönüştüren birimdir.	B	CPU
13.	()	Giriş verilerini okuyup, değerlendirerek elde edilen sonuçları ilgili çıkış veya hafıza alanlarına aktaran birimdir.	C	Bellek
14.	()	PLC programının saklandığı birimdir.	D	Transistörlü
15.	()	Sinyallerin değiştiği DC devrede kullanılan PLC çıkış tipidir.	E	Giriş birimi
			F	Aktarma birimi
			G	Çıkış birimi

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi PLC yapı elemanlarından değildir?

- A) Bilgisayar B) Giriş ünitesi C) Çıkış Ünitesi D) CPU E) Hafıza

17. Aşağıdakilerden hangisi hangisi PLC giriş elemanıdır?

- A) Motor B) Lamba C) Röle D) Buton E) Kontaktör

18. PLC ile bilgisayar arasında iletişim kurmak için ihtiyaç duyulması halinde aşağıdakilerden hangi modül ilave edilir?

- A) CPU B) Çıkış C) Giriş D) Hafıza E) Haberleşme

19. Transistör çıkışlı bir PLC çıkışına kontaktör bağlanması gerektiğinde, çıkış ile kontaktör arasına aşağıdakilerden hangisi bağlanmalıdır?

- A) Anahtar B) Buton C) Röle D) Sensör E) Motor

20. Aşağıdakilerden hangisi PLC seçiminde dikkat edilecek hususlardan değildir?

- A) Besleme gerilimi B) Rengi C) Giriş sayısı
D) Çıkış sayısı E) Çıkış tipi



FREKANS İNVERTÖRLERİ

KONULAR

- 9.1. FREKANS İNVERTÖRLERİ VE ÖZELLİKLERİ
- 9.2. FREKANS İNVERTÖRLERİNİN BAĞLANTI VE AYARLARI
- 9.3. PLC İLE İNVERTÖR KONTROLÜ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Frekans invertörleri özellikleri, invertör bağlantı ve ayarları

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Frekans invertörleriyle ilgili bildikleriniz nelerdir?

TEMEL KAVRAMLAR

Frekans invertörü, devir ayarı, operatör paneli, parametre, makro.



9.1. FREKANS İNVERTÖRLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Asenkron motorların besleme kaynağının frekans ve gerilimini değiştirerek hız kontrolü sağlayan elektronik cihazlara **frekans invertörü** denir. Frekans invertörleri; endüstride sürücü, hız kontrol cihazı, frekans konvertörü, konvertör ve driver gibi farklı isimlerle de anılmaktadır.

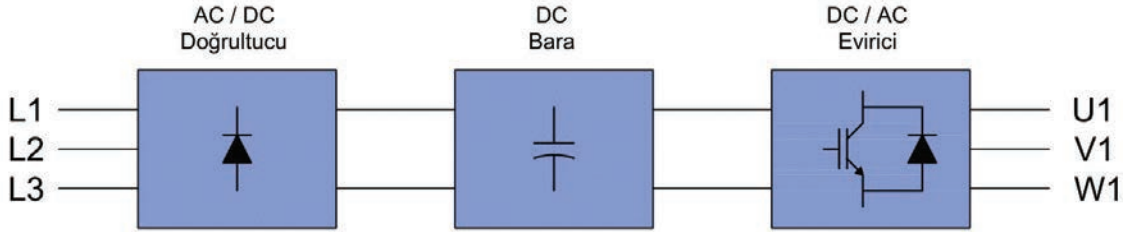
Sınırlı değişiklikler sunan diğer devir ayarlama yöntemleri yerini invertörlere bırakmaktadır. Geniş sınır aralığında devir kontrolü yapılabilmesi, ekonomik olması, az yer kaplaması, kontrolünün kolay olması, şebeke ve motora olumlu etkilerinden dolayı tercih edilmektedir (Görsel 9.1).



Görsel 9.1: Frekans invertörü

9.1.1. Frekans İnvörtörlerinin Yapısı

İnvörtörler genel olarak 200-240 V AC bir faz girişli veya 380-400 V AC üç faz girişli olarak yapılır. Çıkış gerilimi anma değerleri, giriş gerilimi değerlerine eşittir. Girişine 220 V AC gerilim uygulanabilen bir fazlı motor invörtörün çıkışından ancak 220 V AC üç fazlı gerilim elde edilebilir. Bir invörtör genel olarak üç kısımdan meydana gelir (Görsel 9.2).



Görsel 9.2: İnvörtör blok şeması

Doğrultucu: Üç veya bir fazlı alternatif gerilimin doğru gerilime dönüştürüldüğü kısımdır. Dönüştürme işleminde genellikle güç diyotları kullanılır.

DC Bara (Filtre Devresi): Doğrultucuda dönüştürülen doğru gerilim bu kısımda filtre edilerek tam doğru gerilim hâline getirilir. Bobin ve kondansatörlerden oluşan filtre devresi ile düzgün bir çıkış dalgası elde edilir. Bu ara kısım aynı zamanda harmonikleri de azaltır. Elde edilen DC şebeke geriliminin yaklaşık 1,41 katıdır.

Evirici: Filtrelenmiş doğru gerilimin üç fazlı alternatif gerilime dönüştürüldüğü kısımdır. Üç fazlı köprü yapılandırmasında altı adet güç anahtarı kullanılır. Genellikle anahtarlama elemanı olarak tristör, BJT, MOSFET, IGBT gibi yarı iletken devre elemanları kullanılır. Filtrelenmiş doğru gerilim, alternatif gerilim çeviricinin (IGBT modülü) evirici bölümünde PWM tekniği kullanılarak üretilen sinyaller ile ayarlanabilen gerilim ve frekans üretilir. Üretilen bu gerilim ve frekans sayesinde asenkron motorlar geniş hız sınırları içinde verimli olarak çalıştırılır.

İnvörtörler, hız kontrolünün yanında yol verme işlemi de yapabilir. Diğer bütün yol vericilere nazaran en düşük kalkış akımına sahiptir. Motor ve yük sistemindeki termal ve mekanik zorlanmaları

azaltarak sistemin ömrünü uzatır. Bu işlemi yaparken akım ve gerilimi sürekli hesaplayarak motoru ihtiyacı oranında enerjiyle çalıştırır ve %50'ye kadar enerji tasarrufu da sağlayabilir.

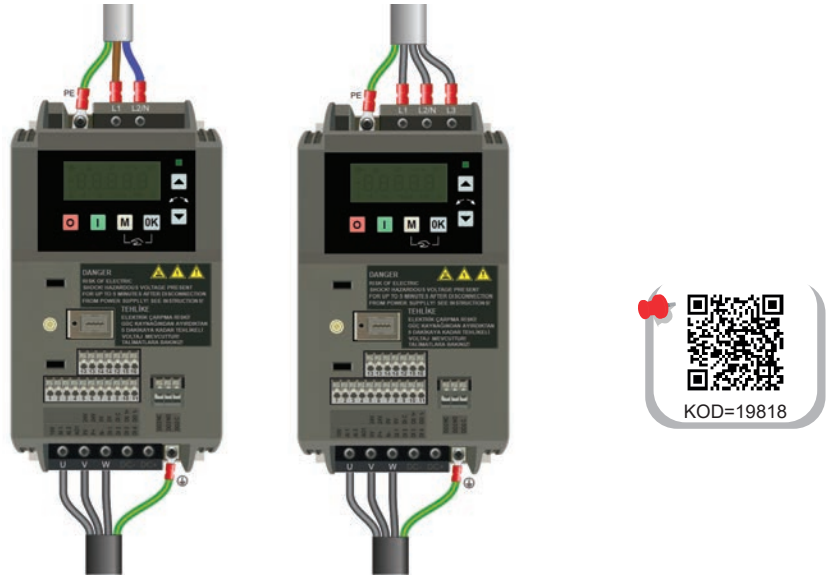
Haberleşme özellikleri sayesinde herhangi bir otomasyon sistemine kolayca adapte edilebilir. Tüm asenkron motor tiplerinde uygulama fark etmeksizin kullanıma uygundur. Harmonik oluşturmalarından dolayı kullanıldıkları sistemde buna göre tedbirler alınmalıdır.

İnvertörlerin kullanım alanları ve işlevlerine göre pek çok çeşidi vardır. İnvertör seçerken üretici kataloglarındaki teknik değerler dikkate alınmalıdır. Koruma sınıfları, kontrol paneli özellikleri, giriş çıkış sayıları, haberleşme protokolleri ve parametre özellikleri kontrol edilmelidir.

9.2. FREKANS İNVERTÖRLERİNİN BAĞLANTI VE AYARLARI

İnvertörler; giriş çıkış ve kontrol bağlantı terminalleri, ekran, kontrol tuşları, elektronik devre, soğutucu ve fanndan oluşur. Analog ve dijital programlanabilir giriş-çıkış kanallarına sahiptir. Ek donanım ilave edilerek giriş-çıkış sayısı artırılabilir. Terminallere, güç ve kontrol elemanları bağlanır.

Kablolama için uygun kablo kullanılmalı ve işlem sırasında tüm güvenlik kurallarına uyulmalıdır. İnvertörler enerjisi kesilse dahi bir müddet enerjili kalabildiğinden kılavuzunda yer alan süre boyunca olası tehlikelere karşı cihaz gövdesine ve kablolarına temas edilmemelidir (Görsel 9.3).



Görsel 9.3: Bir ve üç fazlı invertör girişi ve motor bağlantısı

9.2.1. İnvertör Giriş ve Çıkış Bağlantıları

Üç fazlı asenkron motorlar Türkiye'de şebeke gerilimlerine bağlı olarak 220 / 380 V ve 380 V gerilimlerde çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bazı motorlar yapısı gereği 240 V-400 V-415 V-440-690 V gibi farklı gerilimlerle çalışmaya uygun olarak üretilir. İki ve dört kutuplu asenkron motorlar 3 kW güce, altı kutuplu asenkron motorlar ise 2,2 kW güce kadar genellikle 220 / 380 V Δ/λ gerilimlidir. Daha büyük güçlü asenkron motorlar ise Δ 380V gerilimlidir.

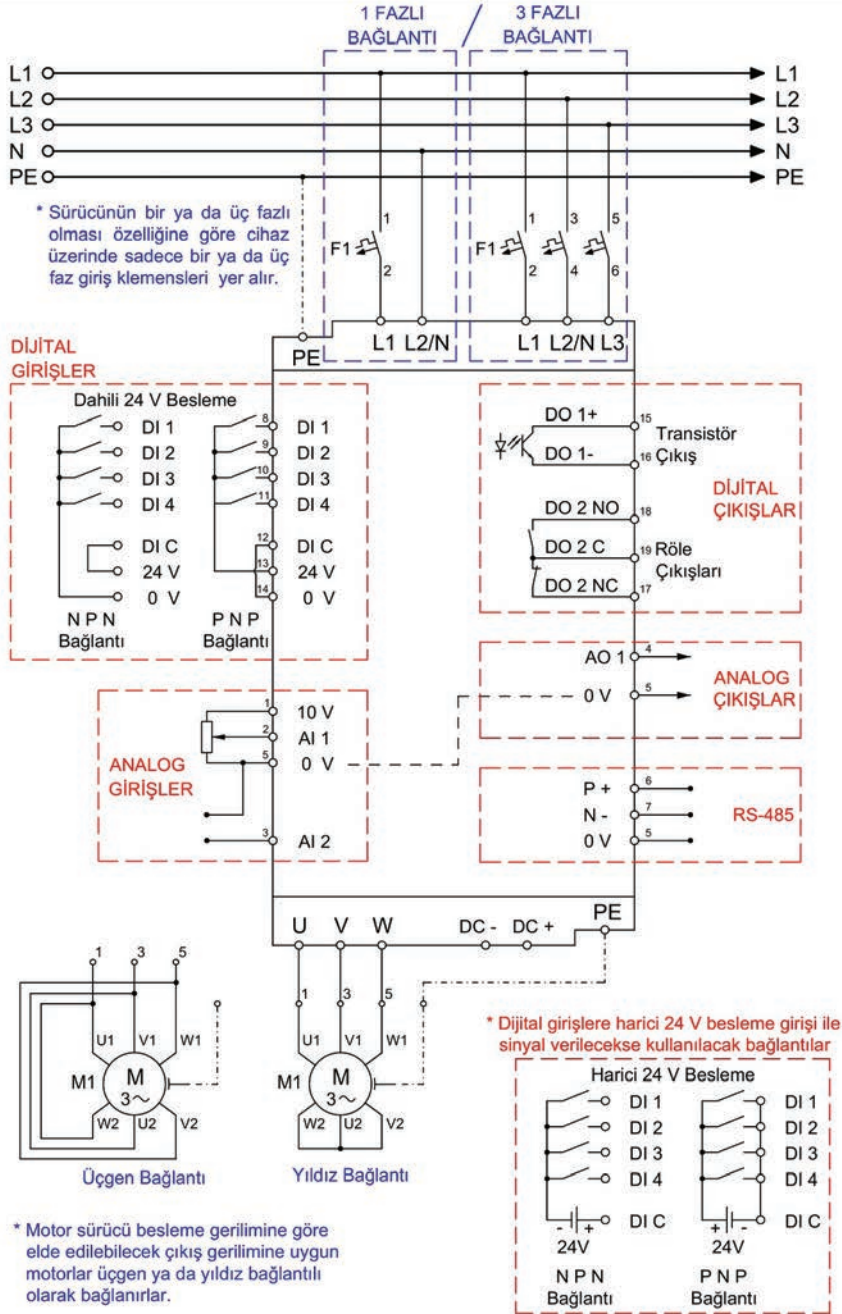
İnvertörler genel olarak 200-240 V AC bir faz girişli ya da 380-400 V AC üç faz girişli olarak üretilir. Giriş gerilimi bağlantısı haricinde tüm bağlantı ve parametre yapısı aynıdır. Giriş beslemesi bir fazlı sürücüde L1 ve L2 / N girişlerine şebekenin faz ve nötr hattının bağlanması ile üç fazlı sürücüde ise şebekenin üç fazının sırayla L1-L2 / N-L3 girişlerine bağlanması ile gerçekleştirilir.

İnvertörlerin çıkış anma gerilimleri giriş anma gerilim değerlerine bağlıdır. Örneğin bir fazlı invertör giriş gerilimi 220 V AC ise çıkış anma gerilim değeri ancak üç fazlı 220 V AC gerilim olabilir. Eğer invertör üç faz 380-400 V AC giriş gerilimi ile çalıştırılıyorsa çıkışında da üç fazlı 380-400 V gerilim seviyelerinde anma gerilimi elde edilebilir.

İnvertör giriş besleme değerine göre çıkış anma gerilimi üretileceğinden sistemde kullanılacak motor gerilimleri de buna uygun seçilmelidir. Giriş gerilimi bir faz 220 V olan invertör çıkışına bağlanacak motorun etiketinde 220 / 380 V Δ/λ şeklinde bir bağlantı gerilimi varsa bu motor mutlaka Δ (üçgen) bağlantılı olarak çalıştırılmalıdır. Bunun için motor klemensindeki köprüler U1-W2, V1-U2 ve W1-V2 birbirine bağlı üç köprü bağlantısı oluşturacak şekilde değiştirilmelidir.

Giriş gerilimi üç faz 380 V olan invertör çıkışına bağlanacak motorun etiketinde Δ/λ 220 / 380 V şeklinde bir bağlantı gerilimi varsa bu motor mutlaka λ (yıldız) bağlantılı olarak çalıştırılmalıdır. Bunun için motor klemensindeki köprüler W2-U2-V2 birbirine bağlı (kısa devre) olacak şekilde değiştirilmelidir. Eğer üç fazlı invertöre bağlanacak motor etiketinde Δ 380 V ifadesi yer alıyorsa bu motor üçgen çalıştırılmalıdır.

İnvertör giriş ve çıkışı (motor girişi) mutlaka topraklama iletkeni (PE) ile topraklanmalıdır.

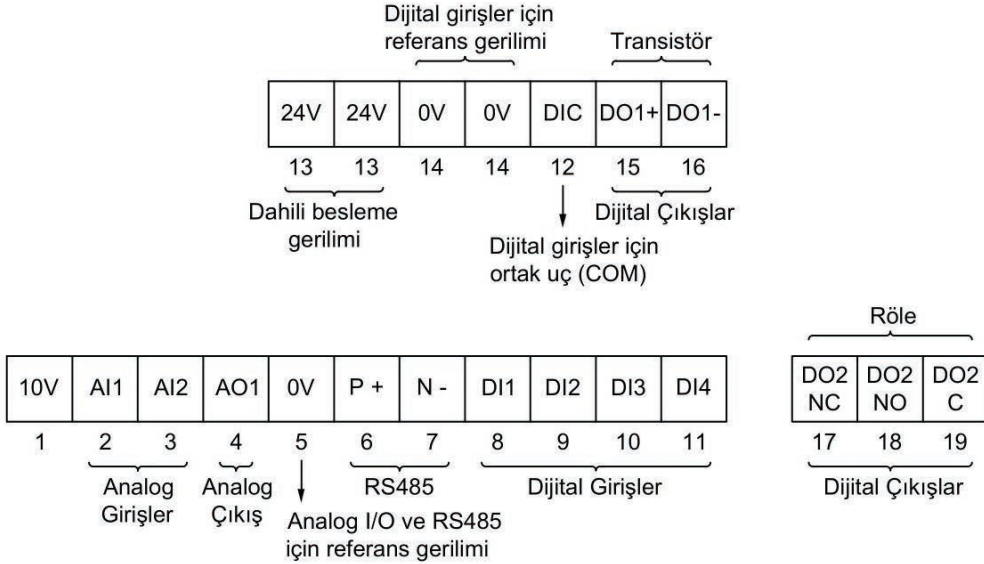


GörSEL 9.4: İNVERTÖR BAĞLANTI ŞEMASI

9.2.1.1. İnvertör Terminal Bağlantıları

İnvertörler, üzerlerinde bulunan operatör paneli ve terminallere (klemens) bağlanan çeşitli tiplerdeki buton ya da sensörlerle kontrol edilir. İnvertörün çalışmasına ait bilgiler operatör panelindeki ekrandan ve terminallerde yer alan çıkışlara bağlı elemanlar aracılığı ile gözlemlenebilir. Birçok invertör markasında bağlantı yapısı benzer olmakla birlikte harflerle sembolize edilmişleri ve klemens yapısı farklıdır.

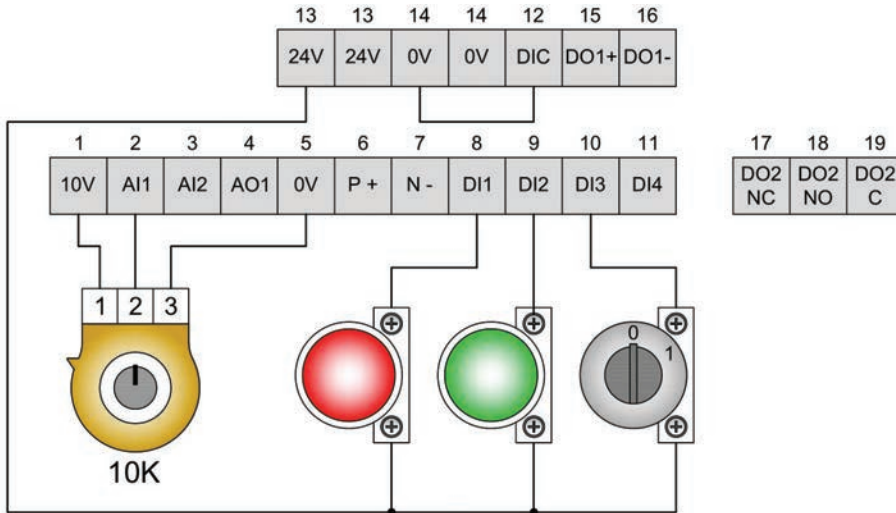
Bir invertör klemensi üzerinde genellikle dijital / analog giriş ve çıkışlar, dijital girişler için 0-24 V DC dâhili besleme, hız kontrol uygulamaları için 0-10 V DC dâhili besleme, transistör çıkışı, röle çıkışı ve diğer kontrol elemanları ile haberleşme girişleri bulunmaktadır (Görsel 9.5).



Görsel 9.5: İnvertör terminal bağlantı şeması

İnvertörün dijital girişlerine çeşitli tiplerde buton ve dijital çıkışlı sensör bağlantısı yapılabilir. Analog girişlere ise genellikle hız kontrol uygulamalarında kullanılan haricî bir potansiyometre ya da analog bir değere bağlı olarak kontrol sağlamak amacıyla analog sensör bağlanır.

Dijital çıkışlarla harici bir devre elemanının kontrolü sağlanabilir. Tristör ya da röle çıkışı, kontrol edilecek alıcının çektiği akım ve gerilim türüne bağlı olarak kullanılabilir. Klemens üzerinde yer alan çeşitli haberleşme girişleri (P+, N- uçları) sayesinde invertör bilgileri veri işleminde kullanılabileceği gibi invertörün kontrolü de sağlanabilir (Görsel 9.6).



