

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PROGRAMLANABİLİR MANTIKSAL KONTROLLÜ
KARTEZYEN ROBOT EĞİTİM SETİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak. Müh. Mithat YANIKÖREN

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : MAKİNA TASARIM VE İMALAT
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Şinasi ARSLAN

Ocak 2010

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PROGRAMLANABİLİR MANTIKSAL KONTROLLÜ
KARTEZYEN ROBOT EĞİTİM SETİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak. Müh. Mithat YANIKÖREN

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ

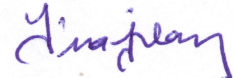

Enstitü Bilim Dalı : MAKİNA TASARIM VE İMALAT

Bu tez 29 / 01 /2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr.
İsmail ÇALLI
Jüri Başkanı

Doç. Dr.
Saadettin AKSOY
Üye

Yrd. Doç. Dr.
Şinasi ARSLAN
Üye



ÖNSÖZ

Dünyada sanayi ve bilim hızla değişmektedir. Buna paralel olarak endüstride de insan gücü yerini alan otomasyon sistemleri gelişmektedir. Bunun gerçekleşmesinde en önemli birim olan Programlanabilir Mantıksal Kontrolör (PLC) kullanılmaktadır. Bu sistemlerin programlanabilir çok daha hızlı ve en az hata ile çalışır duruma getirilebilir olmaları, bu alanda yapılan çalışmaların artmasına neden olmaktadır. Buna rağmen, bu sistemleri kullanabilen eleman sayısı azdır.

Bu çalışmada, makine mühendisliği öğrenimi yapan öğrencilerin PLC uygulamalarının önemini kavramaları ve bunu kullanabilmelerini sağlamak amacıyla kartezyen robot sistemi kurulmuş, bu sistemde PLC' nin işleyişi gösterilmiştir.

Çalışmalarım süresince kaynak ve bilgi yönünden her zaman destek olan ve beni yönlendiren danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Şinasi ARSLAN' a, benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvi
SUMMARY.....	xvii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
FİZİKSEL SİSTEM.....	5
2.1. Basınçlı Hava Besleme Ünitesi.....	6
2.2. Hava Şartlandırıcısı.....	6
2.3. Yön Kontrol Valfi.....	7
2.4. Sistemde Kullanılan Pistonlar.....	8
2.5. Hız Ayar Valfi.....	9
2.6. Pozisyon Sensörü.....	9
2.7. Kontrol Birimi.....	10
2.8. Operatör Paneli.....	11
BÖLÜM 3.	
ROBOTLAR.....	12
3.1. Tanım.....	12
3.2. Robotların Kullanıldığı Yerler.....	12

3.3. Robotların Avantajları ve Dezavantajları.....	13
3.4. Endüstriyel Robotlar.....	14
3.4.1. Kartezyen robotlar.....	14
3.4.2. Silindirik robotlar.....	15
3.4.3. Küresel robotlar.....	16
3.4.4. Scara robotlar.....	17
3.4.5. Mafsallı robotlar.....	17
3.5. Robot Tahrik Sistemleri.....	18
3.5.1. Elektrik tahrikli robotlar.....	19
3.5.1.1. DC servo motor.....	19
3.5.1.2. AC servo motor.....	19
3.5.1.3. Adım motor.....	19
3.5.2. Hidrolik tahrikli robotlar.....	19
3.5.3. Pnömatik tahrikli robotlar.....	20
3.6. Kartezyen Robot.....	21
BÖLÜM 4.	
KONTROL ELEMANLARI.....	25
4.1. Yön Kontrol Valfları.....	25
4.2. Hız Kontrol Valfları.....	26
4.3. Programlanabilir Mantıksal Kontrolör.....	26
4.3.1. PLC' nin tarihsel gelişimi.....	27
4.3.2. PLC' lerin yapısı.....	27
4.3.3. Giriş birimi.....	29
4.3.4. Çıkış birimi.....	29
4.3.5. Merkezi işlem birimi.....	30
4.3.6. Hafıza.....	30
4.3.7. Güç kaynağı.....	31
4.3.8. Diğer birimler.....	32
4.3.9. Programlayıcı birim.....	32
BÖLÜM 5.	
PLC PROGRAMININ İŞLETİLMESİ.....	33

5.1. STEP 7-Micro/WIN V4 Yazılım Programı.....	33
5.1.1. Merdiven diyagram	35
5.1.2. Komut listesi.....	35
5.1.3. Fonksiyon blok diyagram.....	36
5.2. Temel Mantık İşlem Komutları.....	37
5.2.1.VE (AND) komutu.....	37
5.2.2. VEYA(OR) komutu.....	37
5.2.3. VE DEĞİL (AND NOT) komutu.....	38
5.2.4. VEYA DEĞİL (OR NOT) komutu.....	38
5.2.5. TÜMLEYENİNİ YÜKLE (LOAD NOT) komutu.....	38
5.3. SET ve RESET Komutları.....	39
5.3.1. SET komutu.....	39
5.3.2. RESET komutu.....	39
5.4. Kenar Tetiklemeler	40
5.4.1. Pozitif kenar tetikleme.....	40
5.4.2. Negatif kenar tetikleme.....	40
5.5. Zamanlayıcılar.....	41
5.5.1. Çekmede gecikmeli zaman rölesi	41
5.5.2. Çekmede gecikmeli kalıcı tip zaman rölesi.....	42
5.5.3. Düşmede gecikmeli zaman rölesi.....	42
5.6. Sayıcılar.....	43
5.6.1. Yukarı sayıcı komutu.....	43
5.6.2. Aşağı sayıcı komutu.....	44
5.6.3. Aşağı–Yukarı sayıcı komutu.....	45
5.7. Tam Sayı Karşılaştırma Komutları.....	45
5.7.1. Tam sayı eşit karşılaştırma komutu.....	46
5.7.2. Tam sayı küçük yada eşit karşılaştırma komutu.....	46
5.7.3. Tam sayı küçük veya büyük karşılaştırma komutu.....	46
5.7.4. Tam sayı küçük karşılaştırma komutu.....	47
5.7.5. Tam sayı büyük yada eşit karşılaştırma komutu.....	47
5.7.6. Tam sayı büyük eşit karşılaştırma komutu.....	47
5.8. MOVE Komutları.....	48
5.8.1. Move byte komutu.....	48

5.8.2. Move word komutu.....	48
5.8.3. Move double word komutu.....	49
5.9. Matematiksel Komutlar.....	49
5.9.1. Toplama.....	50
5.9.2. Çıkarma.....	50
5.9.3. Çarpma.....	50
5.9.4. Bölme.....	51

BÖLÜM 6.

KARTEZYEN ROBOTLA KONUM KONTROLÜ.....	52
6.1. FluidSIM Programına Genel Bakış.....	52
6.2. Simülasyon Çalışması.....	55
6.2.1. Simülasyon çalışmasında kullanılan devre elemanları.....	55
6.2.2. Dört noktanın FluidSim programı.....	58
6.2.3. Üç noktanın FluidSim programı.....	62
6.2.4. Dikdörtgen şeklinin FluidSim programı.....	66
6.2.5. İç içe dikdörtgen şeklinin FluidSim programı.....	70
6.2.6. Üçgen şeklinin FluidSim programı.....	74
6.2.7. İç içe üçgen şeklinin FluidSim programı.....	77
6.2.8. Yay şeklinin FluidSim programı.....	82
6.2.9. İç içe yay şeklinin FluidSim programı.....	86
6.3. Gerçek Zaman Çalışması.....	90
6.3.1. Gerçek zamanda sistemin PLC programında kullanılan devre elemanları.....	90
6.3.2. Dört noktanın PLC programı.....	91
6.3.2.1. Dört noktanın gerçek zaman çalışması.....	99
6.3.3. Üç noktanın PLC programı.....	100
6.3.3.1. Üç noktanın gerçek zaman çalışması.....	106
6.3.4. Dikdörtgen şeklinin PLC programı.....	107
6.3.4.1. Dikdörtgen şeklinin gerçek zaman çalışması.....	112
6.3.5. İç içe dikdörtgen şeklinin PLC programı.....	114
6.3.5.1. İç içe dikdörtgen şeklinin gerçek zaman çalışması.....	123
6.3.6. Üçgen şeklinin PLC programı.....	124

6.3.6.1. Üçgen şeklinin gerçek zaman çalışması.....	129
6.3.7. İç içe üçgen şeklinin PLC programı.....	130
6.3.7.1. İç içe üçgen şeklinin gerçek zaman çalışması.....	138
6.3.8. Yay şeklinin PLC programı.....	140
6.3.8.1. Yay şeklinin gerçek zaman çalışması.....	145
6.3.9. İç içe yay şeklinin PLC programı.....	146
6.3.9.1. İç içe yay şeklinin gerçek zaman çalışması.....	154
BÖLÜM 7.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	157
KAYNAKLAR.....	159
EKLER.....	163
Ek A. Sistemin Bağlantı Devresi.....	163
Ek B. Fiziksel Sistemde Kullanılan Bazı Elemanların Teknik Özellikleri.....	168
Ek B.1. Şartlandırıcının teknik özellikleri	168
Ek B.2a. Kapalı merkez yön kontrol valfi.....	169
Ek B.2b. Yay geri dönüşlü yön kontrol valfi.....	170
Ek B.3. Birleşik kılavuzlu silindir	171
Ek B.4. Hız kontrol valfi.....	172
Ek B.5. Doğrusal kodlayıcı (Lineer Encoder).....	172
Ek B.6. S7-200 CPU 222 PLC.....	173
Ek C. FluidSim Simülasyon Programında Hazırlanan Merdiven Diyagramları.....	174
Ek C.1. Dört noktanın merdiven diyagramı.....	174
Ek C.2. Üç noktanın merdiven diyagramı.....	177
Ek C.3. Dikdörtgen şeklinin merdiven diyagramı.....	180
Ek C.4. İç içe dikdörtgen şeklinin merdiven diyagramı.....	182
Ek C.5. Üçgen şeklinin merdiven diyagramı.....	186
Ek C.6. İç içe üçgen şeklinin merdiven diyagramı.....	188
Ek C.7. Yay şeklinin merdiven diyagramı.....	192

Ek C.8. İç içe yay şeklinin merdiven diyagramı.....	194
Ek D. Gerçek zamanda sistemin PLC merdiven diyagramları.....	198
Ek D.1. Dört noktanın PLC merdiven diyagramı.....	198
Ek D.2. Üç noktanın PLC merdiven diyagramı.....	199
Ek D.3. Dikdörtgen şeklinin PLC merdiven diyagramı.....	200
Ek D.4. İç içe dikdörtgen şeklinin PLC merdiven diyagramı.....	201
Ek D.5. Üçgen şeklinin PLC merdiven diyagramı.....	202
Ek D.6. İç içe üçgen şeklinin PLC merdiven diyagramı.....	203
Ek D.7. Yay şeklinin PLC merdiven diyagramı.....	204
Ek D.8. İç içe yay şeklinin PLC merdiven diyagramı.....	205
Ek E. Kartezyen Robotun Maliyet Hesabı.....	206
ÖZGEÇMİŞ.....	207

KISALTMALAR LİSTESİ

PLC	: Programlanabilir Mantıksal Kontrolör
CPU	: Merkezi İşlem Birimi
AC	: Alternatif Akım
DC	: Doğru Akım
LAD	: Merdiven Diyagramı
STL	: Komut Listesi
FBD	: Fonksiyon Blok Diyagram
TON	: Çekmede Gecikmeli Zaman Rölesi
TONR	: Çekmede Gecikmeli Kalıcı Tip Zaman Rölesi
TOF	: Düşmede Gecikmeli Zaman Rölesi
CTU	: Yukarı Sayıcı
CTD	: Aşağı Sayıcı
CTUD	: Aşağı-Yukarı Sayıcı
SCARA	: Selective Compliance Assembly Robot Arm

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Kartezyen robotun fiziksel görünümü.....	5
Şekil 2.2.	Basınçlı hava besleme ünitesi.....	6
Şekil 2.3.	Hava şartlandırıcısı.....	7
Şekil 2.4.	5/3 Kapalı merkez yön kontrol valfi.....	7
Şekil 2.5.	Bağlantı bloğu.....	8
Şekil 2.6.	Birleşik kılavuzlu silindir.....	9
Şekil 2.7.	Hız ayar valfi.....	9
Şekil 2.8.	Doğrusal kodlayıcı.....	10
Şekil 2.9.	Programlanabilir mantıksal kontrolör.....	11
Şekil 2.10.	Operatör paneli.....	11
Şekil 3.1.	Kartezyen robot.....	15
Şekil 3.2.	Silindirik robot.....	16
Şekil 3.3.	Küresel robot.....	16
Şekil 3.4.	Scara robot.....	17
Şekil 3.5.	Mafsallı robot.....	18
Şekil 3.6.	Robot kollarının şematik gösterimi.....	21
Şekil 3.7.	Robotun kinematik diyagramı.....	22
Şekil 3.8.	Kartezyen robotun şematik gösterimi.....	23
Şekil 3.9a.	Kartezyen robotun önden görünüşü.....	24
Şekil 3.9b.	Kartezyen robotun üstten görünüşü.....	24
Şekil 4.1.	5/3 Kapalı merkez yön kontrol valfi.....	25
Şekil 4.2.	Hız kontrol valfinin şematik gösterimi.....	26
Şekil 4.3.	Tipik bir PLC' nin yapısı.....	27
Şekil 4.4a.	S7-200 PLC.....	28
Şekil 4.4b.	PLC' nin çalışma prensibi.....	29
Şekil 5.1.	STEP 7-Micro/WIN V4 yazılım programının ekran görüntüsü.....	34

Şekil 5.2.	Merdiven diyagram olarak yapılmış bir programın parçası.....	35
Şekil 5.3.	FBD olarak yapılmış basit bir PLC programı.....	36
Şekil 5.4.	VE (AND) komutuna örnek bir şekil.....	37
Şekil 5.5.	VEYA (OR) komutuna örnek bir şekil.....	37
Şekil 5.6.	VE DEĞİL (AND NOT) komutuna örnek bir şekil.....	38
Şekil 5.7.	VEYA DEĞİL (OR NOT) komutuna örnek bir şekil.....	38
Şekil 5.8.	TÜMLEYENİNİ YÜKLE (LOAD NOT) komutuna örnek bir şekil.....	38
Şekil 5.9.	SET komutuna örnek bir şekil.....	39
Şekil 5.10.	RESET komutuna örnek bir şekil.....	39
Şekil 5.11.	Pozitif kenar tetikleme komutuna örnek bir şekil.....	40
Şekil 5.12.	Negatif kenar tetikleme komutuna örnek bir şekil.....	40
Şekil 5.13.	TON komutuna örnek bir şekil.....	41
Şekil 5.14.	TONR komutuna örnek bir şekil.....	42
Şekil 5.15.	TOF komutuna örnek bir şekil.....	43
Şekil 5.16.	CTU komutuna örnek bir şekil.....	44
Şekil 5.17.	CTD komutuna örnek bir şekil.....	44
Şekil 5.18.	CTUD komutuna örnek bir şekil.....	45
Şekil 5.19.	Tam sayı eşit komutu.....	46
Şekil 5.20.	Tam sayı küçük ya da eşit karşılaştırma komutu.....	46
Şekil 5.21.	Tam sayı küçük veya büyük karşılaştırma komutu.....	46
Şekil 5.22.	Tam sayı küçük karşılaştırma komutu.....	47
Şekil 5.23.	Tam sayı büyük ya da eşit karşılaştırma komutu.....	47
Şekil 5.24.	Tam sayı büyük karşılaştırma komutu.....	47
Şekil 5.25.	MOW_B komutu.....	48
Şekil 5.26.	MOW_W komutu.....	49
Şekil 5.27.	MOW_DW komutu.....	49
Şekil 5.28.	ADD_I komutu.....	50
Şekil 5.29.	SUB_I komutu.....	50
Şekil 5.30.	MUL_I komutu.....	50
Şekil 5.31.	DIV_I komutu.....	51
Şekil 6.1a.	FluidSim programının genel görüntüsü.....	53
Şekil 6.1b.	FluidSim programının çalışma sayfası.....	53

Şekil 6.1c.	FluidSim programında tasarım.....	54
Şekil 6.2.	Kartezyen robotun genel pnömatik tasarımı.....	55
Şekil 6.3.	A, B, C, D noktaları.....	58
Şekil 6.4.	Dört noktanın konum zaman diyagramı.....	59
Şekil 6.5.	FluidSim de yapılan dört nokta programının BN-A-B noktalarını oluşturan bölümü	61
Şekil 6.6.	A, B, C noktaları.....	62
Şekil 6.7.	Üç noktanın konum zaman diyagramı.....	63
Şekil 6.8.	FluidSim de yapılan üç nokta programının BN-A-B noktalarını oluşturan bölümü	65
Şekil 6.9.	A, B, C, D konumları ve ABCD karesi	66
Şekil 6.10.	ABCD dikdörtgenin konum zaman diyagramı.....	67
Şekil 6.11.	FluidSim de yapılan dikdörtgen programının BN-A-B-C noktalarını oluşturulan bölümü	69
Şekil 6.12.	A, B, C, D, a, b, c, d konumları ve ABCD ve abcd kareleri.....	70
Şekil 6.13.	İç içe dikdörtgen şeklinin konum zaman diyagramı.....	71
Şekil 6.14.	FluidSim de yapılan iç içe dikdörtgen programının BN-A-B-C noktalarını oluşturulan bölümü	73
Şekil 6.15.	A, B, C konumları ve ABC üçgeni	74
Şekil 6.16.	Üçgen şeklinin konum zaman diyagramı.....	75
Şekil 6.17.	FluidSim de yapılan üçgen programının BN-A-B noktalarını oluşturan bölümü	77
Şekil 6.18.	A, B, C, a, b, c, konumları ve ABC ve abc üçgenleri	78
Şekil 6.19.	İç içe üçgen şeklinin konum zaman diyagramı	79
Şekil 6.20.	FluidSim de yapılan iç içe üçgen programının BN-A-B noktalarını oluşturulan bölümü	81
Şekil 6.21.	A, B, C ve D konumları ve AD yayı	82
Şekil 6.22.	Yay şeklinin konum zaman diyagramı.....	83
Şekil 6.23.	FluidSim de yapılan yay programının BN-A-B noktalarını oluşturan bölümü	85
Şekil6.24.	A, B, C ,D, a, b, c ve d konumları , AD ve ad yayı.....	86
Şekil6.25.	İç içe yay şeklinin konum zaman diyagramı.....	87
Şekil6.26.	FluidSim de yapılan iç içe yay programının BN-A-B noktalarını	

	oluşturan bölümü	89
Şekil6.27a	Robota bir defa yaptırılan dört nokta markalama işlemi.....	99
Şekil6.27b	Robota iki defa yaptırılan dört nokta markalama işlemi.....	99
Şekil6.27c	Robota beş defa yaptırılan dört nokta markalama işlemi.....	99
Şekil6.27d	Robota on defa yaptırılan dört nokta markalama işlemi.....	99
Şekil6.28a	Robota bir defa yaptırılan üçgen nokta markalama işlemi.....	106
Şekil6.28b	Robota iki defa yaptırılan üçgen nokta markalama işlemi.....	106
Şekil6.28c	Robota beş defa yaptırılan üç nokta markalama işlemi.....	107
Şekil6.28d	Robota on defa yaptırılan üç nokta markalama işlemi.....	107
Şekil6.29a	Robota çizdirilen dikdörtgen.....	112
Şekil6.29b	Robota iki defa çizdirilen dikdörtgen.....	112
Şekil6.29c	Robota beş defa çizdirilen dikdörtgen.....	113
Şekil6.29d	Robota on defa çizdirilen dikdörtgen.....	113
Şekil6.30a	Robota bir defa çizdirilen iç içe dikdörtgen.....	123
Şekil6.30b	Robota iki defa çizdirilen iç içe dikdörtgen.....	123
Şekil6.30c	Robota beş defa çizdirilen iç içe dikdörtgen.....	123
Şekil6.30d	Robota on defa çizdirilen iç içe dikdörtgen.....	123
Şekil6.31a	Robota çizdirilen üçgen.....	129
Şekil6.31b	Robota iki defa çizdirilen üçgen.....	129
Şekil6.31c	Robota beş defa çizdirilen üçgen.....	129
Şekil6.31d	Robota on defa çizdirilen üçgen.....	129
Şekil6.32a	Robota bir defa çizdirilen iç içe üçgen.....	139
Şekil6.32b	Robota iki defa çizdirilen iç içe üçgen.....	139
Şekil6.32c	Robota beş defa çizdirilen iç içe üçgen.....	139
Şekil6.32d	Robota on defa çizdirilen iç içe üçgen.....	139
Şekil6.33a	Robota çizdirilen yay parçası.....	145
Şekil6.33b	Robota iki defa çizdirilen yay parçası.....	145
Şekil6.33c	Robota beş defa çizdirilen yay parçası.....	145
Şekil6.33d	Robota on defa çizdirilen yay parçası.....	145
Şekil6.34a	Robota bir defa çizdirilen iç içe yay parçası.....	154
Şekil6.34b	Robota iki defa çizdirilen iç içe yay parçası.....	154
Şekil6.34c	Robota beş defa çizdirilen iç içe yay parçası.....	155
Şekil6.34d	Robota on defa çizdirilen iç içe yay parçası.....	155

Şekil A.1	Sistemin PLC bağlantı devresi.....	163
Şekil B.1	Hız kontrol valfinin teknik özellikler grafiği.....	172
Şekil C.1	Dört noktanın FluidSim elektrik devre şeması.....	174
Şekil C.2	Üç noktanın FluidSim elektrik devre şeması.....	177
Şekil C.3	Dikdörtgen şeklinin FluidSim elektrik devre şeması.....	180
Şekil C.4	İç içe dikdörtgen şeklinin FluidSim elektrik devre şeması.....	182
Şekil C.5	Üçgen şeklinin FluidSim elektrik devre şeması.....	186
Şekil C.6	İç içe üçgen şeklinin FluidSim elektrik devre şeması.....	188
Şekil C.7	Yay şeklinin FluidSim elektrik devre şeması.....	192
Şekil C.8	İç içe yay şeklinin FluidSim elektrik devre şeması.....	194
Şekil D.1	Dört noktanın PLC devre şeması.....	198
Şekil D.2	Üç noktanın PLC devre şeması.....	199
Şekil D.3	Dikdörtgen şeklinin PLC devre şeması.....	200
Şekil D.4	İç içe dikdörtgen şeklinin PLC devre şeması.....	201
Şekil D.5	Üçgen şeklinin PLC devre şeması.....	202
Şekil D.6	İç içe üçgen şeklinin PLC devre şeması.....	203
Şekil D.7	Yay şeklinin PLC devre şeması.....	204
Şekil D.8	İç içe yay şeklinin PLC devre şeması.....	205

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Tahrik sistemlerinin avantajları ve dezavantajları.....	20
Tablo 5.1. Komut listesi ile program yazmak için bazı komutlar.....	36
Tablo 6.1. Pnömatik devre elemanları.....	55
Tablo 6.2. Elektrik devre elemanları.....	56
Tablo 6.3. Diğer devre elemanları.....	58
Tablo 6.4. PLC devre elemanları.....	90
Tablo A.1. Şartlandırıcının teknik özellikleri.....	168
Tablo A.2a. Kapalı merkez yön kontrol valfinin teknik özellikleri.....	169
Tablo A.2b. Yay geri dönüşlü yön kontrol valfinin teknik özellikleri.....	170
Tablo A.3. Birleşik kılavuzlu silindirin teknik özellikleri.....	171
Tablo A.4. Doğrusal kodlayıcının teknik özellikleri.....	172
Tablo A.5. S7-200 CPU 222 PLC' nin teknik özellikleri.....	173
Tablo B.1. Kartezyen robotun maliyet tablosu.....	206

ÖZET

Anahtar kelimeler: Kartezyen Robot, PLC

Günümüzde teknoloji alanında çok hızlı gelişmeler olmaktadır. Bu gelişmelerin hayata geçirilebilmesi için eğitim kaçınılmazdır. Bu çalışmada, teknolojide önemli bir yeri olan otomasyon sistemlerinde kullanılan Programlanabilir mantıksal kontrolör (PLC) eğitimi için kartezyen robot sistemi gerçekleştirilmiş ve bir eğitim seti oluşturulmuştur.

Çalışmada, PLC kontrolörlü kartezyen robotun gerçek zaman çalışmasında 2 ile 5 [mm] arasında hata değerine neden olduğu saptanmış ve bunun nedenleri irdelenmiştir. Kartezyen robot sisteminin PLC eğitiminde kullanılabileceği, bunun eğitimini alan kişilerin tasarlama, problem çözme yeteneklerini geliştirmelerine katkı sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.

CARTESIAN ROBOT TRAINING SET CONTROLLED BY PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL

SUMMARY

Key Words: Cartesian Robot, PLC

Today, rapid developments in the field of technology have been happening. The training is unavoidable for realization of those developments. In this work, a cartesian robot system has been realized for the training of a Programmable Logic Controller (PLC) used in automation systems that are an important place in technology.

In this work, error values in a variety of tasks done by the training set in the range of 2 and 5 [mm] have been found in real-time applications of the cartesian robot with PLC and causes of those errors have been discussed. It has been resulted that this cartesian robot system will enable to be used in the training of PLC and will give contribution to the people for training in developing the ability of problem solving and designing.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Bilimsel gelişmelere paralel olarak sanayide kullanılan sistemlerin daha az bir maliyet ve emekle iyileştirilme çalışmaları süregelmektedir.

Sanayide kullanılan makinelerin kontrolü klasik kumanda devreleri kontaktör, zaman rölesi gibi elemanlar ile yapılmaktadır. Sayısal elektronik konusunda kaydedilen gelişmelere paralel olarak, kumanda devreleri transistör, tristör, entegre ve buna benzer elemanlarla yapılmaktadır. Bütün bu klasik kumanda ve elektronik kumanda devre tasarımında, yeni taleplere cevap verebilme imkânları sınırlı olmaktadır. Her değişiklik gerektiğinde yeniden bağlantı kablolarının değişikliği, bu sürede üretim veya hizmetin durması büyük sakıncalar meydana getirmektedir. Güncel bir örnek vermek gerekirse otomobil üreten fabrikalarda her yeni model için yeniden kabloların değiştirilmesi ve montaj yapılması gerekecektir. Bu sürede üretimin durması maliyetin yükselmesine neden olacaktır. Bu tip sakıncaların ortadan kaldırılması için programlanabilir mantıksal kontrolör cihazları “Programmable Logic Controller” (PLC) yapılmıştır. Bu sayede, hiçbir bağlantı değişikliğine gereksinim duyulmadan, sadece bilgisayar ile yeni program yapılabilmekte, programa ekleme ve çıkarma yapılabilmekte, kopyalanıp başka yere taşınıp kullanılabilir. Birkaç tane PLC birlikte merkezi bir bilgisayara bağlanıp yapılan işlemler monitörden takip edilerek gerekli değişikliklere anında müdahale imkânı mümkün olmaktadır. Ayrıca en basit bir PLC de çok sayıda kontaktör, zaman rölesi, yardımcı kontaktör, sayıcı gibi çok değişik özelliklerde özel röleler bulunmakta, bunların normal kumanda devrelerine göre sınırsız sayıda denebilecek kadar kontakları kullanılabilir. Dolayısıyla diğer kumanda sistemlerine göre daha ekonomik sistemlerdir.

PLC, özellikle otomasyon sisteminin vazgeçilmez bir unsurudur. Ancak bu sistemlerin kurulması, programlanması için eğitilmiş kişilerin sayısı azdır. Öğrencilik

döneminde PLC eğitimi genellikle teoriktir ve laboratuvar ortamında yeterince uygulanmamaktadır.

Bassily ve arkadaşları [1], PLC, konveyör ve servo motor kullanarak öğrenci odaklı bir mekatronik eğitim laboratuvarı kurmuşlardır. Öğrenci işbirliği ile gerçekleştirilen bu tasarım projesi akıllı malzeme taşıma sistemine örnek bir projedir. Bu çalışma mühendislik öğrencilerine deneysel metodolojiyi öğrenme fikri için yaptırılmıştır.

Chiaming ve Wu-Jeng [2], yayınladıkları makalelerinde pnömatik sistemler için web tabanlı bir eğitim öğretim sistemini anlatmaktadırlar. Açıklamış oldukları sistem; öğretim materyallerini, bir pnömatik laboratuvar setini ve uzaktan veri toplama modüllerini içermektedir. HTML formatındaki bu öğretim malzemeleri yazılı hareketsiz ve hareketli resimler, doküman, bilgisayar destekli tasarım araçları ve simülasyon programlarından oluşmaktadır. Sistemin veri toplama modülü bilgisayarın giriş çıkış birimi vasıtasıyla gerçek deney cihazlarına bağlanabilmektedir. Böylece pnömatik öğretimini daha da iyileştirmek için simülasyon sonuçlarının uygulanması ve doğrulanmasını mümkün kılmıştır. Bu özelliği bakımından sistemin pnömatik laboratuvar uygulamalarında ve pnömatik öğretiminde bilgisayar destekli sıralı kontrol tasarımında oldukça yardımcı olacağı ileri sürülmektedir. Ayrıca bu çalışma bilgisayar tabanlı sıralı kontrol, web tabanlı sıralı kontrolü, internet vasıtasıyla uzaktan izleme ve PLC de içermektedir. Sistemin bütün kullanıcılar için diğer bir özelliği ise bir veri tabanı sunucusunu birlikte kullanabilmeleridir. Bununla birlikte bütün kullanıcılar aynı devreyi birlikte tasarlayabilmektedirler.

Güsün, yüksek lisans tezinde [3], PLC eğitim seti tasarlamıştır. Bu eğitim seti ile öğrencilerin PLC cihazına giriş ve çıkış elemanlarını bağlamayı, PLC cihazını programlamayı ve PLC' li kumanda uygulamalarını yaparak PLC' li kumanda sistemlerini öğrenmeleri amaçlanmıştır.

Swider ve arkadaşları [4], pnömatik sistemin durumunu ve pnömatik hareketlendiricileri PLC ile kontrol etmenin etkileyici ve kolay yolunu sağlayan bir elektro pnömatik sistem tasarlamışlardır.

Tortumluoğlu, yüksek lisans tezinde [5], bir öğrencinin hem PLC eğitimi hem de temel elektropnömatik eğitimini alabilmesine olanak sağlayacak bir eğitim seti tasarlamıştır. Sette temel elektropnömatik malzemelerden oluşan bir bölüm bulunmaktadır. Bu eğitimin alınması, PLC ve elektropnömatik malzemeleri kullanarak basit sistemler oluşturup çalıştırma imkanı ve ayrıca, çok sayıda uygulama şansı sağlamaktadır.

Chambers ve arkadaşları [6] çalışmalarında, PLC merdiven diyagramlarını doğrulamak ve X-makinelerine bir şekil kazandırmayı amaçlamışlar ve X-makine modellerinin değişik şekillerinin başarılı bir şekilde modellenebileceğini merdiven programlama dili kullanarak gösterilmişlerdir.

Figliolini ve Ceccarelli [7], Robot ve mekatronik labotatuvarında “EP-WAR” olarak isimlendirilen, insan şeklindeki elektropnömatik bir robotu tasarlamış ve imal etmişlerdir. EP-WAR, PLC ile pnömatik hareketlendiricileri kontrol eden bir mekatronik tasarımdır. Bu çalışmada bir ana program yapılmıştır ve robotun ön-arka hareketi, sağa ve sola dönmesi için ana programa uygun alt programlar eklenmiştir.

Çalışkan, yüksek lisans projesinde [8], mekatronik sistemlerde internet tabanlı kontrol ve kartezyen robot üzerinde bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Kontrol birimi olarak bir sunucu bilgisayara bağlı PLC kullanılmıştır. Kartezyen robota 3 ayrı renkte olan lastik topların dokuz ayrı noktaya, renklerin yerlerini de değiştirerek taşınması işlevini gerçekleştirecek bir program yüklenmiştir. Topların gideceği noktaların koordinatları programa girilmiştir ve istenen işlev gerçekleştirilmiştir.

Yazıcı ve arkadaşları tarafından [9], bilgisayarlarla haberleşerek x-y düzleminde çizim yapabilen bir mekatronik sistem tasarımı sunulmuştur. Z ekseninde hareketi sağlayan sonlandırıcı eleman (kalem) ile sistem üç ekseninde hareket etmektedir. Üç ekseninde hareketiyle sistem kartezyen robot özelliği taşımaktadır. Bu uygulama üç kısım halinde incelenebilir. İki eksen, çizim yapılacak zemin ile rölelerden oluşan ve bir anlamda sistemin iskeletini oluşturan makine kısmı; sürücü devre ve mikro denetleyicinin makine kısmıyla bağlantısını içeren elektronik kısmı; kullanıcının isteğine uygun (mekanik düzenin izin verdiği ölçüler dâhilinde) çizime ait

koordinatları girmesine olanak sağlayan ve girilen koordinatları yorumlayarak iki eksendeki motorlara ve rölelere elektronik kart aracılığıyla gerekli sinyali gönderen kısımdır.

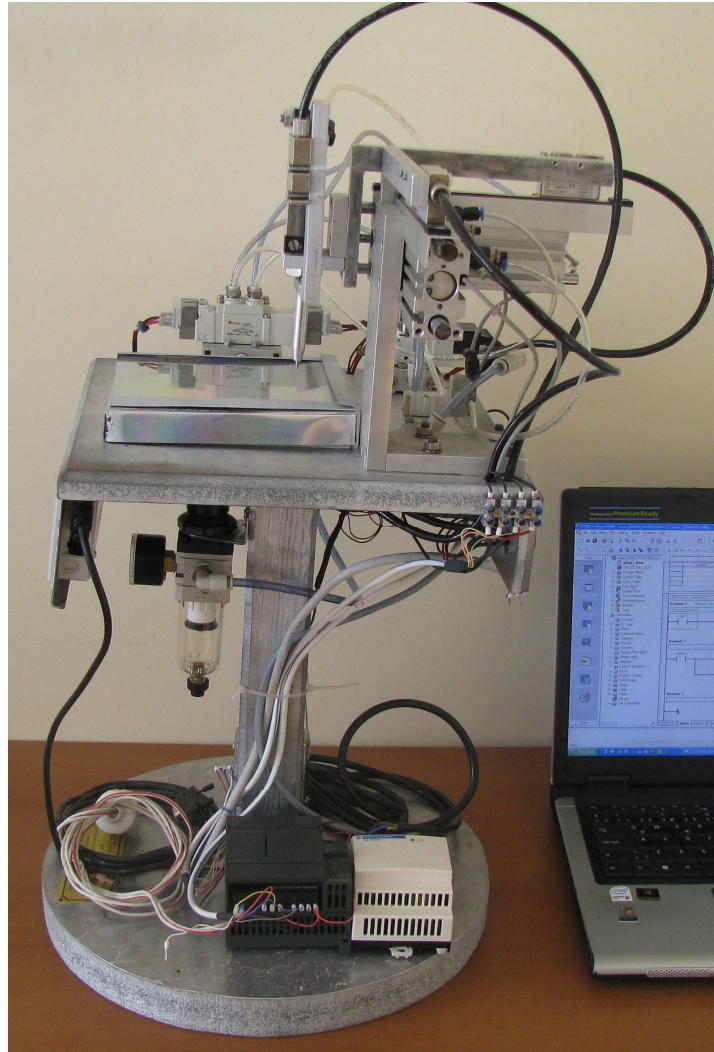
Berkay ve arkadaşları [10], Festo tarafından üretilen hassas konumlama kontrolörü SPC200 yardımı ile geliştirilmiş, pnömatik tahrikli kartezyen robot uygulaması açıklamışlardır.

Çetin ve Adlı [11], 3 serbestlik dereceli bir kartezyen robot kolunun donanımını değiştirerek açık mimari bir yapıya dönüştürmüşlerdir. Kullanılan yazılım sayesinde, sistem bir defa kurulduktan sonra, başka araştırmacıların aynı düzen üzerinde çalışma yapabilmelerini sağlamıştır.

Bu çalışmada, yukarıdaki çalışmalar dikkate alınarak, PLC' nin fiziksel yapısı ve programlanması, gerçek zaman uygulaması olarak pnömatik tahrikle çalışan kartezyen robot sistemi üzerinde gösterilmiştir. Özellikle öğrencilere PLC uygulamalarının öğretilmesinde bu robot sisteminin yararlı olacağını gösterilmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2. FİZİKSEL SİSTEM

Bu bölümde fiziksel sistem ve sistemi oluşturan elemanlar betimlenecektir. Şekil 2.1’de gösterilen kartezyen robot, X, Y ve Z yönlerinde pnömomatik silindirlere hareket ettirilmektedir. Bu robot sistemi yalnızca mekanik bir bağlantı serisinden ibaret olarak görülmemelidir. Basıncı hava besleme ünitesi, bir kol ucu aparatı, sensorlar, eyleyiciler, kontrol elemanları, operatör paneli gibi ekipmanların her biri bu sistemin bir parçasıdır.



Şekil 2.1. Kartezyen robotun fiziksel görünümü

2.1. Basınçlı Hava Besleme Ünitesi

Şekil 2.2’de gösterilen basınçlı hava besleme ünitesi sistem için gerekli olan basınçlı havayı temin etmek için kullanılır. Basınçlı hava besleme ünitesi temel olarak hava tankı, kompresör ve basınç şalterinden oluşmaktadır. Sistem içindeki basınç salınımını engellemek için hava tankı kullanılır. Bu hava tankı kompresör tarafından doldurulur. Hava, tank içerisinde gerekli basınca ulaştığı zaman basınç şalteri tarafından tanka hava girişi engellenir. Böylece kompresörün çalışma süresi azaltılmış olur.



Şekil 2.2. Basınçlı hava besleme ünitesi

2.2. Hava Şartlandırıcısı

Sistemin çalışabilmesi için kaliteli bir basınçlı hava gereklidir. Bu, besleme hattına yerleştirilen, Şekil 2.3’de gösterilen hava şartlandırıcısı ile sağlanır. Hava şartlandırıcısı; filtre, regülatör ve manometreden oluşmaktadır. Filtrenin görevi, hava içindeki parçacıkları ve sıvı moleküllerini ayırmaktır. Regülatörün görevi, çalışma basıncını hava giriş tarafındaki basınç dalgalarından bağımsız bir şekilde istenilen değerde sabit tutmaktır. Manometre ise çalışma basıncını ölçmek için kullanılır.

Sistemde EAW2000-F02 kod numaralı hava şartlandırıcısı kullanılmıştır. Bu hava şartlandırıcısı ile ilgili teknik bilgi Tablo A.1’ de verilmiştir.



Şekil 2.3. Hava şartlandırıcısı

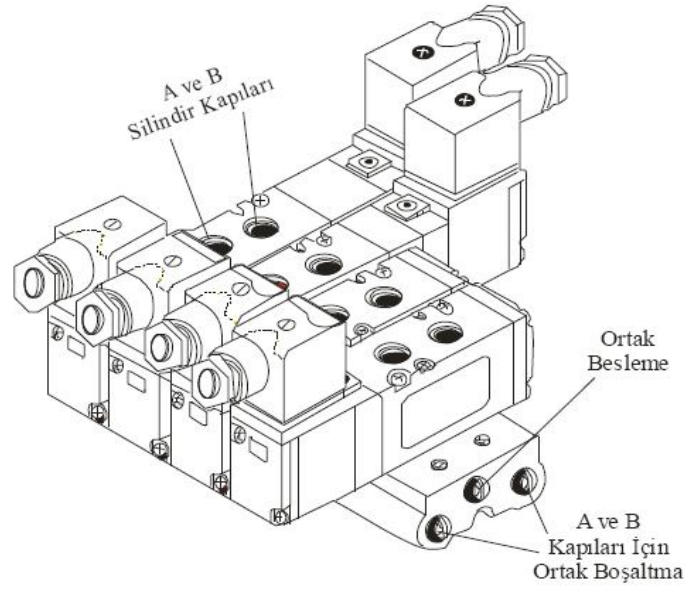
2.3. Yön Kontrol Valfi

Pnömatik sistemlerde, kullanılan basınçlı havaya yön veren ve alıcılara gönderilmesini sağlayan valflara yön kontrol valfleri denir. Valfler; bağlantı kapıları sayısı, konum sayısı, normal konumu ve kumanda şekli gibi özellikleri ile tanımlanırlar. Sistemde kullanılan yön kontrol valfi Şekil 2.4’ de gösterilen SY5320-5LOZD-01F-Q kod numaralı 5/3 kapalı merkez yön kontrol ve VQZ 1121-5M-C6 kod numaralı 5/2 yay geri dönüşlü valflerdir. Bu yön kontrol valfleri ile ilgili teknik bilgi Tablo A.2a ve A.2b’de verilmiştir.



Şekil 2.4. 5/3 kapalı merkez yön kontrol valfi

Valflar fiziksel sisteme doğrudan borulama yöntemi ile veya bağlantı blokları kullanılarak bağlanabilir. Bu çalışmada valflar bağlantı blokları ile sisteme adapte edilmiştir. Bağlantı bloklarında valflar için ortak besleme ve boşaltma kanalları bulunur. Çıkışlar her valfa ayrı ayrı bağlanmaktadır. Valf sayısı kadar bağlantı bloğu gereklidir. Örnek olarak Şekil 2.5’de bir bağlantı bloğu ve bloğa bağlı yön kontrol valfları gösterilmiştir. Sistemde SS5Y5-20-02-00F-Q kod numaralı bağlantı bloğu kullanılmıştır.



Şekil 2.5. Bağlantı bloğu

2.4. Sistemde Kullanılan Pistonlar

Sistemde kullanılan pnömomatik silindirler çift etkili silindir olup, ileri ve geri hareket doğrultusunda kuvvet yaratırlar. Şekil 2.6’da gösterilen X doğrultusunda hareketi MGP M12-100-Z73, Y doğrultusunda hareketi MGP M16-75-Z73 kod numaralı birleşik kılavuzlu silindirler sağlamaktadır. Z doğrultusunda hareketi ise 25 [mm] stroklu çift etkili silindir sağlamaktadır. Bu silindirlerle ilgili teknik bilgi Tablo A.3’de verilmiştir.



Şekil 2.6. Birleşik kılavuzlu silindir

2.5. Hız Ayar Valfi

Hız ayar valfları, tek yönlü akış kontrol valfları olarak da bilinir. Sistemde bulunan pistonlara gidecek akışkan miktarını ayarlamak ve hız kontrolünü yapmak için Şekil 2.7’de gösterilen AS130-1F kod numaralı hız ayar valfları kullanılmıştır. Bu hız ayar valfi ile ilgili teknik bilgi Şekil B.1’de verilmiştir.



Şekil 2.7. Hız ayar valfi

2.6. Pozisyon Sensörü

Pozisyon sensörü, pistonların pozisyonlarını kontrol etmekte kullanılır. Bu çalışmada pozisyon sensörü olarak Şekil 2.8’de gösterilen doğrusal kodlayıcı (lineer encoder) kullanılmıştır. Sensor manyetik bant üzerinde tarama yaparak birbirine 90° faz farklı A ve B kare dalga formundaki sinyallerin PLC tarafından saydırılma esasına göre çalışır. Bu sensörle ilgili teknik bilgi Tablo A.4’de verilmiştir.