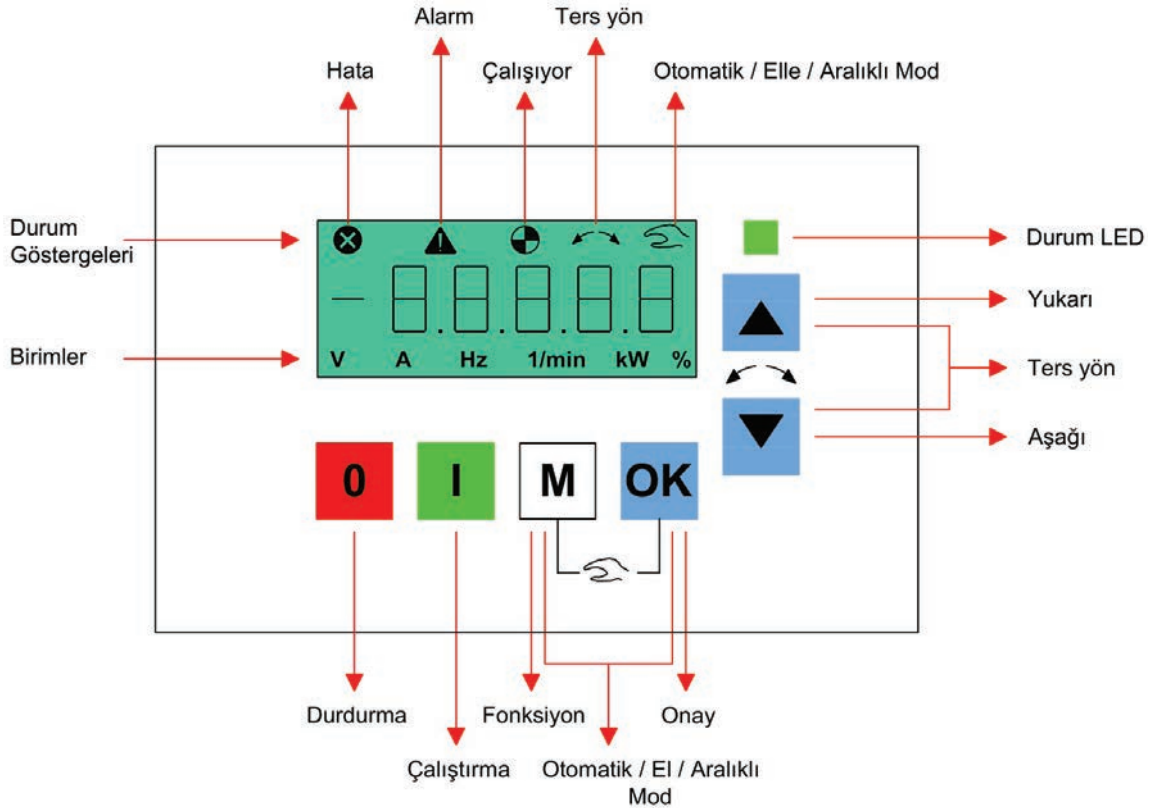
Görsel 9.6: İnvertör klemensine kontrol elemanlarının bağlantısı

9.2.2. İnvertör Ayarları

İnvertörler çeşitli uygulamalarda kullanılmak üzere bir dizi ayar içerir. Bu ayarlara **parametreler** denir. Parametreler tipik olarak kod veya kısaltma metin şeklinde invertör içerisinde yer alır. Örneğin anma motor akımı P0305 parametresi ile ifade edilir. İnvertör içinde çok sayıda parametre olup üretici firma kılavuzları incelenerek bu parametreler hakkında bilgi edinilebilir. Her üretici firmanın farklı bir kodlama sistemi olup küçük farklılıklar dışında parametre girme mantığı benzerdir.

9.2.2.1. Yerleşik Temel Operatör Paneli (BOP)

İnvertör parametre girişlerinin yapıldığı kısımdır. Üzerinde bulunan LCD ekran sayesinde invertörün çalışması ile ilgili bilgiler de gözlemlenebilir. (Görsel 9.7).



Görsel 9.7: Yerleşik temel operatör paneli

Tablo 9.1: İnvertörün Çalışmasına Ait Durum Göstergeleri

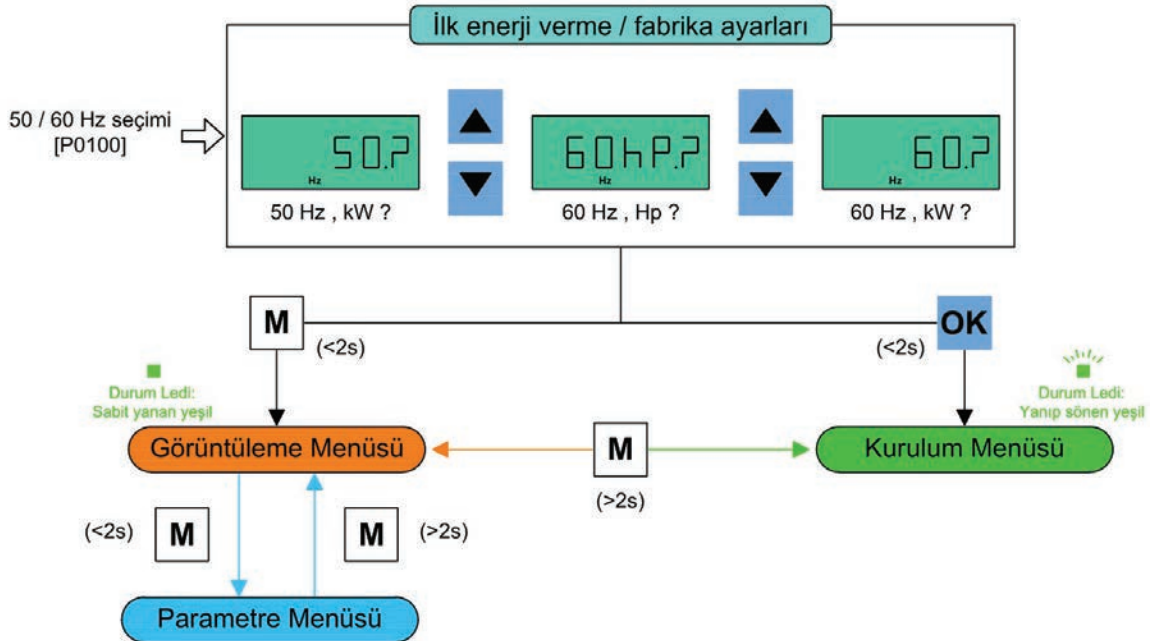
DURUM GÖSTERGELERİ	
	İnvertörün en az bir bekleyen hatası var.
	İnvertörün en az bir bekleyen alarmı var.
	İnvertör çalışıyor (Motor frekansı 0 devir/dk. olabilir.).
	(yanıp sönen simge) İnvertöre beklenmedik bir şekilde enerji verilebilir (örneğin donma koruma modunda).
	Motor ters yönde dönüyor
	Sürücü EL modunda
	(yanıp sönen simge) Sürücü ARALIKLI modda

Tablo 9.2: Yerleşik Temel Operatör Paneli Tuş Fonksiyonları

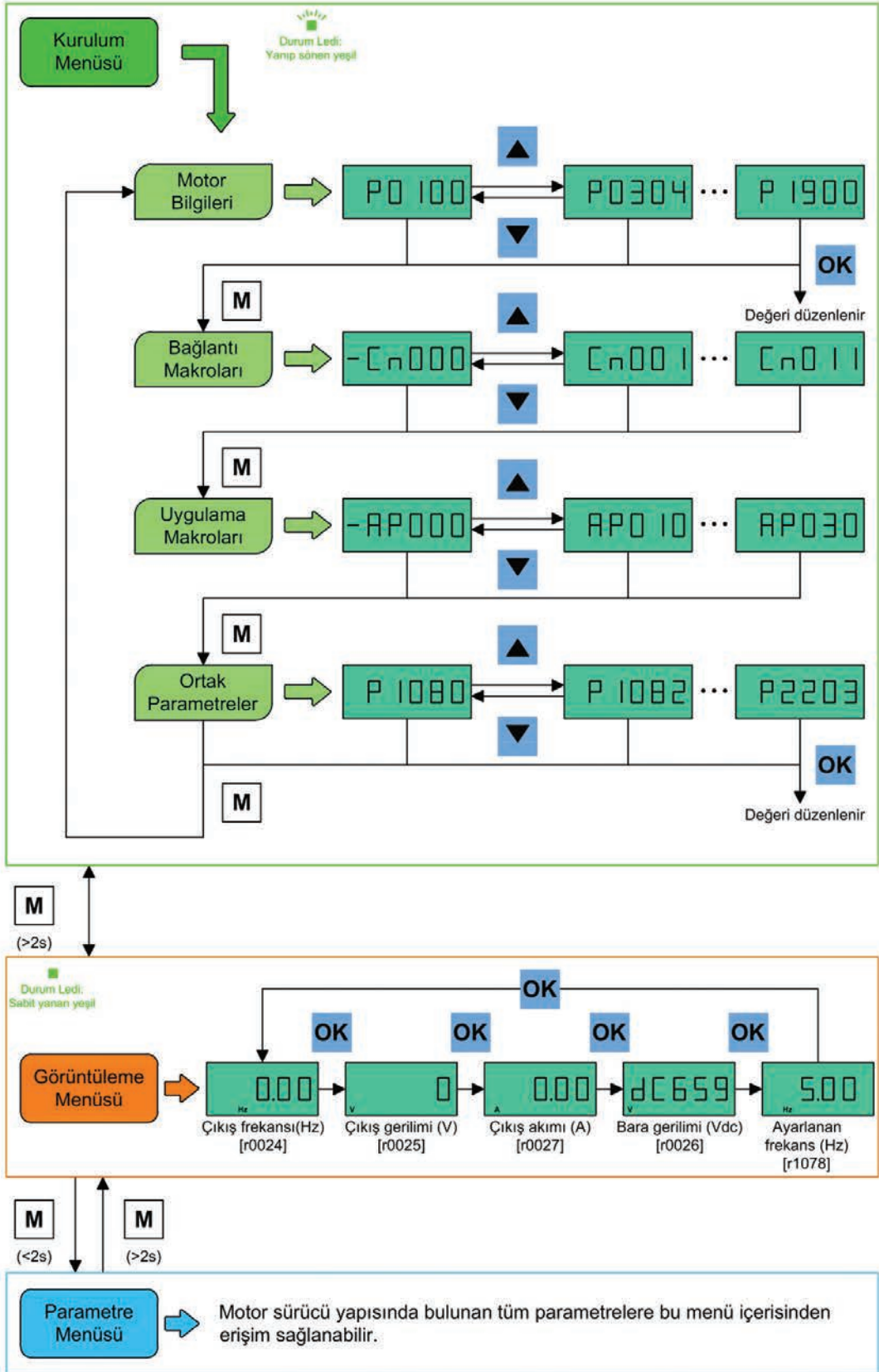
Tuş (Buton) Fonksiyonları		
0	El modu çalışmada çalışmayı durdurur. İnvertör terminal (klemens) kontrol için yapılandırılmışsa bu buton devre dışı kalır.	
I	İnvertörü otomatik/el/aralıklı modlarda başlatır.	
M	Kısa basma (< 2sn.)	<ul style="list-style-type: none"> Parametre ayar menüsüne girer veya kurulum menüsünde bir sonraki ekrana geçer. Seçilen öğe üzerinde basamak basamak düzenlemeyi yeniden başlatır. Arıza kodu ekranına geri döner. Basamak basamak düzenlemedeki değişiklikleri göz ardı etmek için iki defa basılır.
	Uzun basma (> 2sn.)	<ul style="list-style-type: none"> Durum ekranına döner. Kurulum menüsüne girer.
OK	Kısa basma (< 2sn.)	<ul style="list-style-type: none"> Durum değerleri arasında geçiş yapar. Değer düzenleme moduna girer veya sonraki rakama geçer. Hataları temizler. Arıza kodu ekranına geri döner.
	Uzun basma (> 2sn.)	<ul style="list-style-type: none"> Hızlı parametre numarası veya değer düzenlenir. Hata bilgisi verilerine erişir.
M + OK	İnvertör çalıştırma modları arasında geçiş yapmak için her iki butona birlikte basılır. Otomatik Mod (simge yok) / El Modu (el simgesi) / Aralıklı Mod (yanıp sönen el simgesi)	
▲	<ul style="list-style-type: none"> Seçimi bir menüde yukarı taşır. Bir değeri veya ayar noktasını artırır. Değeri hızla artırmak için uzun basılır (>2sn.). 	
▼	<ul style="list-style-type: none"> Seçimi bir menüde aşağı taşır. Bir değeri veya ayar noktasını azaltır. Değeri hızla artırmak için uzun basılır (>2sn.). 	
▲ + ▼	Her iki butona birlikte basıldığında motorun dönüş yönünü değiştirir.	

9.2.2.2. İnvertör Menü Yapısı

İnvertör; motor bilgileri, kontrol yöntemleri, çalışma şekli ve güvenlik önlemleri gibi çeşitli ayarlamaları gerektirir. Bu ayarlamalar her firmanın kendi üretimine uygun menüler içinde yer alır.



Görsel 9.8: İnvertör basit menü yapısı



Görsel 9.9: İnvertör genişletilmiş menü yapısı

Uygulamalarda kullanılan invertör, yapısal olarak üç farklı menüden oluşmaktadır. İnvertör kullanıma ilk başlandığında ya da fabrika ayarlarına geri döndüğünde frekans ve güç birimi türü seçim işlemi yapılır. Daha sonra bu menülerle invertör ve çalışmaya ait ayarlamalar gerçekleştirilir (Görsel 9.9).

İnvertörler parametrelerle birlikte anılır. Çalışma şartlarına göre iyi parametre ayarının yapılması sistemin çalışma özelliklerini de ideal duruma getirecektir. Bu sayede motorun kalkış anında şebekeye olan olumsuz etkisi en aza indirilip sisteme bağlı olduğu mekanik aksamlar da korunacaktır.

Menüler arasında geçişler genellikle operatör paneli üzerinde bulunan (M) tuşu ile gerçekleştirilir. Tuşların üzerine 2 sn.den az baskı uygulamak kısa basma, 2 sn.den uzun baskı uygulamak uzun basma olarak bilinmektedir. Menüler arası geçişler yapıldıktan sonra o menüye ait parametreler arasında (↑) ve (↓) tuşları ile seçim yapılabilir. Ayarı değiştirilmek istenen parametreye (OK) tuşu ile giriş yapılır ve istenen değer (↑) ve (↓) tuşları ile ayarlanarak (OK) tuşu ile onaylanır.

Not: İnvertörler içerisinde çok sayıda parametre yer aldığından parametrelerin içeriği bilinmiyorsa mutlaka üretici firma tarafından hazırlanan kullanıcı kılavuzları incelenmelidir.

Kurulum / Ayar Menüsü (Setup Menu)

Kurulum menüsü hızlı devreye alma işlemlerinde kullanılan üretici firmaya özgü bir menüdür. Uygulama ile ilgili temel parametreler ve invertör hafızasında bulunan çeşitli çalışma senaryolarına uygun hazır parametrelerle hızlı bir şekilde çalışma başlatılabilir. Motor bilgileri, bağlantı makroları, uygulama makroları ve ortak parametreler alt menüleri de burada yer alır (Görsel 9.9).

Motor Bilgileri Alt Menüsü: Motorun karakteristik anma değerlerinin tanımlandığı parametrelerin bulunduğu menüdür. Bu parametreler motor anma gerilimi, anma akımı, gücü, güç katsayısı, frekansı ve devir sayısı gibi motor etiket bilgileridir. Her bir bilgi ayrı parametre ile temsil edilir.

Bağlantı Makroları Alt Menüsü: Motorun kontrolünde kullanılacak bağlantı çeşidinin belirlenmesi için hazırlanmış parametrelerin bulunduğu menüdür. Örneğin motorun bir butonla çalışmasının başlatılıp durdurulması, başka bir butonla devir yönünün değiştirilmesi, bir başka butonla da butona basıldıkça çalışması isteniyorsa buna ait hazır parametreler içeren **Cn002** makrosu mevcuttur. Sadece makro seçimi yapılarak çalışmanın kontrolüne ait tüm parametreler girilmiş olur. Bağlantı makroları **Cn** harfleri ile sembolize edilir.

Uygulama Makroları Alt Menüsü: Üretici firma tarafından oluşturulmuş belirli yaygın uygulamaları içeren menüdür. Her uygulama makrosu, belirli bir uygulama için bir dizi parametre ayarı sağlar. Kullanılan motor invertörde basit pompa, fan, kompresör ve konveyör uygulamalarını içeren dört farklı uygulama makrosu vardır. İstenirse bu uygulamalardan uygun olan seçilir ve kullanılır. Eğer uygun bir uygulama yoksa herhangi biri seçilerek üzerinde parametre değişiklikleri yapılabilir. Uygulama makroları **AP** harfleri ile sembolize edilir.

Ortak Parametreler Alt Menüsü: Tüm uygulamalarda kullanılması muhtemel bir dizi genel parametrenin yer aldığı menüdür. Bu menü içerisinde motorun çalıştırılması istenen minimum ve maksimum frekans, kalkış hızlanma (rampa kalkış) süresi, durma yavaşlama (rampa iniş) süresi, kesik çalıştırma frekansı, seçili sabit frekans seçimlerini düzenleyen parametreler yer alır. Bu menüdeki parametrelere, parametreler menüsünden de kolaylıkla erişim sağlanabilir (P1080=Minimum frekans, P1120=Rampa kalkış süresi gibi).

Görüntüleme / Ekran Menüsü (Display Menu)

Gerilim, akım, frekans, devir sayısı, DC bara gerilimi ve güç gibi temel parametrelerin izlenebileceği menüdür. Çalışma esnasında anlık değişimler de bu menü aracılığı ile anında gözlemlenebilir (Görsel 9.9).

Parametre Menüsü (Parameter Menu)


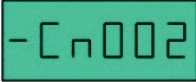
İnvertör kontrolü ile ilgili mevcut tüm parametrelerin bulunduğu menüdür. Hazır çalışma senaryoları ve uygulamalar dışındaki farklı çalışmalar için gerek duyulan parametreler bu menüde yapılan ayarlamalarla gerçekleştirilir. Parametre menüsü kurulum (ayar) menüsü parametrelerini de içerisinde bulundurulur.

İnvertörün uygun şartlarda kullanılabilmesi ancak uygun parametre değerlerinin seçilmesi ile olur. Bu parametreler üretici firmalara göre farklılık göstermesine rağmen yapısal olarak benzerdir. Her motor invertörün kendine ait kullanım kılavuzunda parametre listesi yer alır. Bu parametreler incelenerek çalışma şartlarına uygun parametreler seçilip düzenlenmelidir.

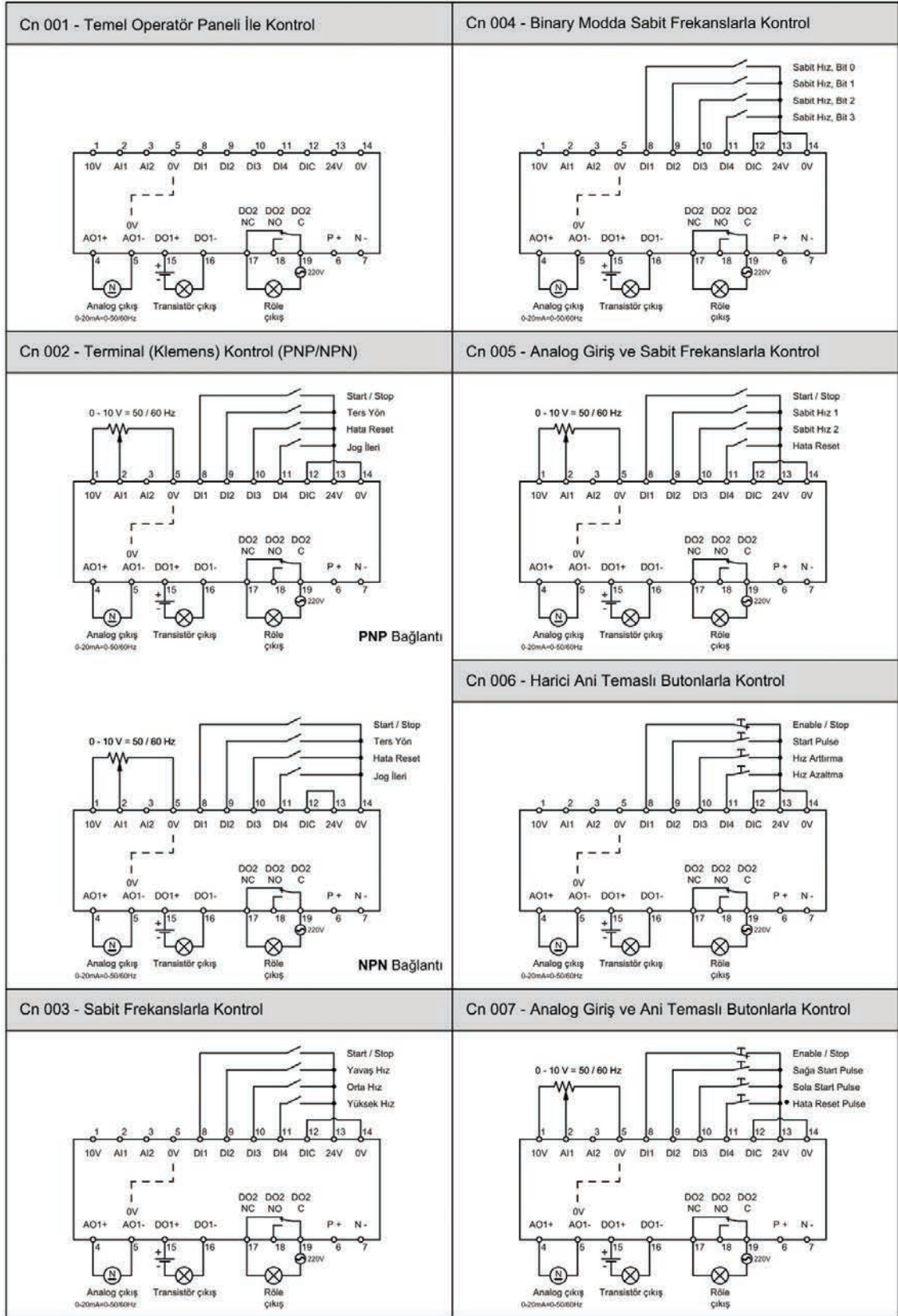
9.2.2.3. İnvertör Bağlantı Makroları

Bu menü, standart kablolama düzenlemeleri için hangi makronun gerekli olduğunu seçer. Her bir bağlantı makrosu, klemens üzerine yapılacak bağlantılara ait hazır parametre dizisi içerir. Seçilen makroya göre uygun parametreler invertöre atanır (Tablo 9.3).