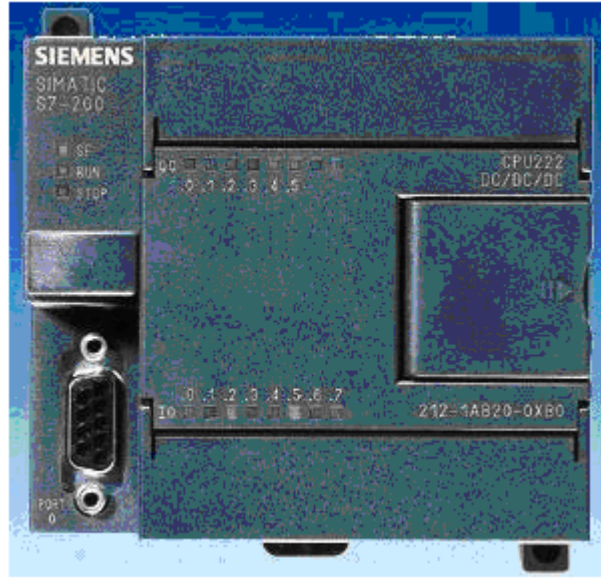


Şekil 2.8. Doğrusal kodlayıcı

2.7. Kontrol Birimi

Fiziksel sistemde kontrol birimi olarak programlanabilir mantıksal kontrolör (PLC) kullanılmıştır. PLC, bir sistem ya da sistem gruplarını içeren zamanlama, sayma, saklama, aritmetik işlem fonksiyonları ile genel kontrol sağlayan elektronik bir cihazdır. Bu çalışmada kullanılan Şekil 2.9’da gösterilen Siemens S7-200 CPU-222 PLC’ dir ve bazı özellikleri aşağıda belirtilmiştir. Bu PLC ile ilgili teknik bilgi Tablo A.5’de verilmiştir

- | | |
|---|---|
| a) Giriş sayısı: 8 (I): | [I0.0, I0.1, ..., I0.7] |
| b) Çıkış sayısı: 6 (Q): | [Q0.0, Q0.1, ..., Q0.5] |
| c) Zamanlayıcı sayıcısı: 256 (T): | [1ms: T32,T96], [10ms: T33-T36; T97-T100],
[100ms: T37-T63; T101-T255] |
| d) Sayıcı sayısı: 256 (C): | [C0, C1, ..., C255] (Aşağı-Yukarı) |
| e) Sıralı kontrol rölesi: 256 (S): | [S0.1,S0.2,...,S31.7] |
| f) Dahili röle sayısı: 256 (M): | [M0.0, M0.1, ..., M31.7] |



Şekil 2.9. Programlanabilir mantıksal kontrolör

2.8. Operatör Paneli

Operatör paneli, PLC' ye mesaj göndermek, daha önce yüklenmiş olan mesajları almak amacı ile kullanılır. Bu çalışmada kartezyen robot kollarının X ve Y doğrultusunda gittiği mesafe Şekil 2.10'da gösterilen Simatic TD 200 operatör panelinden okunmaktadır.



Şekil 2.10. Operatör paneli

BÖLÜM 3. ROBOTLAR

Bu bölümde robotun tanımı, robotların kullanıldığı yerler, robotların avantajları ve dezavantajları, endüstriyel robot kolları, robot tahrik sistemleri ve bu çalışmada kullanılan kartezyen robot hakkında genel bilgi verilmiştir.

3.1. Tanım

Günümüze kadar, farklı robot tanımları yapılmıştır. Amerikan Robot Enstitüsü tarafından, “malzemelerin, parçaların ve araçların hareket ettirilebilmesi için tasarlanmış olan çok fonksiyonlu ve programlanabilir manipülatör veya farklı programları yerine getirebilmek için değişken programlı hareketleri gerçekleştirebilen özel araç” olarak tanımlanmıştır.

Uluslararası Standartlar Enstitüsünün (ISO), TR-8373 numaralı tanımına göre robot; endüstriyel uygulamalarda kullanılan, üç veya daha fazla programlanabilir eksenli olan, otomatik kontrollü, yeniden programlanabilir, çok amaçlı, bir yerde sabit duran veya hareket edebilen manipülatörlerdir.

3.2. Robotların Kullanıldığı Yerler

Günümüzde robotların büyük bir çoğunluğu endüstride kullanılmaktadır. Sanayi tipi robotlar boyama, sızdırmazlık, kaynak, montaj, makinelere parça yükleme, boşaltma işlerinde ve kimya, beyaz eşya, otomotiv endüstrilerinde kullanılmaktadır. Bunlar insan kolunun hareket özelliklerini taklit ederek çalışan sistemlerdir. Robotlar, insan hareket sahasını üç-dört kat genişletebilmektedirler. En yeni teknolojik donanım ve yazılımlarla yüklü olan bu robotlar, yaklaşık beş yüz kiloluk yükleri yüz mikron hassasiyetinde bir hata payı ile kaldırıp istenilen noktaya yerleştirebilmektedirler.

Robotlar hassaslık ya da güç gerektiren işleri, büyük bir hızla hatasız olarak yerine getirebilmektedirler.

Robotlar sadece sanayide değil askeri amaçlarla da kullanılırlar. Düşmanı yok etmek veya keşif amaçlı uzaktan kumandalı aygıtlar, mayın arama cihazları, insansız casus uçakları bunun birer örneğidir.

Robotlardan, bilimsel araştırmalarda da yararlanılmaktadır. Okyanusların derinliklerinde, volkanların kraterleri gibi insanların çalışamayacağı yerlerde ki araştırmalarda da sıklıkla kullanılırlar.

3.3. Robotların Avantajları ve Dezavantajları

Robotlar, günümüzde otomotiv, elektrik, elektronik ve mekanik olmak üzere endüstrinin hemen her alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Endüstride robot kullanımının avantajları aşağıda sıralanmıştır:

- a) İşçilik maliyetini azaltmak,
- b) Tehlikeli ve riskli yerlerde çalışanların yerlerini almak,
- c) Daha esnek bir üretim sistemi sağlamak,
- d) Daha tutarlı bir kalite kontrol sağlamak,
- e) Çıktı miktarını arttırmak,
- f) Vasıflı işçi sıkıntısını karşılayabilmek,
- g) Üç vardiya boyunca aralıksız çalışma kabiliyeti,
- h) İnsana göre daha fazla yük kaldırma kabiliyeti,
- i) İnsana göre daha çabuk sonuca ulaşma kabiliyeti,
- j) Usandırıcı ve tekrarlı işlerde yeterlilik,
- k) Tehlikeli ortamlarda çalışabilme kabiliyeti,
- l) İnsan hatalarını en aza indirmek,
- m) Kalite kontrol hatalarını en aza indirmek,
- n) Kendini hızla amorti etmek,
- o) Yüksek hareket esnekliği,
- p) Yüksek kar elde edilmesidir.

Robotların yukarıda sıralanan çok sayıda yararları yanında, kısıtlayıcı, istenmeyen bazı özellikleri de vardır:

- a) Düşünemez,
- b) Sadece kendisine öğretilen işleri yapabilir,
- c) Programlanmadan çalışamaz,
- d) Kendisine öğretilenleri yapabildiğinden hareketleri kısıtlıdır,
- e) Yüksek yatırım maliyeti,
- f) Boşa geçen bakım ve onarım zamanları.

3.4. Endüstriyel Robotlar

Endüstriyel robotlar başlığı altında; kartezyen, silindirik, küresel, scara ve mafsallı robotlar kısaca anlatılmıştır.

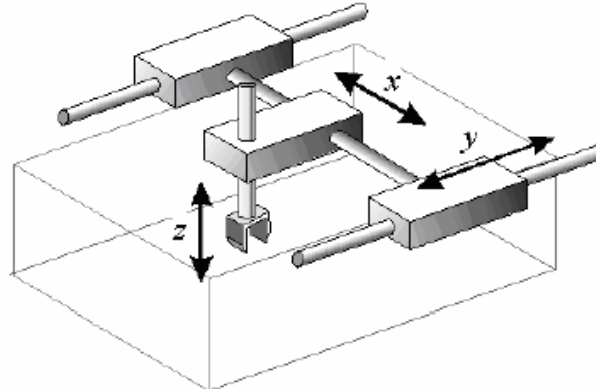
3.4.1. Kartezyen robotlar

X, Y ve Z eksenlerinde doğrusal olarak hareket etme yeteneğine sahip bir robot tipidir. Basit bir yapıya sahip olduklarından dolayı hareketlerin planlanması basittir. Bu cins robotlarda; pozisyon hesaplamaları, robot uç elemanlarının bulunduğu pozisyon, mafsalların o anda olduğu yerde bulunduğundan dolayı çok basittir.

Şekil 3.1' de görüldüğü gibi çalışma alanları robotun yapısından daha küçüktür. Eğilme ve bükülme işlemlerini gerçekleştiremezler. Çalışma alanları dikdörtgen veya kare prizma şeklindedir. Diğer robot türlerine göre yük taşıma kapasitesi daha büyüktür. İnsan gücünün taşıma kapasitesinden fazla olan yüklerin taşınmasında kullanılır. Bu nedenle genellikle yükleme boşaltma işlerinde, fabrikalarda ağır yükleri taşımak amacı ile fabrikaların tavanlarına monte edilerek kullanımı yaygındır.

Küçük güçtekiler pnömatik tahrik sistemine sahiptirler. Büyük güç gereken yerlerde hidrolik tahrikli olan kartezyen robotlar tercih edilir. Bunların yağ sızdırma gibi bir sorunları olduğundan dolayı temizliğin önem arz ettiği ortamlarda pnömatik tahrikli

olanlar tercih edilir. Pnömatik tahrikli robot tipinde basınçlı hava ve havanın kontrolüne ihtiyaç olduğu için yatırım maliyetleri daha ucuz olup işletim maliyetleri de düşüktür. Büyük güçte yapılan kartezyen robotların tahrik sistemleri hidrolik tahrik sistemleri veya elektrik motorları ile sağlanırlar [12].

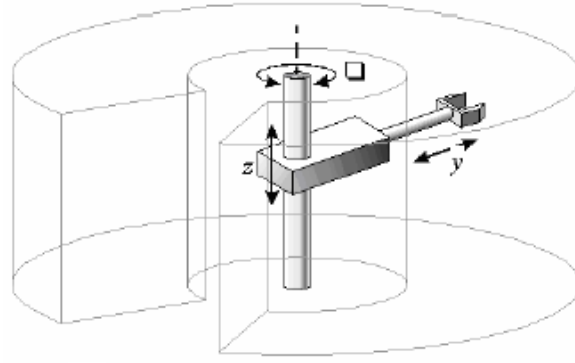


Şekil 3.1. Kartezyen robot

3.4.2. Silindirik robotlar

Kendi etrafında dönebilen bir mafsal ve bunun üzerinde bulunan X, Y ve Z düzleminde doğrusal hareket edebilen kollardan oluşmaktadır. Esnek olmayan silindirik bir koordinat sistemine sahiptirler. Şekil 3.2' de görüldüğü gibi kartezyen robota göre hareket alanı daha geniştir.

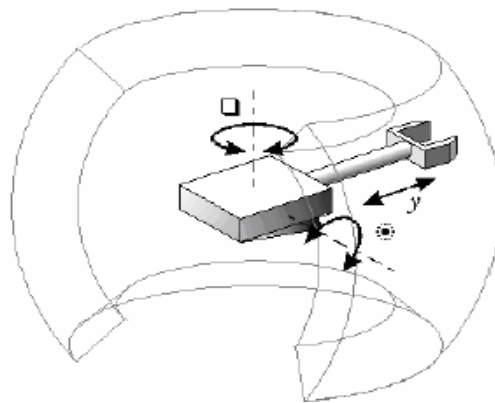
Çalışma alanındaki noktalara ulaşımı çok iyidir. Hareket kabiliyetinin azlığından dolayı programlanması basittir. Robot kolunun çalışma alanı silindirik koordinat sisteminde hareket eden kolların uzunluğuna göre değişmektedir. Robotun kullanım alanı ve yük taşıma kapasitesine göre pnömatik, hidrolik veya elektrik tahrikli olarak kullanılmaktadır. Silindirik robotlar nemli ve tozlu ortamlarda, deniz altı, uzay gözlem araçlarında ve nokta kaynağı işlerinde yaygın olarak kullanılırlar.



Şekil3.2. Silindirik robot

3.4.3. Küresel robotlar

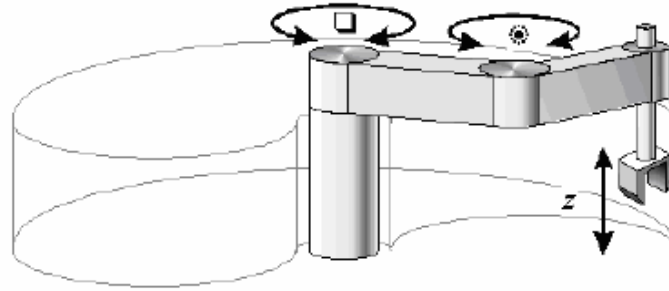
Bel, omuz ve dirsek mafsallarından oluşan bir sisteme sahiptirler. Omuz ve bel mafsalı kendi etrafında dönme hareketi yapabilirken, dirsek mafsalı kola uzama ve kısalma hareketi yaptırmaktadır. Hareket alanı Şekil 3.3’ de görüldüğü gibi silindirik bir koordinat sistemine sahiptir. Kol yapılarından dolayı eklemlili robot kollarına benzemektedirler. Kartezyen ve silindirik robotlara göre kinematik yapıları daha karmaşıktır. Çalışma şeklinin zihinde canlandırılması zor olduğu için programlama ve kontrolü de kolay değildir. Çalışma alanının büyüklüğü kolların büyüklüğüne bağlıdır. Hidrolik tahrik sistemine sahip olan küresel robot kollar bükme, eğme işlerinde, kameralı izleme işlerinde kullanılmaktadır. Ayrıca sarkaç robot olarak da küçük bir moment ile hareketlerini devam ettiren bu robotlar kaynak işlerinde de kullanılırlar.



Şekil 3.3. Küresel robot

3.4.4. Scara robotlar

Şekil 3.4’ de iki eklem yerinde aşağı yukarı hareket edebilen pnömatik kol ve elektrik motorundan oluşmuştur. Eksenlerin kendi etrafında dönmesi eklemlerdeki elektrik motorları sayesinde sağlanmaktadır. Tutucu ağzın bulunduğu kol pnömatik tahrikli olup Z ekseninde hareket etme kabiliyetine sahiptir. Bu da robot kola esnek hareket imkânı sağlamaktadır. Konum ve hız performansı çok iyi olduğundan dolayı bu robot kolu en çok elektronik sanayinde, elektronik kartlara malzemenin montajını gerçekleştirmek için kullanılmaktadır. Taşıma ve tutma işlerinde maliyetinin ucuz olması kolay ve programlanabilir olmamasından dolayı sanayide en çok kullanılan robot koludur.



Şekil 3.4. Scara robot

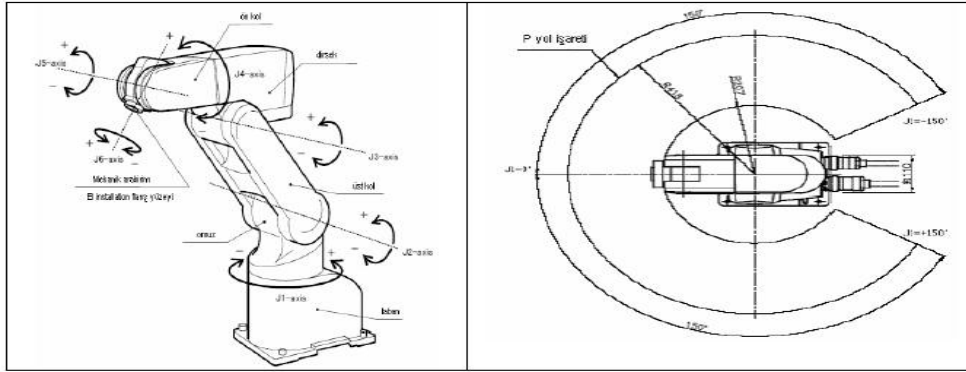
3.4.5. Mafsallı robotlar

İnsan kolunun hareketlerini taklit etmeye en yakın robottur. Üretim sistemlerinde diğer kolların hareket kabiliyetlerinin sınırlı olmasından dolayı mafsalsal sayısını beş veya altı adet olan robot kollarına ihtiyaç duyulmuştur. Bu tip robot kollarında her mafsalsal ayrı ayrı kontrol edilebilen servo motorlardan oluşmaktadır. Mafsallarda bulunan motorlar 12-24V gerilim ile beslenirler. Hareket esneklikleri en yüksek olan robot kollarıdır. Kol üzerinde bulunan her eklem şekilde görüldüğü gibi X, Y ve Z eksenlerinde üç boyutlu hareket edebilmektedir. Çalışma alanı içerisinde tanımlanan bir noktaya en yakın yoldan ve kısa zamanda ulaşım imkânı sağlar. Robotun hedef pozisyonlara yaklaşımı mafsalsal hareketi veya doğrusal X, Y ve Z koordinatları

doğrultusunda hareket ederek gerçekleşir. Diğer robot türlerine göre karmaşık bir yapıya sahip olup, programlanması da diğerlerine göre daha zordur.

Her mafsallı program içerisinde sınırlandırılan belirlenmiş bir alan içerisinde şekilde görüldüğü gibi hareket edebilmektedir. Bu da robotun çalışma alanı içerisinde bulunan diğer parçalara çarparak zarar vermesini önlemekte, dolayısıyla güvenli çalışma ortamı oluşmaktadır. Ayrıca robotun istenen noktaya daha hızlı ulaşmasını sağlamaktadır.

Robot kolunun eksen sayısı yapılacak uygulamanın niteliğine göre değişir. Üç eksenli robot kolu basit işlemlerin uygulanmasında yeterli olmakta iken daha karmaşık ve çok fonksiyonlu bir uygulama işleminde üç eksenli robot kolu yetersiz olacaktır. Robotun hareket serbestisini artırmak için mafsallı sayısının artması gerekmektedir.



Şekil 3.5. Mafsallı robot

3.5. Robot Tahrik Sistemleri

Günümüzde modern robotlarda tahrik sistemi olarak genellikle AC servo motorlar kullanılırken, sanayide kullanılan birçok robot kolunda, farklı tahrik sistemleri de kullanılmaktadır. Tahrik sistemlerinin birbirlerine göre avantajlar ve dezavantajlar Tablo 3.1' de verilmiştir.

3.5.1. Elektrik tahrikli robotlar

Elektrik tahrikli robotlar başlığı altında DC servo motor, AC servo motor ve adım motoru anlatılmıştır.

3.5.1.1. DC servo motor

Hız ve pozisyon kontrolünün geniş ölçülerde ve kolay yapılabilirdiği motorlar olduğu için kullanılır. Kurulum ve bakım masrafları diğerlerine göre çok daha fazladır. Bu dezavantajlardan dolayı yerini giderek diğer elektrik motorlarına bırakmaktadır.

3.5.1.2. AC servo motor

Elektronik kontrolün gelişmesi ile birlikte bu motorlarda hız ve konum kontrolünde büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Bunun sonucu olarak DC servo motorların yerini almaktadırlar. Maliyet açısından DC servo motorlara göre daha ucuzdurlar, sessiz çalışma özellikleri vardır ve bakım ihtiyacı daha azdır.

3.5.1.3. Adım motor

Maliyet olarak sürücü ünitelerinin ucuz olmasından dolayı tercih edilirler. Konum denetlemede daha hassas kontrol sağlarlar. Daha çok robot tutucularında kullanılmaktadır.

3.5.2. Hidrolik tahrikli robotlar

İlk zamanlarda çok kullanılan bir sistem olmasına rağmen bazı vazgeçilmeyen alanlar dışında yerini diğer yöntemlere bırakmaktadır. Yaygın olarak büyük güçlü robotlarda kullanılmaktadır. Çünkü hidrolikte elde edilen tahrik gücünü diğerleri ile sağlamak zordur. Dezavantajları ise yavaş çalışmaları ve buldukları ortama yağ sızdırmalarından dolayı kirletmeleridir.

3.5.3 Pnömatik tahrikli robotlar

Maliyeti oldukça düşük olan bu sistem bir çok endüstriyel robotta tahrik sistemi olarak kullanılmaktadır, ancak kontrolleri karmaşıktır. Gelişmiş robotların tutucu kısımların da yaygın olarak kullanılırken, daha basit yapıları robotlarda eksen hareketlerinin tahrikinde kullanılmaktadır. Hemen hemen bütün fabrikalarda basınçlı havanın bulunması kullanımını yaygınlaştırmıştır.

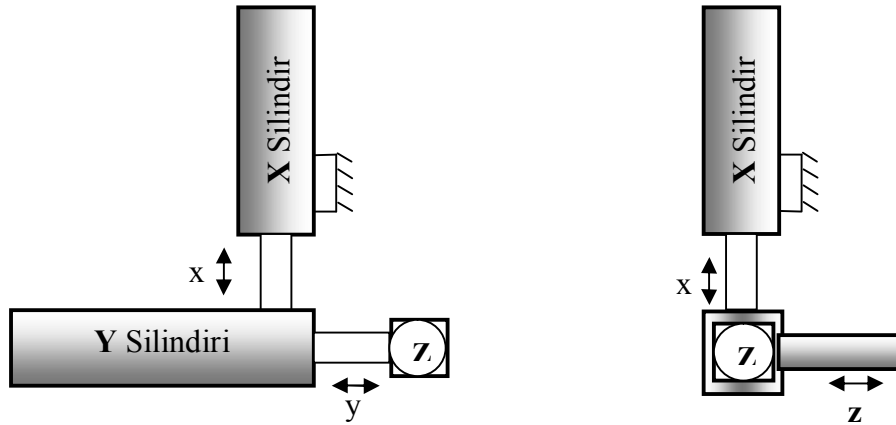
Tablo 3.1. Tahrik sistemlerinin avantajları ve dezavantajları

	ELEKTRİK TAHRİKLİ SİSTEMLER	HİDROLİK TAHRİKLİ SİSTEMLER	PNÖMATİK TAHRİKLİ SİSTEMLER
AVANTAJLARI	<ul style="list-style-type: none"> Hızlı ve hassastır Karmaşık kontrol tekniklerini uygulamaya elverişli bir yapıya sahiptir. Kolay kullanımlı ve diğerlerine göre daha ucuzdur. 	<ul style="list-style-type: none"> Büyük yükleme kapasitesine sahiptir. Orta değerinde süratlidir. Yağın basıncı azalmadığından eklem hareket ettirilmeden sabit tutulabilir Yüksek hızlı işleme döngülerine uygun değildir. 	<ul style="list-style-type: none"> Hidrolik sistemlere göre ucuzdur. Yüksek hız kabiliyeti sağlayabilir. Akışkanlar ile çevre kirliliğine neden olmaz. Laboratuar çalışmalarında kullanılabilir.
DEZAVANTAJLARI	<ul style="list-style-type: none"> Dişli ve güç aktarma organlarına gereksinim gösterirler. Güç sınırlaması vardır. Oluşan elektrik arki çeşitli sorunlar yaratabilir. 	<ul style="list-style-type: none"> Hidrolik sistemler pahalıdır. Gürültü ve akışkanları sızması ile çevre kirliliğine neden olur. Yüksek hızlı işleme döngülerine uygun değildir. 	<ul style="list-style-type: none"> Havanın yağa göre sıkışabilirlik özelliğinden dolayı basınç kaybına neden olurlar. Gürültü kirliliği oluşabilir. Hava yağa göre daha fazla sızma özelliğine sahiptir. Sürekli bakım isteyen bir yapısı vardır.

3.6. Kartezyen Robot

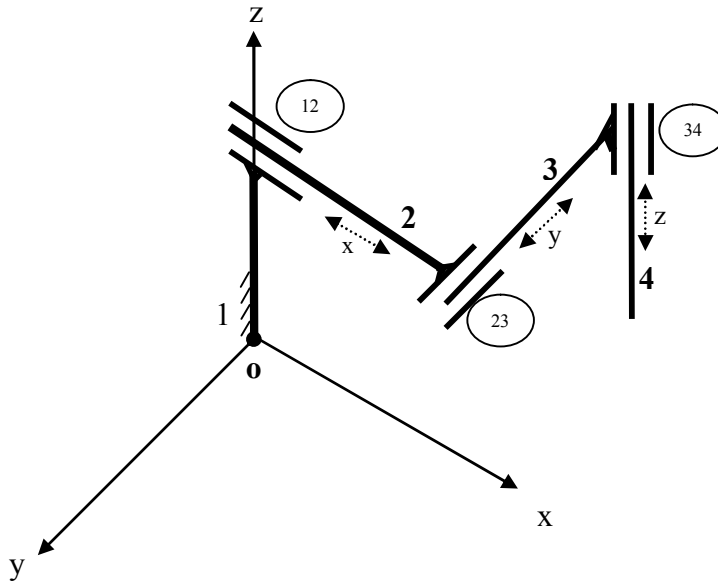
Bu çalışmada kullanılan kartezyen robot tahrik sistemi laboratuvar çalışmalarında kullanılabilir olması ve maliyetinin hidrolik tahrikli sistemlere göre daha ucuz olmasından dolayı pnömatik tahrikli olarak düşünülmüş ve gerçekleştirilmiştir.

Şekil 3.6' da gösterildiği gibi robotun ana gövdesi birbirine dik açılı üç adet pnömatik pistondan oluşur. Bu pistonlar X, Y ve Z eksenlerinde hareket ederler. X eksenini doğrultusunda hareket eden piston robotun uygulama alanına sabittir. Bu pistonun strok uzunluğu 75 [mm] dir. Y eksenini doğrultusunda hareket eden piston X eksenini doğrultusunda hareket eden pistonla bağlıdır. Bu pistonun strok uzunluğu 100 [mm] dir. Z eksenini doğrultusunda hareket eden piston Y eksenini doğrultusunda hareket eden pistonla bağlıdır. Bu pistonun strok uzunluğu 25 [mm] dir.



Şekil 3.6. Robot kollarının şematik gösterimi

Robotun kinematik diyagramı X, Y ve Z eksenlerinde bulunan silindir-piston kolları kinematik çift olarak kayar mafsallar olarak Şekil 3.7. de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Robotun kinematik diyagramı

Bu şekle göre robotun serbestlik derecesi

$$F = \mathbf{b}(\mathbf{n}-1) - \sum_i \mathbf{u} - \sum_j \mathbf{f}_{id} + \sum_k \mathbf{s} \quad (3.1)$$

genel serbestlik derecesi denklemi ile hesaplanabilir. Burada,

F: serbestlik derecesi,

b: boyut katsayısı,

n: eleman sayısı,

$\sum_i \mathbf{u}$: tahdit sayıları toplamı,

$\sum_j \mathbf{f}_{id}$: bağımsız elemanların sayısı,

$\sum_k \mathbf{s}$: ek uzuv sayılarının toplamıdır.

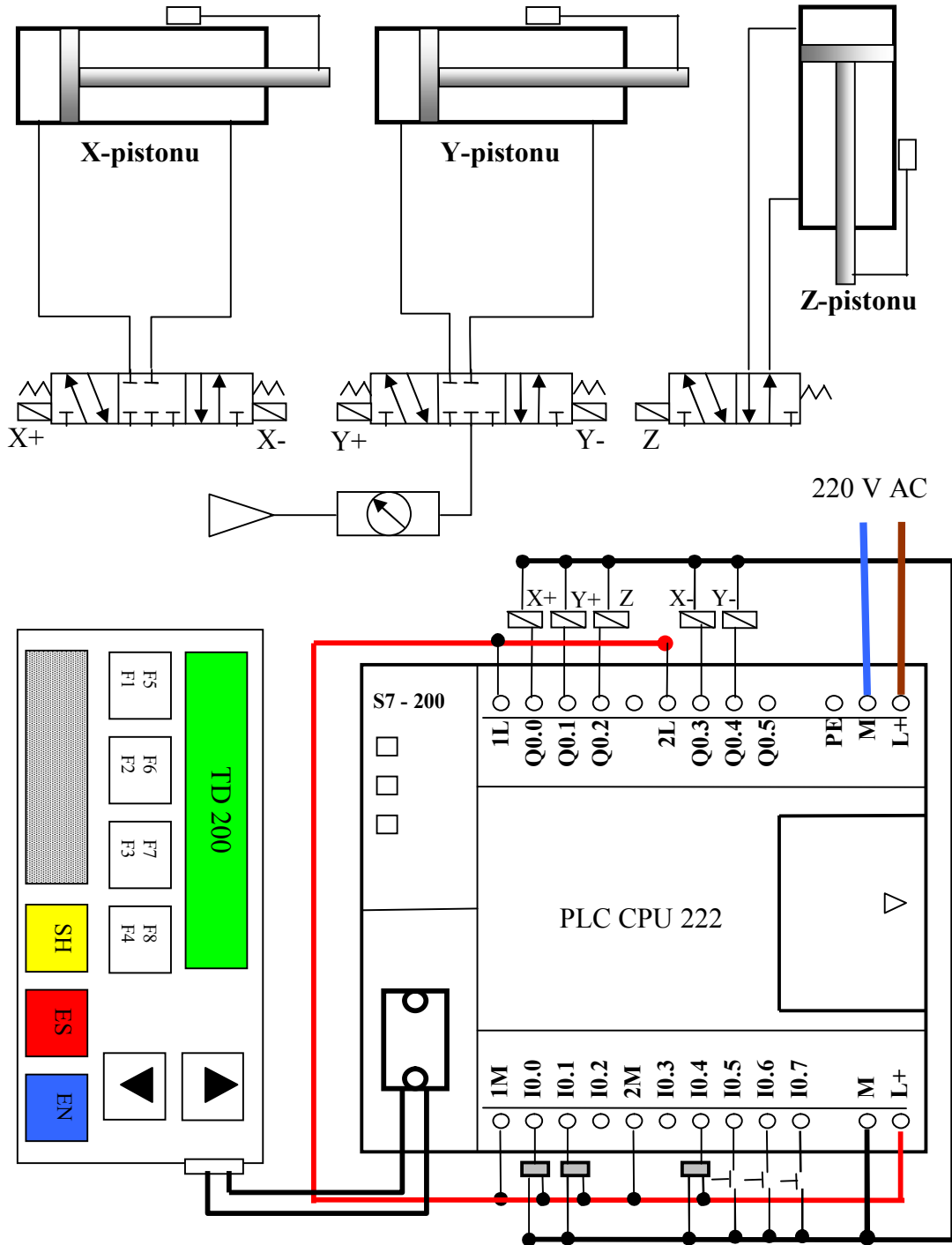
$$b=6; \quad \sum u = u_{12} + u_{23} + u_{34} \quad \sum f_{id} = 0;$$

$$n=4; \quad u_{12} = u_{23} = u_{34} = 5 \quad \sum s = 0;$$

olup robotun serbestlik derecesi $F=3$ bulunur.

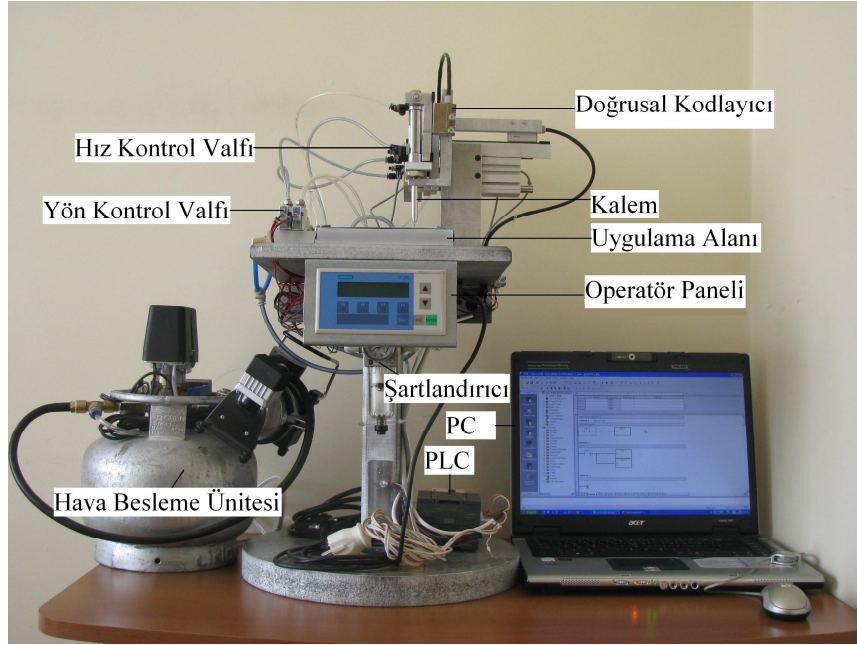
Pistonların her birinin gideceği noktayı belirlemek için pistonlar üzerine doğrusal kodlayıcı montaj edilmiştir. Bu doğrusal kodlayıcılar piston hareketini algılayıp dijital formatta çıkış sinyali olarak verir. Bu dijital bilgi PLC içinde bulunan

sayıcılara gönderilir. Böylece robot istenilen noktaya hareket eder. Pistonların gittiği mesafe operatör panelinden okunur. Tüm sistem şematik olarak Şekil 3.8’ de gösterilmiştir.

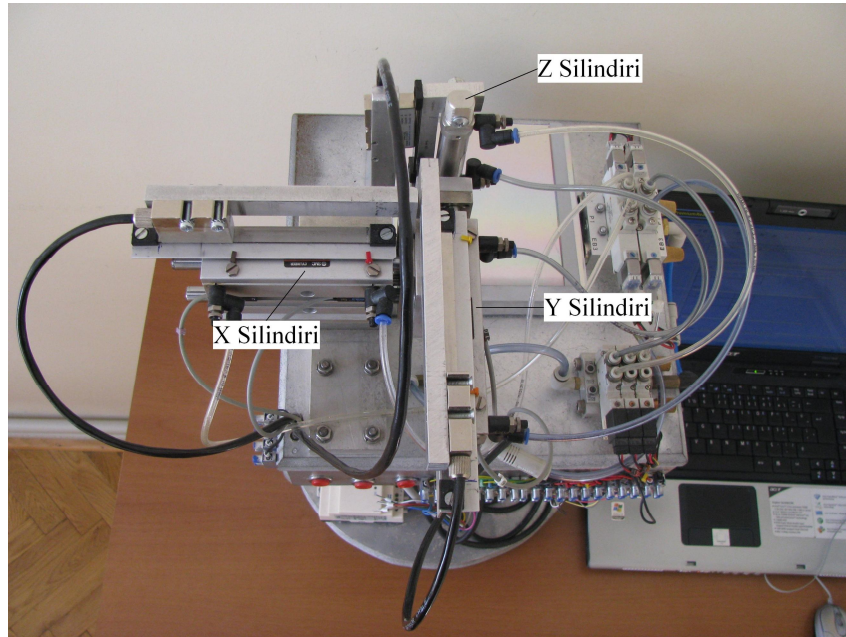


Şekil 3.8. Kartezyen robotun şematik gösterimi

Şekil 3.8’ de görüldüğü gibi kartezyen robotun kontrolü pnömomatik kontrol elemanları ve PLC ile sağlanır. Bunlarla ilgili detaylı bilgi dördüncü bölümde verilecektir. Şekil 3.9a. ve Şekil 3.9b’ de kartezyen robotun resmi görülmektedir.



Şekil 3.9.a. Kartezyen robotun önden görünüşü



Şekil 3.9.b. Kartezyen robotun üstten görünüşü

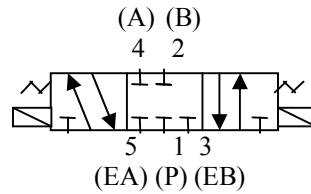
BÖLÜM 4. KONTROL ELEMANLARI

Kartezyen robota bir işlemin yaptırılabilmesi için kontrol elemanları gerekmektedir. Bu kontrol elemanları pnömatik yön kontrol valfları, hız kontrol valfları ve programlanabilir mantıksal kontrolör (PLC) dür.

4.1. Yön Kontrol Valfları

Pnömatik sistemlerde, kullanılan basınçlı havaya yön veren ve alıcılara gönderilmesini sağlayan valflara yön kontrol valfları denir ve pnömatik sistemlerde en çok kullanılan valf çeşididir. Yapılış, kumanda, yol ve konum durumlarına göre çok çeşitli yön kontrol valfları vardır. Önceleri mekanik ve basınçlı hava ile kumanda edilen yön kontrol valfları, günümüzde düşük voltajlı elektrik sinyalleri ile kumanda edilmeye başlanmıştır.

Bu çalışmada kartezyen robotun kontrolünde kullanılan valf, çift bobinli 5/3 kapalı merkez elektropnömatik valftir. Valfin bobin uçları uygulama platformuna montajı yapılmış olan klamenslere girilmiştir. Valfin sipariş kodu SY5320-5LOZD-01F-Q dır.

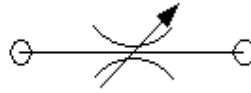


Şekil 4.1. 5/3 kapalı merkez yön kontrol valfi

4.2. Hız Kontrol Valfları

Basınçlı havanın geçtiği kesiti ayarlı bir vida ile azaltılıp çoğaltılarak birim zamanda geçen hava miktarı ayarlanan Şekil 4.2' de sembol ile gösterilen bu hız kontrol valfi, silindir piston kolunun hızının ayarlanmasında kullanılır. İstenilen hız ayar seviyesi sabitleştirilir.

Kartezyen robotun kollarını oluşturan pistonların hız kontrolünde kullanılan valf SY5320 AS130-1F kodlu iki yönlü akış kontrol valfidir.

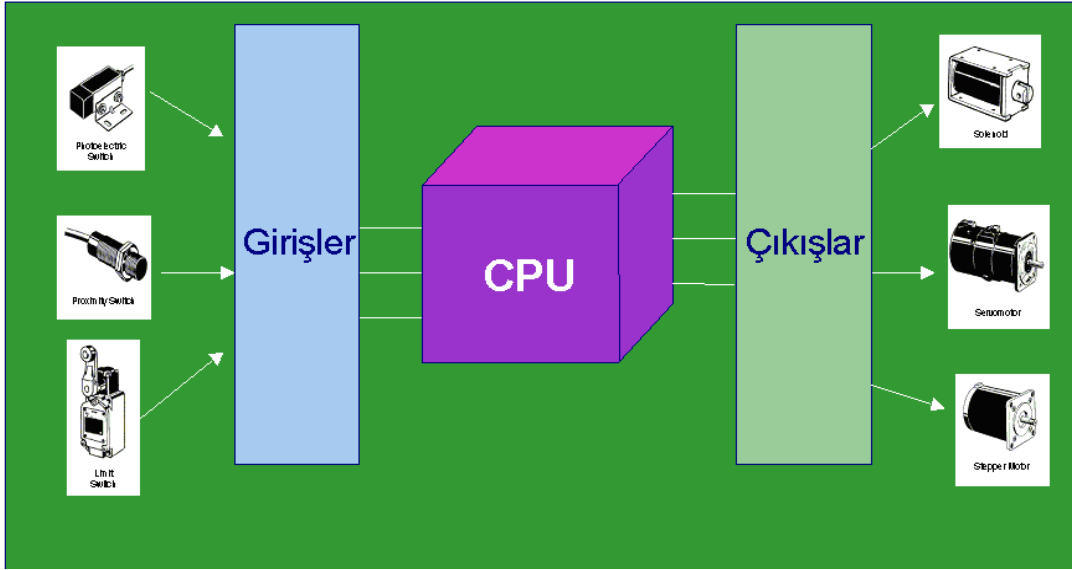


Şekil 4.2. Hız kontrol valfinin şematik gösterimi

4.3. Programlanabilir Mantıksal Kontrolör

Programlanabilir mantıksal kontrolör (PLC), endüstriyel bir tesis veya makinenin önceden yazılmış bir programa ve durum değişikliğine bağlı olarak kontrolünü yapan mikroişlemci tabanlı kontrol sistemidir. Kısaca endüstriyel kontrol için geliştirilmiş özel amaçlı bilgisayarlardır.

PLC' ler endüstriyel otomasyon devrelerinde doğrudan kullanıma uygun özel giriş ve çıkış birimleri ile donatılmıştır. Giriş birimleri dış dünyadan gelen bilgilerin PLC' ye alındığı bölümdür. Her türlü algıyacı (sıcaklık, seviye, basınç, limit, yaklaşık vs.), devir bilgileri ve anahtarlar giriş birimine bağlanır. Çıkış birimine ise motor, lamba, alarm veya kontaktör, selenoid bobini gibi kumanda devrelerinin sürücü elemanları bağlanır. Şekil 4.3' de bir PLC' nin yapısı görülmektedir [13].



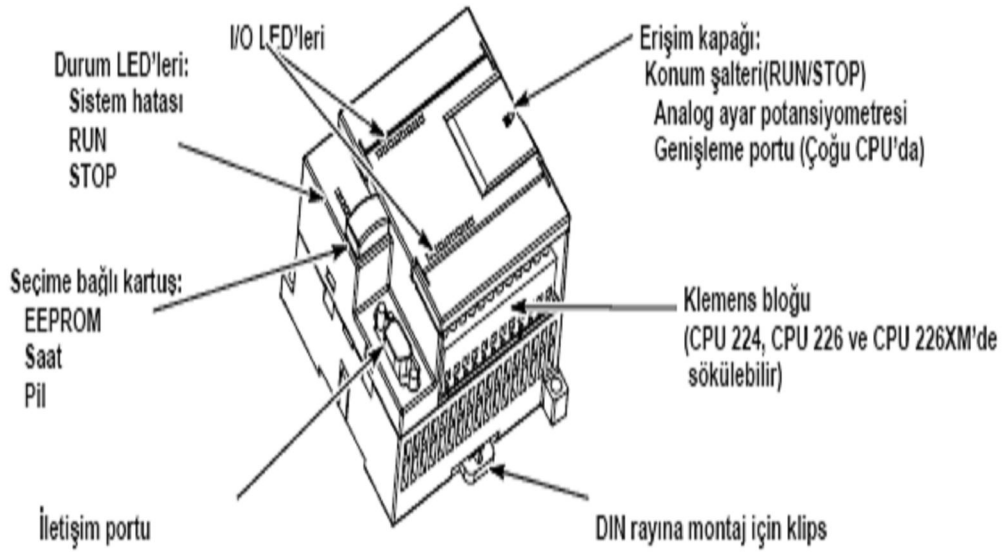
Şekil 4.3. Tipik bir PLC' nin yapısı

4.3.1. PLC' nin tarihsel gelişimi

İlk ticari PLC, 1969 yılında MODICON firması tarafından röleli kumanda devreleri yerine kullanılmak amacıyla geliştirilmiştir. Bu cihazların endüstride gösterdiği büyük başarı üzerine; GENERAL ELECTRIC, ALLAN-BRADLY, GEC, SIEMENS ve WESTINGHOUSE gibi firmalar orta maliyette yüksek performanslı PLC' ler üretmişlerdir. Günümüzde; IDEC, FESTO, MITSUBISHI, OMRON, TOSHIBA, SIMATIC gibi firmalarda temeli ve programlama mantığı birbirine çok yakın, kendi aralarında da değişik üstünlükler ile ayrılan PLC sistemlerini geliştirmişlerdir. Otomatik kontrol sistemlerinde hız, kontrol, güvenlik ve ürün kalitesinin yanı sıra, yeni bir ürün imali için kumanda devrelerinin yeniden oluşturulması, montajı ve bağlantıları yerine sadece PLC programlama ile problemin giderilmesi çok büyük bir avantaj sağlamaktadır [14].

4.3.2 PLC' lerin yapısı

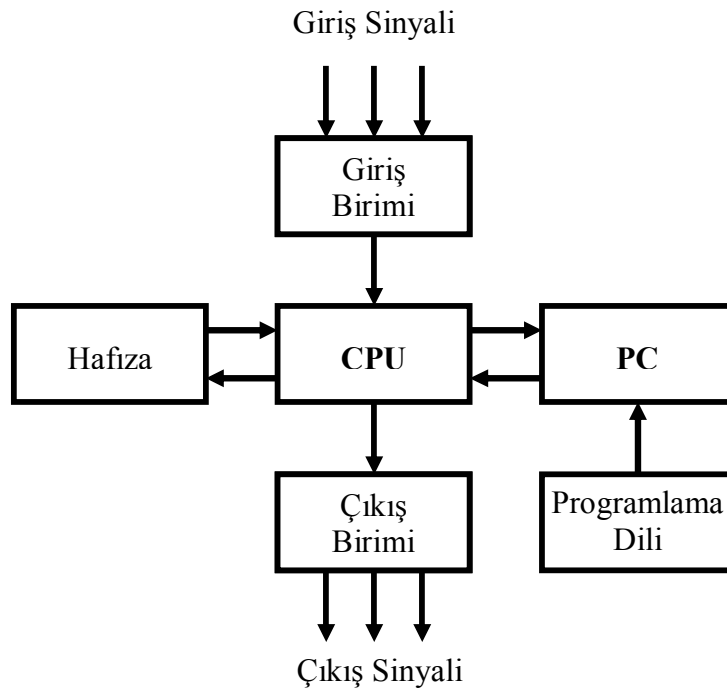
Aşağıda Şekil 4.4a'da uygulamada kullanılan Siemens S7-200 PLC cihazı görülmektedir



Şekil 4.4a. S7-200 PLC

Bir PLC cihazının çalışma prensibi Şekil 4.4b'de görülmektedir. Bunların bazıları donanım birimleri, bazıları da PLC yazılım veya programlama konsollarının işlevsel özelliklerini göstermektedir. Bütün PLC cihazları esas olarak.

- Giriş ve çıkış birimi,
- Merkezi işlem birimi (CPU),
- Hafıza,
- Güç kaynağı,
- Diğer birimler ve programlayıcı birimi gibi bölümlerden oluşmaktadır.



Şekil 4.4b. PLC' nin çalışma prensibi

4.3.3. Giriş birimi

Giriş birimi, anahtarlar, termik röle, termistör, yaklaşım sensorları vb. elemanların bağlandığı birimdir. Giriş birimi bu sensorlardan aldığı kumanda işaretlerini lojik gerilim seviyesine dönüştürmeyi sağlar. Kontrol edilen sisteme ait değişiklikler; iki değerli yani açık-kapalı, 0 veya 1 gibi işaretler ile tanımlanır.

PLC giriş elemanları kontrol gerilimi genellikle +24 V DC, 100V AC veya 220V AC olabilir. Yani bir giriş sinyalinin lojik 1 olarak algılanması için +24V DC olması gerekmektedir. Bu sinyaller girişteki optokublörler vasıtasıyla +5V DC' ye dönüştürülür. Çünkü PLC içerisinde kullanılan gerilim daima +5V DC' dir. Farklı giriş ve çıkış gerilimleri için değişecek şey, sadece optokublörler olacaktır.

4.3.4. Çıkış birimi

PLC' de üretilen lojik gerilim seviyesindeki işaretleri, iş elemanlarını (kontaktörler, lambalar, elektrik motorları, selenoid valf vb.) çalıştırmak için, uygun gerilim

seviyesine dönüştüren birimdir. Bu kısımda optokublrler yardımı ile +5V DC gerilim, iş elemanlarının çalışma gerilimi olan +24 DC veya 220V AC gerilimlere dönüştürülür [15].

4.3.5. Merkezi işlem birimi

PLC belleğindeki sistem programına göre çalışmayı düzenleyen ve kullanıcı programını yürüten en önemli birimdir. Bu birim işlemci-bellek modülleri ve güç kaynağı arasındaki haberleşmeyi sağlar. İşlemci, kullanıcı programını yürüten ve PLC' nin çalışmasını düzenleyen en önemli elemandır.

Merkezi işlem birimi' nin büyük bir bölümünü oluşturan işlemci-bellek birimi; mikroişlemci, hafıza üniteleri, hafızadan bilgi isteme ve saklama devreleri ve programlama aygıtlarıyla, işlemcinin ihtiyaç duyduğu haberleşme devrelerinden oluşur [3].

4.3.6. Hafıza

Yazılmış programların depolanıp saklanması amacı ile kullanılır. Bu hafızalar RAM, ROM, EPROM, EEPROM' lardır. Hafıza, işletim sisteminin ve kullanıcı programının bulunduğu program bellekleri ile veri belleği gibi bölümlerden oluşur. Sistem belleği ve PLC' ye ait değiştirilemeyen veriler için salt okunur bellek olan ROM bellek veri belleği ve program belleği için rastgele erişimli RAM bellek kullanılır.

EPROM olarak isimlendirilen, "silinebilir, programlanabilir salt okunur bellek", PLC cihazlarında sıkça kullanılan bellek tipidir. Yazılmış olan programlar (gerek deyim ve gerekse Ladder diyagramlar) önce EPROM belleğinde saklanır ve buradan merkezi işlem birimine gönderilir.

EEPROM hafıza tipi ise, EPROM hafızada olduğu gibi enerjinin kesilmesi durumunda bile eldeki bilgileri saklayabilen bellek tipidir. Yazma ve silme işlemlerinde özel araçlar gerekmez. PLC' ye monte edilen EEPROM veya EPROM

hafızalar kaset içinde depolanmış bulunan programa göre çalışacaktır. Buna göre ROM kaset değiştirilerek istenilen program çalıştırılabilir.

Veri belleği, giriş-çıkış işaret durumları, sayıcı ve zamanlayıcı içerikleri, özel amaçlı kaydedici içerikleri, analog işaretlere ait sayısal değerlerin tutulduğu çeşitli bölümlerden oluşur. Sistem belleği, üretici firmanın geliştirdiği PLC işletim programının yüklü olduğu bellektir. Program belleği, kullanıcı tarafından yüklenen programın saklandığı bellektir.

Giriş görüntü belleği, programın yürütülmesi esnasında giriş birimindeki iki değerli işaretlerin (açık-kapalı, 0 veya 1) saklandığı bellektir. Örneğin eğitim setinde kullanılan Siemens S7-200 CPU 222 PLC’ de I0.0, I0.1, I0.2, I0.3, I0.4, I0.5, I0.6, I0.7 adresleri kullanılır.

Çıkış görüntü belleği, kullanıcı programın yürütülmesi sırasında çıkış adreslerine ait hesaplanan değerlerin saklandığı bellektir. Örneğin eğitim setinde kullanılan Siemens S7-200 CPU 222 PLC’ de Q0.0, Q0.1, Q0.2, Q0.3, Q0.4, Q0.5 adresleri kullanılır. Ayrıca PLC’ de programda hesaplanan ara değerlerin saklandığı “marker”, “flag”, “internal output”, “auxiliary relay” isimler verilen bellekler de kullanılır. Bu adres alanları için F, M, V gibi harflerle başlayan adresler kullanılır [17]. Örneğin eğitim setinde kullanılan Siemens S7-200 CPU 222 PLC’ de M0.0, M0.1, M0.2, M0.3, M0.4, M0.5 gibi adresler kullanılır. Bu PLC’ de 256 tane “marker” yani yardımcı röle vardır.

4.3.7. Güç kaynağı

Tüm PLC’ ler de işlemcinin ve çevre birimlerin çalışmasını sağlayan bir besleme güç kaynağı ve enerji kesilmesi anında PLC’ yi besleyen yedek güç kaynağına ihtiyaç vardır. PLC pil veya akü ile dahili olarak veya şebeke gerilimi ile beslenir.

Pil veya akülü besleme kaynağı, sistemin enerjisi kesildiğinde RAM’ların kesintisiz olarak beslenmesini sağlayarak uygulama programının silinmesini önler. PLC şebeke gerilimi ile beslenirse, PLC içinde bulunan güç kaynağı gerekli olan DC ve AC

gerilimleri sağlar. Pil ya da akünün değiştirilmesi gerekirse mevcut program bir yere kayıt edilmelidir, aksi halde program silinir [3].

4.3.8. Diğer birimler

PLC' lerde giriş ve çıkış birimleri dışında, yüksek hız sayıcısı, kesme işareti girişi, analog giriş (ADC) ve analog çıkış (DAC) gibi giriş-çıkış birimleri bulunur. Yüksek hız sayıcıları ve kesme işareti girişleri, PLC tarama çevrim süresinden daha hızlı değişen işaretlerin algılanıp değerlendirilmesi amacı ile kullanılır. Analog giriş ve çıkış birimleri ise geri beslemeli kontrol sistemleri için gereklidir. Küçük boyutlu PLC' lerde genellikle besleme kaynağı, giriş ve çıkış birimleri, işlemci birimi tümleşik olarak, büyük boyutlu PLC' ler de ise ayrı birimler biçiminde bulunur.

Ayrıca, programı yedeklemek ve başka bir PLC' ye aktarmak için kalıcı bellek birimi, giriş / çıkış sayısını artırmak için genişleme birimi enerji kesilmeleri durumunda PLC' yi besleyen yedek güç kaynağı ve iletişim ara birimi gibi elemanlar da bulunur.

4.3.9. Programlayıcı birimi

Kumanda ve kontrol amacıyla yazılan bir programın PLC program belleğine yüklenmesi bir programlayıcı birimi ile sağlanır. Programlayıcı birimi mikroişlemci tabanlı özel bir el aygıtı olabileceği gibi genel amaçlı kişisel bir bilgisayara yüklenmiş bir yazılım da olabilir. Bu birim; programın yazılması, PLC' ye aktarılması ve çalışma anında giriş/çıkış veya saklayıcı durumlarının gözlenmesi ya da değiştirilmesi gibi olanakları da sağlar.

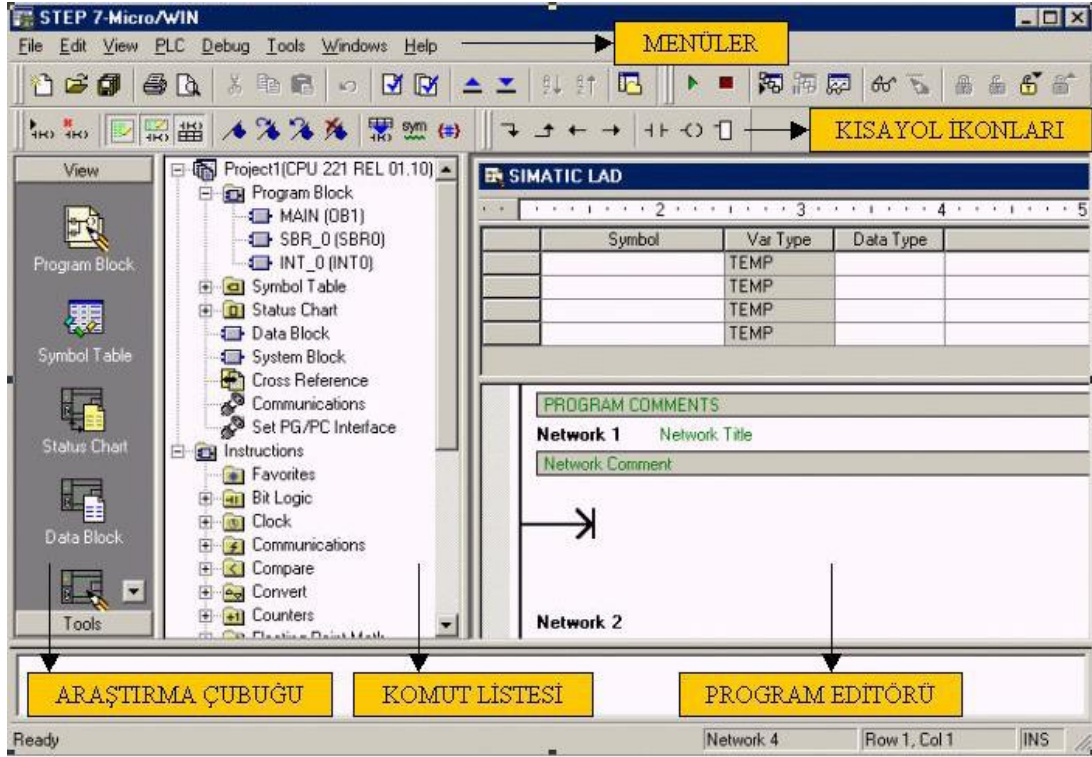
Bu çalışmada kartezyen robotu kontrol etmek için STEP 7-Micro/WIN V4 yazılım programında hazırlanmış program PLC ye yüklenmiştir.

BÖLÜM 5. PLC PROGRAMININ İŞLETİLMESİ

Programlanabilir mantıksal kontrolör (PLC) leri diğer mikroişlemci sistemlerden ayıran en önemli özelliklerinden biri de çalışma biçiminin bir sistem programı ile düzenlenmesidir. Tasarlanan kartezyen robotta yapılacak uygulamaların programlanması en çok kullanılan merdiven (Ladder) diyagramı ile yapılacaktır. Programlama bilgisayarda Windows ortamında çalışan Siemens firmasının üretmiş olduğu STEP 7- Micro/WIN V4 yazılım programı ile gerçekleştirildi. Bu bölümde yazılım programından ve kumanda devrelerinde kullanılan temel komutlardan bahsedilecektir.

5.1. STEP 7-Micro/WIN V4 Yazılım Programı

Proje tasarlayabilmek için STEP 7-Micro/WIN V4 Yazılım Programının bilgisayara yüklenmesi gerekir. Yazılım programının ekran görüntüsü Şekil 5.1'de görülmektedir. Ekranda görünen menüler, (kısa yol ikonları, komut listesi, program editörü ve araştırma çubuğunda bulunan menüler) kullanılarak proje tasarlanabilir, PLC' ye yüklenebilir, kaydedilebilir ve PLC çalıştırılabilir. Yardım (help) menüsü ile yazılım programı, komutlar ve diğer konularda yardım alınabilir.



Şekil 5.1. STEP 7-Micro/WIN V4 yazılım programının ekran görüntüsü

STEP 7-Micro/WIN V4 yazılım programı ile kartezyen robotun kontrolünde kullanılan S7-200 CPU 222 PLC programlanabilir. Bu işlem merdiven diyagramı, komut listesi ve fonksiyon blok yöntemi ile yapılabilir. Tasarlanan proje PLC' ye yüklenebilir, kaydedilebilir ve projede hata olup olmadığı kontrol edilebilir.

Yeni bir proje oluştururken, programda aşağıdaki işlemler yapılır:

- FILE mөнüsünden NEW seçeneği seçilir.
- Programı yazdıktan sonra kaydetmek için FILE / SAVE seçeneği seçilir. Dosya adı girilir ve kaydedilecek yer belirlenir. SAVE butonuna basıldığında program seçilen konuma kaydedilmiş olur.
- Projede hata olup olmadığını kontrol etmek için COMPILE seçeneği seçilir. Bu işlem aynı zamanda PLC/COMPILE komutları ile de yapılabilir.
- PLC' ye program yüklemek ve bilgisayar ile kontrol etmek için TERM moduna alınması gerekir. Çalıştırmak için ise RUN moduna alınır.

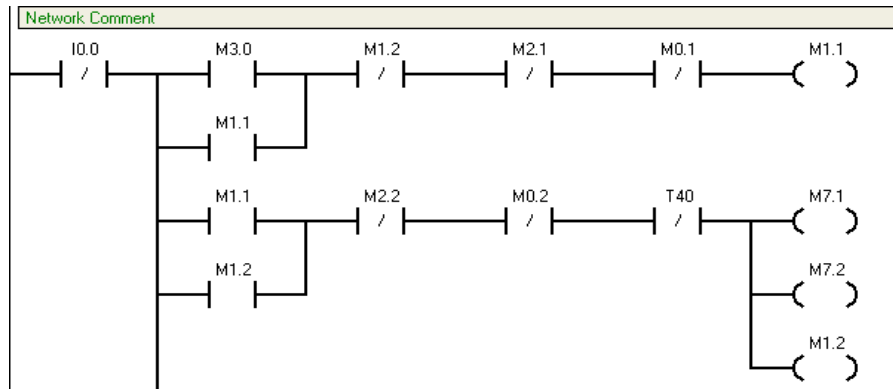
e) Program yazıldıktan sonra DOWNLOAD seçeneği seçilerek PLC'ye yüklenmesi sağlanır.

STEP 7-Micro/WIN V4 yazılım programı ile üç ayrı programlama yöntemi kullanılabilir..

- a) Merdiven Diyagram (LAD)
- b) Komut Listesi (STL)
- c) Fonksiyon Blok Diyagram (FBD)

5.1.1. Merdiven diyagram

Özellikle otomatik kumanda devrelerinde tasarım ve uygulama yapılması için PLC'yi programlamanın en kolay yoludur. Sanki bir kumanda devresi tasarlarken gibi program yapılır ve ufak farkların dışında, kumanda devresi çizimine benzer. Bu nedenle programlama yapılırken genellikle bu kısım tercih edilir. Şekil 5.2'de örnek bir merdiven diyagram yazılımı görülmektedir.



Şekil 5.2. Merdiven diyagram olarak yapılmış bir programın parçası

5.1.2. Komut listesi

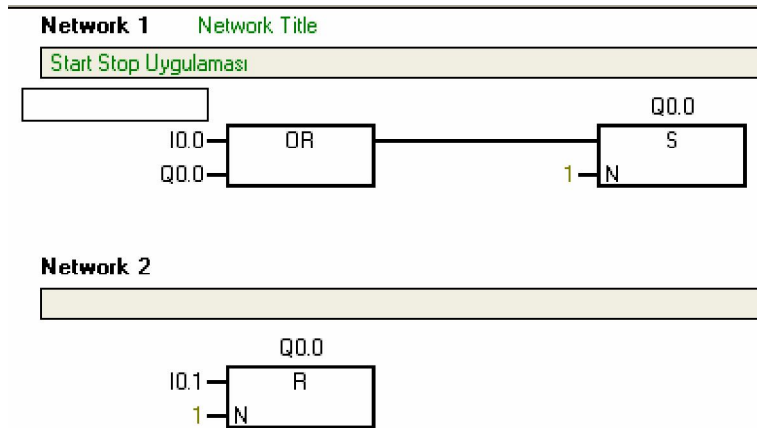
Bu yöntemde, komutlar, bir programlama dilinde program yazıyormuş gibi, satır satır yazılır. Komut listesi ile program yapmak için kullanılan bazı komutlar Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1. Komut listesi ile program yazmak için bazı komutlar

Komut adı	Komut Simgesi
YÜKLE (LOAD)	LD
TÜMLEYENİ YÜKLE (LOAD NOT)	LDN
VE (AND) İŞLEMİ	A
TÜMLEYENİNE VE (AND NOT) İŞLEMİ	AN
VEYA (OR) İŞLEMİ	O
TÜMLEYENİNE VEYA (OR NOT) İŞLEMİ	ON
LOJİK TÜMLEYEN	NOT
ÇIKIŞA ATAMA	=
KURMA (SET)	S
SİLME (RESET)	R
VE BLOK (AND BLOCK)	ALD
VEYA BLOK (OR BLOCK)	OLD

5.1.3. Fonksiyon blok diyagram

Dijital elektronikte kullanılan mantık kapıların dizaynına benzer şekilde programlama yapılır. Dijital elektronikte kullanılan VE (AND), VEYA (OR) gibi kapılar burada da bulunur. Ayrıca PLC' ye özel çeşitli blok diyagram şeklindeki komutlardan da yararlanır. Dijital elektronikte devre tasarımı tecrübesi olanlar tarafından tercih edilebilir Şekil 5.3'de FBD örnek uygulaması görülmektedir [5].



Şekil 5.3. FBD olarak yapılmış basit bir PLC programı

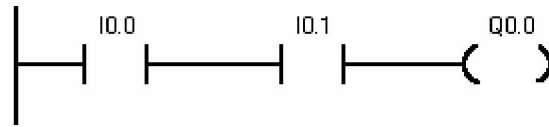
Bu programları yapabilmek için kullanılan mantık işlem komutları; set-reset komutları, kenar tetiklemeleri, zamanlayıcı komutları, sayıcı komutları, karşılaştırma komutları ve bilgi taşıma komutlarıdır.

5.2. Temel Mantık İşlem Komutları

Röleli geleneksel kumanda devreleri, röle kontaklarından oluşan mantık anahtarlama devreleri olup, bu tür devreler VE (AND), VEYA (OR) ve DEĞİL (NOT) gibi mantık işlem komutları kullanılarak gerçekleştirilir.

5.2.1. VE (AND) komutu

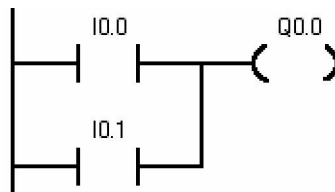
VE komutu Şekil 5.4' de örnek gösterilen devrede iki girişinde (I0.0 ve I0.1) kapalı konumunda çıkış rölesi (Q0.0) enerjilenir. Diğer durumlarda çıkış rölesi enerjilenmez.



Şekil 5.4. VE (AND) komutuna örnek bir şekil

5.2.2. VEYA (OR) komutu

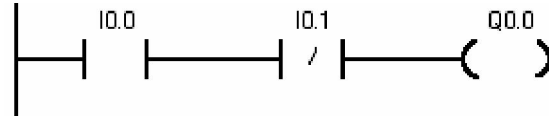
VEYA komutu Şekil 5.5' de örnek gösterilen devrede herhangi iki girişten birinin (I0.0 ve I0.1) kapalı konumunda olması çıkış rölesinin (Q0.0) enerjilenmesini sağlar. Sadece iki giriş kontağının normalde açık olması durumunda çıkış rölesi enerjilenmez.



Şekil 5.5. VEYA (OR) komutuna örnek bir şekil

5.2.3. VE DEĞİL (AND NOT) komutu

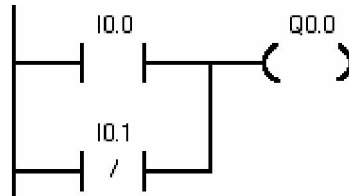
VE DEĞİL komutu Şekil 5.6' daki devrede gösterildiği gibi I0.0 girişi normalde açıktır, I0.1 girişi normalde kapalıdır. Girişlerden I0.0 girişi kapalı olması durumunda yani mantık 1 olması durumunda çıkış rölesi (Q0.0) enerjilenir.



Şekil 5.6. VE DEĞİL (AND NOT) komutuna örnek bir şekil

5.2.4. VEYA DEĞİL (OR NOT) komutu

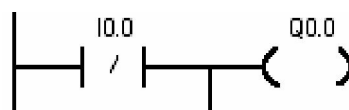
VEYA DEĞİL komutu Şekil 5.7' de ki devrede gösterildiği gibi I0.0 girişi normalde açıktır, I0.1 girişi normalde kapalıdır. Bu durumda çıkış rölesi enerjilidir. I0.1 girişindeki normalde kapalı kontak açılırsa çıkış rölesinin enerjisi kesilir.



Şekil 5.7. VEYA DEĞİL (OR NOT) komutuna örnek bir şekil

5.2.5. TÜMLEYENİNİ YÜKLE (LOAD NOT) komutu

TÜMLEYENİNİ YÜKLE komutu Şekil 5.8' deki devrede gösterildiği gibi I0.0 girişi normalde kapalıdır. Bu durumda çıkış rölesi enerjilidir. I0.0 girişindeki normalde kapalı kontak açılırsa çıkış rölesinin enerjisi kesilir.



Şekil 5.8. TÜMLEYENİNİ YÜKLE (LOAD NOT) komutuna örnek bir şekil

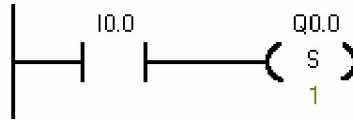
5.3. SET ve RESET Komutu

PLC’de sürekli çalışmayı sağlamak için mühürleme kontakları pek kullanılmaz. Bunun yerine SET (KURMA) ve RESET (SİLME) komutları kullanılır.

5.3.1. SET komutu

SET komutu; Şekil 5.9’ da gösterilen devrede I0.0’ın bir anlık kapanması durumunda Q0.0 kendini SET eder, yani enerjilenerek sürekli çalışmaya başlar. Bu işlem RESET komutu ile durdurulur. SET işlemi çıkış rölelerinde yapılabileceği gibi dâhili rölelerde de yapılabilir. SET komutunun altındaki 1 sayısı bir adet rölenin SET edileceğini ifade eder. SET komutunun altına 2 yazılırsa iki tane çıkış rölesi (Q0.0 ve Q0.1) SET olur.

SET rölesinin operantları : Q, M, V, SM, S

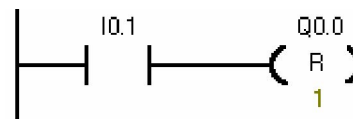


Şekil 5.9. SET komutuna örnek bir şekil

5.3.2. RESET komutu

RESET komutu; SET komutunu durdurmak için kullanılır. Şekil 5.10’da gösterilen devrede I0.1’e anlık iletildiğinde R komutunun üzerinde yazan operandı RESET eder. Yani Q0.0 çıkışı pasif olur. Reset rölesinin altındaki 1 sayısı sadece bir röleyi durduracağını ifade eder.

Reset rölesinin operantları : Q, M, V, SM, S

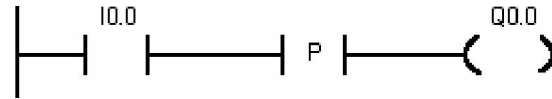


Şekil 5.10. RESET komutuna örnek bir şekil

5.4. Kenar Tetiklemeler

5.4.1. Pozitif kenar tetikleme

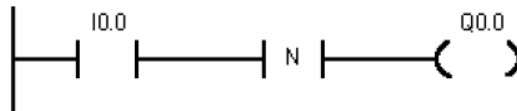
Pozitif kenar tetikleme komutu Şekil 5.11’de gösterilen örnek devrede I0.0 kapandığında bağlı bulunduğu çıkışı bir taramalık süre aktif yani “1” yapar. Devrede I0.0 girişi aktif “1” olduğu anda Q0.0 çıkışı da aktif olmaktadır. Ancak I0.0 aktif olmaya ne kadar devam ederse etsin Q0.0 bir döngülük süre kadar enerjili kalır(“1” olur), örneğin 3ms gibi. Daha sonra çalışmaz, “0” olur. I0.0 pasif yapıldıktan sonra yeniden aktif (1) yapılırsa Q0.0 çıkışı yeniden bir döngülük süre için enerjilenir. 3ms sonra tekrar enerjisi kesilir [3].



Şekil 5.11. Pozitif kenar tetikleme komutuna örnek bir şekil

5.4.2. Negatif kenar tetikleme

Negatif kenar tetikleme komutu Şekil 5.12’de gösterilen örnek devrede I0.0 pozitif kenar tetiklemedeki gibi kapandığı anda değil, açıldığı anda bağlı bulunduğu çıkışı bir taramalık (1 döngülük) süre için aktif yani “1” yapar. I0.0 girişini aktif (1) ettikten sonra pasif (0) yaparsak Q0.0 çıkışı enerjilenmektedir, “1” olur. Q0.0 çıkışı bir döngülük süre kadar enerjili (1) olur. Daha sonra çalışmaz (0) olur [15].



Şekil 5.12. Negatif kenar tetikleme komutuna örnek bir şekil

5.5. Zamanlayıcılar

Programlanabilir mantıksal kontrolör (PLC) içerisinde çekmede gecikmeli zaman rölesi (TON), çekmede gecikmeli kalıcı tip zaman rölesi (TONR) ve düşmede gecikmeli zaman rölesi bulunur.

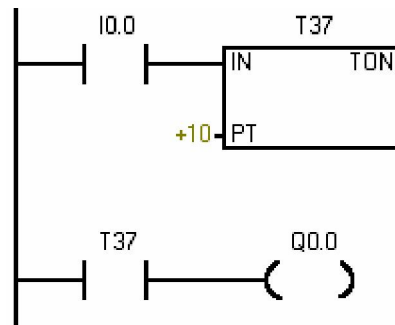
5.5.1. Çekmede gecikmeli zaman rölesi

Çekmede gecikmeli zaman rölesi (TON) Şekil 5.13'deki devrede T37 zamanlayıcısının sayabilmesi için girişine sürekli enerji uygulanması gerekmektedir. I0.0'a bastığımızda T37 saymaya başlar. Ayarlanan süre sonunda ($10 \times 100\text{ms} = 1\text{sn}$ sonra) kontakları konum değiştirir. Açık kontağı kapanır ve Q0.0 çıkışı 1 olur.

T37 zamanlayıcısında IN girişine kontak bağlamak zorunludur. Aksi takdirde program hata verir. PT girişine ise zaman değeri girilir. Burada zaman değeri 100 ms ile çarpılarak hesaplanır. PT (preset time) değeri 15 bit karşılığı olan, maksimum 32767 değeri verilir. S7200 CPU 222 PLC' de zaman tabanı 1ms, 10ms ve 100ms olan zamanlayıcılar kullanılır [15].

S7-200 CPU 222 PLC' de bulunan TON zamanlayıcıların adresleri ve zaman tabanları:

- T32-T96 (Zaman Tabanı, 1ms)
- T33...T36, T97...T100 (Zaman Tabanı, 10ms)
- T37...T63, T101...T255 (Zaman Tabanı, 100ms)



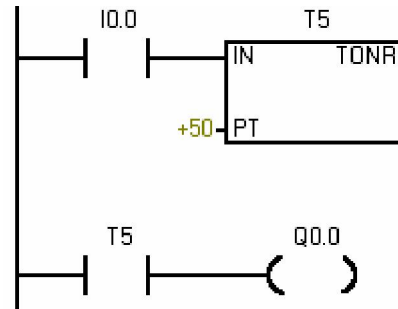
Şekil 5.13. TON komutuna örnek bir şekil

5.5.2. Çekmede gecikmeli kalıcı tip zaman rölesi

Çekmede gecikmeli kalıcı tip zaman rölesinin (TONR) IN girişine 1 sinyali geldiğinde zamanlayıcı sayma işlemini başlatır. TONR IN girişindeki sinyal kesildiğinde (0 olduğunda) zaman sayma değerini saklar ve IN girişi yeniden 1 yapılırsa zaman sayma işlemine sakladığı değerden itibaren devam eder. Diğer özellikleri TON zamanlayıcısı ile aynıdır. Şekil 5.14'deki devrede I0.0 kontağı kapandığında T5 enerjilenir ve saymaya başlar. Ayarlanan süre sonunda ($50 \times 100\text{ms} = 5\text{sn}$ sonra) açık kontağını kapatır ve Q0.0 çıkış verir. S7200-CPU222'de zaman tabanı 1ms, 10ms, 100ms olan toplam 63 adet TONR zamanlayıcısı bulunmaktadır.

S7-200 CPU 222 PLC'de bulunan TONR zamanlayıcıların adresleri ve zaman tabanları:

- T0-T64 (Zaman Tabanı, 1ms)
- T1...T4, T65...T68 (Zaman Tabanı, 10ms)
- T5...T31, T69...T95 (Zaman Tabanı, 100ms)



Şekil 5.14. TONR komutuna örnek bir şekil

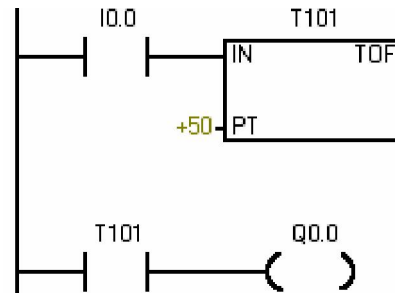
5.5.3. Düşmede gecikmeli zaman rölesi

Düşmede gecikmeli zaman rölesi (TOF) Şekil 5.15' de gösterilen devrede düşmede gecikmeli zaman rölesinin IN (I0.0 kapandığında) girişine 1 sinyali geldiğinde çıkışını aynı anda 1 yapar. Yani kontakları hemen konum değiştirir, Q0.0 aktif olur. Ancak verilen zaman değeri, IN girişi 0 olduktan yani I0.0 kontağı açıldıktan sonra

başlar. IN girişine bağlı sensor açıldıktan sonra girilen süre değeri ($50 \times 100 \text{ms} = 5 \text{sn}$ sonra) sonunda TOF zaman sayıcısının kontakları normal konumuna döner, Q0.0 açılır. S7200 CPU 222’de zaman tabanı 1ms, 10ms, 100ms zaman dilimleri kullanılan TOF zamanlayıcıları vardır. TOF zamanlayıcısı enerjisi kesildiğinde zaman değeri sıfırlanır [15].

S7 - 200 CPU 222 PLC’ de bulunan TOF zamanlayıcıların adresleri ve zaman tabanları:

- T32-T96 (Zaman Tabanı, 1ms)
- T33...T36, T97...T100 (Zaman Tabanı, 10ms)
- T37...T63, T101...T255 (Zaman Tabanı, 100ms)



Şekil 5.15. TOF komutuna örnek bir şekil

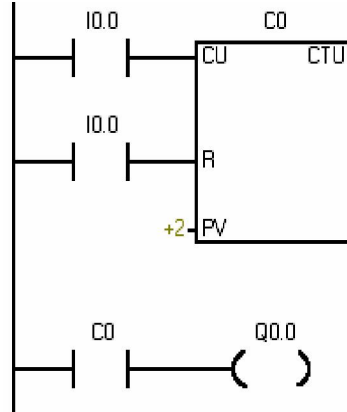
5.6. Sayıcılar

Sayıçılar, girişine verilen “1” ve “0” sinyalinin belirli sayısından sonra çıkışını “1” yapan elemanlardır.

5.6.1. Yukarı sayıcı komutu

Yukarı sayıcı komutu (CTU) yukarı doğru sayma komutudur. Girişine (CU) her sinyal uygulandığında sayıcı yukarı doğru sayar, sayı PV (Preset Value, girilen değer) değerine geldiğinde çıkışı bir olur. R girişine uygulanan sinyal ile PV değeri sıfırlanır. Şekil 5.16’da gösterilen devrede I0.0 kontağı 2 defa açılıp kapandığı zaman

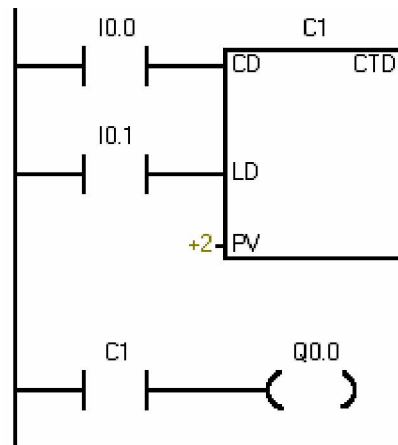
C0 PV değerine ulaşmış olacağından açık kontağını kapatır ve Q0.0 aktif olur. Eğer C0 PV değerine ulaşmamış ise C0 çıkış vermez. PV değeri en fazla 32767 olabilir.



Şekil 5.16. CTU komutuna örnek bir şekil

5.6.2. Aşağı sayıcı komutu

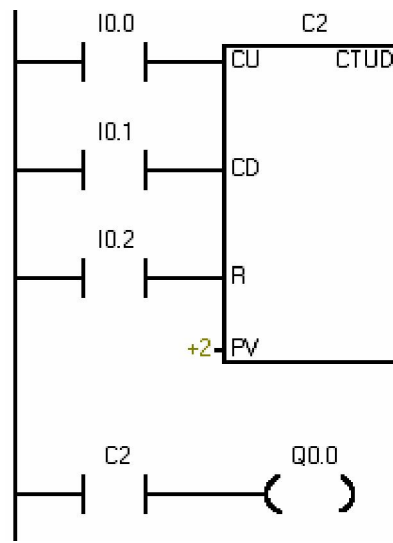
Aşağı sayıcı (CTD) komutu aşağı doğru sayma komutudur. Girişine (CD) her sinyal uygulandığında PV değerini bir azaltır. LD girişine uygulanan sinyal ile PV değerini 2 yapar ve kendini resetler. Şekil 5.17’de gösterilen devrede I0.0 kontağı 2 defa açılıp kapandığı zaman C1, PV değerine ulaşmış yani 0 olacağından açık kontağını kapatır ve Q0.0 aktif olur. Eğer C1 PV değerine ulaşmamış ise C1 çıkış vermez. PV değeri en fazla 32767 olabilir.



Şekil 5.17. CTD komutuna örnek bir şekil

5.6.3. Aşağı-Yukarı sayıcı komutu

Aşağı yukarı sayıcı (CTUD) komutu aşağı-yukarı sayma komutudur. Şekil 5.18’de gösterilen devrede CU girişine her sinyal uygulandığında PV değerini bir artırır. CD girişine her sinyal uygulandığında PV değerini bir azaltır. R girişine uygulanan sinyal ile C2 resetlenir, çıkış vermez. C2’nin PV değeri 2’ye eşit olduğunda Q0.0 çıkış verir. C2’yi durdurmak için ise I0.2 kontağı kullanılır. PV değeri en fazla 32767 olabilir.



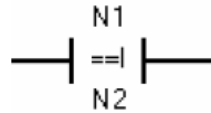
Şekil 5.18. CTUD komutuna örnek bir şekil

5.7. Tam Sayı Karşılaştırma Komutları

Karşılaştırma işlemleri çeşitli olaylara ilişkin verilerin büyüklük, küçüklük ve eşitlik ölçülerine göre değerlendirildiği ve buna bağlı olarak kumanda işaretlerinin üretildiği işlemlerdir. Karşılaştırma komutları ile 8 bit, 16 bit ve 32 bit boyutundaki veriler üzerinde işlemler yapılabilir. Bu komutların operandları; VW, T, C, IW, QW, MW, SMW, SW, AC, AIW ve sabit sayılar [15].

5.7.1 Tam sayı eşit karşılaştırma komutu

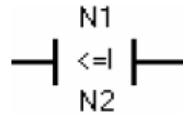
Tam sayı eşit karşılaştırma komutu Şekil 5.19'da gösterildiği gibi N1 değeri N2 değerine eşit olduğunda kontağını kapatır. Bu komutta I karakteri komutun tamsayı olduğunu belirtir. Yani N1 ve N2 operantlarına tamsayı girilmesi gerektiğini belirtir. N1 veya N2 değerleri maksimum 32767 olabilir.



Şekil 5.19. Tam sayı eşit komutu

5.7.2 Tam sayı küçük yada eşit karşılaştırma komutu

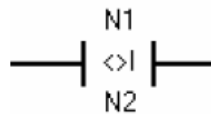
Tam sayı küçük ya da eşit karşılaştırma komutu Şekil 5.20'de gösterildiği gibi N1 değeri N2 değerinden küçük ve N2 değerine eşit olduğu sürece kontağını kapatır. Büyük olduğunda kontağını açar.



Şekil 5.20. Tam sayı küçük ya da eşit karşılaştırma komutu

5.7.3 Tam sayı küçük veya büyük karşılaştırma komutu

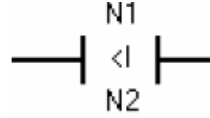
Tam sayı küçük veya büyük karşılaştırma komutu, Şekil 5.21'de gösterildiği gibi N1 değeri N2 değerinden hem küçük hem de büyük olduğu sürece kontağını kapatır. Yani sadece eşit olduğu durumda kontağını açar.



Şekil 5.21. Tam sayı küçük veya büyük karşılaştırma komutu

5.7.4 Tam sayı küçük karşılaştırma komutu

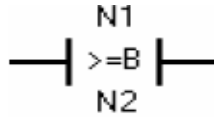
Tam sayı küçük karşılaştırma komutu, Şekil 5.22’de gösterildiği gibi N1 değeri N2 değerinden küçük olduğu sürece kontağını kapatır.



Şekil 5.22. Tam sayı küçük karşılaştırma komutu

5.7.5 Tam sayı büyük yada eşit karşılaştırma komutu

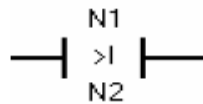
Tam sayı büyük ya da eşit karşılaştırma komutu, Şekil 5.23’de gösterildiği gibi N1 değeri N2 değerinden eşit ve büyük olduğu sürece kontağını kapatır, küçük olduğunda kontağını açar.



Şekil 5.23. Tam sayı büyük ya da eşit karşılaştırma komutu

5.7.6 Tam sayı büyük karşılaştırma komutu

Tam sayı büyük karşılaştırma komutu, Şekil 5.24’de gösterildiği gibi N1 değeri N2 değerinden büyük olduğu sürece kontağını kapatır, diğer durumlarda kontağını açar.



Şekil 5.24. Tam sayı büyük karşılaştırma komutu

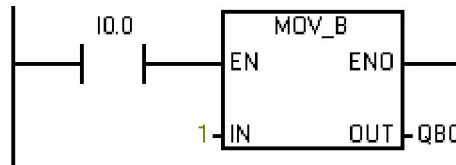
5.8. MOVE Komutları

Move komutları girişlerine (IN) verilen bilgiyi çıkışına (OUT) aktaran ve girişin bu aktarmadan etkilenmediği komutlardır. Girişe verilen bilgi, sayı veya değişken olabilir. Bu bilgiler Byte, Word veya DoubleWord şeklinde olabilir. Atama aktarma işlemi ancak EN girişi 1 olduğunda gerçekleşir.

Yeni bir atama işlemi yapıldığında daha önceki bilgi silinir ve en son atama işlemi kabul edilir. Sayı veya değişken Byte içine atanacaksa MOV-B, Word içine atanacaksa MOV-W, Double Word içine atanacaksa MOV-DW komutları kullanılmalıdır [15].

5.8.1 Move byte komutu

Move byte komutu, Şekil 5.25’ de gösterilen devrede EN girişi 1 iken IN girişine 1 değeri verildiğinde QB0 byte içerisindeki Q0.0 çıkışı aktif olur. IN girişine 4 değeri verilirse Q0.2 çıkışı aktif olur. IN girişine 63 değeri verilirse Q0.0, Q0.1, Q0.2, Q0.3, Q0.4, Q0.5 çıkışları aktif olur. IN girişine IB, QB, MB, VB, AC, sabit sayılar verilebilir. OUT çıkışına IB, QB, MB, VB, AC değerleri verilebilir.

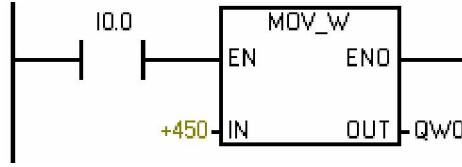


Şekil 5.25. MOV_B komutu

5.8.2 Move word komutu

Move word komutu, Şekil 5.26’ da gösterilen devrede EN girişi 1 iken 450 rakamı Q0.0, Q1.1, Q1.6, Q1.7 nin karşılığı olduğunu MOV_W komutu 450 değerini QW0’a atar. Q0.0, Q1.1, Q1.6, Q1.7 çıkışı aktif olur. Q0.0’ ın aktif olması için IN girişine 256 yazmamız gerekir. IN girişine verilebilecek sayısal değer -32768....0....32767 olabilir. Sayının pozitif ve negatif olmasını 16. bitteki sayı

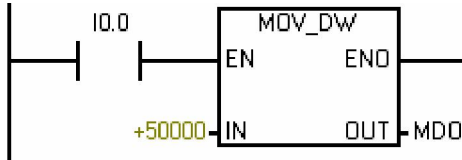
belirler. IN girişine IW, QW, MW, VW, AC, T, C; sabit sayılar değerleri verilebilir. OUT çıkışına ise IW, QW, MW, VW, T, C değerleri verilebilir.



Şekil 5.26. MOV_W komutu

5.8.3 Move double word komutu

Move double word komutu, Şekil 5.27' de gösterilen devrede, I0.0 aktif (kapalı) ise MOV_DW komutu 50.000 rakamını MD0 içine atar. IN girişine verilebilecek sayısal değer – 2.147.483.648.....0....2.147.483.647 olabilir. IN girişine ID, QD, MD, VD, AC, sabit sayı değerleri verilebilir. OUT çıkışına ise ID, QD, MD, VD değerleri verilebilir [22].