Tablo 9.3: Bağlantı Makroları

Bağlantı Makrosu	Açıklama	Panel Örnek Gösterim
Cn000	Fabrika ayarı (parametre değişikliği yapılamaz.)	<p>*Başta bulunan "-" işareti bu makronun seçili makro olduğu anlamına gelir.</p>  
Cn001	Temel operatör paneli ile kontrol (BOP kontrol)	
Cn002	Terminal (klemens) kontrol (PNP/NPN)	
Cn003	Sabit frekanslarla kontrol	
Cn004	Binary modda sabit frekanslarla kontrol	
Cn005	Analog giriş ve sabit frekanslarla kontrol	
Cn006	Harici ani temaslı butonlarla kontrol	
Cn007	Analog giriş ve harici ani temaslı butonlarla kontrol	
Cn008	PID kontrol (analog giriş referans ayar noktalı)	
Cn009	PID kontrol (sabit değer ayar noktalı)	
Cn010	USS kontrol	
Cn011	Modbus kontrol	

Bağlantı makro ayarı hızlı devreye alma esnasında tek bir sefer için girilir. Sonradan kontrol makro ayarı değiştirilmek istendiğinde İnvertöre reset atılıp istenen yeni makro ayarı hızlı devreye alma işlemi ile tekrar girilmelidir. Bağlantı makroları sadece kullanım kolaylığı sağlar. Kullanıcı kurmak istediği sistemin çalışmasına en yakın özellikteki bağlantı makrosunu seçerek üzerinde değişiklikler de yapabilir (Görsel 9.10).




Görsel 9.10: Bağlantı makrolarına ait klemens bağlantı şemaları

9.2.2.4. İnvertör Uygulama Makroları

Bu menü belirli yaygın uygulamaları tanımlar. Her uygulama makrosu, belirli bir uygulama için bir dizi parametre ayarı sağlar. Bir uygulama makrosu seçtikten sonra devreye alma sürecini basitleştirmek için ilgili ayarlar dönüştürücüye uygulanır. Kullanılan invertör içerisinde sıklıkla kullanılan pompa, fan, kompresör ve konveyör uygulama makroları yer almaktadır. Uygulama makrolarında fabrika ayar makrosu **AP000** şeklindedir. Uygulama makrolarından hiçbiri yapılacak uygulamaya uymuyorsa uygulamaya en yakın olan seçilir ve istenen şekilde başka parametre değişiklikleri yapılabilir.

Tablo 9.4: Uygulama Makroları

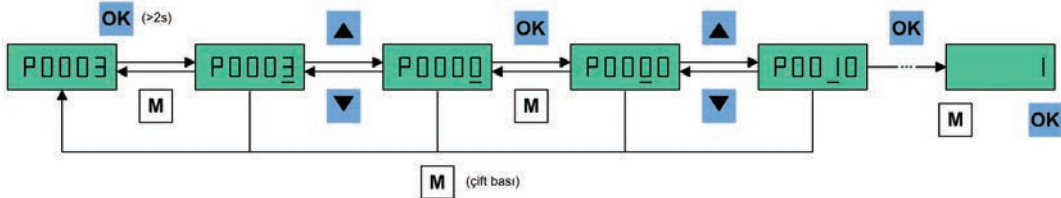
UYGULAMA MAKROSU	AÇIKLAMA	ÖRNEK PANEL GÖSTERİMİ
AP000	Fabrika ayarı	*Başta bulunan "-" işareti bu makronun seçili makro olduğu anlamına gelir. 
AP010	Basit pompa uygulamaları	
AP020	Basit fan uygulamaları	
AP021	Kompresör uygulamaları	
AP030	Konveyör uygulamaları	

9.2.2.5. İnvertör Parametre Girişi

Bir invertörde parametreler genel olarak uygulamada kullanılacak motor bilgilerinin girişi, kontrol yönteminin tanımlanmasına ait parametrelerin girişi, uygulamaya ait çalışma şartlarını değiştiren parametrelerin girişi olarak sıralanabilir. Bu parametrelerin girişi üretici firmanın kılavuzunda yer alan ve belli bir bilgiyi temsil eden parametrenin invertör içinden bulunarak seçilmesi ve uygun değer girilerek onaylanması şeklinde gerçekleştirilir. Bu işlemler için invertör üzerinde bulunan çeşitli tuşlar ve kombinasyonları kullanılır. Üretici firmalar farklı olsa da parametre seçim ve onay işlemlerinde (↑) ve (↓) yön tuşları, (OK), (M), (0) ve (I) tuşları ya da benzer özellikte tuşlar bulunur.

Kullanılan invertörde tüm parametrelere, parametreler menüsü üzerinden ulaşılabilir. Bu menüye en kolay ulaşım herhangi bir menüdeyken (M) tuşuna 2 sn.den uzun süreli (>2 sn.) basarak görüntüleme menüsüne geçiş sağlamak ve yine (M) tuşuna bu sefer 2 sn.den kısa süreli (<2 sn.) basmak şeklindedir. (↑) ve (↓) yön tuşlarıyla istenen parametre bulunur ve (OK) tuşu ile seçilerek gerekli düzenleme yapılır.

Bunun yanı sıra parametreler arasında kolay geçiş sağlayan "basamak basamak" seçim işlemi de kullanılabilir. Bunun için parametre menüsünde herhangi bir parametredeyken (OK) tuşuna 2 sn.den uzun basılır. En sağda bulunan basamak yanıp sönmeye başlar. İstlenen değere (↑) ve (↓) yön tuşları ile ulaşılır ve (OK) tuşuna basılarak bir soldaki basamak düzenlemeye geçilir. (M) tuşu ile sağa geçiş sağlanır.



Görsel 9.11: Basamak basamak seçim işlemi

9.2.2.6. İnvertör Fabrika Ayarları

İnvertör parametrelerinin önceki çalışması ile ilgili herhangi bir bilgi yoksa kullanılan parametreleri tespit ederek tekrar ayarlamak zaman alır. Bu sebeple farklı bir çalışma ya da bir hata durumunda en güvenli yol motor invertörü fabrika ayarlarına geri getirmektir.

Bunun için ilk olarak P0010 (devreye alma) parametresinin değeri 30 (fabrika ayarı) olarak ayarlanır. Daha sonra P0970 (fabrika ayarlarına dönüş) parametresinin değeri 1 (tüm parametreleri kullanıcı varsayılanına sıfırla) ya da 21 (tüm parametreleri fabrika varsayılanına sıfırla) olarak ayarlanır (P0010=30 ve P0970=1 ya da P0970=21). Böylece invertör fabrika ayarlarına döner.

Parametre P0970 değerinin 1 olarak ayarlanmasında kullanıcının daha önce ayarlamış olduğu değerler tutulurken, 21 olarak ayarlanmasında tüm parametre değerleri silinerek fabrikanın varsayılan ayarlarına dönüş sağlanır.

9.2.2.7. İnvertör Parametre Listesi

İnvertör kontrolünün temeli parametre değerlerinin ayarlanmasıdır. Her üretici firmanın kendi ürününe göre hazırlamış olduğu bu parametreler genellikle kullanıcı kılavuzlarında yer almaktadır. Parametrelerin kullanım mantığı aynı olsa da marka farklılıklarından dolayı kullanılan harf, sayı ve sembollerde farklı olmaktadır. Ancak herhangi bir cihazın kullanımı öğrenildiğinde diğer markaların kontrolü de kullanım kılavuzları incelenerek kolaylıkla yapılabilmektedir.

Sürücüler oldukça fazla fonksiyon içerdiklerinden parametre sayıları da fazladır. İhtiyaç durumuna göre üretici firma kullanıcı kılavuzları detaylı incelenerek parametre listesinde yer alan tüm parametrelere ulaşılarak bilgi sahibi olunabilir. Uygulamalarda yer alan motor sürücünde sıklıkla kullanılan parametreler Tablo 9.5'te verilmiştir.

Tablo 9.5: Sıklıkla Kullanılan Parametreler

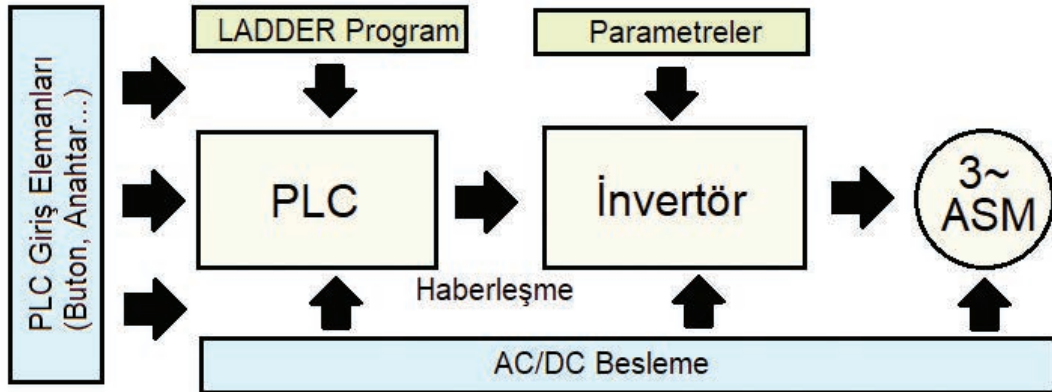
PARAMETRE	PARAMETRE AÇIKLAMASI	DEĞERLER
P0003	Parametre erişim seviyesi	0: Kullanıcı tanımlı (P0013) 1: Standart 2: Genişletilmiş 3: Uzman 4: Bakım
P0010	Devreye alma	0: Hazır 1: Hızlı devreye alma 2: Konverter 29: Download 30: Fabrika ayarı
P0100	Güç ve frekans ayarları	0: Avrupa (kW), motor baz frekansı 50 Hz 1: Kuzey Amerika (hp), motor baz frekansı 60 Hz 2: Kuzey Amerika (kW), motor baz frekansı 60 Hz
P0304	Motor anma gerilimi (V)	λ / Δ bağlantı şekline göre motor etiketindeki ilgili değer
P0305	Motor anma akımı (A)	λ / Δ bağlantı şekline göre motor etiketindeki ilgili değer
P0307	Motor anma gücü (kW/hp)	Eğer; P0100=0 ya da 2 girilmişse (kW) P0100=1 girilmişse (hp)
P0308	Motor anma güç katsayısı (cosφ)	P0100=0 ya da 2 girilmişse (kW)
P0309	Motor anma verimi (%)	P0100=1 girilmişse motor etiketindeki değer
P0310	Motor anma frekansı (Hz)	50 / 60 Hz
P0311	Motor anma devir sayısı (RPM)	Motor etiketindeki ilgili değer
P0335	Motor soğutma tipi	0: Kendinden soğutmalı: Şafta monte fan bağlantılı motor 1: Zorunlu soğutmalı: Ayrı olarak çalıştırılan soğutma fanı 2: Kendinden soğutmalı ve dâhili fan 3: Zorla soğutmalı ve dâhili fan
P0640	Motor aşırı yüklenme faktörü (%)	Aralık: 10.0-400.0 olarak ayarlanabilir. Fabrika varsayılan ayar: 150.0 Bu parametre motor aşırı yük akım limitini (P0305 motor anma akımına göre) tanımlar.
P0700	Başlangıç komut kaynağı seçimi	0: Fabrika varsayılan ayar 1: Operatör panel (Fabrika varsayılanı) 2: Klemens 5: RS485 üzerinden USS/MODBUS
P0701	Dijital giriş 1 (DI1) işlevi	0: (start/dir)
P0702	Dijital giriş 2 (DI2) işlevi	1: ON/OFF1
P0703	Dijital giriş 3 (DI3) işlevi	2: ON ters yön/OFF1 5: ON/OFF2
P0704	Dijital giriş 4 (DI4) işlevi	9: Hata onayı 10: JOG sağa 11: JOG sol 12: Ters yön 13: Frekans arttırma 14: Frekans azaltma

PARAMETRE	PARAMETRE AÇIKLAMASI	DEĞERLER
P0727	2/3 kablolu kontrol yöntemi seçimi	0: (start/dir) 1: 2 kablo (fwd/rev) 2: 3 kablo (fwd/rev) 3: 3 kablo (start/dir)
P1000	Frekans (Hız) bilgisi ayar seçimi	Aralık: 0-77 olarak ayarlanabilir. Fabrika varsayılan ayar: 1 Ayarlardan bazıları 0: Ana ayar noktası yok 1: MOP ayar noktası 2: Analog ayar noktası 1 3: Sabit frekans (hız) 5: RS485 üzerinden USS / MODBUS 7: Analog ayar noktası 2
P1001	Sabit frekans 1	Fabrika ayarı: 10 Hz
P1002	Sabit frekans 2	Fabrika ayarı: 15 Hz
P1003	Sabit frekans 3	Fabrika ayarı: 25Hz
P1004	Sabit frekans 4	Fabrika ayarı: 50 Hz
P1032	Ters yön engelleme	0: Engellenmez 1: Engellenir
P1058	Kesik çalışma (jog) frekansı (Hz)	Fabrika ayarı: 5 Hz
P1060	Kesik çalışma (jog) kalkış hızlanma süresi (sn.)	Fabrika ayarı: 10 sn.
P1061	Kesik çalışma (jog) durma yavaşlama süresi (sn.)	Fabrika ayarı: 10 sn.
P1080	Minimum motor frekansı (Hz)	Fabrika ayarı: 5 Hz
P1082	Maksimum motor frekansı (Hz)	Fabrika ayarı: 50 Hz
P1120	Kalkış hızlanma süresi (sn.)	Fabrika ayarı: 10 sn.
P1121	Durma yavaşlama süresi (sn.)	Fabrika ayarı: 10 sn.
P1900	Motor veri tanımlama seçimi	0: Devre dışı 2: Standart

9.3. PLC İLE İNVERTÖR KONTROLÜ

İnvertörler kendi üzerinden kontrol edilebileceği gibi PLC kullanılarak da invertörlerin kontrolü sağlanabilir. Bu bağlantıda PLC, invertör girişine bağlanır. Buton, anahtar gibi giriş elemanları da PLC girişlerine bağlanır. İnvertör üzerinde yapılacak ayarlamalar ile PLC - invertör bağlantısı sağlanmış olur.

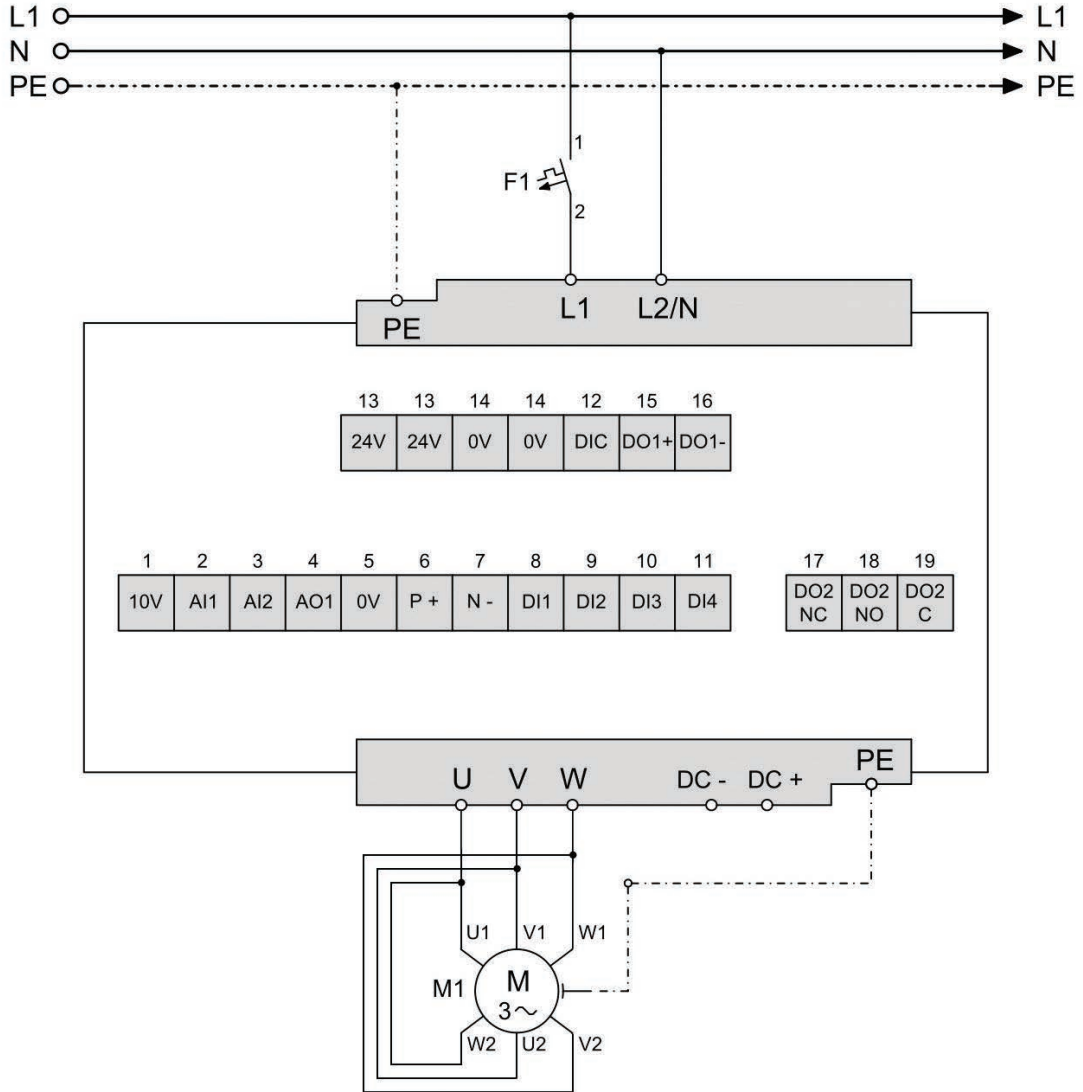
PLC istenen çalışma şartlarına uygun şekilde programlanır. Elde edilen veri invertöre, oradan da çıkış elemanına aktarılır. Görsel 9.12'de PLC ile invertör kontrolünün prensip şeması verilmiştir.



Görsel 9.12: PLC ve invertör bağlantısı prensip şeması

AMAÇ: Kontrol makroları kullanarak temel operatör paneliyle üç fazlı asenkron motorun hız ve devir yönü kontrolünü sağlamak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 9.13: Bir fazlı invertörün Cn001 makrosu için devre bağlantı şeması

3 ~ MOTOR		TİP ALPM 1710 - 4		TSE	
S1	IM B3	IP 55	I.CL. F		
V	Hz	A	kW	cosφ	1/min
Δ 220	50	2.0	0.37	0.66	1390
λ 380	50	1.2	0.37	0.66	1390
λ 460	60	1.2	0.44	0.64	1668

Görsel 9.14: İnvörtör ile çalıştırılan üç fazlı asenkron motorun etiketi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 1x16 A	1 adet
İnvertör	Bir fazlı (motor gücüne uygun güçte)	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı asenkron motor (Δ 220 V)	1 adet
Takometre	Analog / Dijital	1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

PARAMETRE LİSTESİ**KULLANILACAK PARAMETRELER**

Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	Değer Açıklaması
P0010	Devreye alma	1	Hızlı devreye alma
P0100	Güç ve frekans ayarları	0	Avrupa kW ve 50 Hz
P0304	Motor anma gerilim (V)	220	Motor etiketine göre değer girilir.
P0305	Motor anma akımı (A)	2.0	Motor etiketine göre değer girilir.
P0307	Motor anma gücü (kW/HP)	0.37	Motor etiketine göre değer girilir.
P0308	Motor anma güç katsayısı (cos ϕ)	0.66	Motor etiketine göre değer girilir.
P0310	Motor anma frekansı (Hz)	50	Motor etiketine göre değer girilir.
P0311	Motor anma devir sayısı (RPM)	1390	Motor etiketine göre değer girilir.
P1900	Motor veri tanıma seçimi	2	Veri tanılama aktif.

Kullanılacak motora uygun invertör seçildikten sonra motor bilgilerinin tanıtılması gerekir. Yukarıda yer alan parametrelere, kullanılacak motor etiket bilgilerine uygun değerler girilir. Kırmızı renkli verilen parametreler, kullanılan motorun etiket değerlerine göre girilecek değerlerdir.

CN001 BAĞLANTI MAKROSUNA AİT PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	Cn001 Makrosu	Değer Açıklaması
P0700	Başlangıç komut kaynağı seçimi	1	1	BOP (operatör panel)
P1000	Frekans (hız) bilgisi ayar seçimi	1	1	BOP
P0731	Dijital çıkış 1 işlevi	52.3	52.2	Konvertör çalışıyor.
P0732	Dijital çıkış 2 işlevi	52.7	52.3	Konvertör hata aktif.
P0771	Analog çıkışın işlevi	21	21	Gerçek frekans (hız)
P0810	Komut veri seti bit 0	0	0	El kontrol modu



UYARI: Seçilen makrolara ait değerler invertör tarafından doğrudan ayarlanır. Bu uygulama için kullanılan Cn001 makrosu seçildiğinde yukarıdaki parametreler motor sürücüsüne kendiliğinden yüklenir. Bu parametrelerin kullanıcı tarafından tekrar girilmesine gerek yoktur.