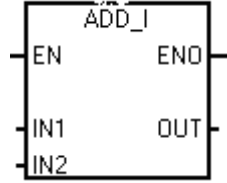
Şekil 5.27. MOV_DW komutu

5.9. Matematiksel Komutlar

PLC cihazlarının içerisinde toplama, çıkarma, çarpma ve bölme gibi işlemleri yerine getirebilecek fonksiyonlar bulunmaktadır. Bu fonksiyonların kullanılmasıyla kumanda ve kontrol sistemlerinde hacim, uzunluk ölçümü gibi işlemleri yapmak mümkündür.

5.9.1. Toplama

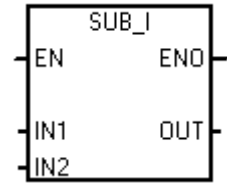
Toplama komutu, Şekil 5.28'de gösterilmiştir. Bu komut iki adet 16 bit tamsayıyı (IN1), (IN2) toplar ve sonucu çıkışa (OUT) yazar.



Şekil 5.28. ADD_I komutu

5.9.2. Çıkartma

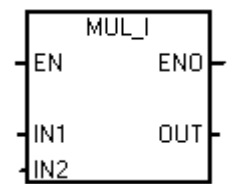
Çıkartma komutu, Şekil 5.29'da gösterilmiştir. Bu komut iki adet 16 bit tamsayıyı (IN1), (IN2) çıkarır ve sonucu çıkışa (OUT) yazar.



Şekil 5.29. SUB_I komutu

5.9.3. Çarpma

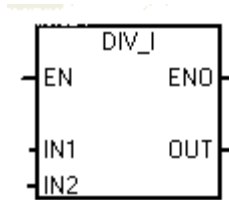
Çarpma komutu, Şekil 5.30'da gösterilmiştir. Bu komut iki adet 16 bit tamsayıyı (IN1), (IN2) çarpır ve sonucu çıkışa (OUT) yazar.



Şekil 5.30. MUL_I komutu

5.9.4. Bölme

Bölme komutu, Şekil 5.31’de gösterilmiştir. Bu komut iki adet 16 bit tamsayıyı (IN1), (IN2) böler ve sonucu çıkışa (OUT) yazar.



Şekil 5.31. DIV_I komutu

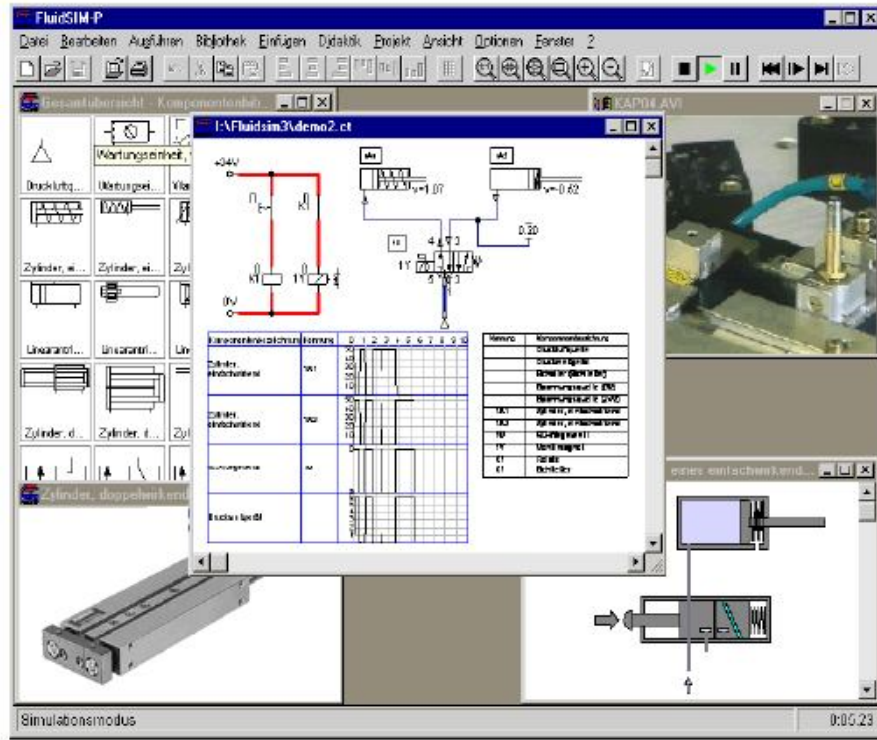
BÖLÜM 6. KARTEZYEN ROBOTLA KONUM KONTROLÜ

Bu bölümde, tasarlanan kartezyen robotun FluidSim’de yapılmış olan simülasyon çalışmaları ve simülasyon çalışmalarının neticesinde gerçekleştirilen fiziksel sistemin konum kontrolünde kullanımı sunulmuştur.

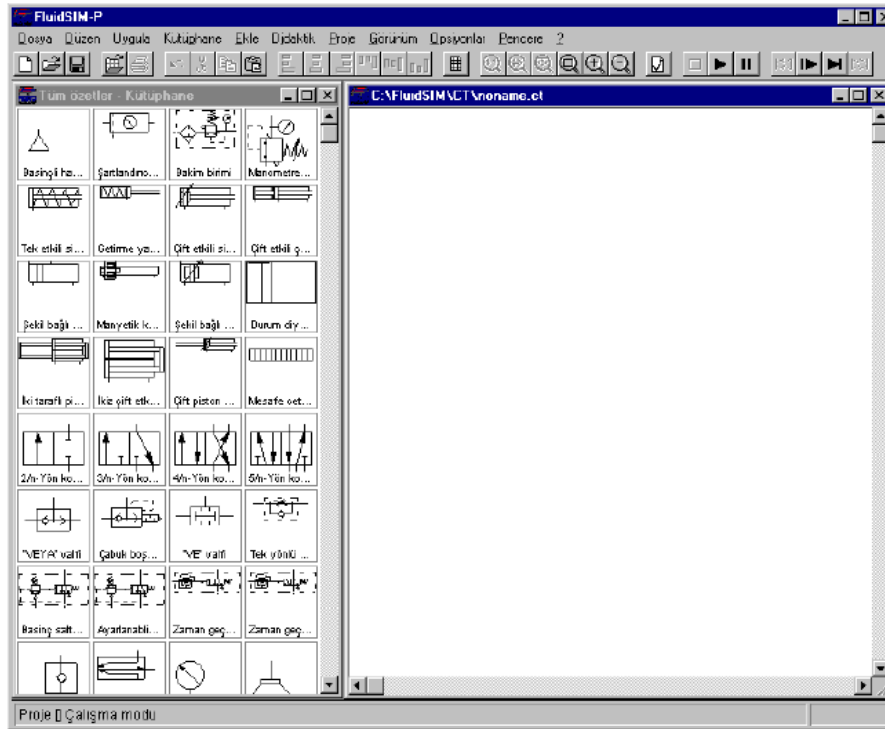
6.1. FluidSIM Programına Genel Bakış

FluidSim-P, pnömatik sistemlerin tasarım ve simülasyonuna imkân veren Bilgisayar Destekli Tasarım ve Eğitim aracıdır. Yazılım, tasarımcılara, tasarım aşamasında problemlerin tespiti ve çözümü için yardımcı olur. Pnömatik sistem elemanlarının orijinal resimleri ve sembolleri program içine yerleştirilmiştir [16].

FluidSim Pnömatik ve Elektropnömatik eğitim yazılımı yapısındaki özellikleri sayesinde kullanıcıya tam donanımlı bir laboratuvar imkanı sağlamaktadır. Bir pnömatik ve elektropnömatik laboratuvarında olması gerekli tüm ekipmanlar; valflar, silindirler, basınçlı hava, röle, selenoid ve benzeri elemanlar, bu eleman kütüphanesinde kullanıma hazırdır (Şekil 6.1).

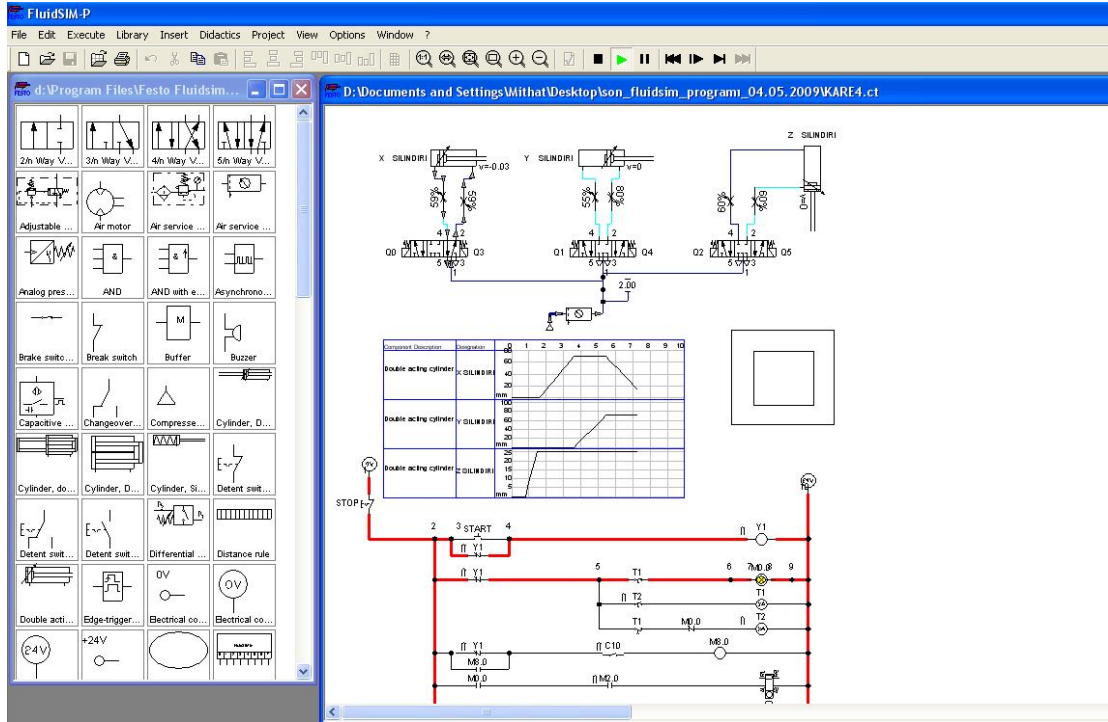


Şekil 6.1.a. FluidSim programının genel görüntüsü



Şekil 6.1.b. FluidSim programının çalışma sayfası

Şekil 6.1b’de görüldüğü gibi simülasyon programında tüm ayrıntılar, dosya-düzen-uygula gibi butonlar, küçük şekiller dosya satırlarında gösterilmiştir. Beyaz alan ise “çalışma alanı” olup kullanıcıların her türlü pnömatis devreleri tasarlayacakları ve simülasyonlarını yapacakları alandır.



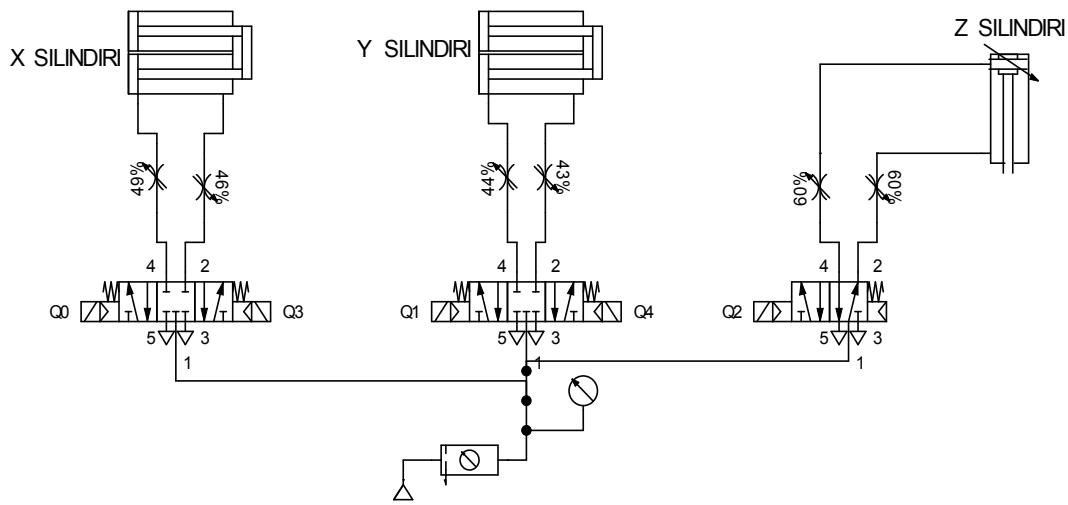
Şekil 6.1.c. FluidSim programında tasarım

Örnek uygulama olarak tez çalışmasının bir parçası olan iç içe kare çizdirmek için çift etkili silindirelerin kontrolü incelenmiştir. Şekil 6.1c’de görüldüğü gibi, tasarım için çalışma alanına sürükle bırak metoduyla tasarımda kullanılacak elemanlar taşınır. Taşınan elemanlardan 5/3 yön kontrol valfına ait uyarı ve geri dönüş için valf üzerinde özellikler seçilir. Elemanlar arasındaki bağlantılar yapıldıktan sonra tasarım hatası kontrolü gerçekleştirilir.

Simülasyonu gerçekleştirmek için önce “play” butonuna basılır. Böylelikle, tasarım kontrolü yapılmış olan sistemin hataları tespit edilmiş ve giderilmiş olur. Ardından simülasyon moduna geçilir.

6.2. Simülasyon Çalışması

Kartezyen robota çizdirilmesi istenen geometrik şekiller için FluidSim programında simülasyon çalışması yapılmıştır. Kartezyen robotun genel pnömatik tasarımı Şekil 6.2’de verilmiştir. Her bir geometrik şekil için merdiven diyagramı mantığında program yapılmış ve her geometrik şekil için pnömatik silindirlerin durum diyagramları incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda tasarımın kontrolü yapılmış ve gerçek fiziksel sistem için PLC programı hazırlanmıştır.


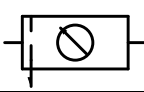



Şekil 6.2. Kartezyen robotun genel pnömatik tasarımı

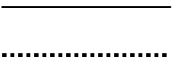

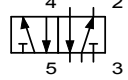
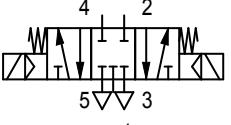


6.2.1. Simülasyon çalışmasında kullanılan devre elemanları

Kartezyen robota çizdirilecek olan geometrik şekillerin simülasyon çalışmasında kullanılan pnömatik devre elemanları Tablo 6.1’de verilmiştir.

Tablo 6.1. Pnömatik devre elemanları





	<p>Basınç Hava Kaynağı Gerekli olan basınçlı havayı temin etmekte kullanılır.</p>
	<p>Şartlandırıcı Bir su tutuculu basınçlı hava filtresinden ve bir basınç ayar valfinden oluşmaktadır.</p>
	<p>Pnömatik Bağlantı Bağlantılar, hatlar yardımıyla elemanları birbirine bağlamaya yararlar. Çalışma durumunda, kapalı devre oluşturmayı kolaylaştırmak için, küçük bir daire ile gösterilirler. Pnömatik bağlantılar bir kör tapa ile tıkanır. Pnömatik bağlantıya hat bağlanmamış ve kör tapa ile tıkanmamışsa, hava buradan çıkar.</p>

Tablo 6.1. (Devam)


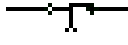
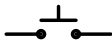
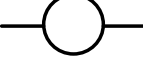


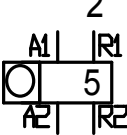
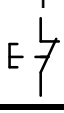


	<p>Pnömatik Hat İki pnömatik elemanı birbirine bağlar. Burada hem bir tekil bağlantı elemanı hem de bir pnömatik bağlantı elemanı söz konusudur. Bu şekildeki simülasyon hattında basınç kaybı yoktur. İki farklı hat tipi vardır, birisi iş hattı diğeri de kumanda hattıdır. Kumanda hatları kesik çizgilerle, iş hatları ise sürekli çizgilerle gösterilir.</p>
	<p>Pnömatik T-bağlantı Elemanı Bu T-bağlantısı üç pnömatik hattan fazla olmamak şartıyla bir basınç kaynağına bağlanır. Bu T-bağlantısı FluidSim' de hat çekiminde otomatik olarak yapılır.</p>
	<p>Özel Şekillendirilebilir 5/n Yön Kontrol Valfi Beş bağlantılı bir yön kontrol valfidir.</p>
	<p>5/3-Selenoid Kumandalı Yön Kontrol Valfi, Yay Merkezli Kapalı Orta Konumlu Bu valf, ilgili selenoid bobinine gerilim uygulanarak çalışır; akış 1 yolundan 4 yoluna veya 1 yolundan 2 yoluna olur. Sinyalin ortadan kalkmasından sonra, valf geri getirme yayları tarafından tekrar orta konumuna getirilir.</p>
	<p>Çift Etkili Silindir Çift etkili silindirin piston kolu, basınçlı havanın etkisiyle çalışır. Son konum yastıklama elemanları, iki farklı ayar vidası ile ayarlanabilir. Silindir pistonunda bir kalıcı mıknatis bulunur ve bu mıknatis sayesinde temassız algılayıcı tarafından algılanabilir.</p>
	<p>Basınç Ölçme Aleti Basınç ölçme aleti basıncı gösterir.</p>

Kartezyen robota çizdirilecek olan geometrik şekillerin simülasyon çalışmasında kullanılan elektrik devre elemanları aşağıdaki Tablo 6.2'de verilmiştir.

Tablo 6.2. Elektrik devre elemanları

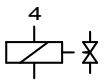
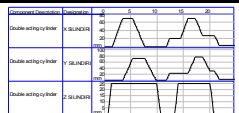
	<p>Gerilim Kaynağı 0V gerilim kaynağı kutbudur.</p>
	<p>Gerilim kaynağı 24V gerilim kaynağı kutbudur.</p>
	<p>Normalde Kapalı Kontak Kumanda edildiği elemana özelleştirilmiş normalde kapalı kontak.</p>
	<p>Normalde Açık Kontak Kumanda edildiği elemana özelleştirilmiş normalde açık kontak.</p>

Tablo 6.2. (Devam)

	Açma Gecikmeli Bu kontak, bir röle çektiğinde gecikmeli olarak kapanır. Açma gecikmeli normalde açık kontak, kumandalı devrede normalde açık kontak ve bir durum göstergesinden oluşur.
	Açma Gecikmeli Bu kontak, bir röle çektiğinde gecikmeli olarak açılır. Açma gecikmeli normalde kapalı kontak, kumandalı devrede normalde kapalı kontak ve bir durum göstergesinden oluşur.
	Normalde Açık Buton Buton kumanda edilince kapanır ve kontak bırakıldığı zaman hemen tekrar bırakılır.
	Röle Akım geldiği zaman röle derhal çeker ve akım kesilince hemen düşer.
	Açma Gecikmeli Röle Röle, akım geldiği zaman, ayar süresi bitince çeker ve akım kesilince derhal düşer.
	Kapama Gecikmeli Röle Röle, akım geldiği zaman derhal çeker ve akım kesilince, ayar süresi bitiminde düşer.
	Sayıcı Röle Bu röle, A1 ve A2 bağlantıları arasında belli sayıda sinyaller geldiğinde çeker. R1 ve R2 bağlantıları arasında bir gerilim uygulandığı zaman önceden ayarlı değerlere set edilir. Simülasyon modundaki sayıcının geri set edilebilmesi için elemanın üstüne tıklamak gerekir.
	Normalde Kapalı kontaklı Anahtar Kontak kumanda edilince açılır. Kontak bırakıldığı zaman tekrar kapanır.
	Elektrik Bağlantısı Bu bağlantılar, elemanları birbirine bağlamaya yarar. Çalışma modunda bağlantılar küçük bir daire ile gösterilir. Bu gösterim devre planı oluşturmayı basitleştirir. Elektrik eleman bağlantılarında gerilimin durum büyüklüğü ve akım şiddeti gösterilir.
	Elektrik Hattı Bir elektrik hattındaki iki elektrik bağlantısı birbirine bağlanır. Burada hem bir tek bağlantı elemanı hemde bir T-bağlantı elemanı söz konusudur. Simülasyonda bu çeşit hatlarda gerilim düşmesi olmaz.

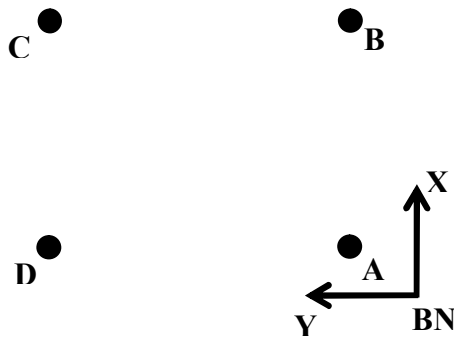
Simülasyon çalışmasında kullanılan diğer elemanları Tablo 6.3'de verilmiştir.

Tablo 6.3. Diğer devre elemanları

	<p>Valf Selenoidi Valfi çalıştırır. Valf selenoidi tanımı kullanılarak, selenoid ve kumanda edilecek valf birleştirilir.</p>
<p>Text</p>	<p>Metin(Yazı) Metin elemanları (yazı) ile devre donatılabilir, elemanlar isimlendirilebilir veya devre planlarına yorumlar yazılabilir. Metinler ve metin elemanlarının görünüşleri istenildiği gibi değiştirilebilir.</p>
	<p>Durum Diyagramı Durum diyagramları önemli olan durum büyüklüklerini grafik olarak gösterir.</p>

6.2.2. Dört noktanın FluidSim programı

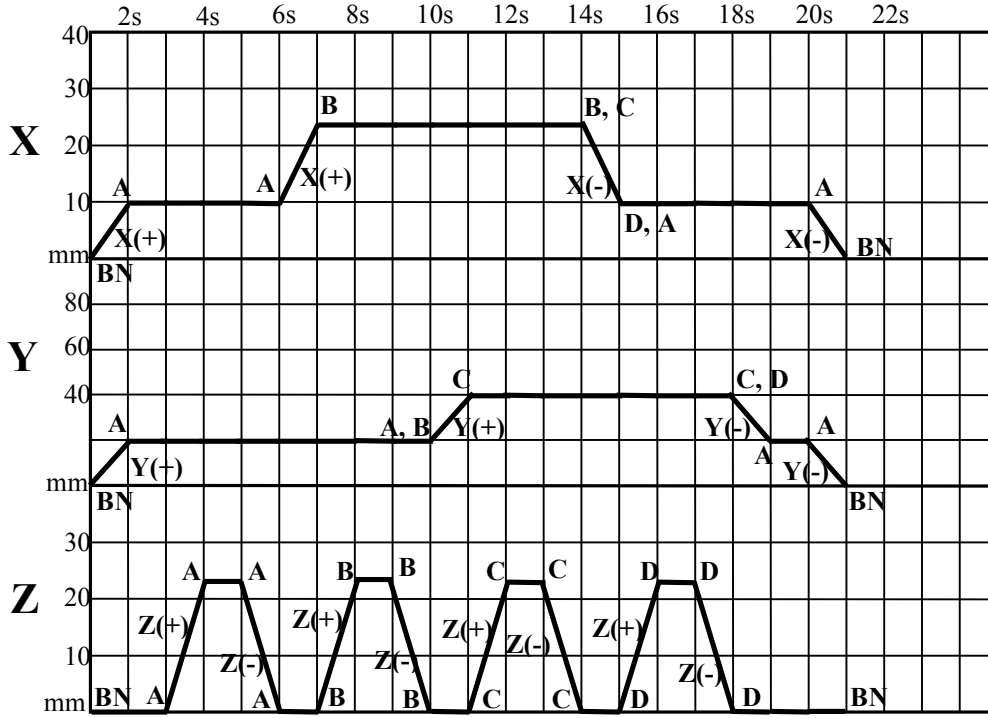
Aşağıdaki Şekil 6.3’de verilen dört nokta işlemini yaptırmak için FluidSim simülasyon programı ile yapılan çalışmada kartezyen robotun X, Y ve Z eksenleri doğrultusundaki hareketleri konum zaman diyagramı paralelinde yapılır.



Şekil 6.3. A, B, C, D noktaları

Aşağıda Şekil 6.4’de verilen dört noktanın konum zaman diyagramı incelendiği zaman ilk olarak X ve Y pistonları başlangıç noktasından başlayarak X+ ve Y+ yönlerinde 10 [mm] ilerlediği görülür. İki saniye bekledikten sonra Z pistonu Z+ yönünde hareket eder. İlk nokta markalandıktan sonra Z pistonu Z- yönünde hareket eder. İkinci noktayı markalamak için X pistonu X+ yönünde 30 [mm] ilerler, Z pistonu Z+ yönünde ilerler, ikinci nokta markalandıktan sonra Z pistonu Z- yönünde hareket eder. Belirli bir süre bekledikten sonra Y pistonu Y+ yönünde 40 [mm] ilerler. Z pistonu o noktada tekrar aşağı doğru hareket eder ve üçüncü noktayı

markalar. Dördüncü noktayı markalamak için ise X pistonu X- yönünde 30 [mm] ilerler. Z pistonu Z+ yönünde ilerler, dördüncü nokta markalanır. Dördüncü nokta markalandıktan sonra Y pistonu Y- yönünde hareket eder. Robotun başlangıç noktasına gelmesi için X ve Y pistonları X- ve Y- yönlerinde 10 [mm] hareket eder.



Şekil 6.4. Dört noktanın konum zaman diyagramı

Şekil 6.5’de gösterilen devrede “start” (S) anahtarı yardımı ile merdiven diyagramının birinci basamağında bulunan Y1 yardımcı röle aktif hale getirilir. Y1 yardımcı rölenin aktif olması ile birlikte, gerçek zamanda doğrusal kodlayıcıyı canlandırmak için devrenin ikinci basamağını oluşturan flaşör devresi tetiklenmiş olur. Aynı zamanda Y1 yardımcı rölenin normalde açık kontağı robotun başlangıç noktasından (BN) A noktasına hareketini gerçekleştirecek X ve Y piston valflarının bobinlerini tetikleyecek olan M5.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir.

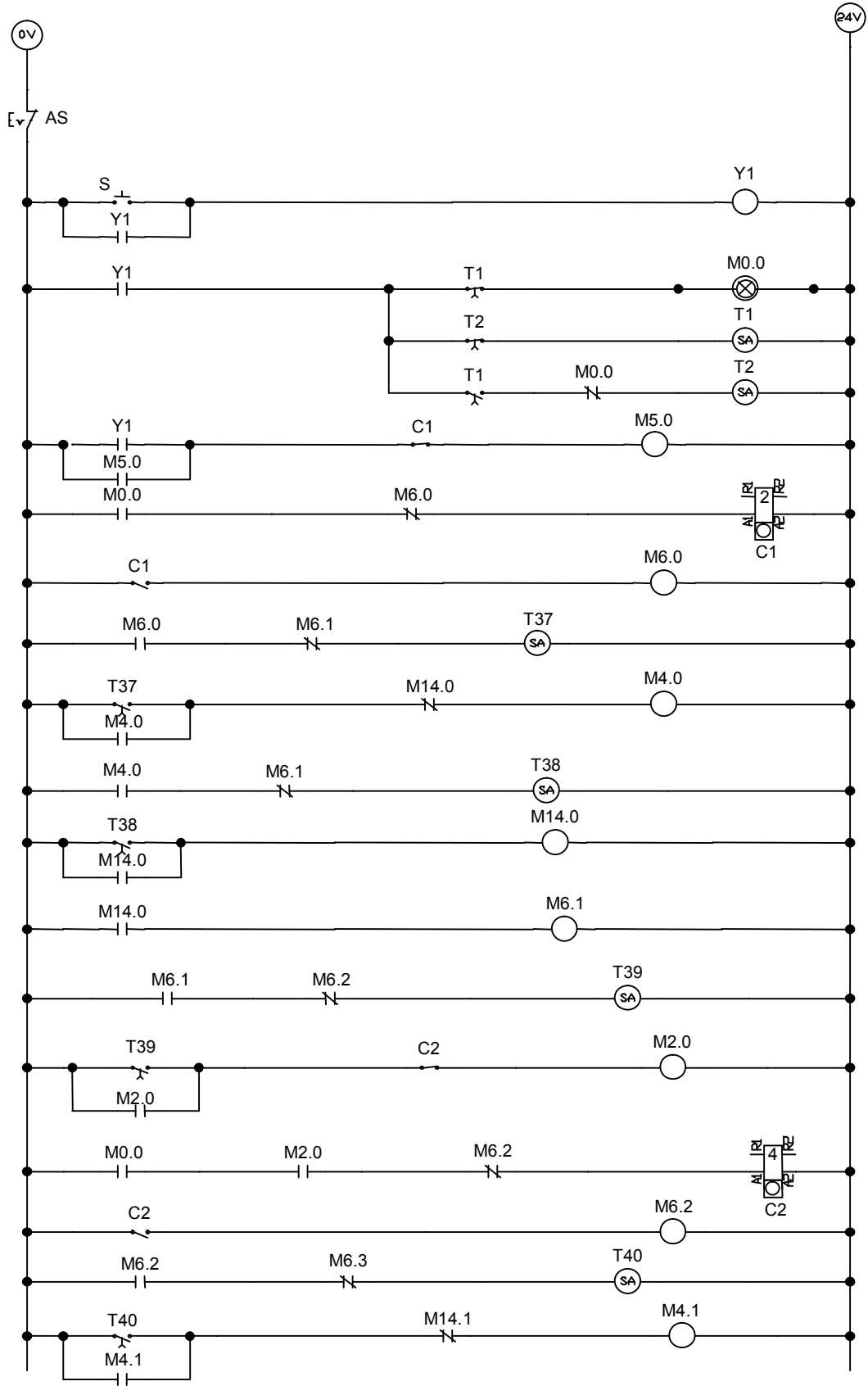
Diyagramın dördüncü basamağında X ve Y pistonlarının gideceği mesafeyi belirlemek için C1 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemini gerçekleştirir. C1 sayıcı rölenin normalde kapalı kontağı M5.0 röleyi devre dışı bırakmak için kullanılırken, normalde açık kontağı M6.0 yardımcı röleyi aktif hale getirmek için

kullanılır. Z pistonunun A noktasına hareketinden önce diyagramın altıncı basamağında bulunan çekmede gecikmeli T37 zaman rölesini aktif hale getirmek için M6.0 yardımcı rölenin normalde açık kontağı kullanılırken, normalde kapalı kontağı C1 sayıcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılır. T37 zaman rölesinin normalde açık kontağı Z piston valfinin bobinini tetikleyecek olan M4.0 yardımcı röle aktif hale gelir. Z pistonuna bağlı markalama elemanın (kalem) A noktasında bir süre beklemesi için M4.0 yardımcı rölenin normalde açık kontağı T38 zaman rölesini aktif hale getirir. T38 zaman rölesinin kontağı robotun A noktasındaki işlemini bitirmesi için M14.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir.

Robotun B noktasına hareketinden önce bir süre beklemesi için M14.0 yardımcı rölenin normalde açık kontağı M6.1 yardımcı röleyi aktif hale getirir. M6.1 yardımcı rölenin açık kontağı T39 zaman rölesinin aktif olmasını sağlar.

Robotun B noktasına hareket etmesini sağlayacak X piston valfinin bobinini tetikleyecek olan M2.0 yardımcı röle T39 zaman rölesinin normalde açık kontağı ile aktif hale getirilir. Diyagramın onüçüncü basamağında X pistonunun gideceği mesafeyi belirlemek için C2 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemini gerçekleştirir. C2 sayıcı rölenin kapalı kontağı M2.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılırken, açık kontağı M6.2 yardımcı röleyi aktif hale getirmek için kullanılır. Robotun B noktasında bir süre beklemesi için T40 zaman rölesi M6.2 yardımcı rölenin normalde açık kontağı sayesinde aktifleştirilir. T40 zaman rölesinin işlemi bittiği anda normalde açık kontağı robotun B noktasında markalama işlemini gerçekleştirecek olan Z piston valf bobinini tetikleyecek olan M4.1 yardımcı röle aktif hale getirilmiş olur.

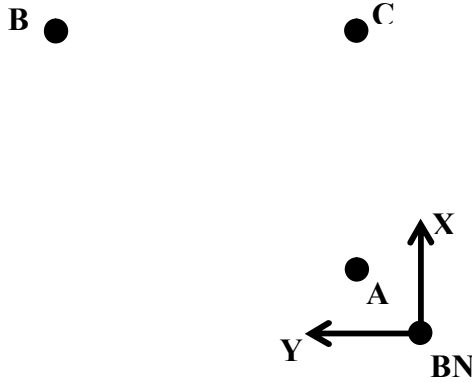
Yukarıda anlatılan işlem markalama işleminin başlangıç noktasından (BN) B noktasına kadar olan bölümüdür. Dört noktanın markalama işlemi için gerçekleştirilen simülasyon programının tamamı Şekil C.1'de verilmiştir.



Şekil 6.5. FluidSim de yapılan dört nokta programının BN-A-B noktalarını oluşturan bölümü

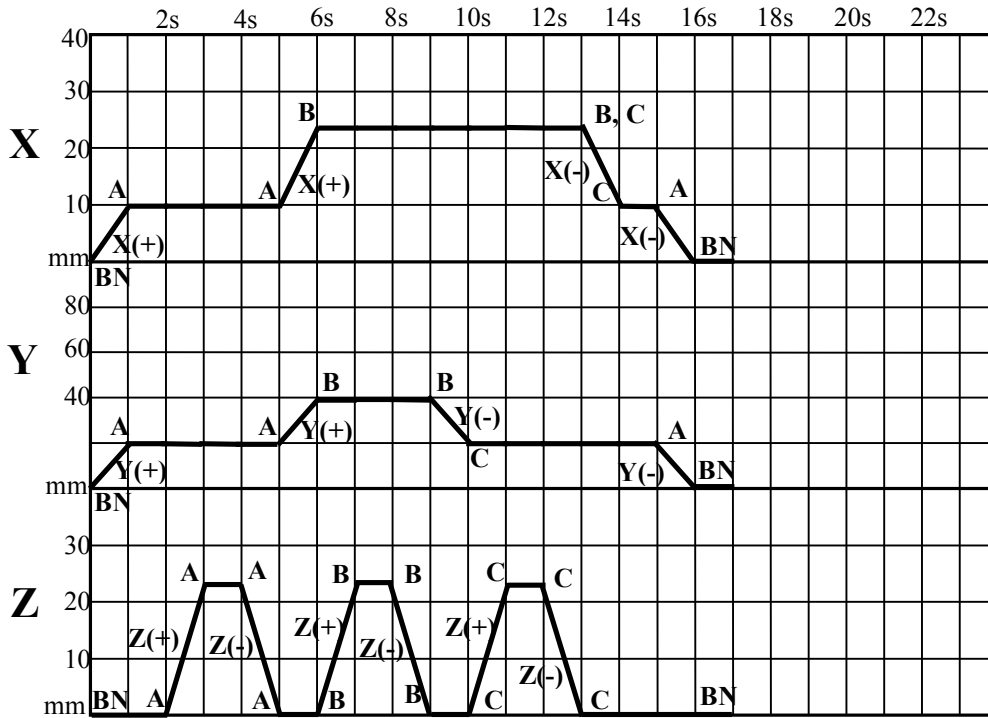
6.2.3. Üç noktanın FluidSim programı

Aşağıdaki Şekil 6.6'da verilen üç nokta işlemini yaptırmak için FluidSim simülasyon programı ile yapılan çalışmada kartezyen robotun X, Y ve Z eksenleri doğrultusundaki hareketleri konum zaman diyagramı paralelinde yapılır.



Şekil 6.6. A, B, C noktaları

Aşağıda Şekil 6.7'de verilen üç noktanın konum zaman diyagramı incelendiği zaman ilk olarak X ve Y pistonları başlangıç noktasından başlayarak X+ ve Y+ yönlerinde 10 [mm] ilerler. İki saniye bekledikten sonra Z pistonu Z+ yönünde hareket eder. İlk nokta markalandıktan sonra Z pistonu Z- yönünde hareket eder. İkinci noktayı markalamak için X pistonu ve Y pistonu, X+ ve Y+ yönlerinde 50 [mm] ilerler, Z pistonu Z+ yönünde ilerler, ikinci nokta markalandıktan sonra Z pistonu Z- yönünde hareket eder. Belirli bir süre bekledikten sonra Y pistonu Y- yönünde 40 [mm] ilerler. Z pistonu o noktada tekrar aşağı doğru hareket eder ve üçüncü noktayı markalar. Üçüncü nokta markalandıktan sonra X pistonu X- yönünde hareket eder. Robotun başlangıç noktasına gelmesi için X ve Y pistonları X- ve Y- yönlerinde 10 [mm] hareket eder.



Şekil 6.7. Üç noktanın konum zaman diyagramı

Şekil 6.8’de gösterilen devrede “start” (S) anahtarı yardımı ile merdiven diyagramının birinci basamağında bulunan Y1 yardımcı röle aktif hale gelir. Y1 yardımcı rölenin aktif olması ile birlikte, gerçek zamanda doğrusal kodlayıcıyı canlandırmak için devrenin ikinci basamağını oluşturan flaşör devresi tetiklenmiş olur. Aynı zamanda Y1 yardımcı rölenin normalde açık kontağı robotun başlangıç noktasından (BN) A noktasına hareketini gerçekleştirecek X ve Y piston valflarının bobinlerini tetikleyecek olan M30.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir.

Diyagramın dördüncü basamağında X ve Y pistonlarının gideceği mesafeyi belirlemek için C1 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemini gerçekleştirir. C1 sayıcı rölenin normalde kapalı kontağı M30.0 röleyi devre dışı bırakmak için kullanılırken, normalde açık kontağı M6.0 yardımcı röleyi aktif hale getirmek için kullanılır. Z pistonunun A noktasına hareketinden önce diyagramın altıncı basamağında bulunan çekmede gecikmeli T37 zaman rölesini aktif hale getirmek için M6.0 yardımcı rölenin normalde açık kontağı kullanılırken, normalde kapalı kontağı C1 sayıcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılır. T37 zaman rölesinin normalde açık kontağı Z piston valfinin bobinini tetikleyecek olan M4.0 yardımcı röleyi aktif

hale getirir. Z pistonuna bağlı markalama elemanının (kalem) A noktasında bir süre beklemesi için M4.0 yardımcı rölenin normalde açık kontağı T38 zaman rölesini aktif hale getirir. T38 zaman rölesinin açık kontağı robotun A noktasındaki işlemini bitirmesi için M14.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir.

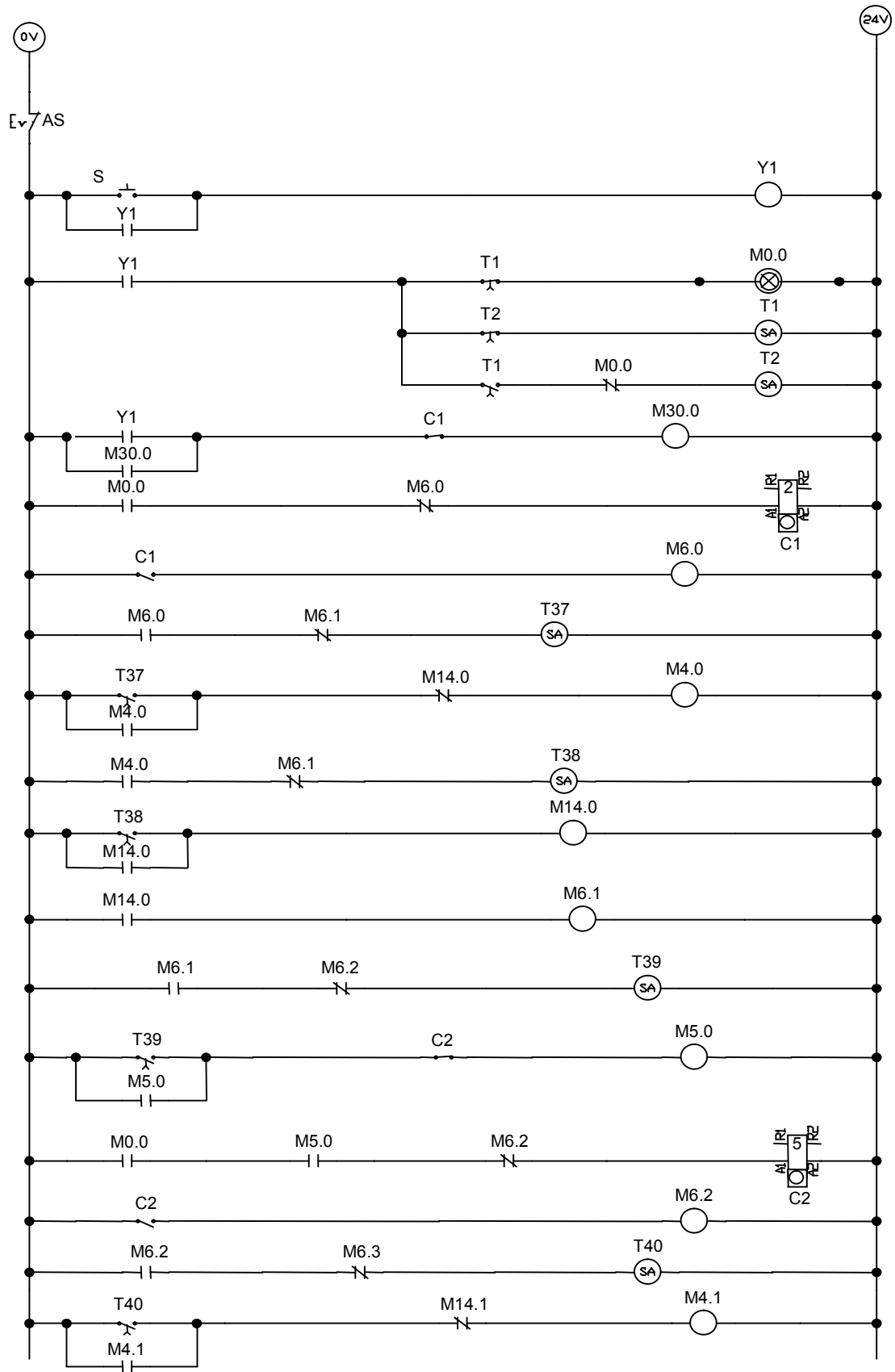
Robotun B noktasına hareketinden önce bir süre beklemesi için M14.0 yardımcı rölenin normalde açık kontağı M6.1 yardımcı röleyi aktif hale getirir. M6.1 yardımcı rölenin açık kontağı T39 zaman rölesinin aktif olmasını sağlar.

Robotun B noktasına hareket etmesini sağlayacak X ve Y piston valflarının bobinlerini tetikleyecek olan M5.0 yardımcı röle, T39 zaman rölesinin normalde açık kontağı ile aktif hale getirilir.

Diyagramın onüçüncü basamağında X ve Y pistonlarının gideceği mesafeyi belirlemek için C2 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemini gerçekleştirir. C2 sayıcı rölenin kapalı kontağı M5.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılırken, açık kontağı M6.2 yardımcı röleyi aktif hale getirmek için kullanılır.

Robotun B noktasında bir süre beklemesi için T40 zaman rölesi M6.2 yardımcı rölenin normalde açık kontağı sayesinde aktifleştirilir. T40 zaman rölesinin işlemini bittiği anda normalde açık kontağı robotun B noktasında markalama işlemini gerçekleştirecek olan Z piston valf bobinini tetikleyecek olan M4.1 yardımcı röle aktif hale getirilmiş olur.

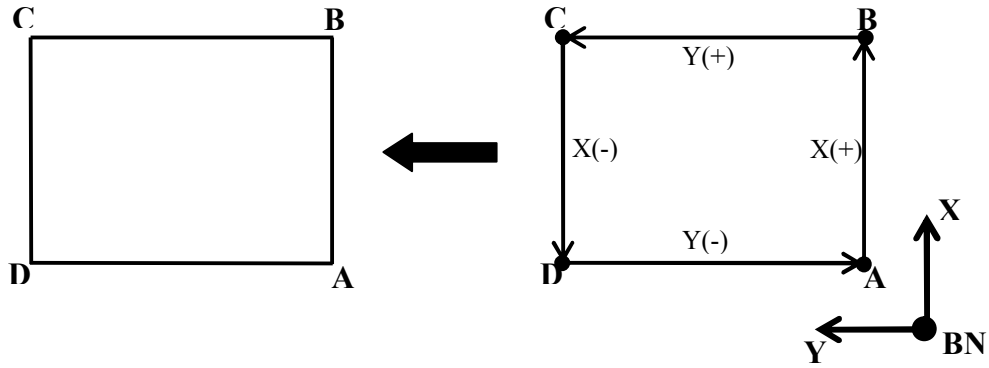
Yukarıda anlatılan işlem markalama işleminin başlangıç noktasından (BN) B noktasına kadar olan bölümüdür. Üç noktanın markalama işlemi için gerçekleştirilen simülasyon programının tamamı Şekil C.2'de verilmiştir.



Şekil 6.8. FluidSim de yapılan üç nokta programının BN-A-B noktalarını oluşturan bölümü

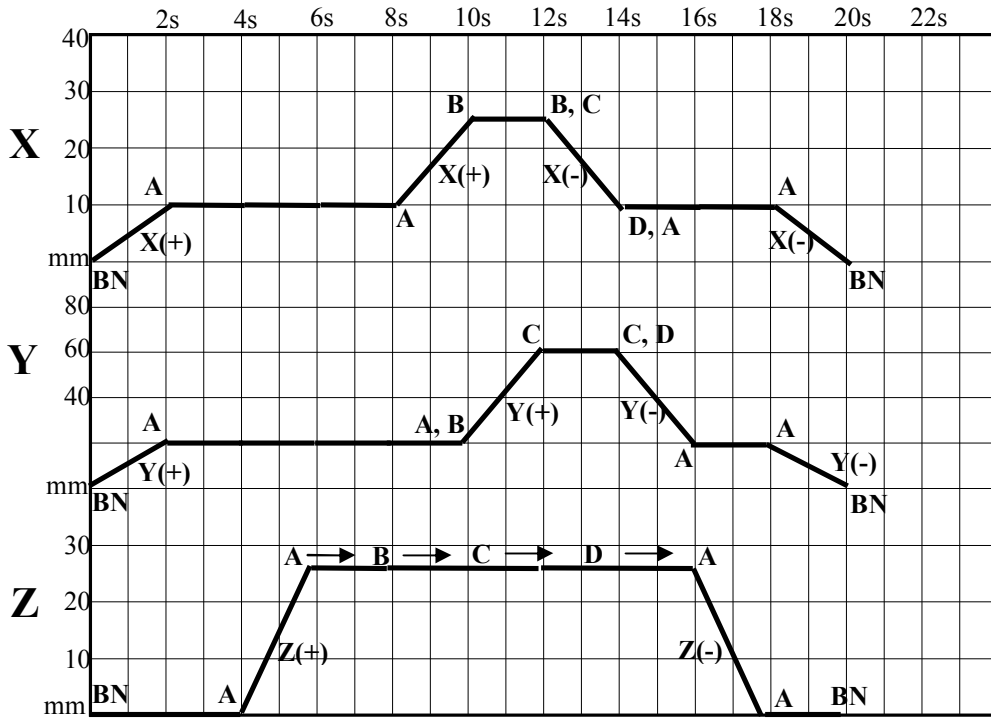
6.2.4. Dikdörtgen şeklinin FluidSim programı

Aşağıdaki Şekil 6.9’da verilen dikdörtgeni çizdirmek için FluidSim simülasyon programı ile yapılan çalışmada kartezyen robotun X, Y ve Z eksenleri doğrultusundaki hareketleri konum zaman diyagramı paralelinde yapılır.



Şekil 6.9. A, B, C, D konumları ve ABCD karesi

Aşağıda Şekil 6.10’da verilen dikdörtgenin konum zaman diyagramı incelendiği zaman ilk olarak X ve Y pistonları başlangıç noktasından (BN) başlayarak X+ ve Y+ yönlerinde 10 [mm] ilerlediği görülmektedir. İki saniye bekledikten sonra Z pistonu Z+ yönünde hareket eder. Belirli bir süre bekledikten sonra X pistonu X+ yönünde 30 [mm] ilerler, Y pistonu Y+ yönünde 40 [mm] ilerlediği görülür. Tekrar belirli bir süre sonra X pistonu X- yönünde 30 [mm] ilerler, Y pistonu Y- yönünde 40 [mm] ilerler. Bu işlemler tamamlandıktan sonra Z pistonu Z- yönünde hareket eder. Daha sonra X ve Y pistonları X- ve Y- yönlerinde aynı anda hareket ederek tekrar başlangıç noktasına gelir ve dikdörtgenin çizimi tamamlanmış olur.



Şekil 6.10. ABCD dikdörtgenin konum zaman diyagramı

Şekil 6.11’de gösterilen devrede “start” (S) anahtarı yardımı ile merdiven diyagramının birinci basamağında bulunan Y1 yardımcı röle aktif hale gelir. Y1 yardımcı rölenin aktif olması ile birlikte, gerçek zamanda doğrusal kodlayıcıyı canlandırmak için devrenin ikinci basamağını oluşturan flaşör devresi tetiklenmiş olur. Aynı zamanda Y1 yardımcı rölenin normalde açık kontağı robotun başlangıç noktasından (BN) A noktasına hareketini gerçekleştirecek X ve Y piston valflarının bobinlerini tetikleyecek olan M5.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir.

Diyagramın dördüncü basamağında X ve Y pistonlarının gideceği mesafeyi belirlemek için C1 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemini gerçekleştirir. C1 sayıcı rölenin normalde kapalı kontağı M5.0 röleyi devre dışı bırakmak için kullanılırken, normalde açık kontağı M6.0 yardımcı röleyi aktif hale getirmek için kullanılır. Z pistonunun A noktasına hareketinden önce diyagramın altıncı basamağında bulunan çekmede gecikmeli T37 zaman rölesini aktif hale getirmek için M6.0 yardımcı rölenin normalde açık kontağı kullanılırken, normalde kapalı kontağı C1 sayıcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılır. T37 zaman rölesinin normalde açık kontağı Z piston valfinin bobinini tetikleyecek olan M4.0 yardımcı röle aktif

hale gelir. Z pistonuna bağlı çizici elemanın (kalem) A noktasında bir süre beklemesi için M4.0 yardımcı rölenin normalde açık kontağı T38 zaman rölesini aktif hale getirir. T38 zaman rölesinin kontağı robotun A noktasından B noktasına hareket etmesini sağlayacak X piston valfinin bobinini tetikleyecek olan M2.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir.

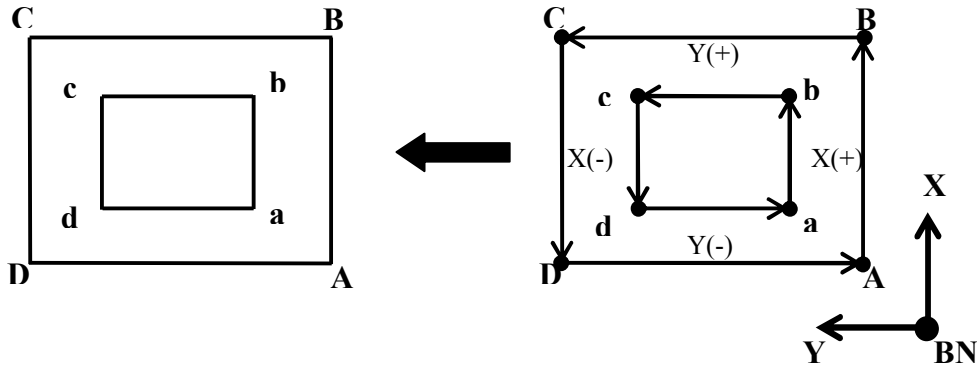
Diyagramın onuncu basamağında X pistonunun gideceği mesafeyi belirlemek için C2 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemini gerçekleştirir. C2 sayıcı rölenin kapalı kontağı M2.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılırken, açık kontağı M6.1 yardımcı röleyi aktif hale getirmek için kullanılır. Robotun B noktasında bir süre beklemesi için T39 zaman rölesi M6.1 yardımcı rölenin normalde açık kontağı sayesinde aktifleştirilir. T39 zaman rölesinin işlemi bittiği anda normalde açık kontağı robotun B noktasından C noktasına hareket etmesini sağlayacak Y piston valfinin bobinini tetikleyecek olan M3.0 yardımcı röle aktif hale getirilir.

Diyagramın on dördüncü basamağında Y pistonunun gideceği mesafeyi belirlemek için C3 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemi gerçekleştirilir. C3 sayıcı rölenin normalde kapalı kontağı M3.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılırken, normalde açık kontağı M6.2 yardımcı röleyi aktif hale getirmek için kullanılır. Robotun C noktasında bir süre beklemesi için T40 zaman rölesi M6.2 yardımcı rölenin normalde açık kontağı ile aktif hale getirilir.

Yukarıda anlatılan işlem çizimin başlangıç noktasından (BN) C noktasına kadar olan bölümüdür. Dikdörtgen şeklinin çizdirilmesi için gerçekleştirilen simülasyon programının tamamı Şekil C.3'de verilmiştir.

6.2.5. İç içe dikdörtgen şeklinin FluidSim programı

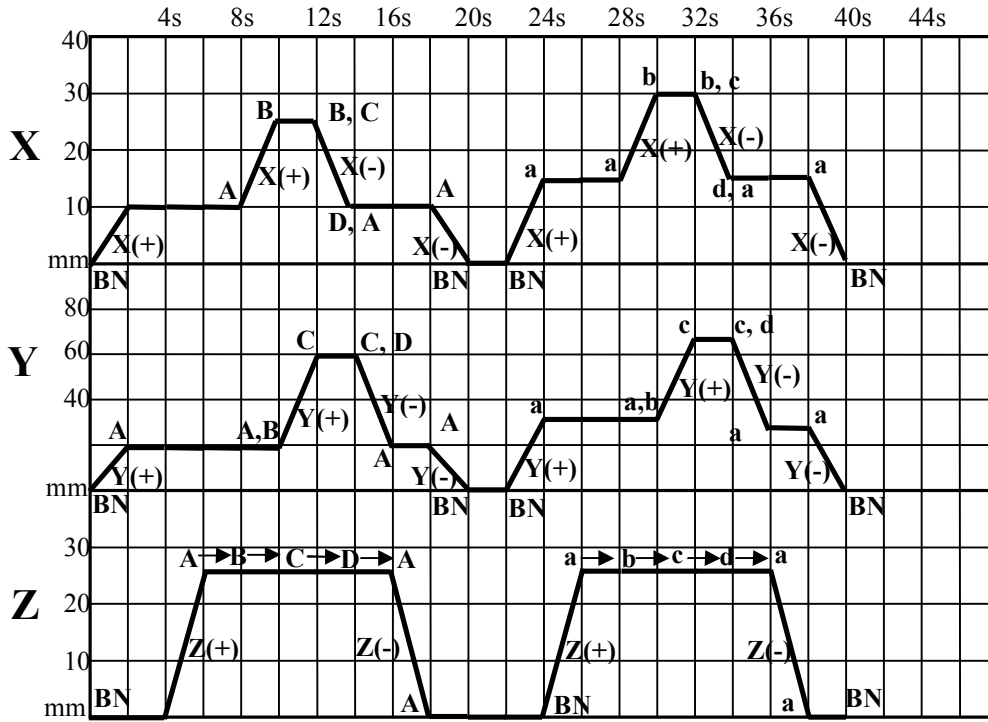
İç içe dikdörtgeni çizdirmek için FluidSim simülasyon programı ile yapılan çalışmada kartezyen robotun X, Y ve Z eksenleri doğrultusundaki hareketleri, konum zaman diyagramı paralelinde yapılır (Şekil 6.12).



Şekil 6.12. A, B, C, D, a, b, c, d konumları ve ABCD ve abcd kareleri

Şekil 6.13'deki iç içe dikdörtgenin konum zaman diyagramı incelendiğinde, ilk olarak X ve Y pistonları başlangıç noktasından (BN) başlayarak X+ ve Y+ yönlerinde 10 [mm] ilerlediği görülür. İki saniye bekledikten sonra Z pistonu Z+ yönünde hareket eder. Belirli bir süre bekledikten sonra X pistonu X+ yönünde 30 [mm], Y pistonu Y+ yönünde 40 [mm] ilerler. Tekrar belirli bir süre sonra X pistonu X- yönünde 30 [mm], Y pistonu Y- yönünde 40 [mm] ilerler. Bu işlemler tamamlandıktan sonra Z pistonu Z- yönünde hareket eder. Daha sonra X ve Y pistonları X- ve Y- yönlerinde aynı anda hareket ederek tekrar başlangıç noktasına gelir ve 0,8 saniye bekledikten sonra X ve Y pistonları başlangıç noktasından X+ ve Y+ yönlerinde aynı anda 25 [mm] ilerler. Daha sonra Z pistonu Z+ yönünde hareket eder.

İkinci dörtgenin başlangıç noktasından başlayarak X pistonu X+ yönünde 15 [mm], Y pistonu Y+ yönünde 20 [mm] ilerler. Daha sonra X pistonu X- yönünde 15 [mm], Y pistonu Y- yönünde 20 [mm] hareket eder. Bu işlemler tamamlandıktan sonra Z pistonu Z- yönünde ilerler. X ve Y pistonu tekrar başlangıç noktasına gelmek için X- ve Y- yönlerinde aynı anda 25 [mm] hareket eder. Böylece iç içe dikdörtgen çizdirilmiş olur.



Şekil 6.13. İç içe dikdörtgen şeklinin konum zaman diyagramı

Şekil 6.14’de gösterilen devrede “start” (S) anahtarı yardımı ile merdiven diyagramının birinci basamağında bulunan Y1 yardımcı röle aktif hale gelir. Böylece gerçek zamanda doğrusal kodlayıcıyı canlandırmak için devrenin ikinci basamağını oluşturan flaşör devresi tetiklenmiş olur. Aynı zamanda Y1 yardımcı rölenin normalde açık kontağı robotun başlangıç noktasından (BN) A noktasına hareketini gerçekleştirecek X ve Y piston valflarının bobinlerini tetikleyecek olan M5.0 yardımcı röle aktif hale gelir.

Diyagramın dördüncü basamağında X ve Y pistonlarının gideceği mesafeyi belirlemek için C1 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemini gerçekleştirir. C1 sayıcı rölenin normalde kapalı kontağı M5.0 röleyi devre dışı bırakmak için kullanılırken, normalde açık kontağı M6.0 yardımcı röleyi aktif hale getirmek için kullanılır. Z pistonunun A noktasına hareketinden önce diyagramın altıncı basamağında bulunan çekmede gecikmeli T37 zaman rölesini aktif hale getirmek için M6.0 yardımcı rölenin normalde açık kontağı kullanılırken, normalde kapalı kontağı C1 sayıcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılır. T37 zaman rölesinin normalde açık kontağı Z piston valfinin bobinini tetikleyecek olan M4.0 yardımcı röle aktif

hale gelir. Z pistonuna bağlı çizici elemanın (kalem) A noktasında bir süre beklemesi için M4.0 yardımcı rölenin normalde açık kontağı T38 zaman rölesini aktif hale getirir. T38 zaman rölesinin kontağı robotun A noktasından B noktasına hareket etmesini sağlayacak X piston valfinin bobinini tetikleyecek olan M2.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir.

Diyagramın onuncu basamağında X pistonunun gideceği mesafeyi belirlemek için C2 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemini gerçekleştirir. C2 sayıcı rölenin kapalı kontağı M2.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılırken, açık kontağı M6.1 yardımcı röleyi aktif hale getirmek için kullanılır.

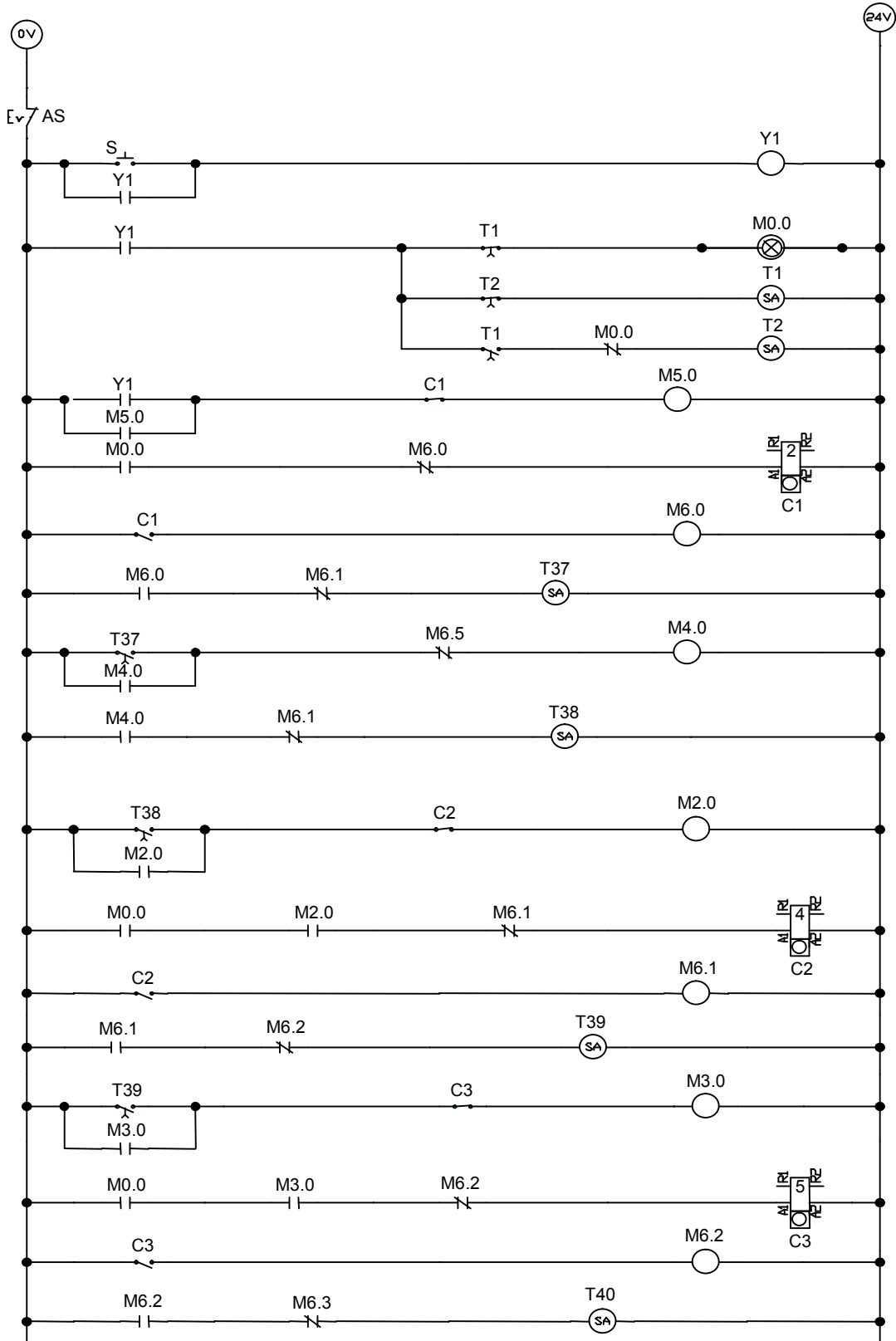
Robotun B noktasında bir süre beklemesi için T39 zaman rölesi M6.1 yardımcı rölenin normalde açık kontağı sayesinde aktifleştirilir.

T39 zaman rölesinin işlemi bittiği anda normalde açık kontağı robotun B noktasından C noktasına hareket etmesini sağlayacak Y piston valfinin bobinini tetikleyecek olan M3.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir.

Diyagramın ondördüncü basamağında Y pistonunun gideceği mesafeyi belirlemek için C3 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemi gerçekleştirilir. C3 sayıcı rölenin normalde kapalı kontağı M3.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılırken, normalde açık kontağı M6.2 yardımcı röleyi aktif hale getirmek için kullanılır.

Robotun C noktasında bir süre beklemesi için T40 zaman rölesi M6.2 yardımcı rölenin normalde açık kontağı ile aktif hale getirilir.

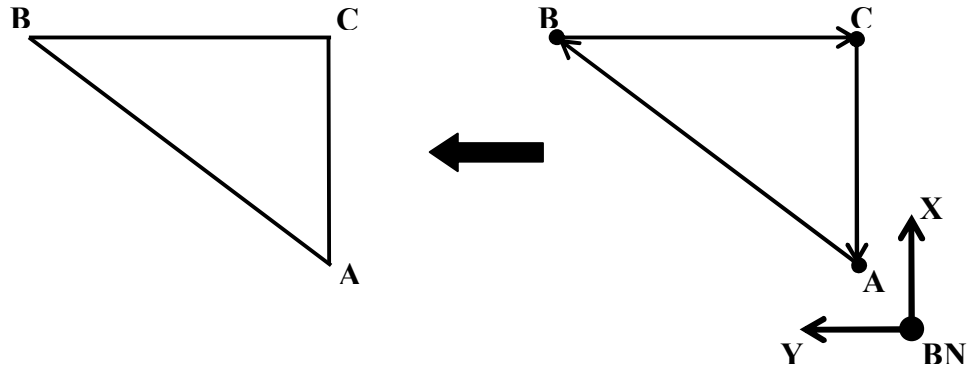
Yukarıda anlatılan işlem çizimin başlangıç noktasından (BN) C noktasına kadar olan bölümüdür. İç içe dikdörtgen şeklinin çizdirilmesi için gerçekleştirilen simülasyon programının tamamı Şekil C.4'de verilmiştir.



Şekil 6.14. FluidSim de yapılan iç içe dikdörtgen programının BN-A-B-C noktalarını oluşturan bölümü

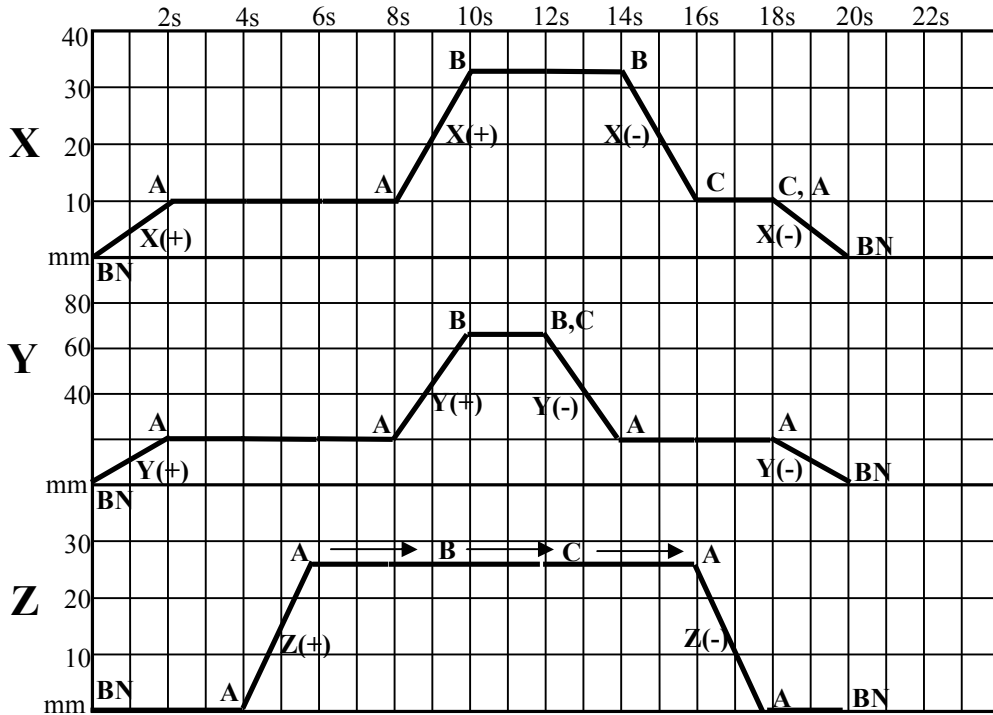
6.2.6. Üçgen şeklinin FluidSim programı

Şekil 6.15’de üçgen çizdirmek için FluidSim simülasyon programı ile yapılan çalışmada kartezyen robotun X, Y ve Z eksenleri doğrultusundaki hareketleri konum zaman diyagramı paralelinde yapılır.



Şekil 6.15. A, B, C konumları ve ABC üçgeni

Şekil 6.16’daki üçgenin konum zaman diyagramı incelendiği zaman ilk olarak X ve Y pistonları başlangıç noktasından başlayarak X+ ve Y+ yönlerinde 10 [mm] ilerlediği görülür. İki saniye bekledikten sonra Z pistonu Z+ yönünde hareket eder. Belirli bir süre bekledikten sonra X pistonu ve Y pistonu X+ ve Y+ yönlerinde 50 [mm] ilerler. Daha sonra Y pistonu Y- yönünde 40 [mm], X pistonu X- yönünde 30 [mm] ilerler. Bu işlemler tamamlandıktan sonra Z pistonu Z- yönünde hareket eder. Ardından X ve Y pistonları X- ve Y- yönlerinde aynı anda hareket ederek tekrar başlangıç noktasına gelir ve üçgen çizimi tamamlanmış olur.



Şekil 6.16. Üçgen şeklinin konum zaman diyagramı

Şekil 6.17’de gösterilen devrede “start” (S) anahtarı yardımı ile merdiven diyagramının birinci basamağında bulunan Y1 yardımcı röle aktif hale gelir. Bu, gerçek zamanda doğrusal kodlayıcıyı canlandırmak için devrenin ikinci basamağını oluşturan flaşör devresini tetiklemiş olur. Aynı zamanda Y1 yardımcı rölenin normalde açık kontağı robotun başlangıç noktasından (BN) A noktasına hareketini gerçekleştirecek X ve Y piston valflarının bobinlerini tetikleyecek olan M30.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir.

Diyagramın dördüncü basamağında X ve Y pistonlarının gideceği mesafeyi belirlemek için C1 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemini gerçekleştirir. C1 sayıcı rölenin normalde kapalı kontağı M30.0 röleyi devre dışı bırakmak için kullanılırken, normalde açık kontağı M6.0 yardımcı röleyi aktif hale getirmek için kullanılır.

Z pistonunun A noktasına hareketinden önce diyagramın altıncı basamağında bulunan çekmede gecikmeli T37 zaman rölesini aktif hale getirmek için M6.0

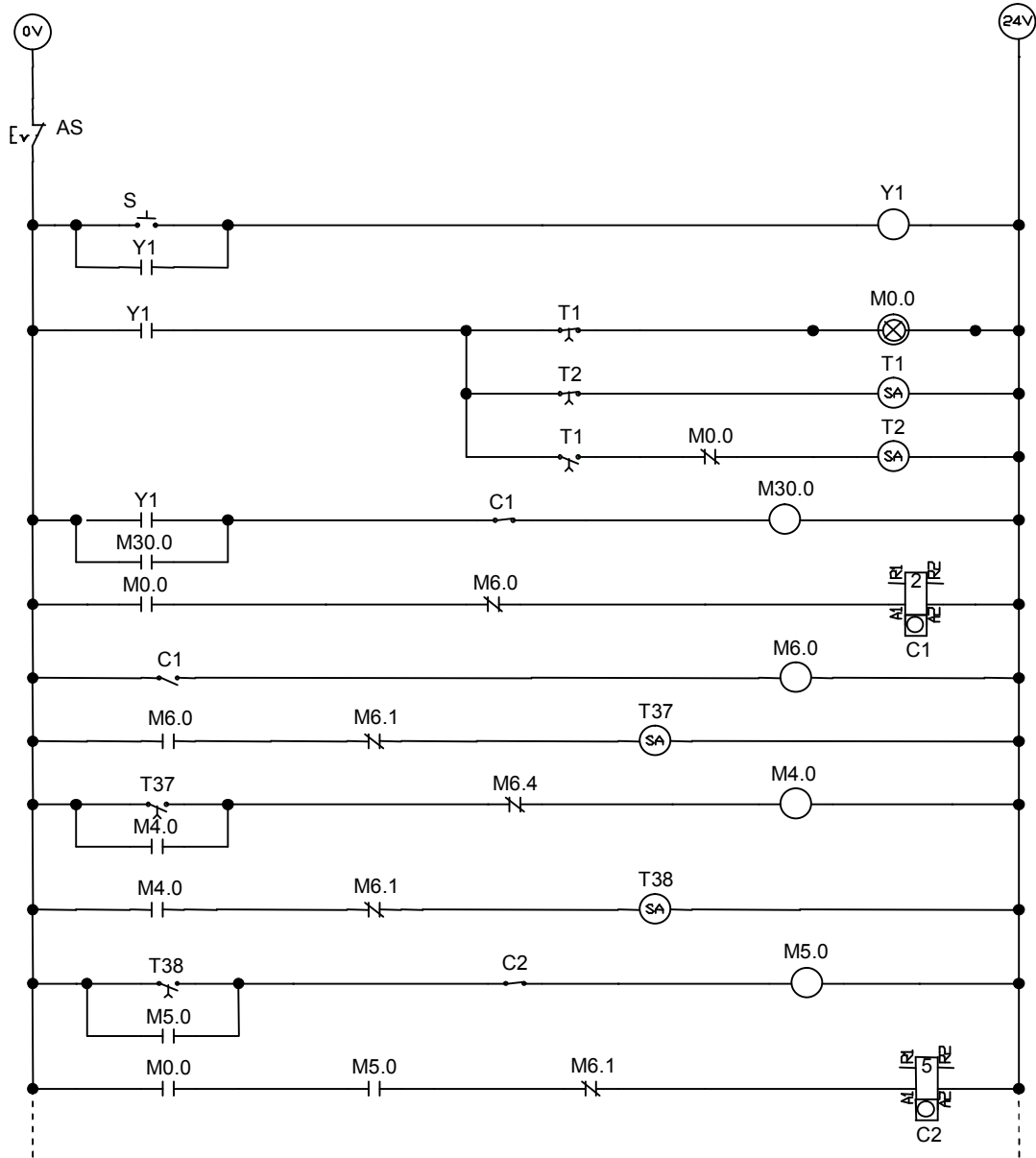
yardımcı rölenin normalde açık kontağı kullanılırken, normalde kapalı kontağı C1 sayıcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılır.

T37 zaman rölesinin normalde açık kontağı Z piston valfinin bobinini tetikleyecek olan M4.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir. Z pistonuna bağlı çizici elemanın A noktasında bir süre beklemesi için M4.0 yardımcı rölenin normalde açık kontağı T38 zaman rölesini aktif hale getirir.

T38 zaman rölesinin kontağı robotun A noktasından B noktasına hareket etmesini sağlayacak X ve Y piston valflarının bobinlerini tetikleyecek olan M5.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir.

Diyagramın onuncu basamağında X ve Y pistonlarının gideceği mesafeyi belirlemek için C2 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemini gerçekleştirir. C2 sayıcı rölenin kapalı kontağı M5.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılır.

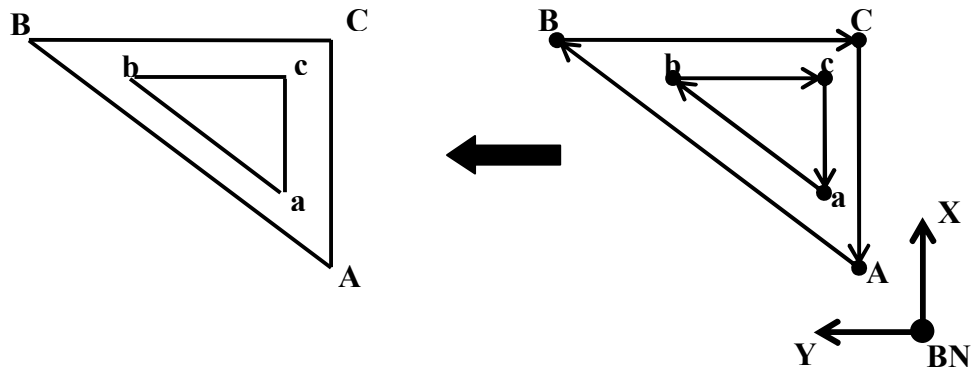
Yukarıda anlatılan işlem çizimin başlangıç noktasından (BN) B noktasına kadar olan bölümüdür. Üçgen şeklinin çizdirilmesi için gerçekleştirilen simülasyon programının tamamı Şekil C.5'de verilmiştir.



Şekil 6.17. FluidSim de yapılan üçgen programının BN-A-B noktalarını oluşturan bölümü

6.2.7. İç içe üçgen şeklinin FluidSim programı

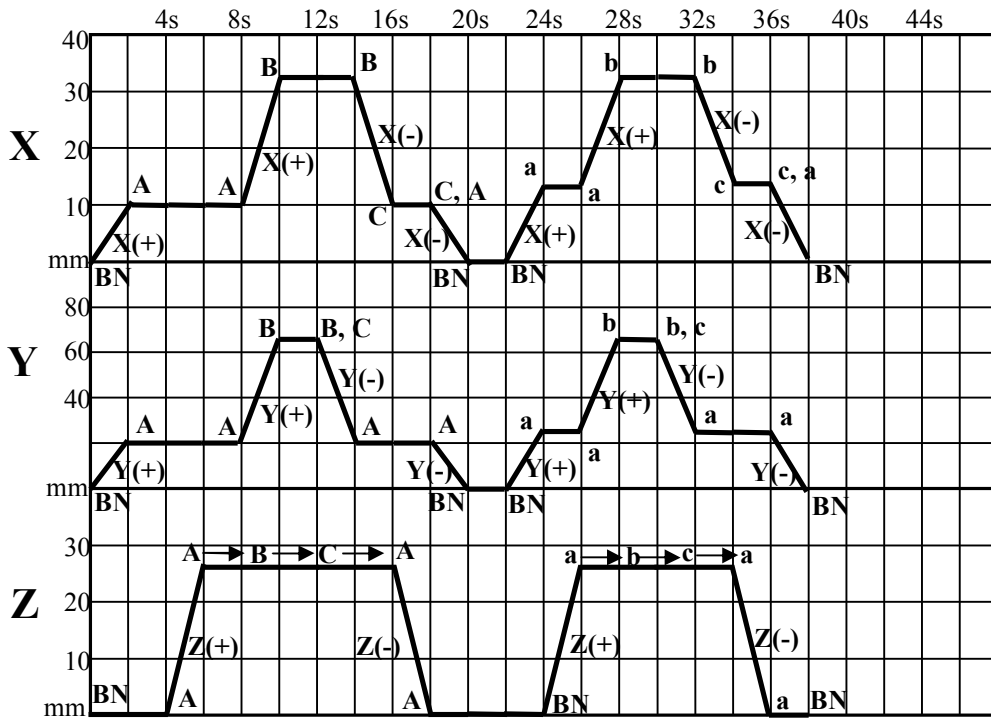
İç içe üçgeni çizdirmek için FluidSim simülasyon programı ile yapılan çalışmada kartezyen robotun X, Y ve Z eksenleri doğrultusundaki hareketleri konum zaman diyagramı paralelinde yapılır (Şekil 6.18).



Şekil 6.18. A, B, C, a, b, c, konumları ve ABC ve abc üçgenleri

Şekil 6.19'daki iç içe üçgenin konum zaman diyagramı incelendiğinde, önce X ve Y pistonları başlangıç noktasından başlayarak X+ ve Y+ yönlerinde 10 [mm] ilerlediği görülür. İki saniye bekleddikten sonra Z pistonu Z+ yönünde hareket eder. Belirli bir süre bekleddikten sonra X pistonu ve Y pistonu X+ ve Y+ yönlerinde 50 [mm] ilerler. Tekrar belirli bir süre sonra Y pistonu Y- yönünde 40 [mm], X pistonu X- yönünde 30 [mm] ilerler. Bu işlemler tamamlandıktan sonra Z pistonu Z- yönünde hareket eder. Daha sonra X ve Y pistonları X- ve Y- yönlerinde aynı anda hareket ederek tekrar başlangıç noktasına gelir ve 0,8 saniye bekleddikten sonra başlangıç noktasından X+ ve Y+ yönlerinde aynı anda 25 [mm] ilerler. Belirli bir süre sonunda Z pistonu Z+ yönünde hareket eder.

İkinci üçgenin başlangıç noktasından başlayarak X ve Y pistonları X+ ve Y+ yönünde 25 [mm], Y pistonu Y- yönünde 20 [mm] ilerler. Ardından X pistonu X- yönünde 15 [mm] hareket eder. Bu işlemler tamamlandıktan sonra Z pistonu Z- yönünde ilerler. X ve Y pistonu, yeniden başlangıç noktasına gelmek için X- ve Y- yönlerinde aynı anda 25 [mm] hareket eder. Böylece iç içe üçgen çizimi tamamlanmış olur.



Şekil 6.19. İç içe üçgen şeklinin konum zaman diyagramı

Şekil 6.20’de gösterilen devrede “start” (S) anahtarı yardımı ile merdiven diyagramının birinci basamağında bulunan Y1 yardımcı röle aktif hale gelir. Böylece gerçek zamanda doğrusal kodlayıcıyı canlandırmak için devrenin ikinci basamağını oluşturan flaşör devresi tetiklenmiş olur. Aynı zamanda Y1 yardımcı rölenin normalde açık kontağı robotun başlangıç noktasından (BN) A noktasına hareketini gerçekleştirecek X ve Y piston valflarının bobinlerini tetikleyecek olan M30.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir.

Diyagramın dördüncü basamağında X ve Y pistonlarının gideceği mesafeyi belirlemek için C1 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemini gerçekleştirir. C1 sayıcı rölenin normalde kapalı kontağı M30.0 röleyi devre dışı bırakmak için kullanılırken, normalde açık kontağı M6.0 yardımcı röleyi aktif hale getirmek için kullanılır.

Z pistonunun A noktasına hareketinden önce diyagramın altıncı basamağında bulunan çekmede gecikmeli T37 zaman rölesini aktif hale getirmek için M6.0

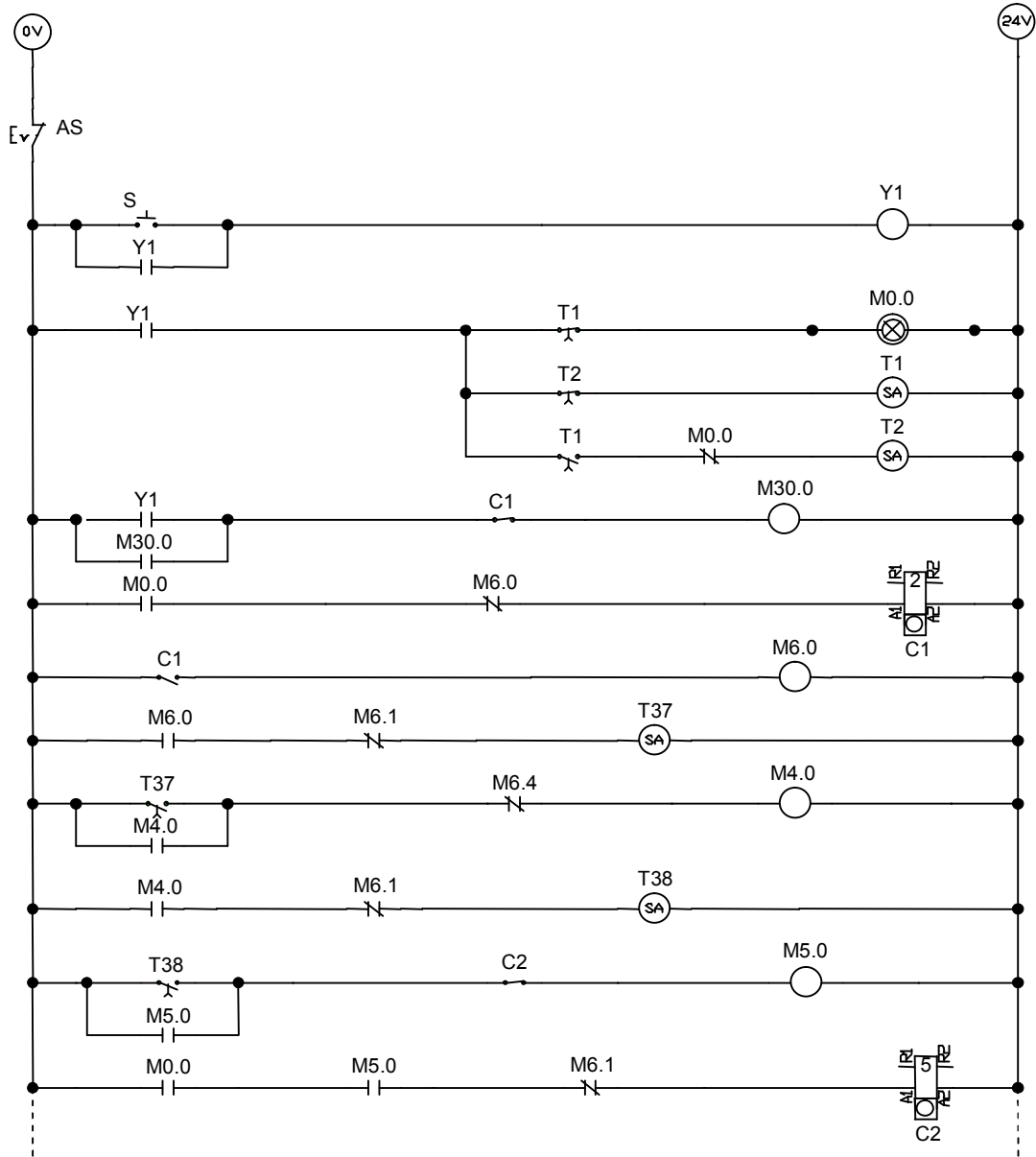
yardımcı rölenin normalde açık kontağı kullanılırken, normalde kapalı kontağı C1 sayıcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılır.

T37 zaman rölesinin normalde açık kontağı Z piston valfinin bobinini tetikleyecek olan M4.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir. Z pistonuna bağlı çizici elemanın A noktasında bir süre beklemesi için M4.0 yardımcı rölenin normalde açık kontağı T38 zaman rölesini aktif hale getirir.

T38 zaman rölesinin kontağı robotun A noktasından B noktasına hareket etmesini sağlayacak X ve Y piston valflarının bobinlerini tetikleyecek olan M5.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir.

Diyagramın onuncu basamağında X ve Y pistonlarının gideceği mesafeyi belirlemek için C2 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemini gerçekleştirir. C2 sayıcı rölenin kapalı kontağı M5.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılır.

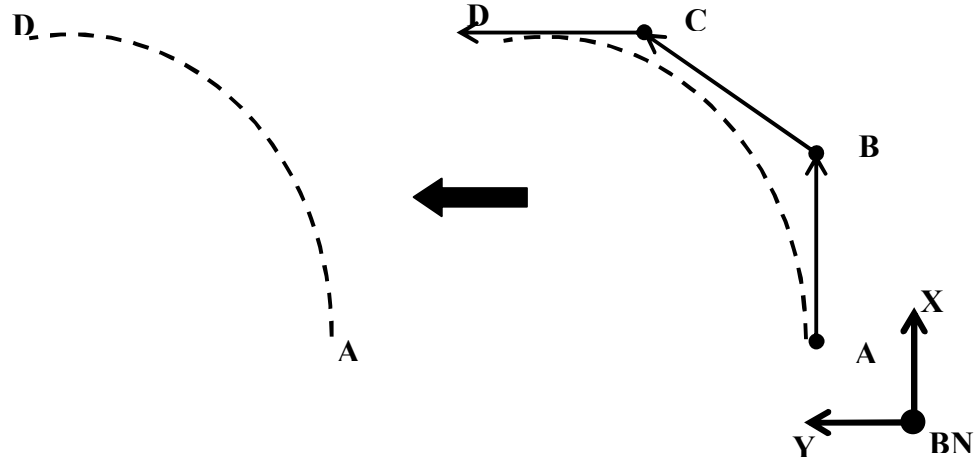
Yukarıda anlatılan işlem çizimin başlangıç noktasından (BN) B noktasına kadar olan bölümüdür. İç içe üçgen şeklinin çizdirilmesi için gerçekleştirilen simülasyon programının tamamı Şekil C.6'da verilmiştir.