İSTEĞE BAĞLI KULLANILACAK PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	İstenen Değer
P1080	Minimum frekans (Hz)	0	
P1082	Maksimum frekans (Hz)	50	
P1120	Kalkış hızlanma (rampa) süresi (sn.)	10	
P1121	Durma yavaşlama (rampa) süresi (sn.)	10	
P1058	Kesik çalışma (jog) frekansı (Hz)	5	
P1060	Kesik çalışma (jog) kalkış hızlanma süresi (sn.)	10	
P1061	Kesik çalışma (jog) durma yavaşlama süresi (sn.)	10	
P1032	Ters yön engelleme 0: Engellenmez 1: Engellenir	1	

TEORİK BİLGİ

Kullanılan motor sürücüsünde Cn001 bağlantı makrosu, invertör üzerinde bulunan operatör paneli ile invertör ve invertöre bağlanan üç fazlı asenkron motorun kontrolünü sağlar.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Sistemde kullanılacak motorun gücünü tespit ediniz.
3. Motor gücüne uygun invertör seçimini yapınız.
4. Devre bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 9.13).
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. İnvertörün önceki çalışması ile ilgili bilgi yoksa P0010 (devreye alma) parametresini 30 (fabrika ayarı) ve P0970 (fabrika ayarı) parametresini 21 (tüm parametreleri sıfırla) olarak ayarlayınız (P0010=30 ve P0970=21). Böylece invertör fabrika ayarlarına döner.
7. Bu anda ekranda 50.? görünecektir. (OK) tuşuna basarak güç ve frekans ayarı için kW ve 50 Hz seçimini yapınız. Bu aynı zamanda P0100 parametresinin 0 olarak seçimidir (P0100=0).
8. P0304, P0305, P0307, P0308, P0310, P0311 parametrelerine kullanılan motor etiketine uygun olarak motor bilgilerini giriniz.
9. P1900=2 seçimini yaparak invertörün motor bilgilerini yükleyerek test etmesini sağlayınız. Bu esnada motor sürücüsü A541 alarm koduyla test yapılacağını simge şeklinde gösterir.
10. (M) tuşuna 2 sn.den az süre ile basarak makrolar menüsüne geçiniz. Bu esnada -Cn000 makrosu ekranda görünür. (↑) tuşuyla Cn001 makrosuna geliniz ve (OK) tuşuna basarak makroyu seçiniz. Seçilen makronun başında “-“ işareti belirecektir.
11. (M) tuşuna 2 sn.den az basarak uygulamalar menüsüne geçiniz. Ekranda -AP000 uygulama makrosu görünür. Bu uygulama için uygulama makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.
12. (M) tuşuna basarak menüden çıkınız. Böylece seçilen Cn001 bağlantı makrosuna ait parametreler invertör tarafından yüklenmeye başlar. Bu esnada hareketli olarak 8 8 8 sayıları görünür.
13. Bu işlem sonrasında parametre yükleme gerçekleşmiş ancak motor bilgileri test edilmiştir. İnvertör ekranında alarm simgesi olarak P1080 parametresi görünür.
14. Testin başlaması için başlangıç sinyali gönderilmelidir. Bu uygulamada başlangıç komut kaynağı P0700=1 olduğundan BOP seçilidir. Start (I) tuşuna bir kez basılarak test sinyali gönderilir ve invertör tarafından motor bilgileri doğrulaması başlatılır.
15. İnvertör aktiftir ancak motorda bir hareket gözlenmez. Bu işlem yaklaşık 20-30 sn. sürer. Süre sonunda tüm bilgiler doğru ise alarm ortadan kalkar. İnvertör kullanıma hazırdır.
16. Start (I) tuşuna basarak motoru çalıştırınız.
17. Cihaz üzerinden (↑) ve (↓) tuşları ile frekans ayarı yaparak frekansı değiştiriniz.
18. Her frekans değişiminde motor devrini takometre ile ölçünüz.
19. Stop (0) tuşuna basarak motoru durdurunuz.

20. (M) ve (OK) tuşlarına birlikte basarak invertör kontrolünü aralıklı moda alınız. Bu esnada invertör ekranında yanıp sönen el simgesinin olduğunu gözlemleyiniz.
21. İinvertör aralıklı modda iken Start (I) tuşuna basınız. Tuş basılı tutulduğu müddetçe motorun saat yönünde döndüğünü gözlemleyiniz. (Aralıklı çalışma hızı P1058 parametresi ile ayarlanır. Bu parametrenin değeri değiştirilerek istenen aralıklı çalışma hızı ayarlanabilir.)
22. P1032 parametresinin değerini 0 yapınız. BOP panel üzerinden (↑) ve (↓) tuşlarına birlikte basarak ekran üzerinde yön değişim (ters yön) simgesinin olduğunu ve motor yönünün değiştiğini gözlemleyiniz.
23. Sistemin enerjisini kesiniz. İinvertörler enerjisi kesilse dahi bir müddet enerjili kalmaktadır. Bu sebeple invertörün enerjisi kesildikten sonra en az invertör ekran görüntüsü tamamen kaybolana kadar iş güvenliği tedbiri olarak bekleyiniz.
24. Devre elemanlarının bağlantısını dikkatlice sökerek devre elemanlarını teslim ediniz.

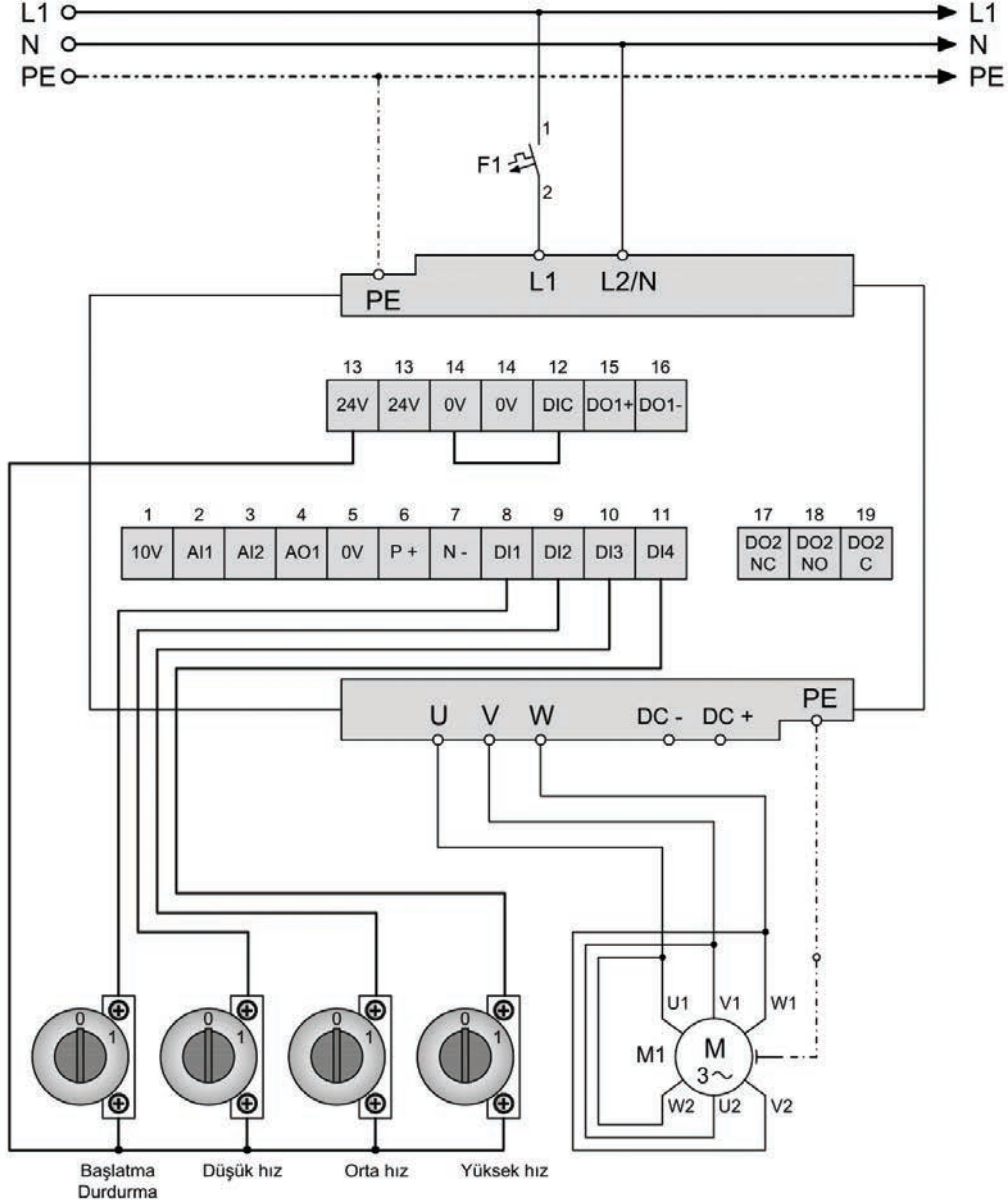
SORULAR

1. İinvertörler hangi amaçla kullanılır? Avantaj ve dezavantajları nelerdir?
2. İsteğe bağlı kullanılacak parametrelerden P1120= 5 sn. ve P1121= 1 sn. yaparak çalışmayı tekrar ediniz. Önceki çalışmaya göre farkını kısaca açıklayınız.
3. İinvertör bağlantısına ait devre şemasını çiziniz.
4. İinvertöre bağlanan üç fazlı motor neden üçgen bağlantılı olarak kullanılmıştır?
5. İinvertörün besleme girişinin üç fazlı olması durumunda nasıl bir değişiklik yapmak gerekir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	İinvertör bağlantısının yapılması	20		
Numarası :	2	İinvertör parametre ayarlarının yapılması	20		
	3	İinvertörün çalıştırılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Operatör paneli ile kontrol sağlanması	20		
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: Dijital girişlere bağlanan butonlar ve butonlara atanan frekans değerleri ile motorun hızını kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



3 ~ MOTOR		TİP ALPM 1710 - 4		TSE	
S1	IM B3	IP 55	I.CL. F		
V	Hz	A	kW	cosφ	1/min
Δ 220	50	2.0	0.37	0.66	1390
λ 380	50	1.2	0.37	0.66	1390
λ 460	60	1.2	0.44	0.64	1668



KOD=19821

Görsel 9.15: Bir fazlı invertörün Cn003 makrosu için devre bağlantı şeması

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 1x16 A	1 adet
İnvertör	Bir fazlı (motor gücüne uygun güçte)	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı asenkron motor (Δ 220 V)	1 adet
Buton	Kademe seçim butonu ya da kalıcı tip (1 NA kontak)	4 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

PARAMETRE LİSTESİ**KULLANILACAK PARAMETRELER**

Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	Değer Açıklaması
P0010	Devreye alma	1	Hızlı devreye alma
P0100	Güç ve frekans ayarları	0	Avrupa kW ve 50 Hz
P0304	Motor anma gerilim (V)	220	Motor etiketine göre değer girilir.
P0305	Motor anma akımı (A)	2.0	Motor etiketine göre değer girilir.
P0307	Motor anma gücü (kW/hp)	0.37	Motor etiketine göre değer girilir.
P0308	Motor anma güç katsayısı (cos ϕ)	0.66	Motor etiketine göre değer girilir.
P0310	Motor anma frekansı (Hz)	50	Motor etiketine göre değer girilir.
P0311	Motor anma devir sayısı (rpm)	1390	Motor etiketine göre değer girilir.
P1900	Motor veri tanıma seçimi	2	Veri tanılama aktif.

Kullanılacak motora uygun invertör seçildikten sonra motor bilgilerinin tanıtılması gerekir. Yukarıda yer alan parametrelere, kullanılacak motor etiket bilgilerine uygun değerler girilir.

CN001 BAĞLANTI MAKROSUNA AİT PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	Cn001 Makrosu	Değer Açıklaması
P0700	Başlangıç komut kaynağı seçimi	1	2	Terminal (klemens)
P1000	Frekans (hız) bilgisi ayar seçimi	1	3	Sabit frekans
P0701	Dijital giriş 1 (DI1) işlevi	0	1	ON/OFF
P0702	Dijital giriş 2 (DI2) işlevi	0	15	Sabit hız 0.bit
P0703	Dijital giriş 3 (DI3) işlevi	9	16	Sabit hız 1.bit
P0704	Dijital giriş 4 (DI4) işlevi	15	17	Sabit hız 2.bit
P1016	Sabit frekans modu	1	1	Doğrudan seçim modu
P1020	Sabit frekans seçim kaynağı 0.bit	722.3	722.1	DI2
P1021	Sabit frekans seçim kaynağı 1.bit	722.4	722.2	DI3
P1022	Sabit frekans seçim kaynağı 2.bit	722.5	722.3	DI4
P1001	Sabit frekans 1	10	10	Düşük hız
P1002	Sabit frekans 2	15	15	Orta hız
P1003	Sabit frekans 3	25	25	Yüksek hız
P0731	Dijital çıkış 1 işlevi	52.3	52.2	Konvertör çalışıyor
P0732	Dijital çıkış 2 işlevi	52.7	52.3	Konvertör hata aktif
P0771	Analog çıkışın işlevi	21	21	Gerçek frekans (hız)



UYARI: Cn003 makrosu seçildiğinde yukarıdaki parametreler invertöre kendiliğinden yüklenir. Bu parametrelerin kullanıcı tarafından tekrar girilmesine gerek yoktur.

İSTEĞE BAĞLI KULLANILACAK PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	İstenen Değer
P1080	Minimum frekans (Hz)	0	
P1082	Maksimum frekans (Hz)	50	
P1120	Kalkış hızlanma (rampa) süresi (sn.)	10	
P1121	Durma yavaşlama (rampa) süresi (sn.)	10	
P1058	Kesik çalışma (jog) frekansı (Hz)	5	
P1060	Kesik çalışma (jog) kalkış hızlanma süresi (sn.)	10	
P1061	Kesik çalışma (jog) durma yavaşlama süresi (sn.)	10	
P1001	Sabit frekans 1	10	
P1002	Sabit frekans 2	15	
P1003	Sabit frekans 3	25	
P1032	Ters yön engelleme 0: Engellenmez 1: Engellenir	1	

TEORİK BİLGİ

Cn003 bağlantı makrosu, invertör klemenslerine bağlanan butonlarla asenkron motorun kontrolünü sağlar. Butonlara her basışta o butona atanan hız değerinde motor hareket eder. Aynı anda birden fazla sabit frekans butonu aktif edilirse seçilen frekanslar toplanır ve motor bu toplam frekansa bağlı bir hızda döner. İsteğe bağlı ortak parametrelere müdahale edilmezse fabrika ayarları geçerlidir. Farklı çalışmalar için bu parametreler değiştirilerek motor kontrolü sağlanabilir. Butonlarla kontrol gerçekleştirilirken invertör üzerinden kontrol devre dışı kalır.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Sistemde kullanılacak motorun gücünü tespit ediniz.
3. Motor gücüne uygun invertör seçimini yapınız.
4. Devre bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 9.15).
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. İnvertörün önceki çalışması ile ilgili bilgi yoksa P0010 (devreye alma) parametresini 30 (fabrika ayarı) ve P0970 (fabrika ayarı) parametresini 21 (tüm parametreleri sıfırla) olarak ayarlayınız (P0010=30 ve P0970=21). Böylece invertör fabrika ayarlarına döner.
7. Fabrika ayarlarına döndüğünde ekranda 50.? görünürken (OK) tuşuna basınız (Güç ve frekans ayarı için kW ve 50 Hz seçilmiş olur. Bu aynı zamanda P0100=0 demektir).
8. P0304, P0305, P0307, P0308, P0310, P0311 parametrelerinin değerlerini kullanılan motor etiketine uygun olarak motor bilgilerini giriniz.
9. P1900=2 seçimini yaparak invertörün motor bilgilerini yükleyerek test etmesini sağlayınız. Bu esnada motor sürücüsü A541 alarm kodu üreterek test yapılacağına dair bilgiyi alarm ikaz simgesi şeklinde ekranda gösterecektir.
10. (M) tuşuna 2 sn.den az basarak makrolar menüsüne geçiniz. (↑) tuşuyla Cn003 makrosuna gelip (OK) tuşuna basarak makroyu seçiniz. Makronun başında “-” işareti belirecektir.
11. (M) tuşuna 2 sn.den az basarak uygulamalar menüsüne geçiniz (Ekranda -AP000 şeklinde uygulama makrosu görünür. Bu uygulama için uygulama makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.).
12. (M) tuşuna basarak menüden çıkınız. Seçilen Cn003 bağlantı makrosuna ait parametreler invertör tarafından yüklenmeye başlar (Bu esnada hareketli olarak 8 8 8 sayıları görünür.).
13. Bu işlem sonrasında parametre yükleme gerçekleşmiş olur. Ancak motor bilgileri test edilmemiştir (İnvertör ekranında alarm simgesi olarak P1080 parametresi görünecektir.).
14. DI1 girişindeki butonu aktif ederek test sinyali gönderiniz. Motor bilgileri doğrulaması başlatılacaktır.

15. Doğrulama için 20-30 sn. bekleyiniz. Süre sonunda tüm bilgiler doğru ise alarm ortadan kalkacak ve invertör kullanıma hâle hale gelecektir.
16. DI1 girişine bağlanan kalıcı tip kademeli anahtarı çevirerek invertörü çalıştırınız. İnvertöre sabit frekans değerlerinin yüklü olduğu butonlardan bilgi gitmediğinden motor hareket etmez.
17. DI2 kalıcı butonu aktif ederek motor milinin 10 Hz frekansla hareket ettiğini gözlemleyiniz (P1001 parametresinin fabrika ayarı 10 Hz olduğundan uygun hız gözlemlenecektir.).
18. Her frekans değişiminde motor devrini takometre ile ölçünüz.
19. DI3 kalıcı butonu aktif ederek motor milinin 15 Hz frekansla hareket ettiğini gözlemleyiniz (P1002 parametresi fabrika ayarı 15 Hz olduğundan uygun hız gözlemlenecektir.).
20. DI4 kalıcı tip butonu aktif ederek motor milini 25 Hz frekansla hareket ettiriniz (P1003 parametresinin fabrika ayarı 25 Hz olduğundan bu frekansa uygun hız gözlemlenecektir.).
21. DI2 ve DI3 kalıcı tip kademeli butonlarını birlikte aktif ederek motor milinin 10+15=25 Hz frekansla hareket ettiğini invertör ekranından ve motor milinden gözlemleyiniz.
22. DI2 ve DI4 kalıcı tip kademeli butonlarını birlikte aktif ederek motor milinin 10+25=35 Hz frekansla hareket ettiğini invertör ekranından ve motor milinden gözlemleyiniz.
23. DI2, DI3 ve DI4 kalıcı tip kademeli butonlarını birlikte aktif ederek motor milinin 10+15+25=50 Hz frekansla hareket ettiğini invertör ekranından ve motor milinden gözlemleyiniz.
24. Tüm dijital girişlere bağlı butonları pasif ederek sabit frekans bilgisi gönderimini sonlandırınız.
25. DI1 dijital girişine bağlı olan butonu pasif ederek invertör ve motorun çalışmasını durdurunuz.
26. Aşağıdaki üç maddeyi uygulayarak motorun invertör üzerinden kontrolünü sağlayınız.
27. (M) ve (OK) tuşlarına birlikte basarak invertör kontrolünü el (hand) moduna alınız. Bu esnada invertör ekranında el simgesinin olduğunu gözlemleyiniz.
28. Bu modda iken Start (I) tuşuna basarak motorun saat yönünde döndüğünü gözlemleyiniz.
29. (↑) ve (↓) tuşlarıyla frekans ayarı yaparak motor hızının değiştiğini gözlemleyiniz.
30. Sistemin enerjisini kesiniz. İnvertörler enerjisi kesilse dahi bir müddet enerjili kalmaktadır. Bu sebeple invertörün enerjisi kesildikten sonra en az invertör ekran görüntüsü tamamen kaybolana kadar iş güvenliği tedbiri olarak bekleyiniz.
31. Devre elemanlarının bağlantısını dikkatlice sökerek devre elemanlarını teslim ediniz

SORULAR

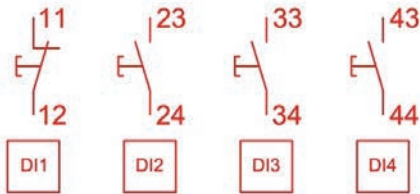
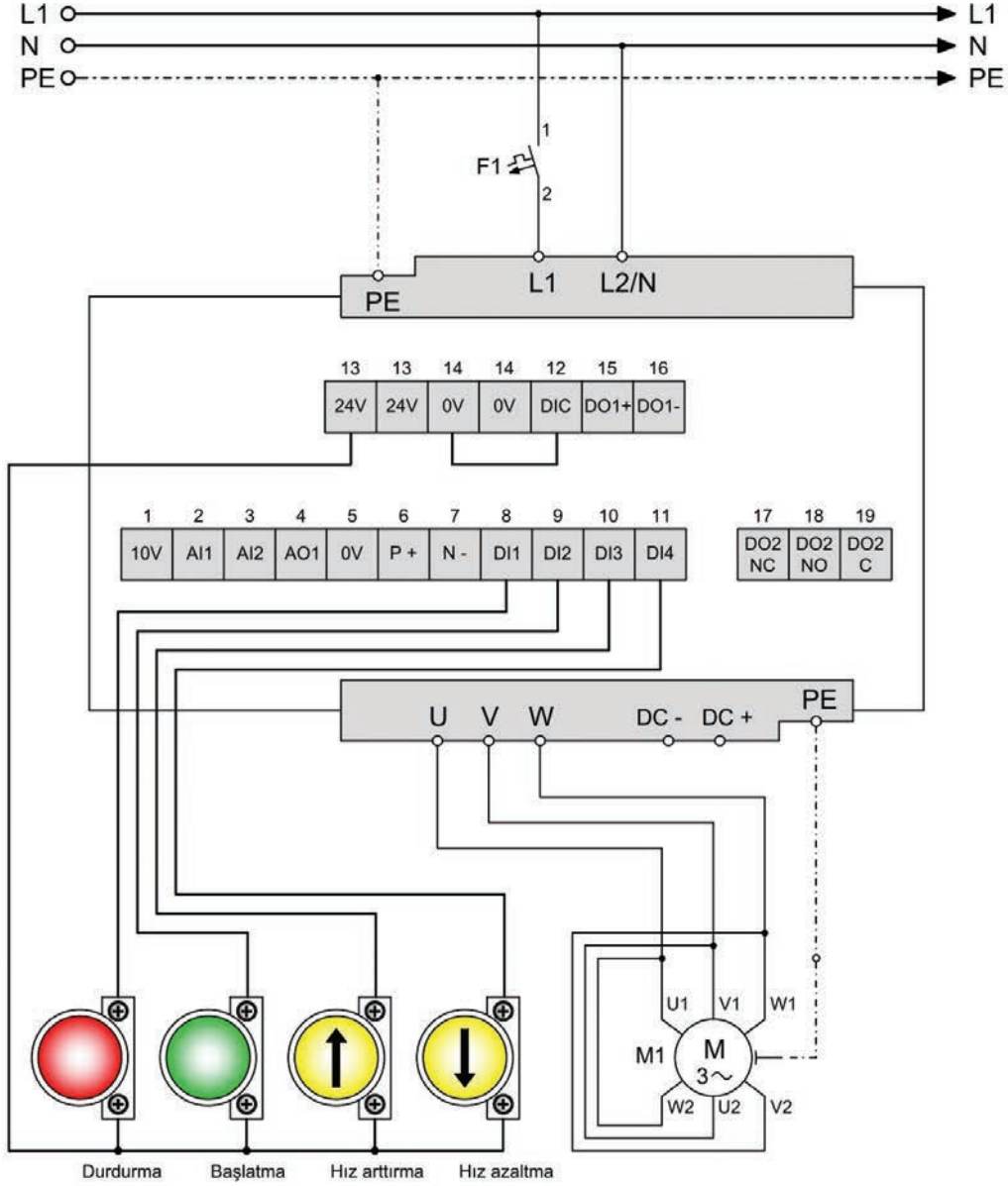


1. İsteğe bağlı kullanılacak parametrelerden P1120=3 sn. ve P1121=3 sn. yaparak çalışmayı tekrar ediniz. Önceki çalışmaya göre nasıl bir fark olduğunu kısaca açıklayınız.
2. P1001, P1002 ve P1003 parametrelerine yüklenen frekans değerlerinden herhangi birinin ya da toplamının 50 Hz değerini aşması durumunda ne olur? Sebebi ile açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	İnvertör bağlantısının yapılması	20	
Numarası	:	2	İnvertör parametre ayarlarının yapılması	20	
		3	İnvertörün çalıştırılması	20	
Adı-Soyadı	:	4	Butonlarla hız kontrolünün sağlanması	20	
İmza	:	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
				TOPLAM PUAN	100

AMAÇ: İnvörtör klemenslerine bağlanan butonlarla başlatma-durdurma ve devir ayarı yaparak üç fazlı asenkron motorun invertör ile kontrolünü sağlamak.

DEVRE ŞEMASI



* Yaylı tip butonlar (DI1-DI2-DI3-DI4)

3 ~ MOTOR		TİP ALPM 1710 - 4		TSE	
S1	IM B3	IP 55	I.C.L. F		
V	Hz	A	kW	cosφ	1/min
Δ 220	50	2.0	0.37	0.66	1390
λ 380	50	1.2	0.37	0.66	1390
λ 460	60	1.2	0.44	0.64	1668

Görsel 9.16: Bir fazlı motor invertörün Cn006 makrosu için devre bağlantı şeması

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 1x16 A	1 adet
İnvertör	Bir fazlı (motor gücüne uygun güçte)	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı asenkron motor (Δ 220 V)	1 adet
Stop butonu	Yay geri dönüşlü (1 NK kontak)	1 adet
Start butonu	Yay geri dönüşlü (1 NA kontak)	3 adet
Takometre	Analog / Dijital	1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

PARAMETRE LİSTESİ**KULLANILACAK PARAMETRELER**

Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	Değer Açıklaması
P0010	Devreye alma	1	Hızlı devreye alma
P0100	Güç ve frekans ayarları	0	Avrupa kW ve 50 Hz
P0304	Motor anma gerilim (V)	220	Motor etiketine göre değer girilir.
P0305	Motor anma akımı (A)	2.0	Motor etiketine göre değer girilir.
P0307	Motor anma gücü (kW/HP)	0.37	Motor etiketine göre değer girilir.
P0308	Motor anma güç katsayısı ($\cos\phi$)	0.66	Motor etiketine göre değer girilir.
P0310	Motor anma frekansı (Hz)	50	Motor etiketine göre değer girilir.
P0311	Motor anma devir sayısı (RPM)	1390	Motor etiketine göre değer girilir.
P1900	Motor veri tanıma seçimi	2	Veri tanılama aktif.

Kullanılacak motora uygun invertör seçildikten sonra motor bilgilerinin tanıtılması gerekir. Yukarıda yer alan parametrelere, kullanılacak motor etiket bilgilerine uygun değerler girilir. Kırmızı renkli verilen parametreler, kullanılan motorun etiket değerlerine göre girilecek değerlerdir.

CN003 BAĞLANTI MAKROSUNA AİT PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	Cn001 Makrosu	Değer Açıklaması
P0700	Başlangıç komut kaynağı seçimi	1	2	Terminal (klemens)
P1000	Frekans (hız) bilgisi ayar seçimi	1	1	BOP/MOP
P0701	Dijital giriş 1 (DI1) işlevi	0	2	ON/OFF
P0702	Dijital giriş 2 (DI2) işlevi	0	1	Sabit hız 0.bit
P0703	Dijital giriş 3 (DI3) işlevi	9	13	MOP frekans artırma
P0704	Dijital giriş 4 (DI4) işlevi	15	14	MOP frekans azaltma
P0727	2/3 kablolu kontrol yöntem seçimi	0	3	3 tel kontrol ON pulse + OFF1/hold + Reverse
P0771	Analog çıkışın işlevi	21	21	Gerçek frekans (hız)
P0731	Dijital çıkış 1 işlevi	52.3	52.2	Konvertör çalışıyor
P0732	Dijital çıkış 2 işlevi	52.7	52.3	Konvertör hata aktif
P1040	Mop ayar noktası (Hz)	5	0	Başlangıç frekansı
P1047	MOP rampa hızlanma süresi (sn.)	10	10	Min-max frekans=10 sn.
P1048	MOP rampa yavaşlama süresi (sn.)	10	10	Max-min frekans =10 sn.



UYARI: Seçilen makrolara ait değerler invertör tarafından doğrudan ayarlanır. Bu uygulama için kullanılan Cn006 makrosu seçildiğinde yukarıdaki parametreler motor sürücüsüne kendiliğinden yüklenir. Bu parametrelerin kullanıcı tarafından tekrar girilmesine gerek yoktur.

İSTEĞE BAĞLI KULLANILACAK PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	İstenen Değer
P1080	Minimum frekans (Hz)	0	
P1082	Maksimum frekans (Hz)	50	
P1120	Kalkış hızlanma (rampa) süresi (sn.)	10	
P1121	Durma yavaşlama (rampa) süresi (sn.)	10	
P1058	Kesik çalışma (jog) frekansı (Hz)	5	
P1060	Kesik çalışma (jog) kalkış hızlanma süresi (sn.)	10	
P1061	Kesik çalışma (jog) durma yavaşlama süresi (sn.)	10	
P1032	Ters yön engelleme 0: Engellenmez 1: Engellenir	1	

TEORİK BİLGİ

Kullanılan invertörde Cn006 bağlantı makrosu, invertör üzerinde bulunan klemenslere bağlanan haricî butonlarla invertör ve invertöre bağlanan üç fazlı asenkron motorun kontrolünü sağlar. Haricî butonlar çalışmanın gerçekleştiği makine gövdesinde bulunan kontrol panosuna monte edilir. Cn006 makrosu ile başlatma, durdurma, hız azaltma ve hız artırma işlemleri ayrı butonlarla kontrol edilir.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Sistemde kullanılacak motorun gücünü tespit ediniz.
3. Motor gücüne uygun invertör seçimini yapınız.
4. Devre bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 9.16)
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. İinvertör parametrelerinin önceki çalışması ile ilgili bilgi yoksa P0010 parametresini 30 (fabrika ayarı) ve P0970 (fabrika ayarı) parametresini 21 (tüm parametreleri sıfırla) olarak ayarlayınız (P0010=30 ve P0970=21). Böylece invertör fabrika ayarlarına döner.
7. Fabrika ayarlarına döndüğünde ekranda 50.? görüldüğünü gözlemleyiniz.
8. (OK) tuşuna basarak güç ve frekans ayarı için kW ve 50 Hz seçilmiş olunur. Bu aynı zamanda P0100 parametresinin 0 olarak seçimidir (P0100=0).
9. P0304, P0305, P0307, P0308, P0310, P0311 parametrelerinin değerlerini kullanılan motor etiketine uygun olarak motor bilgilerini giriniz.
10. P1900=2 seçimiyle invertörün motor bilgilerini yükleyerek test etmesini sağlayınız. Bu esnada motor sürücüsü A541 alarm kodu üreterek test yapılacağına dair bilgiyi alarm ikaz simgesi şeklinde ekranda gösterecektir.
11. (M) tuşuna 2 sn.den az süre ile basarak makrolar menüsüne geçiniz. Bu esnada -Cn000 makrosu ekranda görünür. (↑) tuşu kullanılarak Cn006 makrosuna gelinir ve (OK) tuşuna basılarak bu makronun seçilmesi sağlanır. Seçilen makronun başında “-“ işareti belirlecektir.
12. (M) tuşuna 2 sn.den az süre ile basılarak makrolar menüsünden uygulamalar menüsüne geçilir. Bu esnada -AP000 şeklinde seçili uygulama makrosu ekranda görünür. Bu uygulama için uygulama makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.
13. (M) tuşuna basılarak bu menüden çıkılır. Böylece Cn006 makrosuna ait parametreler invertör tarafından yüklenmeye başlar. Bu esnada hareketli olarak 8 8 8 sayıları görünür.

14. Bu işlem sonrasında parametre yükleme gerçekleşmiş olur. Ancak motor bilgileri test edilmemiştir. İnvertör ekranında alarm simgeli olarak P1080 parametresi görünecektir.
15. Testin başlaması için başlangıç komut kaynağından başlangıç sinyali gönderilmelidir. Bu uygulamada başlangıç komut kaynağı P0700=2 olduğundan terminal (klemenslere bağlanan butonlar) seçilidir. Başlangıç DI2 girişine bağlanan start butonuyla gerçekleştirilir. Bu sebeple DI2 girişindeki buton aktif edilerek test sinyali gönderilir.
16. DI2 girişinin aktif edilmesiyle invertör tarafından motor bilgileri doğrulaması başlatılır. İnvertör aktiftir ancak motorda herhangi bir hareket gözlenmez. Bu işlem yaklaşık 20-30 sn. sürer. Süre sonunda tüm bilgiler doğru ise alarm ortadan kalkar. İnvertör kullanıma hazırdır.
17. DI2 girişine bağlanan yay geri dönüşlü start butonuna bir kez basarak invertörü çalıştırınız. Bu esnada invertör fabrika ayarlarına dönüşten sonra ilk kez çalışacağından frekans 0 Hz'dir. Dolayısı ile motorda dönme hareketi gözlemlenmez.
18. DI3 girişine bağlanan yay geri dönüşlü butona basarak hız artırma işlemini gerçekleştiriniz. İnvertör üzerinden frekans değişimini ve motor üzerinden hız değişimini gözlemleyiniz.
19. DI4 girişine bağlanan yay geri dönüşlü butona basarak hız azaltma işlemini gerçekleştiriniz. İnvertör üzerinden frekans değişimini ve motor üzerinden hız değişimini gözlemleyiniz.
20. DI1 girişine bağlı olan stop butonuna basarak invertörün ve motorun çalışmasını durdurunuz.
21. Sistemin enerjisini kesiniz. İnvertörler enerjisi kesilse dahi bir müddet enerjili kalmaktadır. Bu sebeple invertörün enerjisi kesildikten sonra en az invertör ekran görüntüsü tamamen kaybolana kadar iş güvenliği tedbiri olarak bekleyiniz.
22. Bağlantıları dikkatlice sökerek devre elemanlarını teslim ediniz.

SORULAR



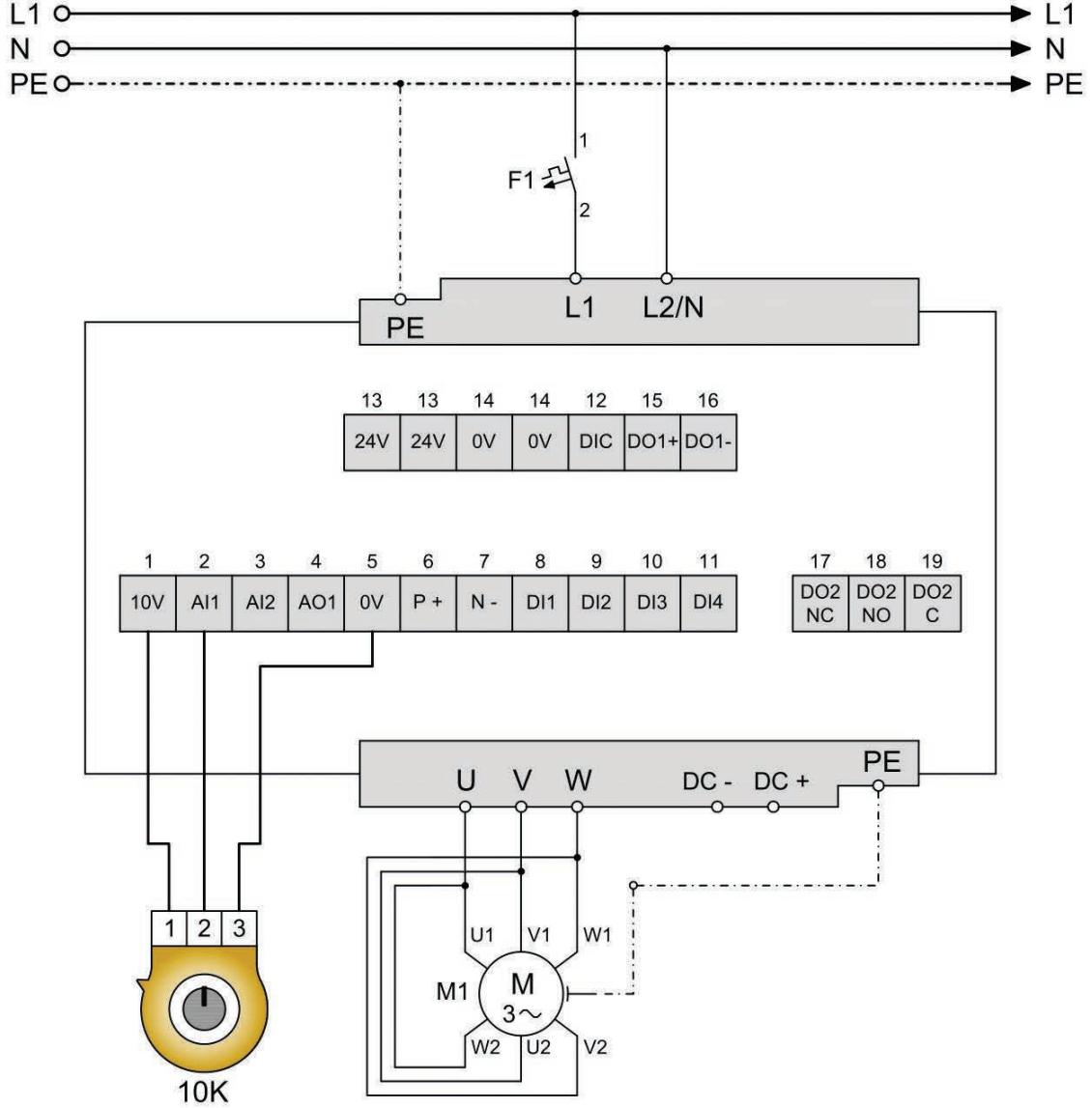
1. P1032 ters yön çalışma engelleme parametresini P1032= 0 yaparak çalışmayı tekrar ediniz. Hız azaltma butonu ile frekansı sıfırın altındaki değerlere getirerek önceki çalışmaya göre nasıl bir fark olduğunu kısaca açıklayınız.
2. Butonlarla kontrol gerçekleşirken invertör üzerindeki tuşlarla (BOP) kontrol sağlanabilir mi? Nedenini kısaca açıklayınız.



ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	İnvertör bağlantısının yapılması	20		
Numarası :	2	İnvertör parametre ayarlarının yapılması	20		
	3	İnvertörün çalıştırılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Butonlarla hız kontrolünün sağlanması	20		
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: Potansiyometre kullanarak üç fazlı asenkron motorun invertör ile hız kontrolünü sağlamak.

DEVRE ŞEMASI



3 ~ MOTOR		TİP ALPM 1710 - 4		TSE	
S1	IM B3	IP 55	I.CL. F		
V	Hz	A	kW	cosφ	1/min
Δ 220	50	2.0	0.37	0.66	1390
λ 380	50	1.2	0.37	0.66	1390
λ 460	60	1.2	0.44	0.64	1668

Görsel 9.17: Bir fazlı invertörün potansiyometre ile hız kontrolü devre bağlantı şeması

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 1x16 A	1 adet
İnvertör	Bir fazlı (motor gücüne uygun güçte)	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı asenkron motor (Δ 220 V)	1 adet
Potansiyometre	10K	1 adet
Takometre	Analog / Dijital	1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
EI aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

PARAMETRE LİSTESİ**KULLANILACAK PARAMETRELER**

Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	Değer Açıklaması
P0010	Devreye alma	1	Hızlı devreye alma
P0100	Güç ve frekans ayarları	0	Avrupa kW ve 50 Hz
P0304	Motor anma gerilim (V)	220	Motor etiketine göre değer girilir.
P0305	Motor anma akımı (A)	2.0	Motor etiketine göre değer girilir.
P0307	Motor anma gücü (kW/HP)	0.37	Motor etiketine göre değer girilir.
P0308	Motor anma güç katsayısı ($\cos\phi$)	0.66	Motor etiketine göre değer girilir.
P0310	Motor anma frekansı (Hz)	50	Motor etiketine göre değer girilir.
P0311	Motor anma devir sayısı (RPM)	1390	Motor etiketine göre değer girilir.
P1900	Motor veri tanıma seçimi	2	Veri tanılama aktif.

Kullanılacak motora uygun invertör seçildikten sonra motor bilgilerinin tanıtılması gerekir. Yukarıda yer alan parametrelere, kullanılacak motor etiket bilgilerine uygun değerler girilir. Kırmızı renkli verilen parametreler, kullanılan motorun etiket değerlerine göre girilecek değerlerdir.

BAĞLANTIYA AİT PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	Bağlantı Ayarı	Değer Açıklaması
P0700	Başlangıç komut kaynağı seçimi	1	1	Temel operatör paneli (BOP)
P1000	Frekans (hız) bilgisi ayar seçimi	1	2	Analog ayar noktası



UYARI: Bu uygulamada motor invertörün çalıştırılması invertör üzerinde bulunan operatör panelinden gerçekleştirilir (P0700=1). Motorun hız ayarı ise motor sürücüsü üzerinde bulunan klemenslere bağlanan potansiyometre kullanılarak yapılır (P1000=2).

İSTEĞE BAĞLI KULLANILACAK PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	İstenen Değer
P1080	Minimum frekans (Hz)	0	
P1082	Maksimum frekans (Hz)	50	
P1120	Kalkış hızlanma (rampa) süresi (sn.)	10	
P1121	Durma yavaşlama (rampa) süresi (sn.)	10	
P1058	Kesik çalışma (jog) frekansı (Hz)	5	
P1060	Kesik çalışma (jog) kalkış hızlanma süresi (sn.)	10	
P1061	Kesik çalışma (jog) durma yavaşlama süresi (sn.)	10	
P1032	Ters yön engelleme 0: Engellenmez 1: Engellenir	1	

TEORİK BİLGİ

Bu bağlantı genellikle farklı hız kontrolü ihtiyacının bulunduğu ve hız kontrolünün farklı bir noktadan gerçekleştirilmesinin zorunlu olduğu çalışmalarda kullanılır. Hız kontrolü belirlenen sınırlar içinde bir potansiyometre yardımıyla sağlanır.