Şekil 6.20. FluidSim de yapılan iç içe üçgen programının BN-A-B noktalarını oluşturan bölümü

6.2.8. Yay şeklinin FluidSim programı

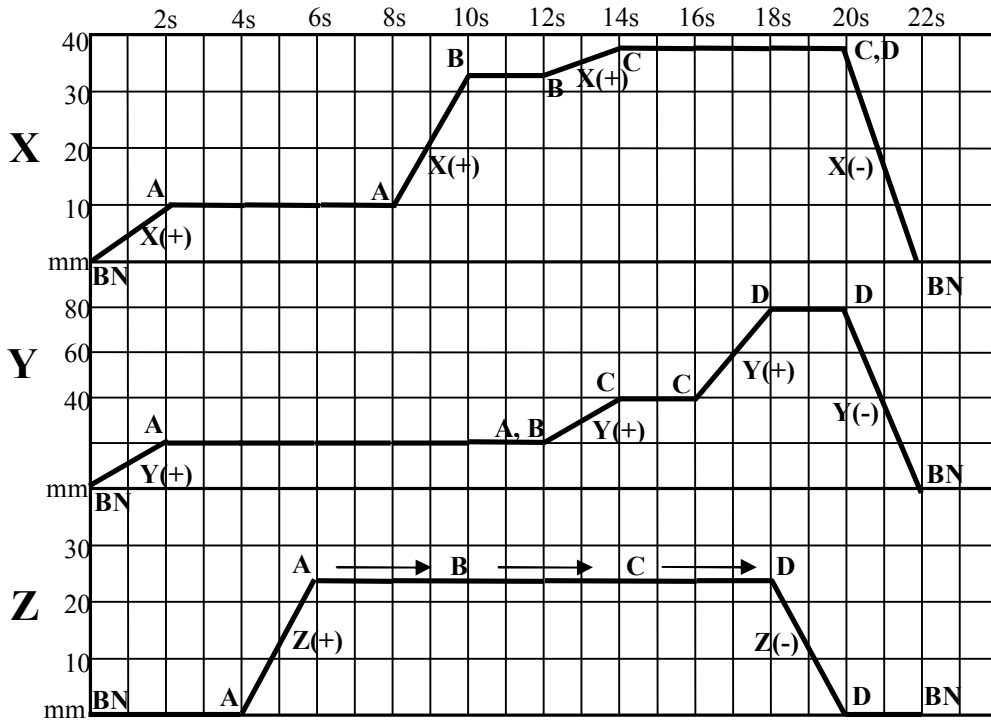
Yay şeklini çizdirmek için FluidSim simülasyon programı ile yapılan çalışmada kartezyen robotun X, Y ve Z eksenleri doğrultusundaki hareketleri konum zaman diyagramı paralelinde yapılır (Şekil 6.21).



Şekil 6.21. A, B, C ve D konumları ve AD yayı

Şekil 6.22'deki yayın konum zaman diyagramı incelendiğinde ilk olarak X ve Y pistonları başlangıç noktasından başlayarak X+ ve Y+ yönlerinde 10 [mm] ilerlediği görülür. İki saniye bekledikten sonra Z pistonu Z+ yönünde hareket eder.

Belirli bir süre bekledikten sonra X pistonu X+ yönünde 40 [mm] ilerler. Bir süre sonra X pistonu ve Y pistonu, X+ ve Y+yönlerinde 20 [mm], ardından Y pistonu Y+ yönünde 40 [mm] ilerler. Bu işlemler tamamlandıktan sonra Z pistonu Z- yönünde hareket eder. Daha sonra X ve Y pistonları X- ve Y- yönlerinde aynı anda hareket ederek tekrar başlangıç noktasına gelirler ve yay çizimi tamamlanmış olur.



Şekil 6.22. Yay şeklinin konum zaman diyagramı

Şekil 6.23’de gösterilen devrede “start” (S) anahtarı yardımı ile merdiven diyagramının birinci basamağında bulunan Y1 yardımcı röle aktif hale gelir. Y1 yardımcı rölenin aktif olması ile birlikte, simülasyon ortamında gerçek zamanda doğrusal kodlayıcıyı canlandırmak için devrenin ikinci basamağını oluşturan flaşör devresi tetiklenmiş olur. Aynı zamanda Y1 yardımcı rölenin normalde açık kontağı robotun başlangıç noktasından (BN) A noktasına hareketini gerçekleştirecek X ve Y piston valflarının bobinlerini tetikleyecek olan M5.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir.

Diyagramın dördüncü basamağında X ve Y pistonlarının gideceği mesafeyi belirlemek için C1 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemini gerçekleştirir. C1 sayıcı rölenin normalde kapalı kontağı M5.0 röleyi devre dışı bırakmak için kullanılırken, normalde açık kontağı M6.0 yardımcı röleyi aktif hale getirmek için kullanılır. Z pistonunun A noktasına hareketinden önce diyagramın altıncı basamağında bulunan çekmede gecikmeli T37 zaman rölesini aktif hale getirmek için M6.0 yardımcı rölenin normalde açık kontağı kullanılırken, normalde kapalı kontağı C1 sayıcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılır.

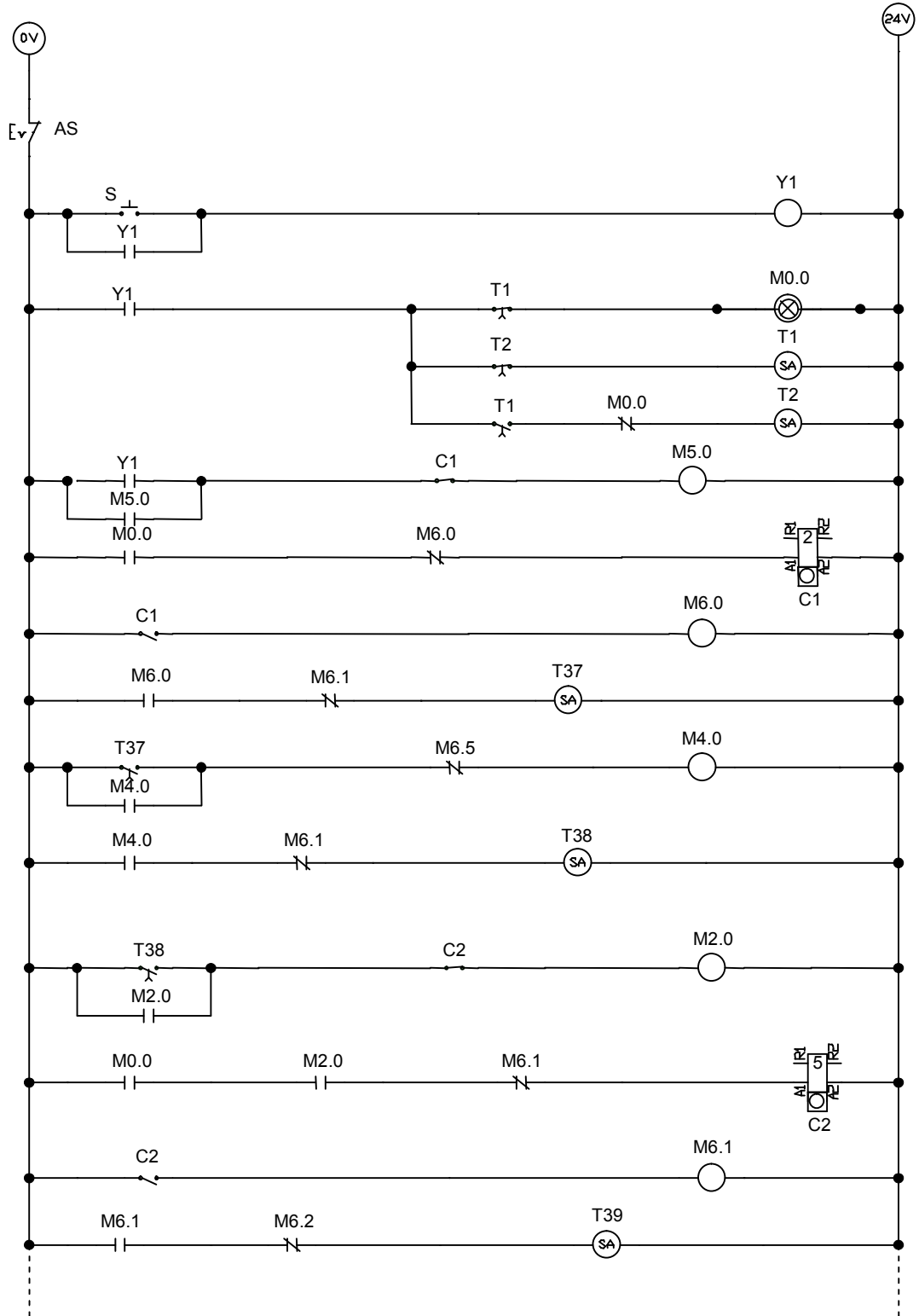
T37 zaman rölesinin normalde açık kontağı Z piston valfinin bobinini tetikleyecek olan M4.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir. Z pistonuna bağı çizici elemanın A noktasında bir süre beklemesi için M4.0 yardımcı rölenin normalde açık kontağı T38 zaman rölesini aktif hale getirir.

T38 zaman rölesinin kontağı robotun A noktasından B noktasına hareket etmesini sağlayacak X piston valfinin bobinini tetikleyecek olan M2.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir.

Diyagramın onuncu basamağında X pistonunun gideceğı mesafeyi belirlemek için C2 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemini gerçekleştirir. C2 sayıcı rölenin kapalı kontağı M2.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılırken, açık kontağı M6.1 yardımcı röleyi aktif hale getirmek için kullanılır.

Robotun B noktasında bir süre beklemesi için T39 zaman rölesi, M6.1 yardımcı rölenin normalde açık kontağı sayesinde aktifleştirilir.

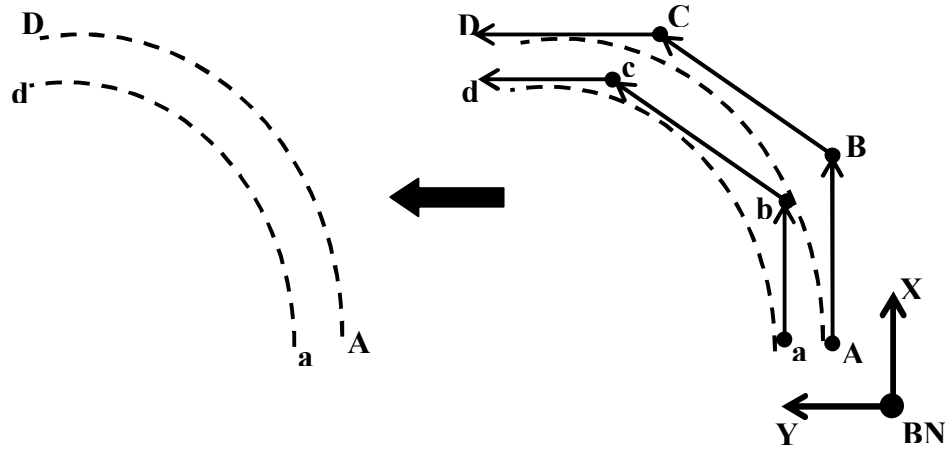
Yukarıda anlatılan işlem çizimin başlangıç noktasından (BN) B noktasına kadar olan bölümüdür. Yay şeklinin çizdirilmesi için gerçekleştirilen simülasyon programının tamamı Şekil C.7'de verilmiştir.



Şekil 6.23. FluidSim de yapılan yay programının BN-A-B noktalarını oluşturan bölümü

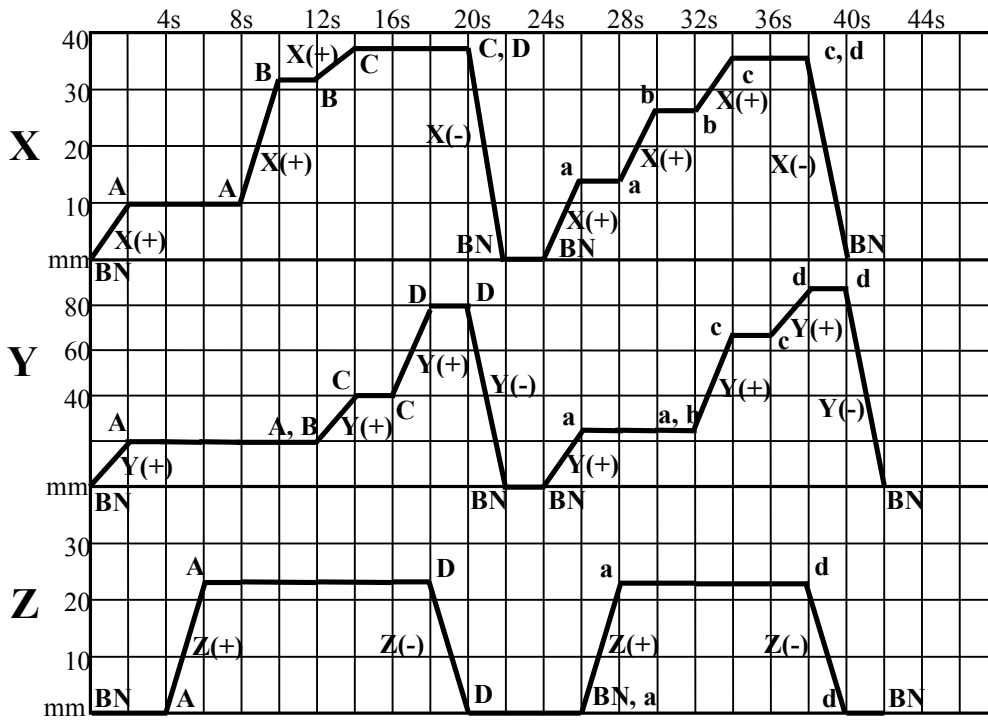
6.2.9. İç içe yay şeklinin FluidSim programı

Şekil 6.24'deki iç içe yayı çizdirmek için FluidSim simülasyon programı ile yapılan çalışmada kartezyen robotun X, Y ve Z eksenleri doğrultusundaki hareketleri konum zaman diyagramı paralelinde yapılır.



Şekil 6.24. A, B, C, D, a, b, c ve d konumları, AD ve ad yayı

Şekil 6.25'deki iç içe yayın konum zaman diyagramı incelendiğinde, ilk olarak X ve Y pistonları başlangıç noktasından başlayarak X+ ve Y+ yönlerinde 10 [mm] ilerlediği görülür. İki saniye bekledikten sonra Z pistonu Z+ yönünde hareket eder. Bir süre bekledikten sonra X pistonu X+ yönünde 40 [mm] ilerlediği görülür. Yine bir süre sonra X pistonu ve Y pistonu, X+ ve Y+ yönlerinde 20 [mm] ilerledikten sonra, Y pistonu Y+ yönünde 40 [mm] ilerler. Bu işlemler tamamlandıktan sonra Z pistonu Z- yönünde hareket eder. Daha sonra X ve Y pistonları X- ve Y- yönlerinde aynı anda hareket ederek tekrar başlangıç noktasına gelirler ve 0,8 saniye bekledikten sonra başlangıç noktasından X+ ve Y+ yönlerinde aynı anda 25 [mm] ilerler. Belirli bir süre sonunda Z pistonu Z+ yönünde hareket eder. İkinci yayın başlangıç noktasından başlayarak X pistonu X+ yönünde 30 [mm] ilerler. X ve Y pistonları X+ ve Y+ yönünde 15 [mm], Y pistonu Y+ yönünde 30 [mm] ilerler. Bu işlemler tamamlandıktan sonra Z pistonu Z- yönünde ilerler. X ve Y pistonu yeniden başlangıç noktasına gelmek için X- ve Y- yönlerinde aynı anda 25 [mm] hareket eder. Böylece iç içe yay şekli tamamlanmış olur.



Şekil 6.25. İç içe yay şeklinin konum zaman diyagramı

Şekil 6.26’da gösterilen devrede “start” (S) anahtarı yardımı ile merdiven diyagramının birinci basamağında bulunan Y1 yardımcı röle aktif hale gelir. Böylece gerçek zamanda doğrusal kodlayıcıyı canlandırmak için devrenin ikinci basamağını oluşturan flaşör devresi tetiklenmiş olur. Aynı zamanda Y1 yardımcı rölenin normalde açık kontağı robotun başlangıç noktasından (BN) A noktasına hareketini gerçekleştirecek X ve Y piston valflarının bobinlerini tetikleyecek olan M5.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir. Diyagramın dördüncü basamağında X ve Y pistonlarının gideceği mesafeyi belirlemek için C1 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemini gerçekleştirir. C1 sayıcı rölenin normalde kapalı kontağı M5.0 röleyi devre dışı bırakmak için kullanılırken, normalde açık kontağı M6.0 yardımcı röleyi aktif hale getirmek için kullanılır. Z pistonunun A noktasına hareketinden önce diyagramın altıncı basamağında bulunan çekmede gecikmeli T37 zaman rölesini aktif hale getirmek için M6.0 yardımcı rölenin normalde açık kontağı kullanılırken, normalde kapalı kontağı C1 sayıcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılır.

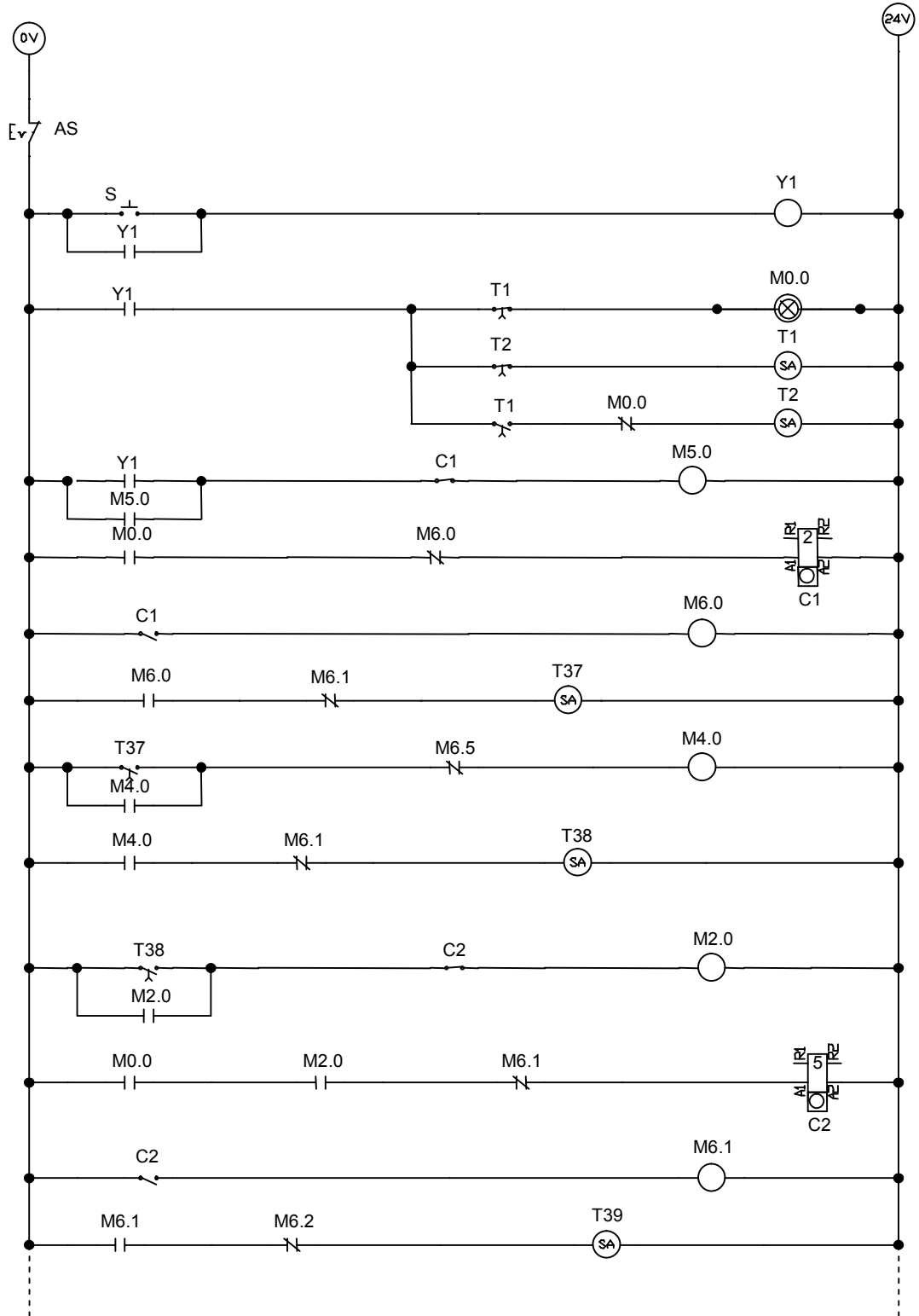
T37 zaman rölesinin normalde açık kontağı Z piston valfının bobinini tetikleyecek olan M4.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir. Z pistonuna bağlı çizici elemanın A

noktasında bir süre beklemesi için M4.0 yardımcı rölenin normalde açık kontağı T38 zaman rölesini aktif hale getirir.

T38 zaman rölesinin kontağı robotun A noktasından B noktasına hareket etmesini sağlayacak X piston valfinin bobinini tetikleyecek olan M2.0 yardımcı röleyi aktif hale getirir.

Diyagramın onuncu basamağında X pistonunun gideceğı mesafeyi belirlemek için C2 sayıcı röle M0.0 flaşör kontağı ile sayma işlemini gerçekleştirir. C2 sayıcı rölenin kapalı kontağı M2.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakmak için kullanılırken, açık kontağı M6.1 yardımcı röleyi aktif hale getirmek için kullanılır. Robotun B noktasında bir süre beklemesi için T39 zaman rölesi M6.1 yardımcı rölenin normalde açık kontağı sayesinde aktifleştirilir.

Yukarıda anlatılan işlem çizimin başlangıç noktasından (BN) B noktasına kadar olan bölümüdür. İç içe yay şeklinin çizdirilmesi için gerçekleştirilen simülasyon programının tamamı Şekil C.8'de verilmiştir.



Şekil 6.26. FluidSim de yapılan iç içe yay programının BN-A-B noktalarını oluşturan bölümü

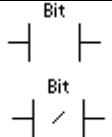
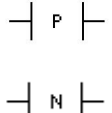

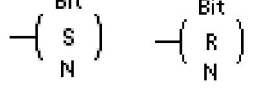
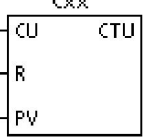
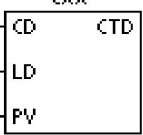
6.3. Gerçek Zaman Çalışması

Pnömatik silindirlerin durum diyagramları incelendikten sonra PLC programı yapılmış ve kartezyen robota geometrik şekiller çizdirilmiştir.

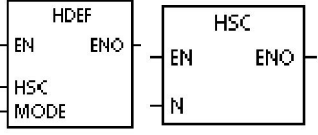
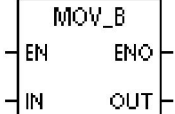

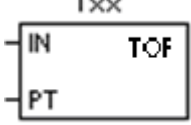

6.3.1. Gerçek zamanda sistemin PLC programında kullanılan devre elemanları

Kartezyen robota çizdirilecek olan geometrik şekillerin fiziksel sistemde gerçekleşmesi için hazırlanan PLC programının devre elemanları Tablo 6.4'de gösterilmiştir.

Tablo 6.4. PLC devre elemanları

	<p>Normalde Açık ve Normalde Kapalı Kontaklar Normalde Açık Kontak komutu (LD, A ve O) ve Normalde Kapalı Kontak komutu (LDN, AN, ON), ilgili değeri hafızadan veya veri tipi I veya Q ise çıkış veya giriş kütüğünden elde eder. Normalde Açık Kontak, eğer bit 1 ise kapalıdır (akım geçirir). Normalde Kapalı Kontak eğer bit 0 ise kapalıdır (akım geçirir).</p>
	<p>Pozitif Geçiş ve Negatif Geçiş Komutları Pozitif Geçiş (yükselen kenar) komutu (EU), her 0'dan 1'e dönüşümde sadece bir tarama için enerji akışına izin verir. Negatif Geçiş (düşen kenar) komutu (ED), her 1'den 0'a dönüşümde sadece bir tarama için enerji akışına izin verir.</p>
	<p>Çıkış Komutu Çıkış komutu (=), çıkışın yeni değerini çıkış kütüğüne yazar. Komut işlendiğinde, S7-200 programa göre çıkış kütüğündeki biti "1" veya "0" yapar.</p>
	<p>Set ve Reset Çıkış Komutları Set (S) ve Reset (R) komutları, belli bir başlangıç adresinden (bit) itibaren belli bir sayıdaki (N) bitin set (1 yapar) ve reset (0 yapar) işlemini gerçekleştirir. N, 1 ila 255 arasında olabilir.</p>
	<p>Yukarı Sayıcı Yukarı Say komutu (CTU), yukarı sayma girişinin (CU) her yükselen kenarında (0'dan 1'e dönüşümünde) anlık sayma değerini bir artırır. Cxx anlık değeri ayar değeri PV'ye eşit veya büyükse Cxx biti set olur. Reset (R) komutu işlendiğinde sayıcı değeri sıfırlanır. Maksimum değere (32767) ulaşıldığında sayma işlemi durur.</p>
	<p>Aşağı Sayıcı Aşağı Say komutu (CTD), yukarı sayma girişinin (CD) her yükselen kenarında (0'dan 1'e dönüşümünde) anlık sayma değerini bir azaltır. Cxx anlık değeri 0'a eşitse Cxx biti set olur. LD (Load) girişi geldiğinde sayıcı biti sıfırlanır ve anlık değer PV değerine eşit yapılır. Sıfıra ulaşıldığında sayma işlemi durur (ve Cxx biti set olur).</p>

Tablo 6.4. (Devamı)

	<p>Hızlı Sayıcı Komutları Hızlı Sayıcı Tanımlama komutu (HDEF), belirli bir hızlı sayıcının (HSCx) çalışma şeklini seçer. Bu seçim hızlı sayıcının sayma, yön, başlatma ve reset fonksiyonlarını tanımlar. Hızlı Sayıcı komutu (HSC) özel hafıza bitleri ve baytları yoluyla yapılan ayarların hızlı sayıcıya aktarılmasını sağlar. N parametresi hızlı sayıcının numarasıdır.</p>
	<p>Taşıma Komutları Bayt (MOVB), Word (MOVW), Double Word (MOVD) ve Reel Sayı (MOVR) Taşı komutları, IN' de yer alan değeri OUT' da yer alan hafıza bölgesine taşır (kopyalar). Giriş değeri değişmez.</p>
	<p>Çekmede Gecikmeli Zaman Rölesi Çekmede Gecikmeli Zaman Rölesi (TON) giriş (IN) geldikten sonra çalışmaya başlar. Zaman rölesi numarası (Txx) zamanın çözünürlüğünü belirler.</p>
	<p>Düşmede Gecikmeli Zaman Rölesi Düşmede Gecikmeli Zaman Rölesi (TOF) giriş (IN) gittikten sonra çıkışın belli bir süre daha çalışmasını sağlar. Zaman rölesi numarası (Txx) zamanın çözünürlüğünü belirler.</p>
	<p>Altprogram Komutları Altprogram Çağır komutu (CALL), program akış kontrolünü SBR_N altprogramına aktarır. Altprogram Çağır komutu parametrelili ve parametresiz olarak kullanılabilir. Altprogram tamamlanınca, program akışı altprogramın çağırıldığı yerin bir alt satırından (bir sonraki komuttan) devam eder.</p>

6.3.2. Dört noktanın PLC programı

Aşağıda komut listesi olarak programı verilen dört noktanın PLC merdiven diyagramı Şekil D.1'de Network 1, 2, 25, 45 ve 52 örnek olarak verilmiştir.

Network 1

% Robotun başlangıç noktasından (BN) A noktasına hareketi

LD I0.6 % Start butonu

S M5.0, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarının birinci işlem için aktif eder

Network 2

% Başlangıç noktası (BN) ile A noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu

EU % Pozitif kenar tetikleme

AN M6.0 % C1 sayıcının saymasını engeller

LD I0.7 % Reset butonu

ED % Negatif kenar tetikleme

CTU C1, 10 % X ve Y pistonlarının birinci işlem için gideceği değer

Network 3

% Robotun A noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C1 % M5.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır,
M6.0 yardımcı röleyi aktif eder
R M5.0, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarının birinci işlem için devre dışı bırakır
= M6.0 % M6.0 yardımcı röle

Network 4

% ABCD dörtgeninin çizimine başlamadan önce robotun belirli bir süre beklemesi

LD M6.0 % T37 zamanlayıcı aktif eder
AN M6.1 % T37 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T37, 15 % Z pistonu A noktasına ulaşmadan önce bir süre bekler

Network 5

% ABCD dörtgen çizimi için Z ekseninde hareket eden pistonu bağlı kalemin A noktasına ulaşması

LD T37 % M4.0 yardımcı röleyi aktif eder
S M4.0, 1 % Q0.2 çıkışını A noktası için aktif eder

Network 6

% Robotun A noktasından B noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M4.0 % T38 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.1 % T38 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T38, 15 % Robot A noktasında bir süre bekler

Network 7

% A noktasındaki markalama işlemini sonlandırılması için yardımcı rölenin SET edilmesi

LD T38 % M14.0 yardımcı röleyi aktif eder
S M14.0, 1 % A noktasında markalama işlemini sonlandırır

Network 8

% A noktasındaki işlemin sonlandırılması

LD M14.0 % M4.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M6.1 yardımcı röleyi aktif eder
R M4.0, 1 % Q0.2 çıkışını A noktası için devre dışı bırakır
= M6.1 % M6.1 yardımcı röle

Network 9

% Robotun A noktasından B noktasına gitmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.1 % T39 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.2 % T39 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T39, 20 % Robot A noktasında bir süre bekler

Network 10

% Robotun A noktasından B noktasına hareketi

LD T39 % M2.0 yardımcı röleyi aktif eder
S M2.0, 1 % Q0.0 çıkışını ikinci işlem için aktif eder

Network 11

% A noktası ile B noktası arasındaki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M6.1	% C2 sayıcıyı aktif eder
AN	M6.2	% C2 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	I0.7	% Reset butonu
ED		% Negatif kenar tetikleme
CTU	C2, 15	% X pistonunun ikinci işlem için gideceği değer

Network 12

% Robotun B noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C2	% M2.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.2 yardımcı röleyi aktif eder
R	M2.0, 1	% Q0.0 çıkışını ikinci işlem için devre dışı bırakır
=	M6.2	% M6.2 yardımcı röle

Network 13

% B noktasının markalanmasından önce robotun belirli bir süre beklemesi

LD	M6.2	% T40 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M6.3	% T40 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T40, 20	% Z pistonu B noktasına ulaşmadan önce bir süre bekler

Network 14

% B noktasının markalanması için Z ekseninde hareket eden pistonu bağlı kalemin B noktasına ulaşması

LD	T40	% M4.1 zamanlayıcıyı aktif eder
S	M4.1, 1	% Q0.2 çıkışını B noktası için aktif eder

Network 15

% Kalemin B noktasında belirli bir süre beklemesi

LD	M4.1	% T41 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M6.3	% T41 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T41, 20	% Robot B noktasında bir süre bekler

Network 16

% B noktasındaki markalama işlemini sonlandırılması için yardımcı rölenin SET edilmesi

LD	T41	% M14.1 yardımcı röleyi aktif eder
S	M14.1, 1	% B noktasında markalama işlemini sonlandırır

Network 17

% B noktasındaki işlemin sonlandırılması

LD	M14.1	% M4.1 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.3 yardımcı röleyi aktif eder
R	M4.1, 1	% Q0.2 çıkışını B noktası için devre dışı bırakır
=	M6.3	% M6.3 yardımcı röle

Network 18

% Robotun B noktasından C noktasına gitmeden önce bir süre beklemesi

LD	M6.3	% T42 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M6.4	% T42 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T42, 20 % Robot B noktasında bir süre bekler

Network 19

% Robotun B noktasından C noktasına hareketini sağlamak için yardımcı rölenin SET edilmesi

LD T42 % M15.0 yardımcı röleyi aktif eder
S M15.0, 1 % M15.0 yardımcı rölenin SET edilmesi

Network 20

% Robotun B noktasından C noktasına hareketi

LD M15.0 % M3.0 yardımcı röleyi aktif eder
S M3.0, 1 % Q0.1 çıkışını üçüncü işlem için aktif eder

Network 21

% B noktası ile C noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M6.3 % C3 sayıcıyı aktif eder
AN M6.4 % C3 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD I0.7 % Reset butonu
ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C3, 15 % Y pistonunun üçüncü işlem için gideceği değer

Network 22

% Robot C noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C3 % M3.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M6.4 yardımcı röleyi aktif eder
R M3.0, 1 % Q0.1 çıkışını üçüncü işlem için devre dışı bırakır
= M6.4 % M6.4 yardımcı röle

Network 23

% C noktasının markalanmasından önce robotun belirli bir süre beklemesi

LD M6.4 % T43 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.5 % T43 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T43, 20 % Z pistonu C noktasına ulaşmadan önce bir süre bekler

Network 24

% C noktasının markalanması için Z ekseninde hareket eden pistonu bağlı kalemin C noktasına ulaşması

LD T43 % M4.2 yardımcı röleyi aktif eder
S M4.2, 1 % Q0.2 çıkışını C noktası için aktif eder

Network 25

% Kalemin C noktasında belirli bir süre beklemesi

LD M4.2 % T44 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.5 % T44 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T44, 20 % Robot C noktasında bir süre bekler

Network 26

% C noktasındaki markalama işlemini sonlandırılması için yardımcı rölenin SET edilmesi

LD T44 % M14.2 yardımcı röleyi aktif eder
S M14.2, 1 % M14.2 yardımcı rölenin SET edilmesi

Network 27

% C noktasındaki markalama işleminin sonlandırılması

LD M14.2 % M4.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
 M6.5 yardımcı röleyi aktif eder
R M4.2, 1 % Q0.2 çıkışını C noktası için devre dışı bırakır
= M6.5 % M6.5 yardımcı röle

Network 28

% Robotun C noktasından D noktasına gitmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.5 % T45 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.6 % T45 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T45, 20 % Robot C noktasında bir süre bekler

Network 29

% Robotun C noktasından D noktasına hareketini sağlamak için yardımcı rölenin SET edilmesi

LD T45 % M15.1 yardımcı röleyi aktif eder
S M15.1, 1 % M15.1 yardımcı rölenin SET edilmesi

Network 30

% Robotun C noktasından D noktasına hareketi

LD M15.1 % M2.2 yardımcı röleyi aktif eder
S M2.2, 1 % Q0.3 çıkışını dördüncü işlem için aktif eder

Network 31

% C noktası ile D noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M6.5 % C4 sayıcıyı aktif eder
AN M6.6 % C4 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD M6.5 % M6.5 yardımcı rölenin yüklenmesi
EU % Pozitif kenar tetikleme
CTD C4, 15 % X pistonunun dördüncü işlem için gideceği değer

Network 32

% Robot D noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C4 % M6.5 yardımcı röle ile birlikte,
 M2.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
 M6.6 yardımcı röleyi aktif eder
A M6.5 % C4 sayıcı kontağı ile birlikte,
 M2.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
 M6.6 yardımcı röleyi aktif eder
R M2.2, 1 % Q0.3 çıkışını dördüncü işlem için devre dışı bırakır
= M6.6 % M6.6 yardımcı röle

Network 33

% D noktasının markalanmasından önce robotun belirli bir süre beklemesi

LD M6.6 % T46 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.7 % T46 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T46, 20 % Z pistonu D noktasına ulaşmadan önce bir süre bekler

Network 34

% D noktasının markalanması için Z ekseninde hareket eden pistonu bağlı kalemin D noktasına ulaşması

LD T46 % M4.3 yardımcı rölenin aktif edilmesi
S M4.3, 1 % Q0.2 çıkışını D noktasını için aktif eder

Network 35

% Kalemin D noktasında belirli bir süre beklemesi

LD M4.3 % T47 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.7 % T47 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T47, 20 % Robot D noktasında bir süre bekler

Network 36

% D noktasındaki markalama işlemini sonlandırılması için yardımcı rölenin SET edilmesi

LD T47 % M14.3 yardımcı röleyi aktif eder
S M14.3, 1 % M14.3 yardımcı rölenin SET edilmesi

Network 37

% D noktasındaki markalama işleminin sonlandırılması

LD M14.3 % M4.3 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
 M6.7 yardımcı röleyi aktif eder
R M4.3, 1 % Q0.2 çıkışını D noktası için devre dışı bırakır
= M6.7 % M6.7 yardımcı röle

Network 38

% Robotun D noktasından A noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.7 % T48 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M7.0 % T48 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T48, 20 % Robot D noktasında bir süre bekler

Network 39

% Robotun D noktasından A noktasına hareketini sağlamak için yardımcı rölenin SET edilmesi

LD T48 % M15.2 yardımcı röleyi aktif eder
S M15.2, 1 % M15.2 yardımcı rölenin SET edilmesi

Network 40

% Robotun D noktasından A noktasına hareketi

LD M15.2 % M3.2 yardımcı röleyi aktif eder
S M3.2, 1 % Q0.4 çıkışını beşinci işlem için aktif eder

Network 41

% D noktası ile A noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu

EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M6.7	% C5 sayıcıyı aktif eder
AN	M7.0	% C5 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	M6.7	% M6.7 yardımcı rölenin yüklenmesi
EU		% Pozitif kenar tetikleme
CTD	C5, 15	% Y pistonunun beşinci işlem için gideceği değer

Network 42

% Robot A noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C5	% M6.7 yardımcı röle ile birlikte, M3.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M7.0 yardımcı röleyi aktif eder
A	M6.7	% C5 sayıcı kontağı ile birlikte, M3.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M7.0 yardımcı röleyi aktif eder
R	M3.2, 1	% Q0.4 çıkışını beşinci işlem için devre dışı bırakır
=	M7.0	% M7.0 yardımcı röle

Network 43

% Robotun A noktasından BN noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD	M7.0	% T49 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M7.1	% T49 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T49, 20	% Robot A noktasında bir süre bekler

Network 44

% Robotun A noktasından BN noktasına hareketi

LD	T49	% M5.2 yardımcı röleyi aktif eder
S	M5.2, 1	% Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını altıncı işlem için aktif eder

Network 45

% A noktası ile BN noktası arasındaki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M7.0	% C6 sayıcıyı aktif eder
AN	M7.1	% C6 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	M7.0	% C6 sayıcı değerini yükler
EU		% Pozitif kenar tetikleme
CTD	C6, 20	% X ve Y pistonlarının altıncı işlem için gideceği değer

Network 46

% Robotun BN noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C6	% M7.0 yardımcı röle ile birlikte, M5.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M7.1 yardımcı röleyi aktif eder
A	M7.0	% C6 sayıcı kontağı ile birlikte, M5.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M7.1 yardımcı röleyi aktif eder
R	M5.2, 1	% Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını altıncı işlem için devre dışı bırakır
=	M7.1	% M7.1 yardımcı röle

Network 47

%

LD	I0.7	% Reset butonu
R	M14.0, 4	% M14.0, M14.1, M14.2, M14.3 yardımcı rölelerinin RESET edilmesi
R	M15.0, 3	% M15.0, M15.1, M15.2 yardımcı rölelerinin RESET edilmesi

Network 49

% X pistonunun X+ yönünde hareketi

LD	M5.0	% Q0.0 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M2.0	% Q0.0 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.0	% X pistonu X+ yönünde hareket eder

Network 50

% Y pistonunun Y+ yönünde hareketi

LD	M5.0	% Q0.1 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M3.0	% Q0.1 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.1	% Y pistonu Y+ yönünde hareket eder

Network 51

% Z pistonunun hareketi

LD	M4.0	% Q0.2 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M4.1	% Q0.2 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M4.2	% Q0.2 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M4.3	% Q0.2 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.2	% Z pistonu Z+ ve Z- yönünde hareket eder

Network 52

% X pistonunun X- yönünde hareketi

LD	M2.2	% Q0.3 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	I0.7	% Q0.3 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.2	% Q0.3 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.3	% X pistonu X- yönünde hareket eder

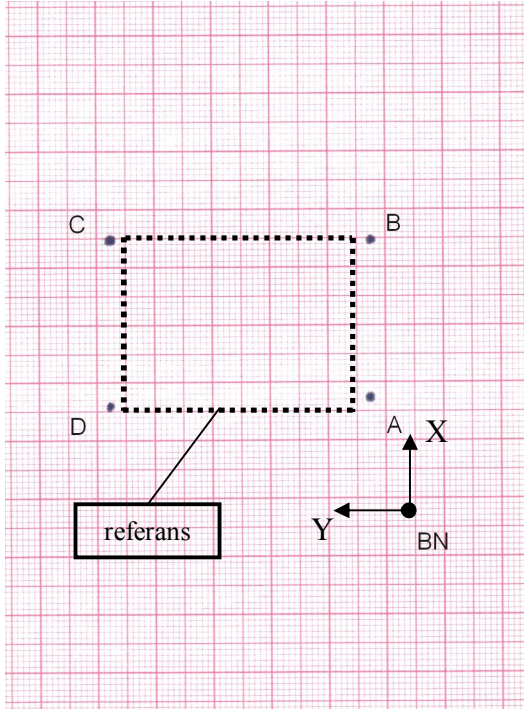
Network 53

% Y pistonunun Y- yönünde hareketi

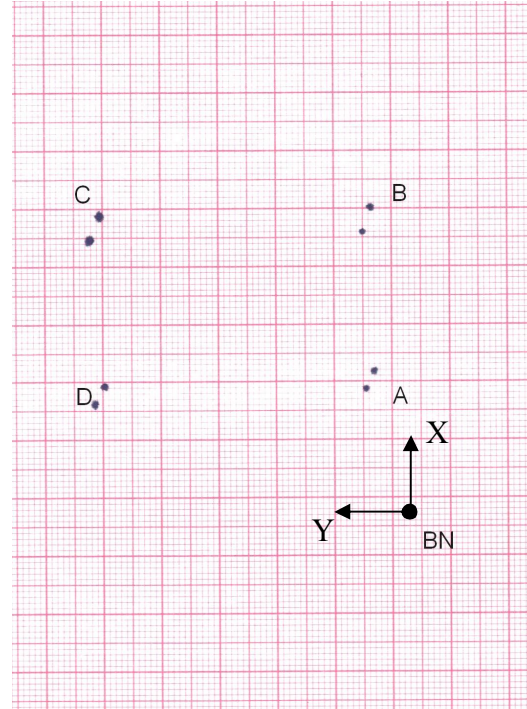
LD	M3.2	% Q0.4 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	I0.7	% Q0.4 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.2	% Q0.4 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.4	% Y pistonu Y- yönünde hareket eder

6.3.2.1. Dört noktanın gerçek zaman çalışması

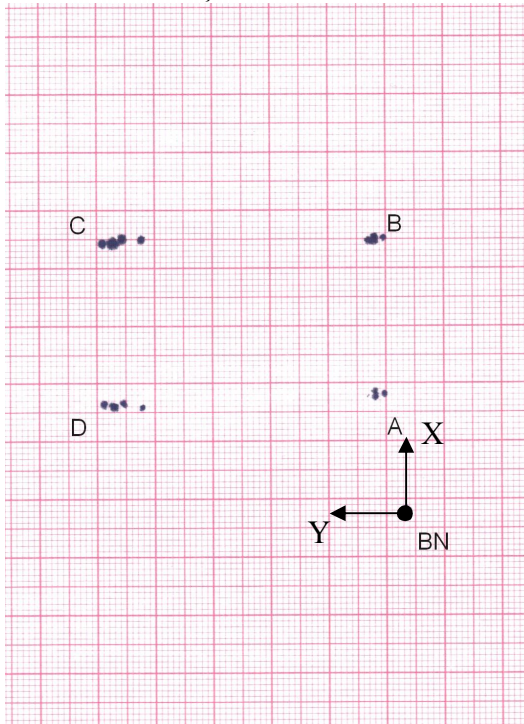
Kartezyen robota yaptırılan dört nokta markalatma şekilleri aşağıda gösterilmiştir.