Potansiyometrenin bağlantısı invertör üzerindeki klemenste bulunan 10 V, A11 ve 0 V olmak üzere üç ayrı girişe bağlanarak yapılır. Potansiyometre, kullanım kolaylığı ve güvenli bir erişim sağlamak amacıyla motor invertörün monte edildiği panonun kapağına ya da çalışmanın gerçekleştirileceği makinenin kontrol paneline monte edilebilir.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Sistemde kullanılacak motorun gücünü tespit ediniz.
3. Motor gücüne uygun invertör seçimini yapınız.
4. Devre bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 9.17).
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. İnvertör parametrelerinin önceki çalışması ile ilgili bilgi yoksa P0010 (devreye alma) parametresini 30 (fabrika ayarı) ve P0970 (fabrika ayarı) parametresini 21 (tüm parametreleri sıfırla) olarak ayarlayınız (P0010=30 ve P0970=21). Böylece invertör fabrika ayarlarına döner.
7. Fabrika ayarlarına döndüğünde ekranda 50.? görüldüğünü gözlemleyiniz.
8. (OK) tuşuna basarak güç ve frekans ayarı için kW ve 50 Hz seçilmiş olunur. Bu aynı zamanda P0100 parametresinin 0 olarak seçimidir (P0100=0).
9. P0304, P0305, P0307, P0308, P0310, P0311 parametrelerinin değerlerini kullanılan motor etiketine uygun olarak motor bilgilerini giriniz.
10. P1900=2 seçimini yaparak motor invertörün motor bilgilerini yükleyerek test etmesini sağlayınız. (Bu esnada motor sürücüsü A541 alarm kodu üreterek test yapılacağına dair bilgiyi alarm ikaz simgesi şeklinde ekranda gösterecektir.)
11. (M) tuşuna 2 sn.den az basarak makrolar menüsüne geçiniz (Bu esnada -Cn000 şeklinde seçili makro ekranda görünür. Bu uygulama için bağlantı makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.).
12. (M) tuşuna 2 sn.den az basarak bağlantı makroları menüsünden uygulama makroları menüsüne geçiniz (Bu esnada -AP000 şeklinde seçili uygulama makrosu ekranda görünür. Bu uygulama için uygulama makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.).
13. (M) tuşuna basarak menüden çıkınız. Böylece uygulamaya ait parametreler invertör tarafından yüklenmeye başlar (Bu esnada ekranda hareketli olarak 8 8 8 sayıları görünür.).
14. Bu işlem sonrasında parametre yükleme gerçekleşmiş olur. Ancak motor bilgileri test edilmemiştir. İnvertör ekranında alarm simgesi olarak P1080 parametresi görünecektir.
15. Bu aşamada isteğe bağlı parametrelerin yeni değerleri de girilebilir. Bunun için ekranda P1080 parametresi görünürken (↑) ve (↓) tuşları kullanılarak istenen parametre bulunur ve isteğe bağlı değer girilir.
16. P1000=2 değeri girilerek frekans bilgisi ayar kaynağı analog giriş olarak seçilmelidir. Bunun için herhangi bir ekranda iken (M) tuşuna 2 sn.den uzun basılarak görüntüleme menüsüne geçilir. Bu ekranda motorun çalışma anındaki akım, gerilim ve frekans bilgileri yer almaktadır. (M) tuşuna kısa basılarak bu menüden çıkılır. Böylelikle parametreler menüsüne geçilir. (↑) ve (↓) tuşları kullanılarak P1000 parametresi bulunur. (OK) tuşuna basılarak değeri 2 olarak değiştirilir.
17. Testin başlaması için başlangıç komut kaynağından başlangıç sinyali gönderilmelidir. Bu uygulamada başlangıç komut kaynağı P0700=1 olduğundan BOP (operatör panel) seçilidir. Başlangıç invertör üzerinde bulunan start (I) tuşu ile gerçekleştirilir. Bu sebeple start (I) tuşuna bir kez basılarak test sinyali gönderilir.
18. Start (I) tuşuna basıldığında invertör tarafından motor bilgileri doğrulaması başlatılır. İnvertör aktiftir ancak motorda herhangi bir hareket gözlenmez. Bu işlem yaklaşık 20-30 sn. sürmektedir. Süre sonunda tüm bilgiler doğru ise alarm ortadan kalkar. İnvertör kullanıma hazırdır.

19. İntertör üzerinde bulunan start (I) tuşuna basarak motoru çalıştırınız.
20. Potansiyometre ile frekans ayarı yaparak frekansı istediğiniz gibi değiştiriniz.
21. Her frekans değişiminde motor devrinin değiştiğini gözlemleyerek takometre ile ölçünüz.
22. Stop (0) tuşuna basarak motoru durdurunuz.
23. Bunun dışında aşağıdaki iki madde uygulanarak motorun devir yönü de değiştirilebilir.
24. P1032 parametresinin değerini "0" yapınız. BOP panel üzerinden (↑) ve (↓) tuşlarına birlikte basarak ekran üzerinde yön değişim (ters yön) simgesinin olduğunu gözlemleyiniz.
25. Ters yön çalışma için start (I) tuşuna basarak ters yönde çalışma gerçekleştiriniz. Potansiyometre ile ters yön hız kontrolünü yapınız. Bu esnada frekansın "-" değerler aldığını gözlemleyiniz.
26. Sistemin enerjisini kesiniz. İntertörler enerjisi kesilse dahi bir müddet enerjili kalmaktadır. Bu sebeple invertörün enerjisi kesildikten sonra en az invertör ekran görüntüsü tamamen kaybolana kadar iş güvenliği tedbiri olarak bekleyiniz.
27. Devre elemanlarının bağlantısını dikkatlice sökerek devre elemanlarını teslim ediniz.

SORULAR

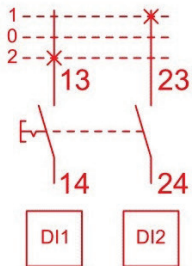
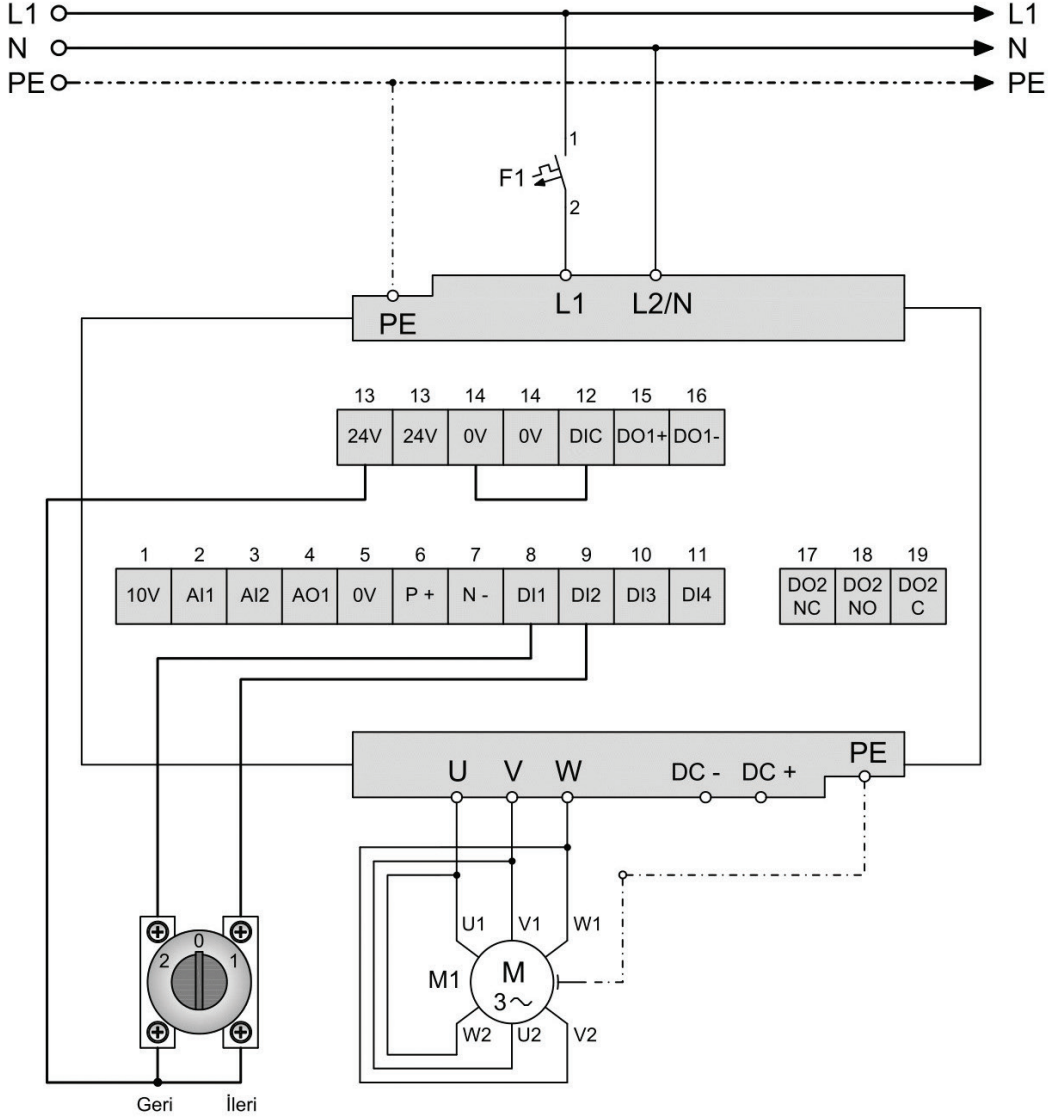
1. Motor sürücülerde potansiyometre hangi amaçla kullanılır?
2. İntertöre bağlanan potansiyometrenin bağlantısını açıklayınız.



ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	İntertör bağlantısının yapılması	20		
Numarası :	2	İntertör parametre ayarlarının yapılması	20		
	3	İntertörün çalıştırılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Potansiyometre ile hız ayarının yapılması	20		
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: Kalıcı tip kademeli buton kullanarak üç fazlı asenkron motorun invertör ile devir yönü değişimini sağlamak.

DEVRE ŞEMASI



*Kalıcı tip seçici buton
(2 kademeli)

3 ~ MOTOR		TİP ALPM 1710 - 4		TSE	
S1	IM B3	IP 55	I.CL. F		
V	Hz	A	kW	cosφ	1/min
Δ 220	50	2.0	0.37	0.66	1390
λ 380	50	1.2	0.37	0.66	1390
λ 460	60	1.2	0.44	0.64	1668

Görsel 9.18: Bir fazlı invertör ile kalıcı tip buton kullanılarak devir yönü değiştirme

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 1x16 A	1 adet
Kademe seçim anahtarı	Kalıcı tip (2-0-1 kademeli) buton 2 NA kontak	1 adet
İnvertör	Bir fazlı	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı asenkron motor (Δ 220 V)	1 adet
Takometre	Analog / Dijital	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 2,5 mm ² NYAF	
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Multimetre	Dijital	1 adet
EI aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

PARAMETRE LİSTESİ**KULLANILACAK PARAMETRELER**

Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	Değer Açıklaması
P0010	Devreye alma	1	Hızlı devreye alma
P0100	Güç ve frekans ayarları	0	Avrupa kW ve 50 Hz
P0304	Motor anma gerilim (V)	220	Motor etiketine göre değer girilir.
P0305	Motor anma akımı (A)	2.0	Motor etiketine göre değer girilir.
P0307	Motor anma gücü (kW/hp)	0.37	Motor etiketine göre değer girilir.
P0308	Motor anma güç katsayısı (cos ϕ)	0.66	Motor etiketine göre değer girilir.
P0310	Motor anma frekansı (Hz)	50	Motor etiketine göre değer girilir.
P0311	Motor anma devir sayısı (rpm)	1390	Motor etiketine göre değer girilir.
P1900	Motor veri tanıma seçimi	2	Veri tanılama aktif.

Kullanılacak motora uygun invertör seçildikten sonra motor bilgilerinin tanıtılması gerekir. Yukarıda yer alan parametrelere, kullanılacak motor etiket bilgilerine uygun değerler girilir.

BAĞLANTIYA AİT PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	Bağlantı Ayarı	Değer Açıklaması
P0003	Parametre erişim seviyesi	1	2	Genişletilmiş erişim yetkisi
P0700	Başlangıç komut kaynağı seçimi	1	2	Terminal (klemens)
P0701	Dijital giriş 1 (DI1) işlevini seçer.	0	2	ON ters yön
P0702	Dijital giriş 2 (DI2) işlevini seçer.	0	1	ON
P0727	2/3 kablolu kontrol yöntem seçimi	0	1	2 tel kontrol
P1032	Ters yön engelleme 0: Engellenmez. 1: Engellenir.	1	0	Ters yön çalışma engellenmez.



UYARI: Bu uygulamada motor invertörün çalıştırılması invertör üzerinde bulunan klemenslere bağlı iki kademeli kalıcı butonla gerçekleştirilir (P0700=2). Motorun hız ayarı ise motor sürücüsü üzerinde bulunan (↑) ve (↓) tuşları ile yapılır.



İSTEĞE BAĞLI KULLANILACAK PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	İstenen Değer
P1080	Minimum frekans (Hz)	0	
P1082	Maksimum frekans (Hz)	50	
P1120	Kalkış hızlanma (rampa) süresi (sn.)	10	
P1121	Durma yavaşlama (rampa) süresi (sn.)	10	
P1058	Kesik çalışma (jog) frekansı (Hz)	5	
P1060	Kesik çalışma (jog) kalkış hızlanma süresi (sn.)	10	
P1061	Kesik çalışma (jog) durma yavaşlama süresi (sn.)	10	

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Sistemde kullanılacak motorun gücünü tespit ediniz.
3. Motor gücüne uygun invertör seçimini yapınız.
4. Devre bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 9.18).
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. İnvertör parametrelerinin önceki çalışması ile ilgili bilgi yoksa P0010 (devreye alma) parametresini 30 (fabrika ayarı) ve P0970 (fabrika ayarı) parametresini 21 (tüm parametreleri sıfırla) olarak ayarlayınız (P0010=30 ve P0970=21). Böylece invertör fabrika ayarlarına döner.
7. Fabrika ayarlarına döndüğünde ekranda 50.? görüldüğünü gözlemleyiniz.
8. (OK) tuşuna basarak güç ve frekans ayarı için kW ve 50 Hz seçilmiş olunur. Bu aynı zamanda P0100 parametresinin 0 olarak seçimidir (P0100=0).
9. P0304, P0305, P0307, P0308, P0310, P0311 parametrelerinin değerlerini kullanılan motor etiketine uygun olarak motor bilgilerini giriniz.
10. P1900=2 seçimini yaparak motor invertörün motor bilgilerini yükleyerek test etmesini sağlayınız. Bu esnada motor sürücüsü A541 alarm kodu üreterek test yapılacağına dair bilgiyi alarm ikaz simgesi şeklinde ekranda gösterecektir.
11. (M) tuşuna 2sn.den az basarak makrolar menüsüne geçiniz (Bu esnada -Cn000 şeklinde seçili makro ekranda görünür. Bu uygulama için bağlantı makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.).
12. (M) tuşuna 2sn.den az basarak bağlantı makroları menüsünden uygulama makroları menüsüne geçiniz (Bu esnada -AP000 şeklinde seçili uygulama makrosu ekranda görünür. Bu uygulama için uygulama makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.).
13. (M) tuşuna basarak menüden çıkınız. Böylece uygulamaya ait parametreler invertör tarafından yüklenmeye başlar (Bu esnada ekranda hareketli olarak 8 8 8 sayıları görünür.).
14. Bu işlem sonrasında parametre yükleme gerçekleşmiş olur. Ancak motor bilgileri test edilmemiştir. İnvertör ekranında alarm simgeli olarak P1080 parametresi görünecektir.
15. Parametreler menüsünde P0700, P0701, P0702, P0727 gibi bazı parametreler (↑) ve (↓) tuşlarıyla görünmeyebilir. Bu sebeple P0003 parametre değeri 2 seçilerek (P0003=2) genişletilmiş parametrelere erişim sağlanmalıdır.
16. Bunun için herhangi bir ekranda iken (M) tuşuna 2 sn.den uzun basılarak görüntüleme menüsüne geçilir. Bu ekranda motorun çalışma anındaki akım, gerilim ve frekans bilgileri yer almaktadır. (M) tuşuna kısa basılarak bu menüden çıkılır. Böylelikle parametreler menüsüne geçilir. Burada herhangi bir parametreyken (OK) tuşuna uzun basılarak basamak (digit by digit) seçim işlemi yapılabilir. Ekrandaki parametrenin ilk basamağı yanıp sönmeye başlayacaktır.
17. (↑) ve (↓) tuşlarıyla istenen değer seçilir. P0003 için ilk basamak 3 olarak ayarlandığında (OK) tuşu ile bir sol basamağa geçilerek 0 yapılır. En son ekranda P0003 parametresi oluşunca (OK) tuşuna basılarak P0003=2 olacağından 2 seçilir. Bu sayede parametre erişim yetkisi bir üst seviye olan genişletilmiş erişim seviyesine çıkarılmış olur.

18. Testin başlaması için başlangıç komut kaynağından başlangıç sinyali gönderilmelidir. Bu uygulamada başlangıç komut kaynağı P0700=2 olduğundan terminal (klemenslere bağlanan butonlar) seçilidir. Test DI1 ve DI2 girişine bağlanan kademeli seçmeli tip kalıcı butonun herhangi bir yöne çevrilmesi ile başlatılır.
19. İnvertör aktiftir ancak motora herhangi bir hareket gözlenmez. Bu işlem yaklaşık 20-30 sn. sürmektedir. Süre sonunda tüm bilgiler doğru ise alarm ortadan kalkar. İnvertör kullanıma hazırdır.
20. Klemense bağlı kademeli butonu, 1 kademesine çevirerek motorun ileri yön hareketini gözlemleyiniz.
21. Klemense bağlı kademeli butonu, 0 kademesine çevirerek motoru durdurunuz.
22. Klemense bağlı kademeli butonu, 2 kademesine çevirerek motorun geri yön hareketini gözlemleyiniz.
23. Klemense bağlı kademeli butonu, 0 kademesine çevirerek motoru durdurunuz.
24. Sistemin enerjisini kesiniz. İnvertörler enerjisi kesilse dahi bir müddet enerjili kalmaktadır. Bu sebeple invertörün enerjisi kesildikten sonra en az invertör ekran görüntüsü tamamen kaybolana kadar iş güvenliği tedbiri olarak bekleyiniz.
25. Devre elemanlarının bağlantısını dikkatlice sökerek devre elemanlarını teslim ediniz.

SORULAR

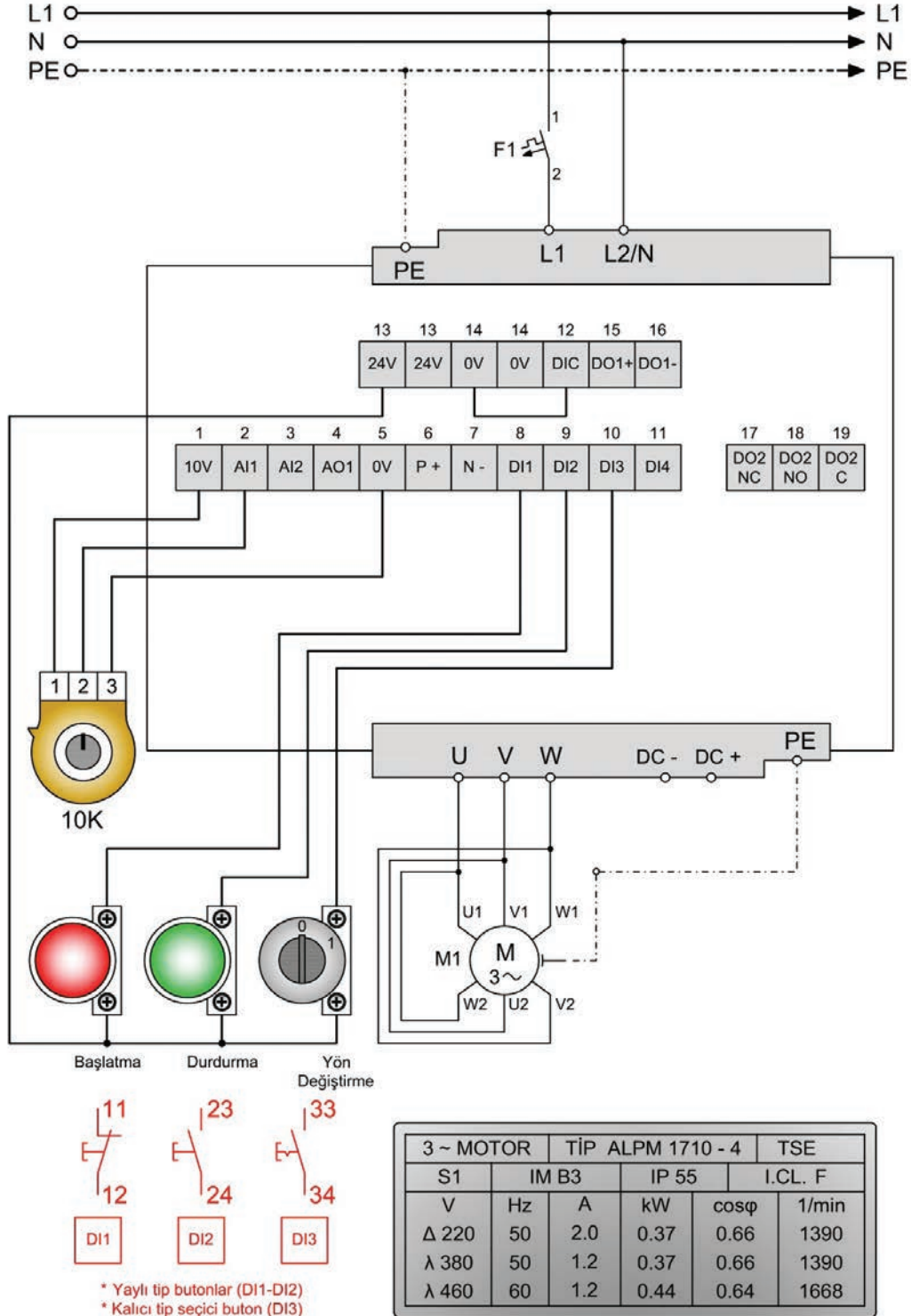


1. Bağlantıya ait P1032 parametresine müdahale edilmeyip 1 olarak bırakılırsa çalışma nasıl gerçekleşir?
2. Devrede kullanılan kalıcı tip kademeli buton yerine yaylı tip buton kullanılarak aynı parametrelerle çalışma gerçekleştirilebilir mi? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	İnvertör bağlantısının yapılması	20		
Numarası :	2	İnvertör parametre ayarlarının yapılması	20		
	3	İnvertörün çalıştırılması	20		
Adı-Soyadı :	4	Buton ile devir yönünün değiştirilmesi	20		
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: Buton ve potansiyometre kullanarak üç fazlı asenkron motorun invertör ile devir yönü değişimi ve hız kontrolünü sağlamak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 9.19: Bir fazlı invertör ile devir yönü değiştirme ve hız kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 1x16 A	1 adet
Stop butonu	Yay geri dönüşlü (1 NK kontak)	1 adet
Start butonu	Yay geri dönüşlü (1 NA kontak)	1 adet
Kalıcı tip buton	0-1 kademeli (1 NA kontak)	1 adet
Motor sürücüsü	Bir fazlı	1 adet
Potansiyometre	10K	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı asenkron motor (Δ 220 V)	1 adet
Takometre	Analog / Dijital	1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

PARAMETRE LİSTESİ**KULLANILACAK PARAMETRELER**

Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	Değer Açıklaması
P0010	Devreye alma	1	Hızlı devreye alma
P0100	Güç ve frekans ayarları	0	Avrupa kW ve 50 Hz
P0304	Motor anma gerilim (V)	220	Motor etiketine göre değer girilir.
P0305	Motor anma akımı (A)	2.0	Motor etiketine göre değer girilir.
P0307	Motor anma gücü (kW/HP)	0.37	Motor etiketine göre değer girilir.
P0308	Motor anma güç katsayısı ($\cos\phi$)	0.66	Motor etiketine göre değer girilir.
P0310	Motor anma frekansı (Hz)	50	Motor etiketine göre değer girilir.
P0311	Motor anma devir sayısı (RPM)	1390	Motor etiketine göre değer girilir.
P1900	Motor veri tanıma seçimi	2	Veri tanılama aktif.