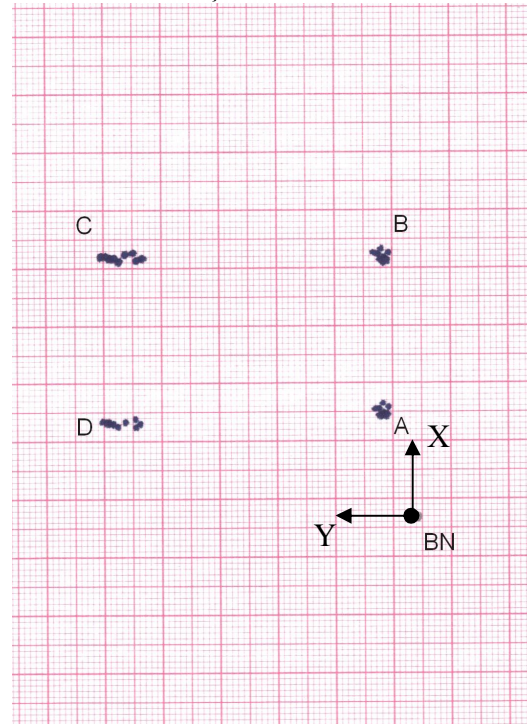
Şekil 6.27.a. Robota bir defa yaptırılan dört nokta markalama işlemi



Şekil 6.27.b. Robota iki defa yaptırılan dört nokta markalama işlemi



Şekil 6.27.c. Robota beş defa yaptırılan dört nokta markalama işlemi



Şekil 6.27.d. Robota on defa yaptırılan dört nokta markalama işlemi

Kartezyen robota, XY düzleminde yerleştirilen milimetrik kağıt üzerine referans olarak gösterilen 30 x 40 [mm x mm] ölçülerinde bir dikdörtgenin A, B, C ve D köşelerini markalama işlemi yaptırılmıştır. Robotun Z eksenindeki uç işlemcisi, bunu başlangıç noktasından hareket ederek 0.2[MPa] çalışma basıncı ile gerçekleştirmiştir. Bu markalama işlemi bir, iki, beş ve on defa yaptırılarak konum hassasiyetleri bulunmaya çalışılmıştır. Robotun verdiği cevaplar Şekil 6.27a, 6.27b, 6.27c ve 6.27d’de gösterilmiştir.

6.3.3. Üç noktanın PLC programı

Aşağıda komut listesi olarak programı verilen üç noktanın PLC merdiven diyagramı Şekil D.2’de Network 1, 2, 18, 31 ve 41 örnek olarak verilmiştir.

Network 1

% Robotun başlangıç noktasından (BN) A noktasına hareketi

LD I0.6 % Start butonu
S M30.0, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını birinci işlem için aktif eder

Network 2

% Başlangıç noktası (BN) ile A noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
AN M6.0 % C1 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD I0.7 % Reset butonu
ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C1, 10 % X ve Y pistonlarının birinci işlem için gideceği değer

Network 3

% Robotun A noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C1 % M30.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
R M30.0, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını birinci işlem için devre dışı bırakır
= M6.0 % M6.0 yardımcı röle

Network 4

% A, B, C noktalarının markalanmasına başlamadan önce robotun bir süre beklemesi

LD M6.0 % T37 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.1 % T37 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T37, 15 % Z pistonu A noktasına ulaşmadan önce bir süre bekler

Network 5

% A noktasının markalanması için Z ekseninde hareket eden pistonla bağlı kalemin A noktasına ulaşması

LD T37 % M4.0 yardımcı röleyi aktif eder

S M4.0, 1 % Q0.2 çıkışını A noktası için aktif eder

Network 6

% Kalem A noktasında belirli bir süre beklemesi

LD M4.0 % T38 zamanlayıcıyı aktif eder

AN M6.1 % T38 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T38, 15 % Robot A noktasında bir süre bekler

Network 7

% A noktasındaki markalama işlemini sonlandırılması için yardımcı rölenin SET edilmesi

LD T38 % M14.0 yardımcı röleyi aktif eder

S M14.0, 1 % M14.0 yardımcı rölenin SET edilmesi

Network 8

% A noktasındaki işlemin sonlandırılması

LD M14.0 % M4.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M6.1 yardımcı röleyi aktif eder

R M4.0, 1 % Q0.2 çıkışını A noktası için devre dışı bırakır

= M6.1 % M6.1 yardımcı röle

Network 9

% Robotun A noktasından B noktasına gitmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.1 % T39 zamanlayıcıyı aktif eder

AN M6.2 % T39 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T39, 15 % Robot A noktasında bir süre bekler

Network 10

% Robotun A noktasından B noktasına hareketi

LD T39 % M5.0 yardımcı röleyi aktif eder

S M5.0, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını ikinci işlem için aktif eder

Network 11

% A noktası ile B noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu

EU % Pozitif kenar tetikleme

A M6.1 % C2 sayıcıyı aktif eder

AN M6.2 % C2 sayıcıyı devre dışı bırakır

LD I0.7 % Reset butonu

ED % Negatif kenar tetikleme

CTU C2, 30 % X ve Y pistonlarının ikinci işlem için gideceği değer

Network 12

% Robotun B noktasına ulaştığı anada o işlemin durdurulması

LD C2 % M5.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır

M6.2 yardımcı röleyi aktif eder

R M5.0, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını ikinci işlem için devre dışı bırakır

= M6.2 % M6.2 yardımcı röle

Network 13

% B noktasının markalanmasından önce robotun belirli bir süre beklemesi

LD M6.2 % T40 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.3 % T40 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T40, 15 % Z pistonu B noktasına ulaşmadan önce bir süre bekler

Network 14

% B noktasının markalanması için Z ekseninde hareket eden pistonu bağlı kalemin B noktasına ulaşması

LD T40 % M4.1 yardımcı röleyi aktif eder
S M4.1, 1 % Q0.2 çıkışını B noktası için aktif eder

Network 15

% Kalemin B noktasında belirli bir süre beklemesi

LD M4.1 % T41 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.3 % T41 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T41, 15 % Robot B noktasında bir süre bekler

Network 16

% B noktasındaki markalama işlemini sonlandırılması için yardımcı rölenin SET edilmesi

LD T41 % M14.1 yardımcı röleyi aktif eder
S M14.1, 1 % M14.1 yardımcı rölenin SET edilmesi

Network 17

% B noktasındaki işlemin sonlandırılması

LD M14.1 % M4.1 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M6.3 yardımcı röleyi aktif eder
R M4.1, 1 % Q0.2 çıkışını B noktası için aktif eder
= M6.3 % M6.3 yardımcı röle

Network 18

% Robotun B noktasından C noktasına gitmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.3 % T42 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.4 % T42 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T42, 15 % Robot B noktasında bir süre bekler

Network 19

% Robotun B noktasından C noktasına hareketini sağlamak için yardımcı rölenin SET edilmesi

LD T42 % M15.0 yardımcı röleyi aktif eder
S M15.0, 1 % M15.0 yardımcı rölenin SET edilmesi

Network 20

% Robotun B noktasından C noktasına hareketi

LD M15.0 % M2.2 yardımcı röleyi aktif eder
S M2.2, 1 % Q0.4 çıkışını üçüncü işlem için aktif eder

Network 21

% B noktası ile C noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu

EU		% Pozitif kenar tetikleme
A M6.3		% C3 sayıcıyı aktif eder
AN M6.4		% C3 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD M6.3		% C3 sayıcı değerini yükler
EU		% Pozitif kenar tetikleme
CTD C3, 30		% Y pistonunun üçüncü işlem için gideceği değer

Network 22

% Robot C noktasına ulaştığı anada o işlemin durdurulması

LD C3		% M6.3 yardımcı röle ile birlikte, M2.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.4 yardımcı röleyi aktif eder
A M6.3		% C3 sayıcı kontağı ile birlikte, M2.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.4 yardımcı röleyi aktif eder
R M2.2, 1		% Q0.4 çıkışını üçüncü işlem için devre dışı bırakır
= M6.4		% M6.4 yardımcı röle

Network 23

% C noktasının markalanmasından önce robotun belirli bir süre beklemesi

LD M6.4		% T43 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.5		% T43 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T43, 15		% Z pistonu C noktasına ulaşmadan önce bir süre bekler

Network 24

% C noktasının markalanması için Z ekseninde hareket eden pistonu bağlı kalemin C noktasına ulaşması

LD T43		% M4.2 yardımcı röleyi aktif eder
S M4.2, 1		% Q0.2 çıkışını C noktası için aktif eder

Network 25

% Kalemin C noktasında belirli bir süre beklemesi

LD M4.2		% T44 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.5		% T44 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T44, 15		% Robot C noktasında bir süre bekler

Network 26

% C noktasındaki markalama işlemini sonlandırılması için yardımcı rölenin SET edilmesi

LD T44		% M14.2 yardımcı röleyi aktif eder
S M14.2, 1		% M14.2 yardımcı rölenin SET edilmesi

Network 27

% C noktasındaki markalama işleminin sonlandırılması

LD M14.2		% M4.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.5 yardımcı röleyi aktif eder
R M4.2, 1		% Q0.2 çıkışını C noktası için devre dışı bırakır
= M6.5		% M6.5 yardımcı röle

Network 28

% Robotun C noktasından A noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.5		% T45 zamanlayıcıyı aktif eder
----------------	--	--------------------------------

AN M6.6 % T45 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T45, 15 % Robot C noktasında bir süre bekler

Network 29

% Robotun C noktasından A noktasına hareketini sağlamak için yardımcı rölenin SET edilmesi

LD T45 % M15.1 yardımcı röleyi aktif eder
S M15.1, 1 % M15.1 yardımcı rölenin SET edilmesi

Network 30

% Robotun C noktasından A noktasına hareketi

LD M15.1 % M3.2 yardımcı röleyi aktif eder
S M3.2, 1 % Q0.3 çıkışı dördüncü işlem için aktif eder

Network 31

% C noktası ile A noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M6.5 % C4 sayıcıyı aktif eder
AN M6.6 % C4 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD M6.5 % C4 sayıcı değerini yükler
EU % Pozitif kenar tetikleme
CTD C4, 15 % X pistonunun dördüncü işlem için gideceği değer

Network 32

% Robot A noktasına ulaştığı anada o işlemin durdurulması

LD C4 % M6.5 yardımcı röle ile birlikte,
M3.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M6.6 yardımcı röleyi aktif eder
A M6.5 % C4 sayıcı kontağı ile birlikte,
M3.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M6.6 yardımcı röleyi aktif eder
R M3.2, 1 % Q0.3 çıkışı dördüncü işlem için devre dışı bırakır
= M6.6 % M6.6 yardımcı röle

Network 33

% Robotun A noktasından BN noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.6 % T46 sayıcıyı aktif eder
AN M6.7 % T46 sayıcıyı devre dışı bırakır
TON T46, 15 % Robot A noktasında bir süre bekler

Network 34

% Robotun A noktasından BN noktasına hareketi

LD T46 % M5.2 yardımcı röleyi aktif eder
S M5.2, 1 % Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını beşinci işlem için aktif eder

Network 35

% A noktası ile BN noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M6.6 % C5 sayıcıyı aktif eder
AN M6.7 % C5 sayıcıyı devre dışı bırakır

LD M6.6 % C5 sayıcı değerini yükler
EU % Pozitif kenar tetikleme
CTD C5, 10 % X ve Y pistonlarının beşinci işlem için gideceği değer

Network 36

% Robotun BN noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C5 % M6.6 yardımcı röle ile birlikte,
M5.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M6.7 yardımcı röleyi aktif eder
A M6.6 % C5 sayıcı kontağı ile birlikte,
M5.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M6.7 yardımcı röleyi aktif eder
R M5.2, 1 % Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını beşinci işlem için devre dışı bırakır
= M6.7 % M6.7 yardımcı röle

Network 37

%

LD I0.7 % Reset butonu
R M14.0, 3 % M14.0, M14.1, M14.2 yardımcı rölelerinin RESET edilmesi
R M15.0, 2 % M15.0, M15.1 yardımcı rölelerinin RESET edilmesi

Network 39

% Y pistonunun Y+ yönünde hareketi

LD M5.0 % Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O M30.0 % Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
= Q0.0 % Y pistonu Y+ yönünde hareket eder

Network 40

% X pistonunun X+ yönünde hareketi

LD M5.0 % Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O M30.0 % Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
= Q0.1 % X pistonu X+ yönünde hareket eder

Network 41

% Z pistonunun hareketi

LD M4.0 % Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O M4.1 % Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O M4.2 % Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
= Q0.2 % X pistonu Z+ ve Z- yönünde hareket eder

Network 42

% Y pistonunun Y- yönünde hareketi

LD M3.2 % Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O I0.7 % Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O M5.2 % Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
= Q0.3 % Y pistonu Y- yönünde hareket eder

Network 43

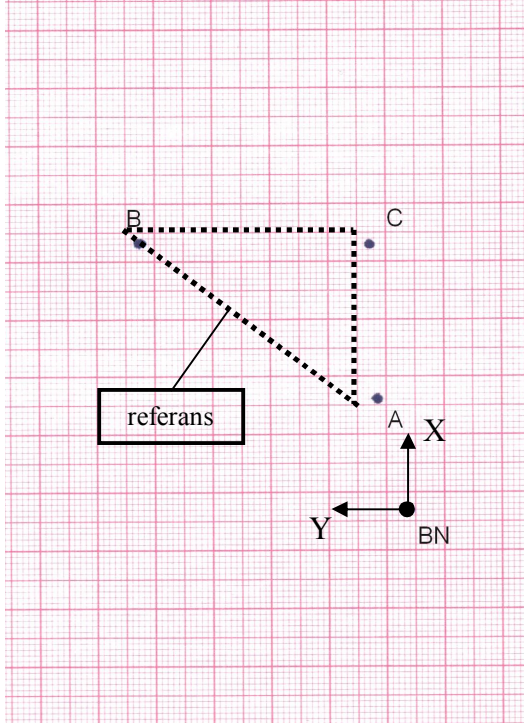
% X pistonunun X- yönünde hareketi

LD M2.2 % Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O I0.7 % Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O M5.2 % Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır

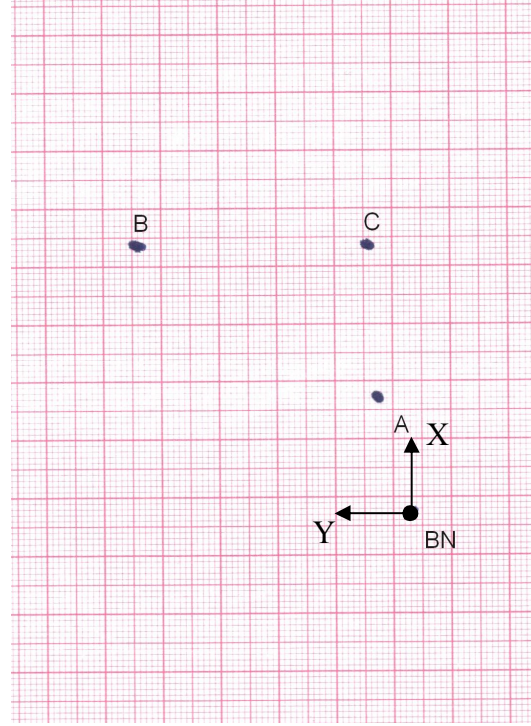
= Q0.4 % X pistonu X- yönünde hareket eder

6.3.3.1. Üç noktanın gerçek zaman çalışması

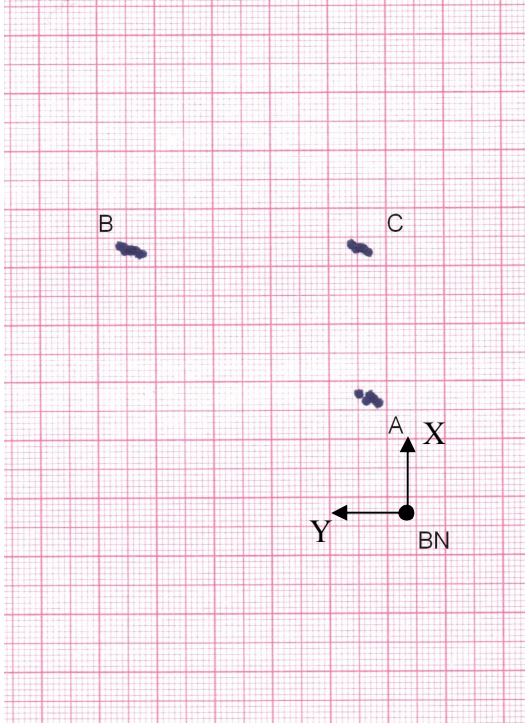
Kartezyen robota yaptırılan üç nokta markalatma şekilleri aşağıda gösterilmiştir



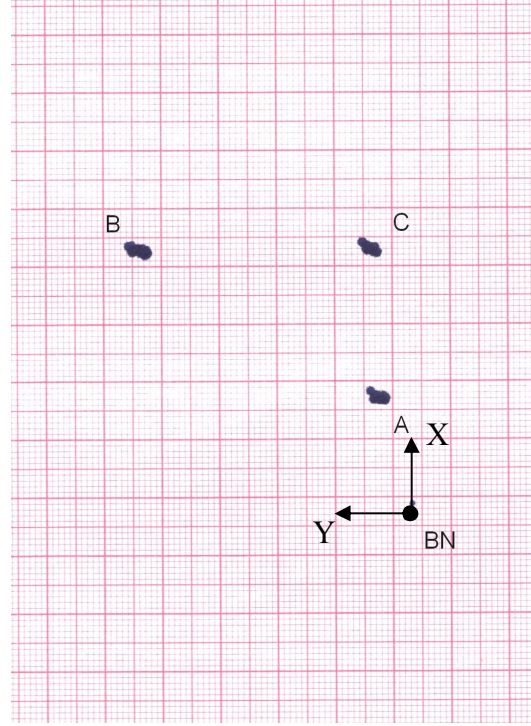
Şekil 6.28.a. Robota bir defa yaptırılan üçgen nokta markalama işlemi



Şekil 6.28.b. Robota iki defa yaptırılan üçgen nokta markalama işlemi



Şekil 6.28.c. Robota beş defa yaptırılan üç nokta markalama işlemi



Şekil 6.28.d. Robota on defa yaptırılan üç nokta markalama işlemi

XY düzleminde milimetrik kağıt üzerine referans olarak gösterilen 30, 40 ve 50 [mm] ölçülerindeki dik üçgenin A, B ve C köşelerini markalama işlemi, uç işlemcisi 0.2 [MPa] basıncı ile çalışan kartezyen robota yaptırılmıştır. Bu markalama işlemi bir, iki, beş ve on defa yaptırılarak konum hassasiyetleri bulunmaya çalışılmıştır (Şekil 6.28a, b, c, d).

6.3.4. Dikdörtgen şeklinin PLC programı

Aşağıda komut listesi olarak programı verilen dikdörtgen şeklinin PLC merdiven diyagramı Şekil D.3'de Network 1, 2, 9, 20 ve 29 örnek olarak verilmiştir.

Network 1

% Robotun başlangıç noktasından (BN) A noktasına hareketi

LD I0.6

% Start butonu

S M5.0, 1

% Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarının birinci işlem için aktif eder

Network 2

% Başlangıç noktası (BN) ile A noktası arasındaki mesafe

LD M0.0

% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu

EU

% Pozitif kenar tetikleme

AN M6.0

% C1 sayıcının saymasını engeller

LD I0.7 % Reset butonu
ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C1, 10 % X ve Y pistonlarının birinci işlem için gideceği değer

Network 3

% Robotun A noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C1 % M5.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır,
M6.0 yardımcı röleyi aktif eder
R M5.0, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarının birinci işlem için devre dışı bırakır
= M6.0 % M6.0 yardımcı röle

Network 4

% ABCD dörtgeninin çizimine başlamadan önce robotun belirli bir süre beklemesi

LD M6.0 % T37 zamanlayıcı aktif eder
AN M6.1 % T37 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T37, 15 % Z pistonu A noktasına ulaşmadan önce bir süre bekler

Network 5

% ABCD dörtgen çizimi için Z ekseninde hareket eden pistonu bağlı kalemin A noktasına ulaşması

LD T37 % M4.0 yardımcı röleyi aktif eder
S M4.0, 1 % Q0.2 çıkışını için aktif eder

Network 6

% Robotun A noktasından B noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M4.0 % T38 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.1 % T38 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T38, 15 % Robot A noktasında bir süre bekler

Network 7

% Robotun A noktasından B noktasına hareketi

LD T38 % M2.0 yardımcı röleyi aktif eder
S M2.0, 1 % Q0.0 çıkışını ikinci işlem için aktif eder

Network 8

% A noktası ile B noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M6.0 % C2 sayıcıyı aktif eder
AN M6.1 % C2 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD I0.7 % Reset butonu
ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C2, 31 % X pistonunun ikinci işlem için gideceği değer

Network 9

% Robotun B noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C2 % M2.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır,
M6.1 yardımcı röleyi aktif eder
R M2.0, 1 % Q0.0 çıkışını ikinci işlem için devre dışı bırakır
= M6.1 % M6.1 yardımcı röle

Network 10

% Robotun B noktasından C noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.1 % T39 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.2 % T39 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T39, 15 % Robot B noktasında bir süre bekler

Network 11

% Robotun B noktasından C noktasına hareketi

LD T39 % M3.0 yardımcı röleyi aktif eder
S M3.0, 1 % Q0.1 çıkışının üçüncü işlem için aktif edilmesi

Network 12

% B noktası ile C noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M6.1 % C3 sayıcıyı aktif eder
AN M6.2 % C3 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD I0.7 % Reset butonu
ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C3, 37 % Y pistonunun üçüncü işlem için gideceği değer

Network 13

% Robotun C noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C3 % M3.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır,
M6.2 yardımcı röleyi aktif eder
R M3.0, 1 % Q0.1 çıkışını üçüncü işlem için devre dışı bırakır
= M6.2 % M6.2 yardımcı röle

Network 14

% Robotun C noktasından D noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.2 % T40 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.3 % T40 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T40, 15 % Robot C noktasında bir süre bekler

Network 15

% Robotun C noktasından D noktasına hareketi

LD T40 % M2.2 yardımcı röleyi aktif eder
S M2.2, 1 % Q0.3 çıkışını dördüncü işlem için aktif eder

Network 16

% C noktası ile D noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M6.2 % C4 sayıcıyı aktif eder
AN M6.3 % C4 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD M6.2 % C4 sayıcı değerini yükler
EU % Pozitif kenar tetikleme
CTD C4, 36 % X pistonunun dördüncü işlem için gideceği değer

Network 17

% Robotun D noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C4	% M6.2 yardımcı röle ile birlikte, M2.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.3 yardımcı röleyi aktif eder
A	M6.2	% C4 sayıcı kontağı ile birlikte, M2.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.3 yardımcı röleyi aktif eder
R	M2.2, 1	% Q0.3 çıkışını dördüncü işlem için devre dışı bırakır
=	M6.3	% M6.3 yardımcı röle

Network 18

% Robotun D noktasından A noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD	M6.3	% T41 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M6.4	% T41 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T41, 8	% Robot D noktasında bir süre bekler

Network 19

% Robotun D noktasından A noktasına hareketi

LD	T41	% M3.2 yardımcı röleyi aktif eder
S	M3.2, 1	% Q0.4 çıkışını beşinci işlem için aktif eder

Network 20

% D noktası ile A noktası arasındaki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M6.3	% C5 sayıcıyı aktif eder
AN	M6.4	% C5 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	M6.3	% C5 sayıcı değerini yükler
EU		% Pozitif kenar tetikleme
CTD	C5, 41	% Y pistonunun beşinci işlem için gideceği değer

Network 21

% Robotun A noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C5	% M6.3 yardımcı röle ile birlikte, M3.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.4 yardımcı röleyi aktif eder
A	M6.3	% C5 sayıcı kontağı ile birlikte, M3.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.4 yardımcı röleyi aktif eder
R	M3.2, 1	% Q0.4 çıkışını beşinci işlem için devre dışı bırakır
=	M6.4	% M6.4 yardımcı röle

Network 22

% ABCD dörtgeni için Z ekseninde çalışan pistonun işleminin durdurulması

LD	M6.4	% M4.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
R	M4.0, 1	% Q0.2 çıkışını devre dışı bırakır
=	M6.5	% M6.5 yardımcı röle

Network 23

% Robotun A noktasından BN noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD	M6.5	% T42 zamanlayıcıyı aktif eder
-----------	-------------	--------------------------------

AN M6.6 % T42 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T43, 8 % Robot A noktasında bir süre bekler

Network 24

% A noktasından BN noktasına hareketi

LD T43 % M5.2 yardımcı röleyi aktif eder
S M5.2, 1 % Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını altıncı işlem için aktif eder

Network 25

% A noktası ile BN noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M6.5 % C6 sayıcıyı aktif eder
AN M6.6 % C6 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD M6.5 % C6 sayıcı değerini yükler
EU % Pozitif kenar tetikleme
CTD C6, 20 % X ve Y pistonlarının altıncı işlem için gideceği değer

Network 26

% BN noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C6 % M6.5 yardımcı röle ile birlikte,
M5.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M6.6 yardımcı röleyi aktif eder
A M6.5 % C6 sayıcı kontağı ile birlikte,
M5.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M6.6 yardımcı röleyi aktif eder
R M5.2, 1 % Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarının altıncı işlem için devre dışı bırakır
= M6.6 % M6.6. yardımcı röle

Network 28

% X pistonunun X+ yönünde hareketi

LD M5.0 % Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O M2.0 % Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
= Q0.0 % X pistonu X+ yönünde hareket eder

Network 29

% Y pistonunun Y+ yönünde hareketi

LD M5.0 % Q0.1 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O M3.0 % Q0.1 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
= Q0.1 % Y pistonu Y+ yönünde hareket eder

Network 30

% Z piston hareketi

LD M4.0 % Q0.2 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
= Q0.2 % Z pistonu Z+ ve Z- yönünde hareket eder

Network 31

% X pistonunun X- yönünde hareketi

LD M2.2 % Q0.3 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O I0.7 % Q0.3 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O M5.2 % Q0.3 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
= Q0.3 % X pistonu X- yönünde hareket eder

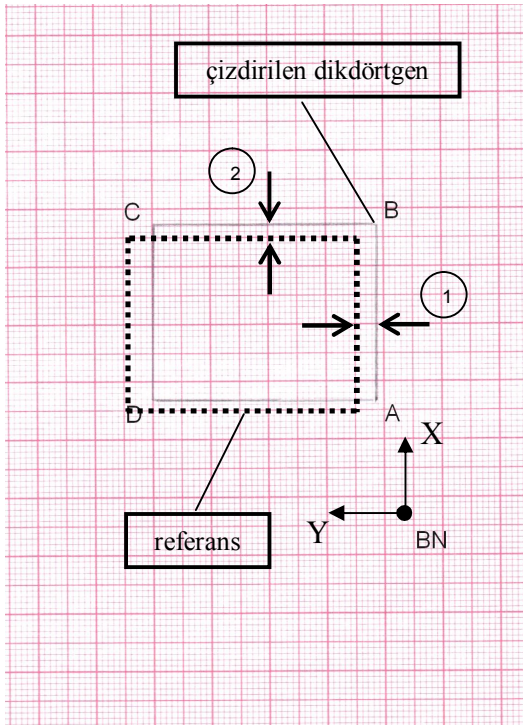
Network 32

% Y pistonunun Y- yönünde hareketi

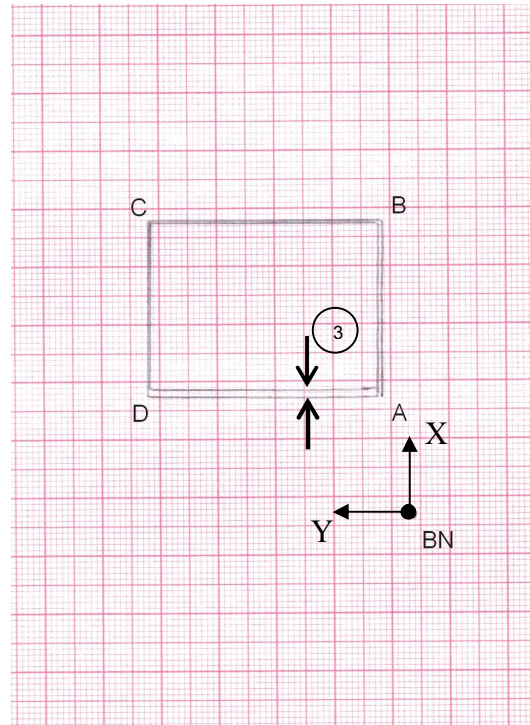
LD	M3.2	% Q0.4 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	I0.7	% Q0.4 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.2	% Q0.4 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.4	% Y pistonu Y- yönünde hareket eder

6.3.4.1. Dikdörtgen şeklinin gerçek zaman çalışması

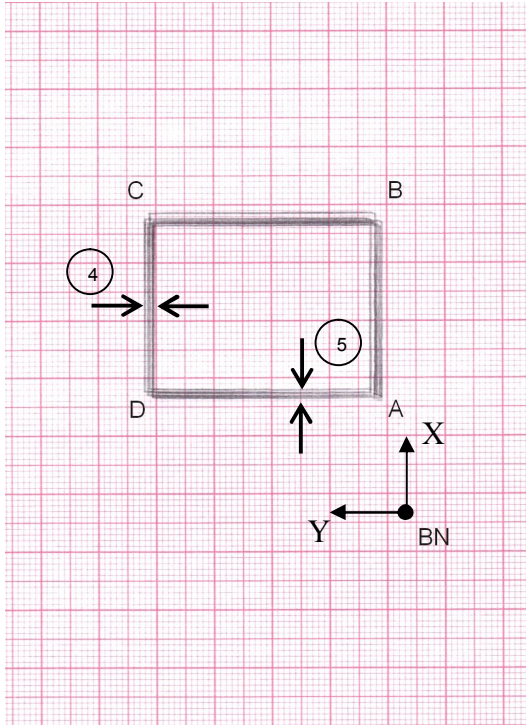
Kartezyen robota çizdirilen dikdörtgen şeklinin gerçek zamanda çizimleri aşağıdadır.



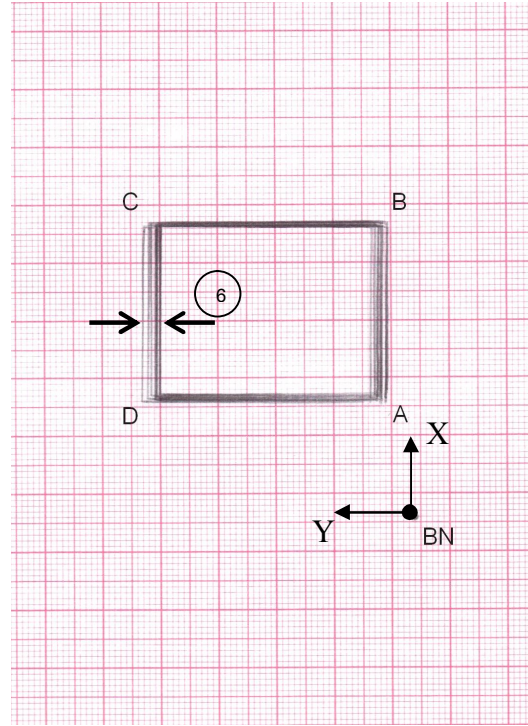
Şekil 6.29.a. Robota çizdirilen dikdörtgen



Şekil 6.29.b. Robota iki defa çizdirilen dikdörtgen



Şekil 6.29.c. Robota beş defa çizdirilen dikdörtgen



Şekil 6.29.d. Robota on defa çizdirilen dikdörtgen

İşlemcisi 0.2 [MPa] basınç altında çalışan kartezyen robota XY düzleminde yerleştirilen milimetrik kağıt üzerine 30x40 [mm] ölçülerinde ABCD dikdörtgeni çizdirilmiştir.

Çizdirilen ABCD dikdörtgeni 31x39 [mm] ölçülerindedir (Şekil 6.29a). “1” numara ile gösterilen Y eksenini doğrultusundaki hata 4 [mm], “2” numara ile gösterilen X eksenini doğrultusundaki hata 2 [mm]’ dir. Bu hatalar kartezyen robotun mekanik bağlantılarından, Z pistonunun Y pistonuna ve Y pistonunun X pistonuna bağlı olmasından kaynaklanabilir.

Şekil 6.29b’de robota art arda iki kez çizdirilen ABCD dikdörtgeni görülmektedir. Burada “3” numara ile gösterilen hata 2 [mm]’ dir. Bu hata doğrusal kodlayıcının çözünürlüğünden ve robotun mekanik bağlantısından kaynaklanıyor olabilir.

Robota art arda beş kez çizdirilen ABCD dikdörtgeni Şekil 6.29c’de gösterilmiştir. Burada “4” numara ile gösterilen kenar genişliği 3 [mm]’ dir. “5” numara ile gösterilen kenar genişliği ise 2 [mm]’ dir. Buradaki hatalarda ise; pnömatik hava

tankındaki basıncın azalmasına bağlı olarak çalışma basıncındaki düşme, mekanik bağlantı ve pozisyon sensorunun çözünürlüğü gibi faktörlerin rol oynadığı düşünülebilir.

ABCD dikdörtgeni robota art arda on kez çizdirilmiş ve Şekil 6.29d’de gösterilmiştir. Burada “6” numara ile gösterilen kenar genişliği 4 [mm]’ dir. Bu hata; sistemin sürekli çalışarak ısınmasından kaynaklanan termodinamik olaylar, çalışma basıncındaki azalma, sensor çözünürlüğü ve robotun mekanik bağlantısı ile ilgili olabilir.

6.3.5. İç içe dikdörtgen şeklinin PLC programı

Aşağıda komut listesi olarak programı verilen iç içe dikdörtgen şeklinin PLC merdiven diyagramı Şekil D.4’de Network 1, 2, 14, 43 ve 57 örnek olarak verilmiştir.

Network 1

% Robotun başlangıç noktasından (BN) A noktasına hareketi

LD I0.6 % Start butonu
S M5.0, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarının birinci işlem için aktif eder

Network 2

% Başlangıç noktası (BN) ile A noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
AN M6.0 % C1 sayıcının saymasını engeller
LD I0.7 % Reset butonu
ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C1, 10 % X ve Y pistonlarının birinci işlem için gideceği değer

Network 3

% Robotun A noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C1 % M5.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır,
M6.0 yardımcı röleyi aktif eder
R M5.0, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarının birinci işlem için devre dışı bırakır
= M6.0 % M6.0 yardımcı röle

Network 4

% ABCD dörtgeninin çizimine başlamadan önce robotun belirli bir süre beklemesi

LD M6.0 % T37 zamanlayıcı aktif eder
AN M6.1 % T37 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T37, 15 % Z pistonu A noktasına ulaşmadan önce bir süre bekler

Network 5

% ABCD dörtgen çizimi için Z ekseninde hareket eden pistonu bağlı kalemin A noktasına ulaşması

LD T37 % M4.0 yardımcı röleyi aktif eder
S M4.0, 1 % Q0.2 çıkışını birinci dikdörtgen için aktif eder

Network 6

% Robotun A noktasından B noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M4.0 % T38 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.1 % T38 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T38, 15 % Robot A noktasında bir süre bekler

Network 7

% Robotun A noktasından B noktasına hareketi

LD T38 % M2.0 yardımcı röleyi aktif eder
S M2.0, 1 % Q0.0 çıkışını ikinci işlem için aktif eder

Network 8

% A noktası ile B noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M6.0 % C2 sayıcıyı aktif eder
AN M6.1 % C2 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD I0.7 % Reset butonu
ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C2, 31 % X pistonun ikinci işlem için gideceği değer

Network 9

% Robotun B noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C2 % M2.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır,
M6.1 yardımcı röleyi aktif eder
R M2.0, 1 % Q0.0 çıkışını ikinci işlem için devre dışı bırakır
= M6.1 % M6.1 yardımcı röle

Network 10

% Robotun B noktasından C noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.1 % T39 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.2 % T39 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T39, 15 % Robot B noktasında bir süre bekler

Network 11

% Robotun B noktasından C noktasına hareketi

LD T39 % M3.0 yardımcı röleyi aktif eder
S M3.0, 1 % Q0.1 çıkışının üçüncü işlem için aktif edilmesi

Network 12

% B noktası ile C noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M6.1 % C3 sayıcıyı aktif eder
AN M6.2 % C3 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD I0.7 % Reset butonu

ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C3, 37 % Y pistonunun üçüncü işlem için gideceği değer

Network 13

% Robotun C noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C3 % M3.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır,
M6.2 yardımcı röleyi aktif eder

R M3.0, 1 % Q0.1 çıkışını üçüncü işlem için devre dışı bırakır
= M6.2 % M6.2 yardımcı röle

Network 14

% Robotun C noktasından D noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.2 % T40 zamanlayıcıyı aktif eder

AN M6.3 % T40 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T40, 15 % Robot C noktasında bir süre bekler

Network 15

% Robotun C noktasından D noktasına hareketi

LD T40 % M2.2 yardımcı röleyi aktif eder

S M2.2, 1 % Q0.3 çıkışını dördüncü işlem için aktif eder

Network 16

% C noktası ile D noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu

EU % Pozitif kenar tetikleme

A M6.2 % C4 sayıcıyı aktif eder

AN M6.3 % C4 sayıcıyı devre dışı bırakır

LD M6.2 % C4 sayıcı değerini yükler

EU % Pozitif kenar tetikleme

CTD C4, 36 % X pistonunun dördüncü işlem için gideceği değer

Network 17

% Robotun D noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C4 % M6.2 yardımcı röle ile birlikte,
M2.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M6.3 yardımcı röleyi aktif eder

A M6.2 % C4 sayıcı kontağı ile birlikte,
M2.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M6.3 yardımcı röleyi aktif eder

R M2.2, 1 % Q0.3 çıkışını dördüncü işlem için devre dışı bırakır
= M6.3 % M6.3 yardımcı röle

Network 18

% Robotun D noktasından A noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.3 % T41 zamanlayıcıyı aktif eder

AN M6.4 % T41 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T41, 8 % Robot D noktasında bir süre bekler

Network 19

% Robotun D noktasından A noktasına hareketi

LD T41 % M3.2 yardımcı röleyi aktif eder

S M3.2, 1 % Q0.4 çıkışını beşinci işlem için aktif eder

Network 20

% D noktası ile A noktası arasındaki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M6.3	% C5 sayıcıyı aktif eder
AN	M6.4	% C5 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	M6.3	% C5 sayıcı değerini yükler
EU		% Pozitif kenar tetikleme
CTD	C5, 41	% Y pistonunun beşinci işlem için gideceği değer

Network 21

% Robotun A noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C5	% M6.3 yardımcı röle ile birlikte, M3.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.4 yardımcı röleyi aktif eder
A	M6.3	% C5 sayıcı kontağı ile birlikte, M3.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.4 yardımcı röleyi aktif eder
R	M3.2, 1	% Q0.4 çıkışını beşinci işlem için devre dışı bırakır
=	M6.4	% M6.4 yardımcı röle

Network 22

% ABCD dörtgeni için Z ekseninde çalışan pistonun işleminin durdurulması

LD	M6.4	% M4.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
R	M4.0, 1	% Q0.2 çıkışını birinci dikdörtgen için devre dışı bırakır
=	M6.5	% M6.5 yardımcı röle

Network 23

% Robotun A noktasından BN noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD	M6.5	% T42 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M6.6	% T42 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T43, 8	% Robot A noktasında bir süre bekler

Network 24

% A noktasından BN noktasına hareketi

LD	T43	% M5.2 yardımcı röleyi aktif eder
S	M5.2, 1	% Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını altıncı işlem için aktif eder

Network 25

% A noktası ile BN noktası arasındaki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M6.5	% C6 sayıcıyı aktif eder
AN	M6.6	% C6 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	M6.5	% C6 sayıcı değerini yükler
EU		% Pozitif kenar tetikleme
CTD	C6, 20	% X ve Y pistonlarının altıncı işlem için gideceği değer

Network 26

% BN noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C6	% M6.5 yardımcı röle ile birlikte, M5.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.6 yardımcı röleyi aktif eder
-----------	-----------	--

A	M6.5	% C6 sayıcı kontağı ile birlikte, M5.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.6 yardımcı röleyi aktif eder
R	M5.2, 1	% Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarının altıncı işlem için devre dışı bırakır
=	M6.6	% M6.6. yardımcı röle

Network 27

% Robotun BN noktasından a noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD	M6.6	% T44 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M7.0	% T44 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T44, 8	% Robot BN noktasında bir süre bekler

Network 28

% Robotun BN noktasından a noktasına hareketi

LD	T44	% M5.4 yardımcı röleyi aktif eder
S	M5.4, 1	% Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını yedinci işlem için aktif eder

Network 29

% BN noktası ile a noktası arasındaki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M6.6	% C7 sayıcıyı aktif eder
AN	M7.0	% C7 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	I0.7	% Reset butonu
ED		% Negatif kenar tetikleme
CTU	C7, 25	% X ve Y pistonlarının yedinci işlem için gideceği değer

Network 30

% Robotun a noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C7	% M5.4 yardımcı röleyi devre dışı bırakır, M7.0 yardımcı röleyi aktif eder
R	M5.4, 1	% Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını yedinci işlem için devre dışı bırakır
=	M7.0	% M7.0 yardımcı röle

Network 31

% abcd dörtgeninin çizimine başlamadan önce robotun belirli bir süre beklemesi

LD	M7.0	% T45 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M7.1	% T45 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T45, 8	% Z pistonu a noktasına ulaşmadan önce bir süre bekler

Network 32

% abcd dörtgen çizimi için Z ekseninde hareket eden pistonu bağlı kalemin a noktasına ulaşması

LD	T45	% M4.4 yardımcı röleyi aktif eder
S	M4.4, 1	% Q0.2 çıkışını ikinci dikdörtgen için aktif eder

Network 33

% Robotun a noktasından b noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD	M4.4	% T46 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M7.1	% T46 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T46, 8	% Robot a noktasında bir süre bekler

Network 34

% Robotun a noktasından b noktasına hareketi

LD T46 % M2.4 yardımcı röleyi aktif eder
S M2.4, 1 % Q0.0 çıkışını sekizinci işlem için aktif eder

Network 35

% a noktası ile b noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M7.0 % C8 sayıcıyı aktif eder
AN M7.1 % C8 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD I0.7 % Reset butonu
ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C8, 15 % X pistonunun sekizinci işlem için gideceği değer

Network 36

% Robotun b noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C8 % M2.4 yardımcı röleyi devre dışı bırakır,
M7.1 yardımcı röleyi aktif eder
R M2.4, 1 % Q0.0 çıkışını sekizinci işlem için devre dışı bırakır
= M7.1 % M7.1 yardımcı röle