Kullanılacak motora uygun invertör seçildikten sonra motor bilgilerinin tanıtılması gerekir. Yukarıda yer alan parametrelere, kullanılacak motor etiket bilgilerine uygun değerler girilir. Kırmızı renkli verilen parametreler, kullanılan motorun etiket değerlerine göre girilecek değerlerdir.

BAĞLANTIYA AİT PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	Bağlantı Ayarı	Değer Açıklaması
P0003	Parametre erişim seviyesi	1	2	Genişletilmiş erişim yetkisi
P0700	Başlangıç komut kaynağı seçimi	1	2	Terminal (klemens)
P0701	Dijital giriş 1 (DI1) işlevini seçer.	0	1	ON Pals
P0702	Dijital giriş 2 (DI2) işlevini seçer.	0	2	OFF1/Tutma
P0703	Dijital giriş 3 (DI3) işlevini seçer.	9	12	Ters yön (reverse)
P0727	2/3 kablolu kontrol yöntem seçimi	0	3	3 tel kontrol ON pulse + OFF1/hold + Reverse
P1000	Frekans (hız) bilgisi ayar seçimi	1	2	Analog giriş 1 ayar noktası
P1032	Ters yön engelleme 0: Engellenmez. 1: Engellenir.	1	0	Ters yön çalışma engellenmez.



UYARI: Bu uygulamada motor invertörün çalıştırılması invertör üzerinde bulunan klemense bağlı butonlarla gerçekleştirilir (P0700=2). Klemense bağlanan yay geri dönüşlü butonlarla çalıştırıp durdurma, kalıcı tip butonla ise devir yönü değiştirme işlemleri gerçekleştirilir. Motorun hız ayarı ise invertör klemensine bağlanan potansiyometre ile sağlanır.

İSTEĞE BAĞLI KULLANILACAK PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	İstenen Değer
P1080	Minimum frekans (Hz)	0	
P1082	Maksimum frekans (Hz)	50	
P1120	Kalkış hızlanma (rampa) süresi (sn.)	10	
P1121	Durma yavaşlama (rampa) süresi (sn.)	10	
P1058	Kesik çalışma (jog) frekansı (Hz)	5	
P1060	Kesik çalışma (jog) kalkış hızlanma süresi (sn.)	10	
P1061	Kesik çalışma (jog) durma yavaşlama süresi (sn.)	10	

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Sistemde kullanılacak motorun gücünü tespit ediniz.
3. Motor gücüne uygun invertör seçimini yapınız.
4. Devre bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 9.19).
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. Önceki çalışma ile ilgili bilgi yoksa P0010 (devreye alma) parametresini 30 (fabrika ayarı) ve P0970 (fabrika ayarı) parametresini 21 (tüm parametreleri sıfırla) olarak ayarlayınız (P0010=30 ve P0970=21). Böylece invertör fabrika ayarlarına döner.
7. Fabrika ayarlarına döndüğünde ekranda 50.? görüldüğünü gözlemleyiniz.
8. (OK) tuşuna basarak güç ve frekans ayarı için kW ve 50 Hz seçilmiş olunur. Bu aynı zamanda P0100 parametresinin 0 olarak seçimidir (P0100=0).
9. P0304, P0305, P0307, P0308, P0310, P0311 parametrelerinin değerlerini kullanılan motor etiketine uygun olarak motor bilgilerini giriniz.
10. P1900=2 seçimini yaparak motor invertörün motor bilgilerini yükleyerek test etmesini sağlayınız. Bu esnada motor sürücüsü A541 alarm kodu üreterek test yapılacağına dair bilgiyi alarm ikaz simgesi şeklinde ekranda gösterecektir.
11. (M) tuşuna 2 sn.den az süre ile basılarak makrolar menüsüne geçilir. Bu esnada -Cn000 şeklinde seçili makro ekranda görünür. Bu uygulama için bağlantı makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.
12. (M) tuşuna 2 sn.den az süre ile basılarak bağlantı makroları menüsünden uygulama makroları menüsüne geçilir. Bu esnada -AP000 şeklinde seçili uygulama makrosu ekranda görünür. Bu uygulama için uygulama makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.
13. (M) tuşuna basılarak bu menüden çıkılır. Böylece uygulamaya ait parametreler invertör tarafından yüklenmeye başlar. Bu esnada ekranda hareketli olarak 8 8 8 sayıları görünür.
14. Bu işlem sonrasında parametre yükleme gerçekleşmiş olur. Ancak motor bilgileri test edilmemiştir. İnvvertör ekranında alarm simgesi olarak P1080 parametresi görünecektir.
15. Parametreler menüsünde P0700, P0701, P0702, P0727 gibi bazı parametreler (↑) ve (↓) tuşlarıyla görünmeyebilir. Bu sebeple P0003 parametre değeri 2 seçilerek (P0003=2) genişletilmiş parametrelere erişim sağlanmalıdır.

16. Herhangi bir ekranda iken (M) tuşuna 2 sn.den uzun basarak görüntüleme menüsüne geçiniz. Burada motorun akım, gerilim ve frekans bilgileri görüntülenecektir. (M) tuşuna kısa basarak menüden çıkınız ve parametreler menüsüne geçiniz. Herhangi bir parametreyken (OK) tuşuna uzun basarak basamak basamak seçim işlemine geçiniz. Ekrandaki parametrenin ilk basamağının yanıp sönmeye başladığını gözlemleyiniz.
17. (↑) ve (↓) tuşlarıyla istenen değeri seçiniz. P0003 için ilk basamak 3 olarak ayarlandığında (OK) tuşu ile bir sol basamağa geçerek 0 yapınız. En son ekranda P0003 parametresi oluşunca (OK) tuşuna basarak P0003 = 2 olacağından 2 seçiniz (Genişletilmiş erişim seviyesine ulaşılmış olacaktır.).
18. Aynı şekilde P0700 = 2, P0701 = 1, P0702 = 2, P0703 = 12, P727 = 3 ve P1000 = 2 parametrelerini değerlerine göre ayarlayınız.
19. Test için DI1 girişine bağlı yay geri dönüşlü start butonuna basınız. İnvertörün aktif olduğunu ancak motorda herhangi bir hareket olmadığını gözlemleyiniz.
20. 20-30 sn. bekledikten sonra (tüm bilgilerin doğru olması hâlinde) alarmın ortadan kalktığını ve invertörün kullanıma hazır hâle geldiğini gözlemleyiniz.
21. DI1 girişine bağlı start butonuna basarak motoru ileri yöne çalıştırınız.
22. Potansiyometre ile hız ayarı yapınız.
23. DI3 girişine bağlı ters yön kalıcı tip butona basarak motoru geri yönde çalıştırınız.
24. Potansiyometre ile hız ayarı yapınız.
25. DI2 girişine bağlı stop butonuna basarak motoru durdurunuz.
26. Sistemin enerjisini kesiniz (İnvertörler enerjisi kesilse dahi bir müddet enerjili kalmaktadır. Bu sebeple invertörün enerjisi kesildikten sonra en az invertör ekran görüntüsü tamamen kaybolana kadar iş güvenliği tedbiri olarak bekleyiniz.).
27. Bağlantıları dikkatlice sökerek devre elemanlarını teslim ediniz.

SORULAR

1. Devrede kullanılan potansiyometre değeri artırılmasına rağmen motor yavaşlıyorsa nedeni nedir? Bu sorun nasıl düzeltilir?
2. Devrede kullanılan potansiyometrenin direnç değeri 100K seçilirse ne gibi değişiklikler olur? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	İnvertör bağlantısının yapılması	20		
Numarası :	2	İnvertör ayarlarının yapılması	20		
	3	Butonlarla çalıştırma durdurma	20		
Adı-Soyadı :	4	Butonla devir yönü değiştirme	20		
İmza :	5	Potansiyometre ile hız kontrolünün yapılması	20		
		TOPLAM PUAN	100		

AMAÇ: PLC ve invertör kullanarak üç fazlı asenkron motorun zamana bağlı hız kontrolünü gerçekleştirmek.

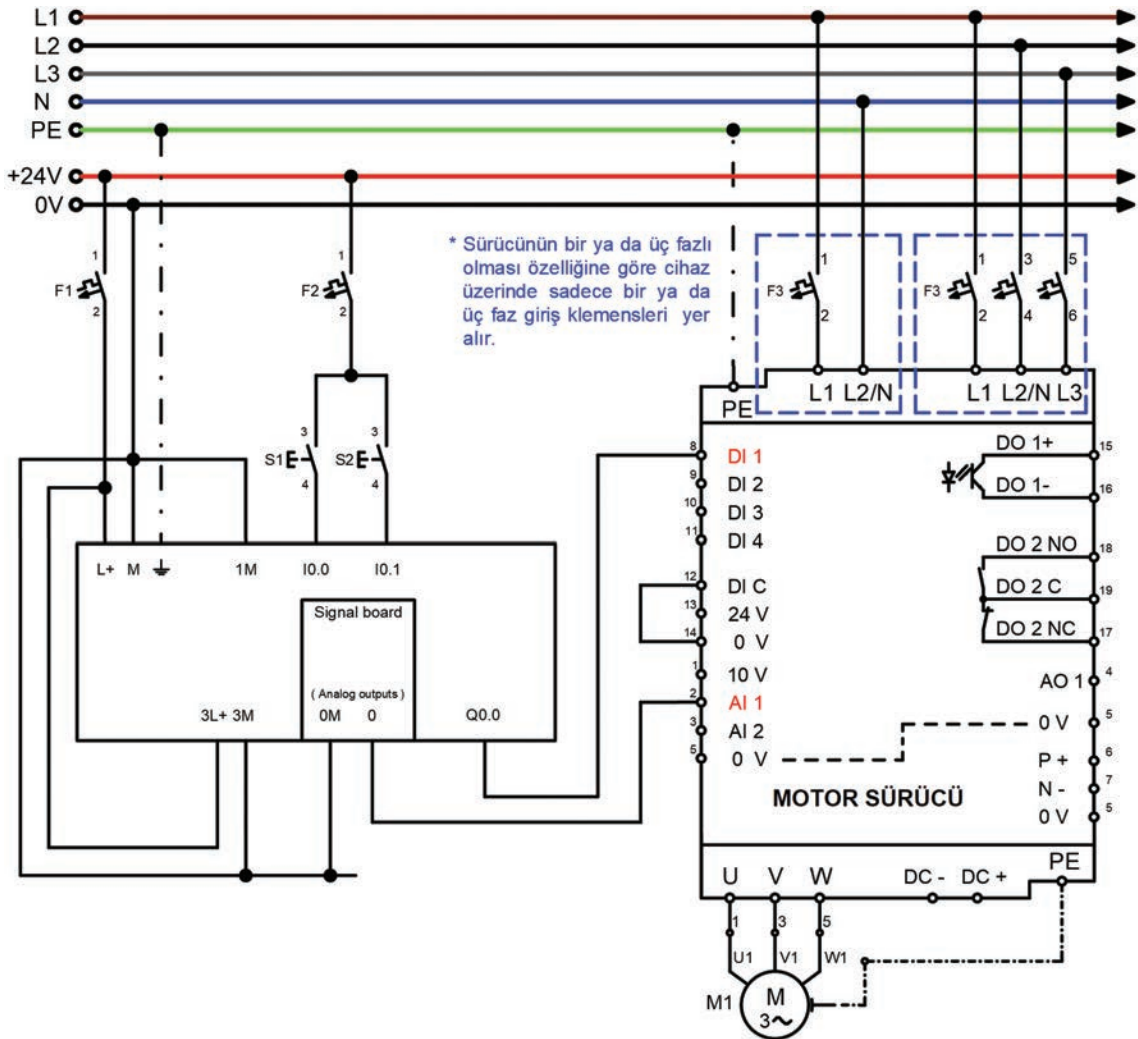
PROBLEM: Bir üretim hattındaki konveyör farklı çalışma hızlarında kontrol edilmek istenmektedir. Hız kontrolü AC motor sürücüsü ile gerçekleştirilecektir.

- Başlatma butonuna basıldığında motor 5 sn. boyunca 10 Hz frekansla dönecektir.
- Bu süre sonunda motor hızlanarak 10 sn. boyunca 25 Hz frekansla dönecektir.
- Daha sonra motor hızı daha da artacak ve 15 sn. boyunca 50 Hz frekansla dönecektir.
- 15 sn. dolunca motor kendiliğinden duracaktır.
- Herhangi bir an da durdurma butonuna basıldığında motor duracaktır.

Sistemin çalıştırılması için gerekli PLC projesini oluşturarak uygulamasını gerçekleştiriniz.

FREKANS SAYISAL DEĞERLERİ			
Frekans değeri	50 Hz	25 Hz	10 Hz
Sayısal değeri	27648	13824	5530

DEVRE ŞEMASI



Görsel 9.20: PLC ile motor sürücü kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 1x16 A	1 adet
W otomat sigorta	B 1x10 A	2 adet
Buton	Yay geri dönüşlü (1 NA kontak)	2 adet
PLC	Transistör çıkışlı	1 adet
Motor sürücü	Bir fazlı	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı asenkron motor (Δ 220 V)	1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

PARAMETRE LİSTESİ**KULLANILACAK PARAMETRELER**

Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	Değer Açıklaması
P0010	Devreye alma	1	Hızlı devreye alma
P0100	Güç ve frekans ayarları	0	Avrupa kW ve 50 Hz
P0304	Motor anma gerilim (V)	220	Motor etiketine göre değer girilir.
P0305	Motor anma akımı (A)	2.0	Motor etiketine göre değer girilir.
P0307	Motor anma gücü (kW/HP)	0.37	Motor etiketine göre değer girilir.
P0308	Motor anma güç katsayısı (cos ϕ)	0.66	Motor etiketine göre değer girilir.
P0310	Motor anma frekansı (Hz)	50	Motor etiketine göre değer girilir.
P0311	Motor anma devir sayısı (RPM)	1390	Motor etiketine göre değer girilir.
P1900	Motor veri tanıma seçimi	2	Veri tanılama aktif

Kullanılacak motora uygun invertör seçildikten sonra motor bilgilerinin tanıtılması gerekir. Yukarıda yer alan parametrelere, kullanılacak motor etiket bilgilerine uygun değerler girilir. Kırmızı renkli verilen parametreler, kullanılan motorun etiket değerlerine göre girilecek değerlerdir.

BAĞLANTIYA AİT PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	Bağlantı Ayarı	Değer Açıklaması
P0003	Parametre erişim seviyesi	1	2	Genişletilmiş erişim yetkisi
P0700	Başlangıç komut kaynağı seçimi	1	2	Terminal (Klemens)
P0701	Dijital giriş 1 (DI1) işlevini seçer.	0	1	ON / OFF
P1000	Frekans (hız) bilgisi ayar seçimi	1	2	Analog giriş 1 ayar noktası
P1032	Ters yön engelleme 0: Engellenmez. 1: Engellenir.	9	12	Ters yön çalışma engellenmez.



UYARI: Bu uygulamada motor invertörün çalıştırılması invertör üzerinde bulunan DI1 dijital girişine uygulanan sinyalle gerçekleştirilir (P0700=2). PLC'nin Q0.0 çıkışı invertörün DI1 girişine bağlanır. Motorun hız ayarı ise invertör analog girişine PLC analog çıkışından uygulanan sinyalle sağlanır.

İSTEĞE BAĞLI KULLANILACAK PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	İstenen Değer
P1080	Minimum frekans (Hz)	0	
P1082	Maksimum frekans (Hz)	50	
P1120	Kalkış hızlanma (rampa) süresi (sn.)	10	
P1121	Durma yavaşlama (rampa) süresi (sn.)	10	
P1058	Kesik çalışma (jog) frekansı (Hz)	5	
P1060	Kesik çalışma (jog) kalkış hızlanma süresi (sn.)	10	
P1061	Kesik çalışma (jog) durma yavaşlama süresi (sn.)	10	

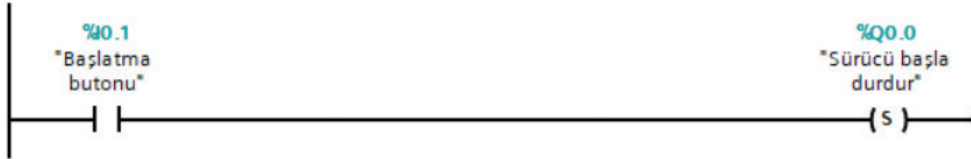
ETİKET TABLOSU

DEFAULT TAG TABLE				
	Name	Data type	Address	Comment
1	Durdurma butonu	Bool	%10.0	S1 butonu NA kontak
2	Başlatma butonu	Bool	%10.1	S2 butonu NA kontak
3	Sürücü başla durdur	Bool	%Q0.0	Sürücü kontrol girişi
4	Analog çıkış	Word	%QW80	Analog hız veri aktarımı

LADDER DİYAGRAMI

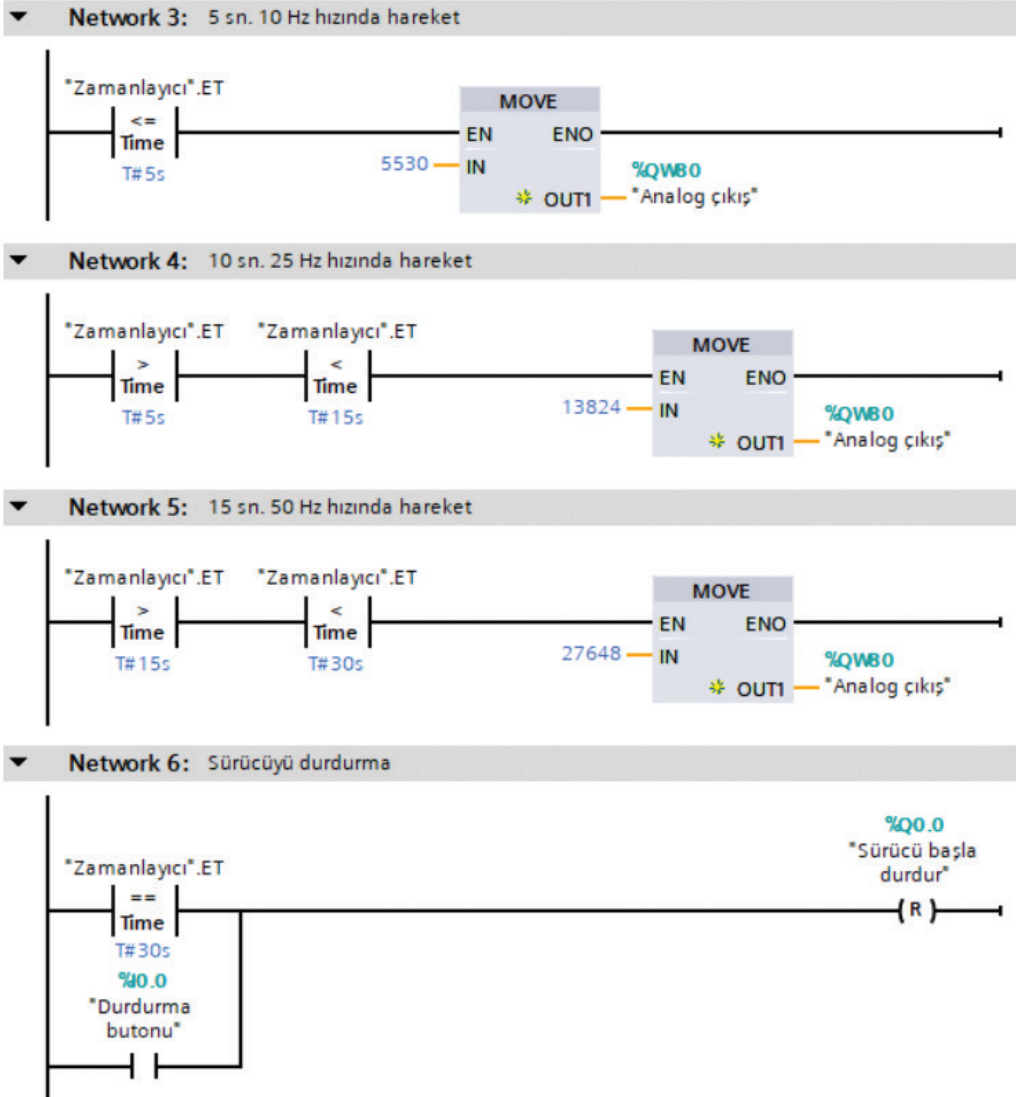
▼ Block title: ZAMANA BAĞLI OLARAK MOTOR HIZ KONTROLÜ

▼ Network 1: Sürücüyü başlatma



▼ Network 2: Zamanlayıcı





İŞLEM BASAMAKLARI

1. Devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini ölçü aleti ile yapınız.
2. Sistemde kullanılacak motorun gücünü tespit ediniz.
3. Motor gücüne uygun invertör seçimini yapınız.
4. Devre bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 9.19).
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. Önceki çalışma ile ilgili bilgi yoksa P0010 (devreye alma) parametresini 30 (fabrika ayarı) ve P0970 (fabrika ayarı) parametresini 21 (tüm parametreleri sıfırla) olarak ayarlayınız (P0010 = 30 ve P0970 = 21). Böylece invertör fabrika ayarlarına döner.
7. Fabrika ayarlarına döndüğünde ekranda 50.? görüldüğünü gözlemleyiniz.
8. (OK) tuşuna basarak güç ve frekans ayarı için kW ve 50 Hz seçilmiş olunur. Bu aynı zamanda P0100 parametresinin 0 olarak seçimidir (P0100 = 0).
9. P0304, P0305, P0307, P0308, P0310, P0311 parametrelerinin değerlerini kullanılan motor etiketine uygun olarak motor bilgilerini giriniz.
10. P1900 = 2 seçimini yaparak motor invertörün motor bilgilerini yükleyerek test etmesini sağlayınız. Bu esnada motor sürücüsü A541 alarm kodu üreterek test yapılacağına dair bilgiyi alarm ikaz simgesi şeklinde ekranda gösterecektir.

11. (M) tuşuna 2 sn.den az süre ile basılarak makrolar menüsüne geçilir. Bu esnada -Cn002 şeklinde seçili makro ekranda görünür. Bu uygulama için bağlantı makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.
12. (M) tuşuna 2 sn.den az süre ile basılarak bağlantı makroları menüsünden uygulama makroları menüsüne geçilir. Bu esnada -AP000 şeklinde seçili uygulama makrosu ekranda görünür. Bu uygulama için uygulama makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.
13. (M) tuşuna basılarak bu menüden çıkılır. Böylece uygulamaya ait parametreler invertör tarafından yüklenmeye başlar. Bu esnada ekranda hareketli olarak 8 8 8 sayıları görünür.
14. Bu işlem sonrasında parametre yükleme gerçekleşmiş olur. Ancak motor bilgileri test edilmemiştir. İnvörtör ekranında alarm simgeli olarak P1080 parametresi görünecektir.
15. Parametreler menüsünde P0700, P0701, P0702, P0727 gibi bazı parametreler (↑) ve (↓) tuşlarıyla görünmeyebilir. Bu sebeple P0003 parametre değeri 2 seçilerek (P0003 = 2) genişletilmiş parametrelere erişim sağlanmalıdır.
16. Herhangi bir ekranda iken (M) tuşuna 2 sn.den uzun basarak görüntüleme menüsüne geçiniz. Burada motorun akım, gerilim ve frekans bilgileri görüntülenecektir. (M) tuşuna kısa basarak menüden çıkınız ve parametreler menüsüne geçiniz. Herhangi bir parametreyken (OK) tuşuna uzun basarak basamak basamak seçim işlemine geçiniz. Ekrandaki parametrenin ilk basamağının yanıp sönmeye başladığını gözlemleyiniz.
17. (↑) ve (↓) tuşlarıyla istenen değeri seçiniz. P0003 için ilk basamak 3 olarak ayarlandığında (OK) tuşu ile bir sol basamağa geçerek 0 yapınız. En son ekranda P0003 parametresi oluşunca (OK) tuşuna basarak P0003 = 2 olacağından 2 seçiniz (Genişletilmiş erişim seviyesine ulaşılmış olacaktır.).
18. Aynı şekilde P0700 = 2, P0701 = 1 ve P1000 = 2 parametrelerinin değerlerini kontrol ederek ayarlayınız.
19. Test için PLC'yi çalıştırarak uygulamayı başlatınız. İnvörtörün DI1 girişine PLC'nin Q0.0 çıkışı bir sinyal gönderecektir. İnvörtörün aktif olduğunu ancak motorda herhangi bir hareket olmadığını gözlemleyiniz.
20. 20-30 sn. bekledikten sonra (tüm bilgilerin doğru olması hâlinde) alarmın ortadan kalktığını ve invertörün kullanıma hazır hâle geldiğini gözlemleyiniz.
21. PLC'nin I0.1 girişine bağlı başlatma butonuna basarak sürücünün çalışmasını gözlemleyiniz.
22. Zamana bağlı olarak değişen motor hızını frekans olarak invertör üzerinden, hız olarak motor mili üzerinden gözlemleyiniz.
23. Sistemin enerjisini kesiniz (İnvörtörler enerjisi kesilse dahi bir müddet enerjili kalmaktadır. Bu sebeple invertörün enerjisi kesildikten sonra en az invertör ekran görüntüsü tamamen kaybolana kadar iş güvenliği tedbiri olarak bekleyiniz.).
24. Bağlantıları dikkatlice sökerek devre elemanlarını teslim ediniz.

SORULAR



1. PLC ve invertör bağlantılarında dikkat edilecek hususlar nelerdir?
2. Devrenin çalışmasını ladder diyagram üzerinden açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :		Değerlendirme Ölçütleri		Verilen	Alınan
Sınıfı :		1	PLC ve invertör bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :		2	İnvertör ayarlarının yapılması	20	
		3	Sensör bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN		4	PLC yazılımının yapılması	20	
Adı-Soyadı :		5	Hız kontrolünün gerçekleştirilmesi	20	
İmza :		TOPLAM PUAN		100	

PLC İLE İNVERTÖR KONTROLÜ

AMAÇ: PLC ile frekans invertörünü kontrol ederek üç fazlı asenkron motorun devir yönünü değiştirmek.

İSTENENLER: Üç fazlı asenkron motorun devir yönü değiştirme işlemi PLC ve frekans invertörü ile yapılacaktır.

1. Devre şemasını çiziniz.
2. Malzeme listesini çıkarınız.
3. Şemaya göre devreyi kurunuz.
4. PLC programını oluşturup Ladder diyagramını çiziniz.
5. Programı PLC'ye yükleyiniz.
6. Frekans invertörü ayarlarını yapınız.
7. Motorun devir yönünü değiştiriniz.

Kumanda ve güç devre şemasını çiziniz. Malzeme listesini çıkarınız. Deney seti veya kumanda panosuna devreyi kurarak çalıştırınız.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Devre şemasının çizilmesi	10	
2	Malzeme listesinin hazırlanması	10	
3	PLC giriş ve çıkış elemanlarının bağlantısının yapılması	10	
4	Frekans invertörü bağlantısının yapılması	10	
5	Motor bağlantılarının yapılması	10	
6	Frekans invertörü ayarlarının yapılması	10	
7	PLC programının yapılması ve PLC'ye yüklenmesi	10	
8	Ladder diyagramının çizilmesi	10	
9	Motorun ileri ve geri yönde döndürülmesi	10	
10	Motorun durdurulması, bağlantıların sökülüp elemanların teslimi	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) İntvertörler ile hız kontrolünün yanında yol verme işlemi de yapabilir.
2. (...) İntvertörler 200-240 V AC bir faz girişli veya 380-400 V AC üç faz girişli olarak yapılır.
3. (...) İntvertör girişi ve çıkışlarının topraklanmasına gerek yoktur.
4. (...) İntvertörlerin enerjisi kesilir kesilmez beklemeden kablo bağlantıları sökülmemelidir.
5. (...) İntvertörler devrede enerji tasarrufu sağlar.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

6. İntvertörler analog ve programlanabilir giriş-çıkış kanallarına sahiptir.
7. İntvertör analog girişlerine hız kontrolü için bağlanır.
8. İntvertör parametre girişlerinin yapıldığı kısmın kısa adı
9. İntvertör menüleri arasında geçişler genellikle operatör paneli üzerinde bulunan tuşu ile gerçekleştirilir.
10. İntvertörler; giriş çıkış ve kontrol bağlantı terminalleri,, kontrol tuşları, elektronik devre, soğutucu ve fanndan oluşur.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanı her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()	Sabit frekanslarla kontrol bağlantı makrosudur.	A	Cn000
12.	()	Terminal (klemens) bağlantı makrosudur.	B	Cn001
13.	()	Harici ani temaslı butonlarla kontrol bağlantı makrosudur.	C	Cn002
14.	()	Fabrika ayarı bağlantı makrosudur.	D	Cn003
15.	()	Temel operatör paneliyle kontrol bağlantı makrosudur.	E	Cn004
			F	Cn005
			G	Cn006

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi frekans invertörlerinin diğer adı değildir?

- A) Sürücü B) Driver C) Konvertör D) Dahlander E) Hız kontrol cihazı

17. Aşağıdakilerden hangisi motor anma akımı parametresidir?

- A) P0305 B) P0304 C) P0100 D) P0307 E) P0010

18. Aşağıdakilerden hangisi invertör filtre devresidir?

- A) Doğrultucu B) Evirici C) DC Bara D) BJT E) IGBT

19. Aşağıdakilerden hangisi giriş gerilimi 380 V olan invertörün çıkış gerilimidir?

- A) 220 V B) 110 V C) 24 V D) 5 V E) 380 V

20. Aşağıdakilerden hangisi uygulama makrolarını sembolize eden harflerdir?

- A) Cn B) AP C) P D) NPN E) PNP

KAYNAKÇA

MEB Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü, Elektrik-Elektronik Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim Programı (2020).

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

<https://www.eba.gov.tr/c?q=EBA8826>
<https://www.123rf.com>
<https://www.shutterstock.com>
sozluk.gov.tr
tdk.gov.tr

GÖRSEL KAYNAKÇASI

<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1675>



KAREKOD KAYNAKÇASI

1. ÖĞRENME BİRİMİ ASENKRON MOTOR KUMANDA TEKNİKLERİ

UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Asenkron Motorların Yapısı	18	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19704
Üç Fazlı Asenkron Motorların Çalışma Prensipli/ Motorlarda Kayma	21	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19706
Üç Fazlı Asenkron Motor Bağlantıları	24	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19707
Bir Fazlı Asenkron Motorların Özellikleri ve Çalışması	27	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19710
Kumanda Devre Elemanlarının Ölçü Aleti ile Kontaklarının Tespiti	41	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19720
Çeşitli Buton Uygulamaları	48	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19723
Üç Fazlı Asenkron Motorun Ters Zaman Rölesi ile Durdurulması	68	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19733
Üç Fazlı Asenkron Motorun Sınır Anahtarı ile Devir Yönü Değişimi	70	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19734
Üç Fazlı Asenkron Motorun Butonla Çalıştırılıp Durdurulması	72	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19735
Üç Fazlı Asenkron Motorun Koruma Röleleriyle Çalıştırılması	75	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19736
Üç Fazlı Asenkron Motorun Sağ-Sol Rölesi ile Çalıştırılması	77	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19737
Bir Fazlı Yardımcı Sargılı Asenkron Motorun Sürekli Çalıştırılması	78	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19738
Bir Fazlı Yardımcı Sargılı Asenkron Motorun Devir Yönünün Değiştirilmesi	80	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19739
Bir Fazlı Asenkron Motorun Enversör Paket Şalterle Devir Yönünün Değiştirilmesi	83	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19740

2. ÖĞRENME BİRİMİ ASENKRON MOTORLARA YOL VERME TEKNİKLERİ VERME TEKNİKLERİ

UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Üç Fazlı Asenkron Motora Yıldız-Üçgen Paket Şalter ile Yol Verme	97	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19746
Üç Fazlı Asenkron Motora Yıldız-Üçgen Rölesi ile Yol Verme	100	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19747
Üç Fazlı Asenkron Motora Otomatik Yıldız-Üçgen Yol Verme	102	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19748
Üç Fazlı Asenkron Motora Yumuşak Yol Verici (Soft Starter) ile Yol Verme	104	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19749
Dahlender Motora Düşük ve Yüksek Devirde Yol Verme	106	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19754

3. ÖĞRENME BİRİMİ ASENKRON MOTORLARDA FRENLEME

UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Balatalı Frenleme ile Üç Fazlı Asenkron Motorun Durdurulması	118	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19759
Üç Fazlı Asenkron Motorun Düz Zaman Rölesiyle Dinamik Frenlenmesi	120	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19762

4. ÖĞRENME BİRİMİ SENKRON MOTORLARA YOL VERME

UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Senkron Motorlara Yol Verme Yöntemleri	130	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19830
Senkron Motor Bağlantıları	130	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19831
Yardımcı Motor Kullanarak Üç Fazlı Senkron Motora Yol Verme	132	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19832

4. ÖĞRENME BİRİMİ SENKRON MOTORLARA YOL VERME

UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Senkron Motorlara Yol Verme Yöntemleri	130	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19830
Senkron Motor Bağlantıları	130	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19831
Yardımcı Motor Kullanarak Üç Fazlı Senkron Motora Yol Verme	132	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19832

5. ÖĞRENME BİRİMİ ASANSÖR ELEKTRİK KONTROL PANOSU VE MONTAJI

UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Pano İçi Kablo Kanallarının, Raylarının ve Devre Elemanlarının Montajı	148	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19778
Pano Kablolarına Pabuç Takılması ve Kablo Bağlantıları	151	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19779
Pano İzolasyon Testleri	152	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19780
Üç Fazlı Asenkron Motorun Zaman Ayarlı Çalışması	154	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19781

6. ÖĞRENME BİRİMİ ENDÜSTRİYEL SENSÖRLER

UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Endüktif Sensör Uygulamaları	173	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19698
Kapasitif Sensör Uygulamaları	174	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19699
Manyetik Sensör Uygulaması	175	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19700
Optik Sensör Uygulaması	176	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19701
Sıcaklık Sensör Uygulaması	177	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19702

7. ÖĞRENME BİRİMİ TEMEL PLC İŞLEMLERİ

UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
PLC'nin Özellikleri ve Çalışması	182	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19785
PLC Giriş ve Çıkış Elemanları	185	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19786
PLC Besleme ve Eleman Bağlantıları	192	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19787
PLC Donanımları ve Seçimi	193	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19788
PLC Analog Sinyal Board Montajı	194	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19789

8. ÖĞRENME BİRİMİ PLC PROGRAMLAMA TEKNİKLERİ

UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Buton Uygulamalar 2	210	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=26165
Temel Mantık Fonksiyonları	214	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=26167
Üç fazlı asenkron motora direkt yol verme	223	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=26178
Üç fazlı asenkron motorun devir yönünü değiştirme (Elektriksel kilitlemeli)	229	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=28860
Set-Reset uygulamaları 1	234	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=28861
Zamanlayıcı uygulamaları	250	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=28866
Üç Fazlı Asenkron Motorun Zaman Ayarlı Durdurulması	253	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=28867
Sayıcı Uygulamaları	269	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=28871
Üç Fazlı Asenkron Motorun Zamana Bağlı Çalıştırılması	273	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=28872
Karşılaştırma İşlemleri	278	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=28873
Otopark Uygulaması	283	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=28874
Matematiksel İşlem Uygulamaları	290	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=28876
Taşıma, Kaydırma ve Döndürme İşlemleri	295	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=28877
Move Komutu İle Farklı Zaman Atamaları Yapmak	297	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=28878
Ortam Sıcaklığı İle Motor Kontrolü	302	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=28879
Zamana Bağlı Olarak Hız Kontrolü	305	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=28880

9. ÖĞRENME BİRİMİ FREKANS INVERTÖRLERİ

UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Frekans invertörlerinin Bağlantı ve Ayarları	317	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19818
Temel Operatör Paneliyle Kontrol	330	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19820
Sabit Frekanslarla Kontrol (Cn003 Kontrol Makrosu Kullanılarak)	333	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19821
Harici Butonlarla Kontrol (Cn006 Kontrol Makrosu Kullanılarak)	340	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19822
Potansiyometre ile Hız Kontrolü	344	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19823
Kalıcı Tip Butonla Devir Yönü Değiştirme	346	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19824

CEVAP ANAHTARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ ASENKRON MOTOR KUMANDA TEKNİKLERİ							
1	Y	11	D	21	sınır anahtarı	31	A
2	D	12	D	22	zaman rölesi	32	B
3	D	13	Y	23	kontaktör	33	D
4	Y	14	D	24	bobin	34	D
5	Y	15	asenkron motor	25	bıçaklı sigortanın	35	B
6	Y	16	döner manyetik alan	26	motor koruma şalteri	36	B
7	D	17	fazlardan ikisi	27	U-V-W	37	C
8	Y	18	kayma	28	Santrifüj anahtar	38	A
9	D	19	paket şalter	29	E		
10	Y	20	durdurma	30	B		

2. ÖĞRENME BİRİMİ ASENKRON MOTORA YOL VERME TEKNİKLERİ							
1	D	6	kalkınma akımı, yol alma akımı veya kalkış akımı	11	C	16	A
2	Y	7	4	12	D	17	B
3	D	8	Ters, doğru	13	A	18	D
4	Y	9	faz	14	B	19	E
5	D	10	Soft starter (yumuşak yol verici)	15	E	20	C

3. ÖĞRENME BİRİMİ ASENKRON MOTORLARDA FRENLEME							
1	D	6	verimi	11	G	16	D
2	Y	7	ani durdurma	12	D	17	E
3	D	8	balatalı	13	A	18	A
4	Y	9	kısalır	14	B	19	B
5	D	10	omik direnci	15	C	20	C

4. ÖĞRENME BİRİMİ SENKRON MOTORA YOL VERME							
1	Y	6	Stator	11	C	16	B
2	Y	7	Hız	12	F	17	C
3	D	8	1500	13	A	18	E
4	D	9	Mıknatıslar	14	B	19	A
5	Y	10	sürücüye	15	G		

5. ÖĞRENME BİRİMİ ASANSÖR ELEKTRİK KONTROL PANOSU VE MONTAJI							
1	D	6	Asenkron	11	G	16	A
2	Y	7	Kablo kanalı	12	E	17	A
3	D	8	30	13	A	18	C
4	D	9	AC3	14	F	19	D
5	Y	10	akım	15	C	20	B

CEVAP ANAHTARI

6. ÖĞRENME BİRİMİ ENDÜSTRİYEL SENSÖRLER							
1	Y	6	kahverengi	11	C	16	C
2	D	7	NPN - PNP	12	G	17	A
3	D	8	paralel	13	A	18	E
4	D	9	karşılıklı	14	B	19	B
5	Y	10	sensör	15	D		

7. ÖĞRENME BİRİMİ TEMEL PLC İŞLEMLERİ							
1	Y	6	PLC	11	E	16	A
2	Y	7	yazılım	12	G	17	D
3	D	8	veri	13	B	18	E
4	D	9	optokuplörler	14	C	19	C
5	D	10	Bir tarama süresi	15	D	20	B

8. ÖĞRENME BİRİMİ PLC PROGRAMLAMA TEKNİKLERİ							
1	D	6	Network	11	C	16	D
2	D	7	bit	12	A	17	C
3	Y	8	VEYA	13	G	18	E
4	Y	9	Çözünürlük	14	F	19	A
5	D	10	editörü	15	D	20	B

9. ÖĞRENME BİRİMİ FREKANS İNVERTÖRLERİ							
1	D	6	Dijital	11	D	16	D
2	D	7	Potansiyometre	12	C	17	A
3	Y	8	BOP	13	G	18	C
4	Y	9	M	14	A	19	E
5	D	10	ekran	15	B	20	B

A	B	C	D	E	F	G	H
1							
2							
3							
4							
5							
ÖĞRENCİ		ÖĞRETMEN		ÇİZİM		KONTROL	
Adı soyadı		Adı soyadı				Tarih	
Sınıf		İmza				Not	
No							

TEMRİN ADI

TEMRİN
NUMARASI