Network 37

% Robotun b noktasından c noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M7.1 % T47 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M7.2 % T47 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T47, 8 % Robot b noktasında bir süre bekler

Network 38

% Robotun b noktasından c noktasına hareketi

LD T47 % M3.4 yardımcı röleyi aktif eder
S M3.4, 1 % Q0.1 çıkışını dokuzuncu işlem için aktif eder

Network 39

% b noktası ile c noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M7.1 % C9 sayıcıyı aktif eder
AN M7.2 % C9 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD I0.7 % Reset butonu
ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C9, 30 % Y pistonunun dokuzuncu işlem için gideceği değer

Network 40

% Robotun c noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C9 % M3.4 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M7.2 yardımcı röleyi aktif eder
R M3.4, 1 % Q0.1 çıkışının dokuzuncu işlem için devre dışı bırakılması
= M7.2 % M7.2 yardımcı röle

Network 41

% Robotun c noktasında d noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD	M7.2	% T48 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M7.3	% T48 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T48, 8	% Robot c noktasında bir süre bekler

Network 42

% Robotun c noktasından d noktasına hareketi

LD	T48	% M2.6 yardımcı röleyi aktif eder
S	M2.6, 1	% Q0.3 çıkışını onuncu işlem için aktif eder

Network 43

% c noktası ile d noktası arasında ki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M7.2	% C10 sayıcıyı aktif eder
AN	M7.3	% C10 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	M7.2	% C10 sayıcı değerini yükler
EU		% Pozitif kenar tetikleme
CTD	C10, 18	% X pistonunun onuncu işlem için gideceği mesafe

Network 44

% Robotun d noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C10	% M7.2 yardımcı röle ile birlikte, M2.6 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M7.3 yardımcı röleyi aktif eder
A	M7.2	% C10 sayıcı kontağı ile birlikte, M2.6 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M7.3 yardımcı röleyi aktif eder
R	M2.6, 1	% Q0.3 çıkışını onuncunu işlem için devre dışı bırakır
=	M7.3	% M7.3 yardımcı röle

Network 45

% Robotun d noktasından a noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD	M7.3	% T49 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M7.4	% T49 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T49, 8	% Robot d noktasında bir süre bekler

Network 46

% Robotun d noktasından a noktasına hareketi

LD	T49	% M3.6 yardımcı röleyi aktif eder
S	M3.6, 1	% Q0.4 çıkışını onuncu işlem için aktif eder

Network 47

% d noktası ile a noktası arasındaki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M7.3	% C11 sayıcıyı aktif eder
AN	M7.4	% C11 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	M7.3	% C11 sayıcı değerini yükler
EU		% Pozitif kenar tetikleme
CTD	C11, 37	% Y pistonunun onbirinci işlem için gideceği değer

Network 48

% Robot a noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C11	% M7.3 yardımcı röle ile birlikte, M3.6 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M7.4 yardımcı röleyi aktif eder
A	M7.3	% C11 sayıcı kontağı ile birlikte, M3.6 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M7.4 yardımcı röleyi aktif eder
R	M3.6, 1	% Q0.4 çıkışının onbirinci işlem için devre dışı bırakılması
=	M7.4	% M7.4 yardımcı röle

Network 49

% abcd dörtgeni için Z ekseninde çalışan pistonun işleminin durdurulması

LD	M7.4	% M4.4 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M7.5 yardımcı röleyi aktif eder
R	M4.4, 1	% Q0.2 çıkışını ikinci kare için devre dışı bırakır
=	M7.5	% M7.5 yardımcı röle

Network 50

% Robotun a noktasından BN noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD	M7.5	% T51 zamanlayıcının aktif edilmesi
AN	M7.6	% T51 zamanlayıcının devre dışı bırakılması
TON	T51, 8	% Robot a noktasında bir süre bekler

Network 51

% Robotun a noktasından BN noktasına hareketi

LD	T51	% M5.6 yardımcı röleyi aktif eder
S	M5.6, 1	% Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarının onikinci işlem için aktif edilmesi

Network 52

% a noktası ile BN noktası arasındaki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M7.5	% C12 sayıcıyı aktif eder
AN	M7.6	% C12 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	M7.5	% C12 sayıcı değerini yükler
EU		% Pozitif kenar tetikleme
CTD	C12, 25	% X ve Y pistonlarının onikinci işlem için gideceği değer

Network 53

% Robot BN noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C12	% M7.5 yardımcı röle ile birlikte, M5.6 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M7.6 yardımcı röleyi aktif eder
A	M7.5	% C12 sayıcı kontağı ile birlikte, M5.6 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M7.6 yardımcı röleyi aktif eder
R	M5.6, 1	% Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını onikinci işlem için devre dışı bırakır
=	M7.6	% M7.6 yardımcı röle

Network 55

% X pistonunun X+ yönünde hareketi

LD	M5.0	% Q0.0 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M2.0	% Q0.0 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.4	% Q0.0 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M2.4	% Q0.0 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.0	% X pistonu X+ yönünde hareket eder

Network 56

% Y pistonunun Y+ yönünde hareketi

LD	M5.0	% Q0.1 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M3.0	% Q0.1 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.4	% Q0.1 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M3.4	% Q0.1 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.1	% Y pistonu Y+ yönünde hareket eder

Network 57

% Z piston hareketi

LD	M4.0	% Q0.2 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M4.4	% Q0.2 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.2	% Z pistonu Z+ ve Z- yönünde hareket eder

Network 58

% X pistonunun X- yönünde hareketi

LD	M2.2	% Q0.3 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	I0.7	% Q0.3 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.2	% Q0.3 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M2.6	% Q0.3 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.6	% Q0.3 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.3	% X pistonu X- yönünde hareket eder

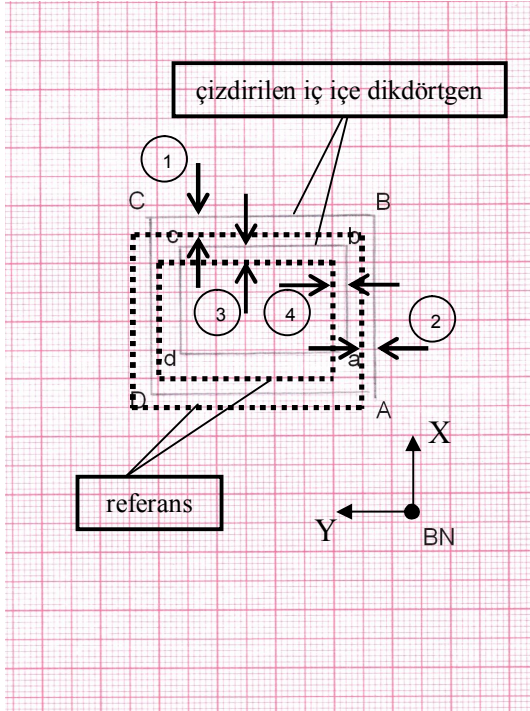
Network 59

% Y pistonunun Y- yönünde hareketi

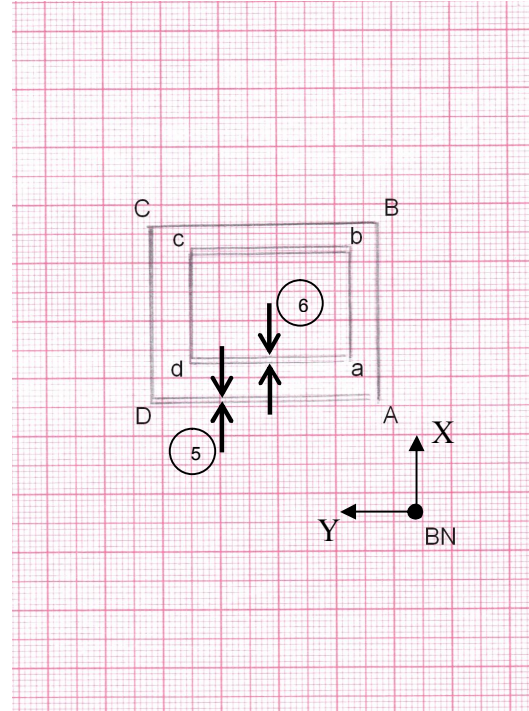
LD	M3.2	% Q0.4 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	I0.7	% Q0.4 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.2	% Q0.4 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M3.6	% Q0.4 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.6	% Q0.4 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.4	% Y pistonu Y- yönünde hareket eder

6.3.5.1. İç içe dikdörtgen şeklinin gerçek zaman çalışması

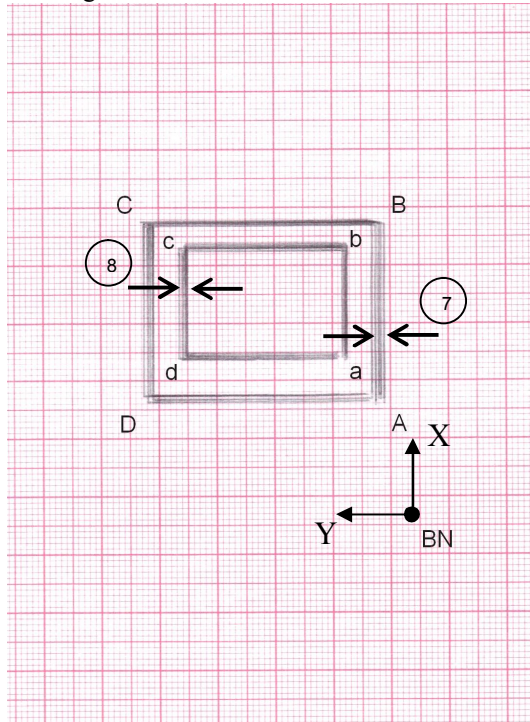
Kartezyen robota çizdirilen iç içe dikdörtgen şeklinin gerçek zamanda çizimleri aşağıdadır:



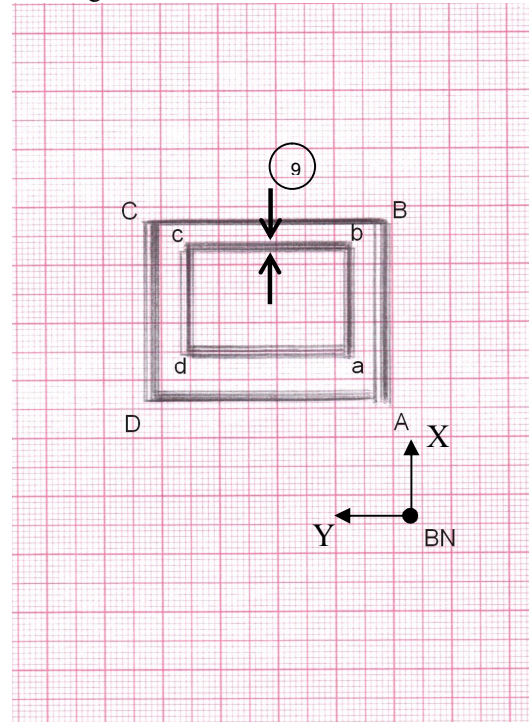
Şekil 6.30.a. Robota bir defa çizdirilen iç içe dikdörtgen



Şekil 6.30.b. Robota iki defa çizdirilen iç içe dikdörtgen



Şekil 6.30.c. Robota beş defa çizdirilen iç içe dikdörtgen



Şekil 6.30.d. Robota on defa çizdirilen iç içe dikdörtgen

XY düzleminde milimetrik kağıt üzerine 30x40 [mm] ölçülerinde bir ABCD dikdörtgeni ve içine 20x30 [mm] ölçülerinde bir abcd dikdörtgeni çizdirilmiştir (Şekil 6.30a). Çizdirilen ABCD dikdörtgeni 32x40 [mm], abcd dikdörtgeni ise 19x29 [mm] ölçülerindedir. “1” numara ile gösterilen X eksenini doğrultusundaki hata 3 [mm], “2” numara ile gösterilen Y eksenini doğrultusundaki hata 2 [mm], “3” numara ile gösterilen hata 3 [mm], “4” numara ile gösterilen hata ise 2 [mm]’ dir. Bu hatalar kartezyen robotun mekanik bağlantılarından ve pozisyon sensorlarının çözünürlüğünden kaynaklanıyor olabilir.

ABCD ve abcd dikdörtgenleri robota art arda iki kez çizdirilmiştir (Şekil 6.30b). Burada “5” numara ile gösterilen hata 1 [mm], “6” numara ile gösterilen hata 1 [mm]’ dir. Hatalar doğrusal kodlayıcının çözünürlüğü, robotun mekanik bağlantısı ile ilgili olabilir.

ABCD ve abcd dikdörtgenleri robota art arda beş defa çizdirilmiştir (Şekil 6.30c). Burada “7” numara ile gösterilen kenar genişliği 4 [mm], “8” numara ile gösterilen kenar genişliği ise 3 [mm]’ dir. Pnömatik hava tankındaki basıncın azalmasına bağlı olarak çalışma basıncındaki düşme, mekanik bağlantı ve pozisyon sensorunun çözünürlüğü bu hatalara neden olabilir.

ABCD dikdörtgeni ve abcd dikdörtgeni robota art arda on defa çizdirilmiştir (Şekil 6.30d). Burada “9” numara ile gösterilen kenar genişliği 2 [mm]’ dir. Bu hata; sistemin sürekli çalışarak ısınmasından kaynaklanan termodinamik olaylar, çalışma basıncındaki azalma, sensor çözünürlüğü ve robotun mekanik bağlantısından kaynaklanmış olabilir.

6.3.6. Üçgen şeklinin PLC programı

Aşağıda komut listesi olarak programı verilen üçgen şeklinin PLC merdiven diyagramı Şekil D.5’de Network 1, 2, 18, 21 ve 24 örnek olarak verilmiştir.

```
Network 1
% Robotun başlangıç noktasından (BN) A noktasına hareketi
LD I0.6 % Start butonu
```

S M30.0, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarının birinci işlem için aktif edilmesi

Network 2

% Başlangıç noktası (BN) ile A noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
AN M6.0 % C1 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD I0.7 % Reset butonu
ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C1, 10 % X ve Y pistonlarının birinci işlem için gideceği değer

Network 3

% Robotun A noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C1 % M30.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır,
M6.0 yardımcı röleyi aktif eder
R M30.0, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını birinci işlem için devre dışı bırakır
= M6.0 % M6.0 yardımcı röle

Network 4

% ABC üçgenin çizimine başlamadan önce robotun belirli bir süre beklemesi

LD M6.0 % T37 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.1 % T37 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T37, 15 % Z pistonu A noktasına ulaşmadan önce bir süre bekler

Network 5

% ABC üçgen çizimi için Z ekseninde hareket eden pistonu bağlı kalemin A noktasına ulaşması

LD T37 % M4.0 yardımcı röleyi aktif eder
S M4.0, 1 % Q0.2 çıkışını aktif eder

Network 6

% Robotun A noktasından B noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M4.0 % T38 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.1 % T38 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T38, 15 % Robot A noktasında bir süre bekler

Network 7

% Robotun A noktasından B noktasına hareketi

LD T38 % M5.0 yardımcı röleyi aktif eder
S M5.0, 1 % Q0.1 ve Q0.2 çıkışlarını ikinci işlem için aktif eder

Network 8

% A noktası ile B noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M6.0 % C2 sayıcıyı aktif eder
AN M6.1 % C2 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD I0.7 % Reset butonu
ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C2, 43 % X ve Y pistonunun ikinci işlem için gideceği değer

Network 9

% Robotun B noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C2 % M5.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır,
M6.1 yardımcı röleyi aktif eder

R M5.0, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını ikinci işlem için devre dışı bırakır
= M6.1 % M6.1 yardımcı röle

Network 10

% Robotun B noktasından C noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.1 % T39 zamanlayıcıyı aktif eder

AN M6.2 % T39 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T39, 15 % Robot B noktasında bir süre bekler

Network 11

% Robotun B noktasından C noktasına hareketi

LD T39 % M2.2 yardımcı röleyi aktif eder

S M2.2, 1 % Q0.4 çıkışını üçüncü işlem için aktif eder

Network 12

% B noktası ile C noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu

EU % Pozitif kenar tetikleme

A M6.1 % C3 sayıcıyı aktif eder

AN M6.2 % C3 sayıcıyı devre dışı bırakır

LD M6.1 % C3 sayıcı değerini yükler

EU % Pozitif kenar tetikleme

CTD C3, 41 % Y pistonunun üçüncü işlem için gideceği değer

Network 13

% Robotun C noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C3 % M6.1 yardımcı röle ile birlikte,
M2.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M6.2 yardımcı röleyi aktif eder

A M6.1 % C3 sayıcı kontağı ile birlikte,
M2.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M6.2 yardımcı röleyi aktif eder

R M2.2, 1 % Q0.4 çıkışını üçüncü işlem için devre dışı bırakır
= M6.2 % M6.2 yardımcı röle

Network 14

% Robotun C noktasından A noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.2 % T40 zamanlayıcıyı aktif eder

AN M6.3 % T40 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T40, 15 % Robotun C noktasında bir süre beklemesi

Network 15

% Robotun C noktasından A noktasına hareketi

LD T40 % M3.2 yardımcı röleyi aktif eder

S M3.2, 1 % Q0.3 çıkışını dördüncü işlem için aktif eder

Network 16

% C noktası ile A noktası arasındaki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M6.2	% C4 sayıcıyı aktif eder
AN	M6.3	% C4 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	M6.2	% C4 sayıcı değerini yükler
EU		% Pozitif kenar tetikleme
CTD	C4, 30	% X pistonunun dördüncü işlem için gideceği değer

Network 17

% Robotun A noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C4	% M6.2 yardımcı röle ile birlikte, M3.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
A	M6.2	M6.3 yardımcı röleyi aktif eder
R	M3.2, 1	% C4 sayıcı kontağı ile birlikte, M3.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
=	M6.3	M6.3 yardımcı röleyi aktif eder
		% Q0.3 çıkışını dördüncü işlem için devre dışı bırakır
		% M6.3 yardımcı röle

Network 18

% ABC üçgeni için Z ekseninde çalışan pistonun işleminin durdurulması

LD	M6.3	% M4.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
R	M4.0, 1	% Q0.2 çıkışını devre dışı bırakır
=	M6.4	% M6.4 yardımcı röle

Network 19

% Robotun A noktasından BN noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD	M6.4	% T41 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M6.5	% T41 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T41, 8	% Robot A noktasında bir süre bekler

Network 20

% A noktasından BN noktasına hareket

LD	T41	% M5.2 yardımcı röleyi aktif eder
S	M5.2, 1	% Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını beşinci işlem için aktif eder

Network 21

% A noktası ile BN noktası arasındaki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M6.4	% C5 sayıcıyı aktif eder
AN	M6.5	% C5 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	M6.4	% C5 sayıcı değerini yükler
EU		% Pozitif kenar tetikleme
CTD	C5, 15	% X ve Y pistonlarının beşinci işlem için gideceği değer

Network 22

% BN noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C5	% M6.4 yardımcı röle ile birlikte, M5.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.5 yardımcı röleyi aktif eder
A	M6.4	% C5 sayıcı kontağı ile birlikte, M5.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.5 yardımcı röleyi aktif eder
R	M5.2, 1	% Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını beşinci işlem için devre dışı bırakır
=	M6.5	% M6.5 yardımcı röle

Network 23

% Y pistonunun Y+ yönünde hareketi

LD	M5.0	% Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M30.0	% Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.0	% Y pistonu Y+ yönünde hareket eder

Network 24

% X pistonunun X+ yönünde hareketi

LD	M5.0	% Q0.1 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M30.0	% Q0.1 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.1	% X pistonu X+ yönünde hareket eder

Network 25

% Z pistonunun hareketi

LD	M4.0	% Q0.2 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.2	% Z pistonu Z+ ve Z- yönünde hareket eder

Network 26

% Y pistonunun Y- yönünde hareketi

LD	M3.2	% Q0.3 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	I0.7	% Q0.3 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.2	% Q0.3 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.3	% Y pistonu Y- yönünde hareket eder

Network 27

% X pistonunun X- yönünde hareketi

LD	M2.2	% Q0.4 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	I0.7	% Q0.4 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.2	% Q0.4 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.4	% X pistonu X- yönünde hareket eder

Başlangıç noktasından (BN) hareket ederek 0.2 [MPa] çalışma basıncı altında robota A noktasından başlayarak XY düzleminde milimetrik kâğıt üzerine 30, 40 ve 50 [mm] ölçülerinde ABC üçgeni çizdirilmiştir (Şekil 6.31a). Çizdirilen ABC üçgeni 30, 42 ve 48 [mm] ölçülerindedir. “1” numara ile gösterilen Y eksenini doğrultusundaki hata 6 [mm], “2” numara ile gösterilen X eksenini doğrultusundaki hata 2 [mm]’ dir. Hatalar kartezyen robotun mekanik bağlantılarından, Z pistonunun Y pistonuna, Y pistonunun X pistonuna bağlı olmasından ve Z pistonuna bağlı çizici elemanın esnekliğinden kaynaklanabilir.

ABC üçgeni robota art arda iki kez çizdirildiğinde, 2 [mm]’ lik bir hata oluşmuş, bu Şekil 6.31b’de “3” numara ile gösterilmiştir. Doğrusal kodlayıcının çözünürlüğü ve robotun mekanik bağlantısı bu hatanın nedeni olabilir.

ABC üçgeni robota art arda beş kez çizdirilmiş ve Şekil 6.31c’ de “4” numara ile gösterilen kenar genişliğinde 2 [mm]’ lik bir hata saptanmıştır. Pnömatik hava tankındaki basıncın azalmasına bağlı olarak çalışma basıncındaki düşme, mekanik bağlantı ve pozisyon sensorunun çözünürlüğü bu hataya yol açabilir.

ABC üçgeni robota art arda on defa çizdirilmiştir (Şekil 6.31d). Burada “5” numara ile gösterilen kenar genişliğinde 4 [mm], “6” numara ile gösterilen kenar genişliğinde 3 [mm]’ lik bir hata ortaya çıkmıştır. Bu hatalar sistemin sürekli çalışarak ısınmasından kaynaklanan termodinamik olaylar, çalışma basıncındaki azalma, sensor çözünürlüğü ve robotun mekanik bağlantısından kaynaklanabilir.

6.3.7. İç içe üçgen şeklinin PLC programı

Aşağıda komut listesi olarak programı verilen iç içe üçgen şeklinin PLC merdiven diyagramı Şekil D.6’da Network 1, 2, 14, 41 ve 57 örnek olarak verilmiştir.

Network 1

% Robotun başlangıç noktasından (BN) A noktasına hareketi

LD I0.6 % Start butonu

S M30.0, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarının birinci işlem için aktif edilmesi

Network 2

% Başlangıç noktası (BN) ile A noktası arasındaki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
AN	M6.0	% C1 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	I0.7	% Reset butonu
ED		% Negatif kenar tetikleme
CTU	C1, 10	% X ve Y pistonlarının birinci işlem için gideceği değer

Network 3

% Robotun A noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C1	% M30.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır, M6.0 yardımcı röleyi aktif eder
R	M30.0, 1	% Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını birinci işlem için devre dışı bırakır
=	. M6.0	% M6.0 yardımcı röle

Network 4

% ABC üçgenin çizimine başlamadan önce robotun belirli bir süre beklemesi

LD	M6.0	% T37 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M6.1	% T37 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T37, 15	% Z pistonu A noktasına ulaşmadan önce bir süre bekler

Network 5

% ABC üçgen çizimi için Z ekseninde hareket eden pistonla bağlı kalemin A noktasına ulaşması

LD	T37	% M4.0 yardımcı röleyi aktif eder
S	M4.0, 1	% Q0.2 çıkışını birinci üçgen için aktif eder

Network 6

% Robotun A noktasından B noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD	M4.0	% T38 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M6.1	% T38 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T38, 15	% Robot A noktasında bir süre bekler

Network 7

% Robotun A noktasından B noktasına hareketi

LD	T38	% M5.0 yardımcı röleyi aktif eder
S	M5.0, 1	% Q0.1 ve Q0.2 çıkışlarını ikinci işlem için aktif eder

Network 8

% A noktası ile B noktası arasındaki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M6.0	% C2 sayıcıyı aktif eder
AN	M6.1	% C2 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	I0.7	% Reset butonu
ED		% Negatif kenar tetikleme
CTU	C2, 43	% X ve Y pistonunun ikinci işlem için gideceği değer

Network 9

% Robotun B noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C2 % M5.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır,
M6.1 yardımcı röleyi aktif eder

R M5.0, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını ikinci işlem için devre dışı bırakır
= M6.1 % M6.1 yardımcı röle

Network 10

% Robotun B noktasından C noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.1 % T39 zamanlayıcıyı aktif eder

AN M6.2 % T39 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T39, 15 % Robot B noktasında bir süre bekler

Network 11

% Robotun B noktasından C noktasına hareketi

LD T39 % M2.2 yardımcı röleyi aktif eder

S M2.2, 1 % Q0.4 çıkışını üçüncü işlem için aktif eder

Network 12

% B noktası ile C noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu

EU % Pozitif kenar tetikleme

A M6.1 % C3 sayıcıyı aktif eder

AN M6.2 % C3 sayıcıyı devre dışı bırakır

LD M6.1 % C3 sayıcı değerini yükler

EU % Pozitif kenar tetikleme

CTD C3, 41 % Y pistonunun üçüncü işlem için gideceği değer

Network 13

% Robotun C noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C3 % M6.1 yardımcı röle ile birlikte,
M2.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M6.2 yardımcı röleyi aktif eder

A M6.1 % C3 sayıcı kontağı ile birlikte,
M2.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M6.2 yardımcı röleyi aktif eder

R M2.2, 1 % Q0.4 çıkışını üçüncü işlem için devre dışı bırakır
= M6.2 % M6.2 yardımcı röle

Network 14

% Robotun C noktasından A noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.2 % T40 zamanlayıcıyı aktif eder

AN M6.3 % T40 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T40, 15 % Robotun C noktasında bir süre beklemesi

Network 15

% Robotun C noktasından A noktasına hareketi

LD T40 % M3.2 yardımcı röleyi aktif eder

S M3.2, 1 % Q0.3 çıkışını dördüncü işlem için aktif eder

Network 16

% C noktası ile A noktası arasındaki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M6.2	% C4 sayıcıyı aktif eder
AN	M6.3	% C4 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	M6.2	% C4 sayıcı değerini yükler
EU		% Pozitif kenar tetikleme
CTD	C4, 30	% X pistonunun dördüncü işlem için gideceği değer

Network 17

% Robotun A noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C4	% M6.2 yardımcı röle ile birlikte, M3.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.3 yardımcı röleyi aktif eder
A	M6.2	% C4 sayıcı kontağı ile birlikte, M3.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.3 yardımcı röleyi aktif eder
R	M3.2, 1	% Q0.3 çıkışını dördüncü işlem için devre dışı bırakır
=	M6.3	% M6.3 yardımcı röle

Network 18

% ABC üçgeni için Z ekseninde çalışan pistonun işleminin durdurulması

LD	M6.3	% M4.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
R	M4.0, 1	% Q0.2 çıkışını birinci üçgen için devre dışı bırakır
=	M6.4	% M6.4 yardımcı röle

Network 19

% Robotun A noktasından BN noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD	M6.4	% T41 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M6.5	% T41 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T41, 8	% Robot A noktasında bir süre bekler

Network 20

% A noktasından BN noktasına hareket

LD	T41	% M5.2 yardımcı röleyi aktif eder
S	M5.2, 1	% Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını beşinci işlem için aktif eder

Network 21

% A noktası ile BN noktası arasındaki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M6.4	% C5 sayıcıyı aktif eder
AN	M6.5	% C5 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	M6.4	% C5 sayıcı değerini yükler
EU		% Pozitif kenar tetikleme
CTD	C5, 15	% X ve Y pistonlarının beşinci işlem için gideceği değer

Network 22

% BN noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C5	% M6.4 yardımcı röle ile birlikte, M5.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.5 yardımcı röleyi aktif eder
A	M6.4	% C5 sayıcı kontağı ile birlikte, M5.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.5 yardımcı röleyi aktif eder
R	M5.2, 1	% Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını beşinci işlem için devre dışı bırakır
=	M6.5	% M6.5 yardımcı röle

Network 23

% Robotun BN noktasından a noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD	M6.5	% T42 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M7.0	% T42 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T42, 8	% Robotun BN noktasında bir süre beklemesi

Network 24

% Robotun BN noktasından a noktasına hareketi

LD	T42	% M2.4 ve M3.4 yardımcı rölelerini aktif eder
S	M2.4, 1	% Q0.1 çıkışını altıncı işlem için aktif eder
S	M3.4, 1	% Q0.0 çıkışını altıncı işlem için aktif eder

Network 25

% X pistonunun gideceği mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M6.5	% C6 sayıcıyı aktif eder
AN	M6.6	% C6 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	I0.7	% Reset butonu
ED		% Negatif kenar tetikleme
CTU	C6, 20	% X pistonunun altıncı işlem için gideceği değer

Network 26

% Y pistonunun gideceği mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M6.5	% C7 sayıcıyı aktif eder
AN	M7.0	% C7 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	I0.7	% Reset butonu
ED		% Negatif kenar tetikleme
CTU	C7, 20	% Y pistonunun altıncı işlem için gideceği değer

Network 27

% Robotun a noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C6	% M2.4 yardımcı röleyi devre dışı bırakır, M6.6 yardımcı röleyi aktif eder
R	M2.4, 1	% Q0.1 çıkışını altıncı işlem için devre dışı bırakır
=	M6.6	% M6.6 yardımcı röle

Network 28

% Robotun a noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C7 % M3.4 yardımcı röleyi devre dışı bırakır,
M7.0 yardımcı röleyi aktif eder
R M3.4, 1 % Q0.0 çıkışını altıncı işlem için devre dışı bırakır
= M7.0 % M7.0 yardımcı röle

Network 29

% abc üçgeninin çizimine başlamadan önce robotun belirli bir süre beklemesi

LD M7.0 % T43 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M7.1 % T43 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T43, 8 % Z pistonu a noktasına ulaşmadan önce bir süre bekler

Network 30

% abc üçgen çizimi için Z ekseninde hareket eden pistonu a noktasına ulaşması

LD T43 % M4.4 yardımcı röleyi aktif eder
S M4.4, 1 % Q0.2 çıkışını ikinci üçgen için aktif eder

Network 31

% Robotun a noktasından b noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M4.4 % T44 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M7.1 % T44 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T44, 8 % Robot a noktasında bir süre bekler

Network 32

% Robotun a noktasından b noktasına hareketi

LD T44 % M5.4 yardımcı röleyi aktif eder
S M5.4, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını yedinci işlem için aktif eder

Network 33

% a noktası ile b noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M7.0 % C8 sayıcıyı aktif eder
AN M7.1 % C8 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD I0.7 % Reset butonu
ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C8, 22 % X ve Y pistonunun yedinci işlem için gideceği değer

Network 34

% Robotun b noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C8 % M5.4 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M7.1 yardımcı röleyi aktif eder
R M5.4, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını yedinci işlem için devre dışı bırakır
= M7.1 % M7.1 yardımcı röle

Network 35

% Robotun b noktasından c noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M7.1 % T45 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M7.2 % T45 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T45, 8 % Robotun b noktasında bir süre beklemesi

Network 36

% Robotun b noktasından c noktasına hareketi

LD T45 % M2.6 yardımcı röleyi aktif eder

S M2.6, 1 % Q0.4 çıkışını sekizinci işlem için aktif eder

Network 37

% b noktası ile c noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu

EU % Pozitif kenar tetikleme

A M7.1 % C9 sayıcıyı aktif eder

AN M7.2 % C9 sayıcıyı devre dışı bırakır

LD M7.1 % C9 sayıcı değerini yükler

EU % Pozitif kenar tetikleme

CTD C9, 20 % X pistonunun sekizinci işlem için gideceği değer

Network 38

% Robotun c noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C9 % M7.1 yardımcı röle ile birlikte,
M2.6 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M7.2 yardımcı röleyi aktif eder

A M7.1 % C9 sayıcı kontağı ile birlikte,
M2.6 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M7.2 yardımcı röleyi aktif eder

R M2.6, 1 % Q0.4 çıkışını sekizinci işlem için devre dışı bırakır
= M7.2 % M7.2 yardımcı röle

Network 39

% Robotun c noktasında a noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M7.2 % T46 zamanlayıcıyı aktif eder

AN M7.3 % T46 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T46, 8 % Robot c noktasında bir süre bekler

Network 40

% Robotun c noktasından a noktasına hareketi

LD T46 % M3.6 yardımcı röleyi aktif eder

S M3.6, 1 % Q0.3 çıkışını dokuzuncu işlem için aktif eder

Network 41

% c noktası ile a noktası arasında ki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu

EU % Pozitif kenar tetikleme

A M7.2 % C10 sayıcıyı aktif eder

AN M7.3 % C10 sayıcıyı devre dışı bırakır

LD M7.2 % C10 sayıcı değerini yükler

EU % Pozitif kenar tetikleme

CTD C10, 15% Y pistonunun dokuzuncu işlem için gideceği değer

Network 42

% Robotun a noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C10	% M7.2 yardımcı röle ile birlikte, M3.6 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M7.3 yardımcı röleyi aktif eder
A	M7.2	% C10 sayıcı kontağı ile birlikte, M3.6 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M7.3 yardımcı röleyi aktif eder
R	M3.6, 1	% Q0.3 çıkışının dokuzuncu işlem için devre dışı bırakılması
=	M7.3	% M7.3 yardımcı röle

Network 43

% abc üçgeni için Z ekseninde çalışan pistonun işleminin durdurulması

LD	M7.3	% M4.4 yardımcı röleyi devre dışı bırakır, M7.4 yardımcı röleyi aktif eder
R	M4.4, 1	% Q0.2 çıkışını ikinci üçgen için devre dışı bırakır
=	M7.4	% M7.4 yardımcı röle

Network 44

% Robotun a noktasından BN noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD	M7.4	% T47 zamanlayıcı aktif eder
AN	M7.5	% T47 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T47, 8	% Robot a noktasında bir süre bekler

Network 45

% Robotun a noktasından BN noktasına hareketi

LD	T47	% M5.6 yardımcı röleyi aktif eder
S	M5.6, 1	% Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını onuncu işlem için aktif eder

Network 46

% a noktası ile BN noktası arasındaki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M7.4	% C11 sayıcıyı aktif eder
AN	M7.5	% C11 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	M7.4	% C11 sayıcı değerini yükler
EU		% Pozitif kenar tetikleme
CTD	C11, 25%	X ve Y pistonunun onuncu işlem için gideceği değer

Network 47

% Robot BN noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C11	% M7.4 yardımcı röle ile birlikte, M5.6 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M7.5 yardımcı röleyi aktif eder
A	M7.4	% C11 sayıcı kontağı ile birlikte, M5.6 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M7.5 yardımcı röleyi aktif eder
R	M5.6, 1	% Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını onuncu işlem için devre dışı bırakır
=	M7.5	% M7.5 yardımcı röle

Network 49

% Y pistonunun Y+ yönünde hareketi

LD	M5.0	% Q0.0 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M30.0	% Q0.0 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.4	% Q0.0 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M3.4	% Q0.0 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.0	% Y pistonu Y+ yönünde hareket eder

Network 50

% X pistonunun X+ yönünde hareketi

LD	M5.0	% Q0.1 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M30.0	% Q0.1 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.4	% Q0.1 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M2.4	% Q0.1 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.1	% X pistonu X+ yönünde hareket eder

Network 51

% Z pistonunun hareketi

LD	M4.0	% Q0.2 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M4.4	% Q0.2 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.2	% Z pistonu Z+ ve Z- yönünde hareket eder

Network 52

% Y pistonunun Y- yönünde hareketi

LD	M3.2	% Q0.3 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	I0.7	% Q0.3 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.2	% Q0.3 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M3.6	% Q0.3 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.6	% Q0.3 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.3	% Y pistonu Y- yönünde hareket eder

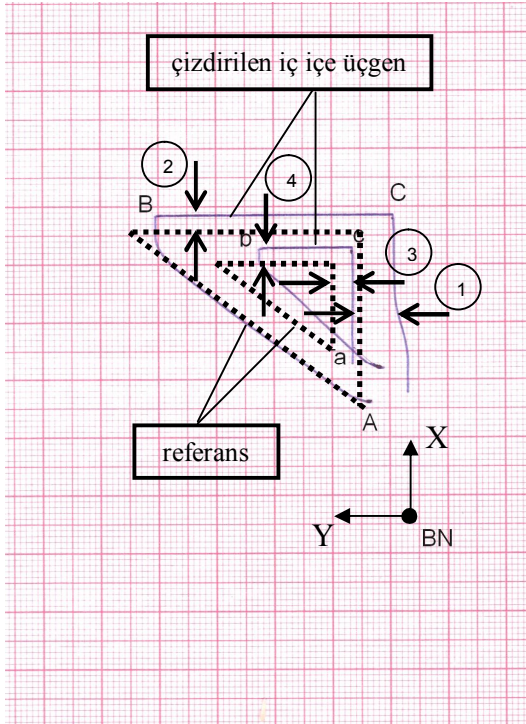
Network 53

% X pistonunun X- yönünde hareketi

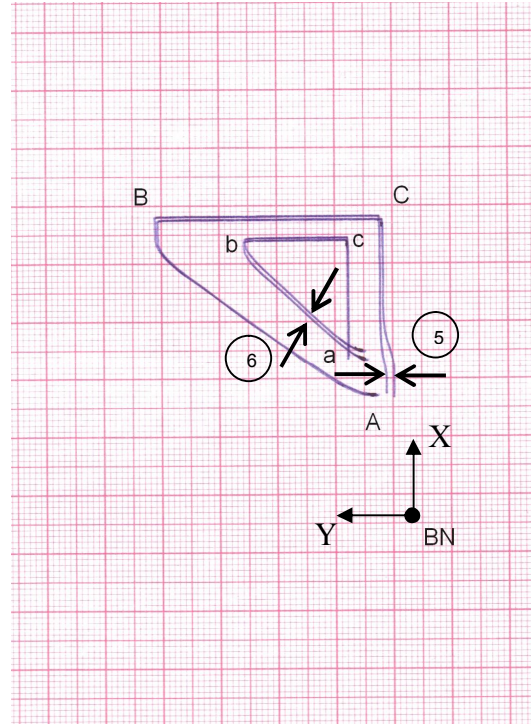
LD	M2.2	% Q0.4 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	I0.7	% Q0.4 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.2	% Q0.4 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M2.6	% Q0.4 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.6	% Q0.4 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.4	% X pistonu X- yönünde hareket eder

6.3.7.1. İç içe üçgen şeklinin gerçek zaman çalışması

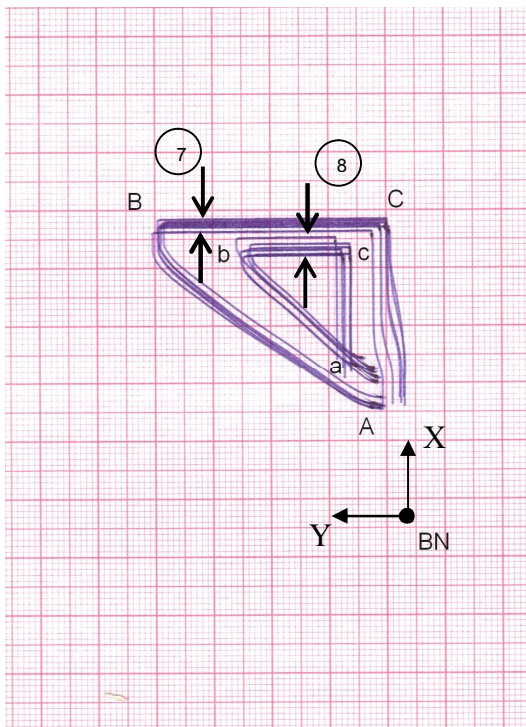
Kartezyen robota çizdirilen iç içe üçgen şeklinin gerçek zamanda çizimleri aşağıdadır:



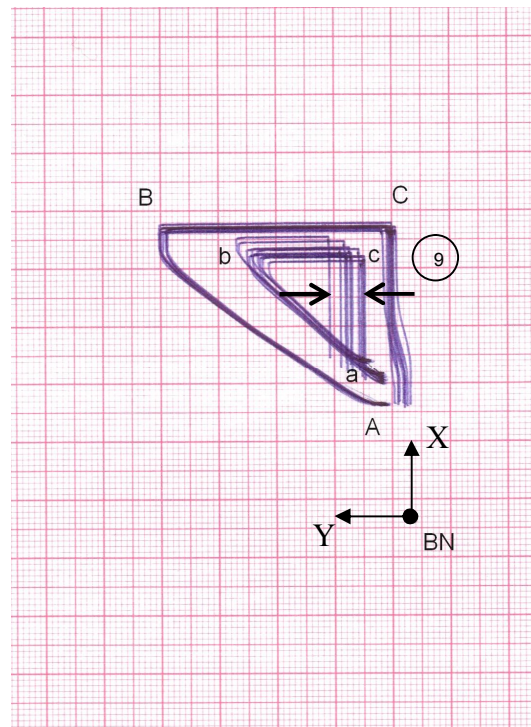
Şekil 6.32.a. Robota bir defa çizdirilen iç içe üçgen



Şekil 6.32.b. Robota iki defa çizdirilen iç içe üçgen



Şekil 6.32.c. Robota beş defa çizdirilen iç içe üçgen



Şekil 6.32.d. Robota on defa çizdirilen iç içe üçgen

Başlangıç noktasından (BN) hareket ederek 0.2 [MPa] çalışma basıncı altında robota A noktasından başlayarak XY düzleminde milimetrik kâğıt üzerine 30, 40 ve 50 [mm] ABC üçgeni, içine "a" noktasından başlayarak 15, 20, 25 [mm] ölçülerinde abc

üçgeni çizdirilmiştir (Şekil 6.32a). Çizdirilen ABC üçgeni 32, 42 ve 48 [mm], abc üçgeni 20, 18 ve 30 [mm] ölçülerindedir. “1” numara ile gösterilen Y eksen doğrultusundaki hata 6 [mm], “2” numara ile gösterilen X eksen doğrultusundaki hata 2 [mm], “3” numara ile gösterilen hata 4 [mm], “4” numara ile gösterilen hata ise 2 [mm]’ dir. Hatalar kartezyen robotun mekanik bağlantılarından ve pozisyon sensorlarının çözünürlüğünden kaynaklanabilir.

ABC ve abc üçgenleri robota art arda iki defa çizdirilmiştir (Şekil 6.32b). Burada “5” numara ile gösterilen hata 2 [mm], “6” numara ile gösterilen hata 1 [mm]’ dir. Bu hatalar doğrusal kodlayıcının çözünürlüğünden, robotun mekanik bağlantısından ve Z pistonuna bağlı olan çizici elemandan kaynaklanmış olabilir.

ABC üçgeni ve abc üçgeni robota art arda beş defa çizdirildiğinde Şekil 6.32c’de “7” numara ile gösterilen kenar genişliğinde 2 [mm], “8” numara ile gösterilen kenar genişliğinde ise 5 [mm] sapma olmuştur. Basıncıdaki düşme, mekanik bağlantı ve pozisyon sensorunun çözünürlüğü bu sapmaların nedeni olabilir.

ABC üçgeni ve abc üçgeni robota art arda on defa çizdirilmiştir (Şekil 6.32d). Burada “9” numara ile gösterilen kenar genişliğindeki hata 6 [mm]’ dir. Bunun nedeni sistemin sürekli çalışarak ısınmasından kaynaklanan termodinamik olaylar, çalışma basıncındaki azalma, sensor çözünürlüğü ve robotun mekanik bağlantısı olabilir.

6.3.8. Yay şeklinin PLC programı

Aşağıda komut listesi olarak programı verilen yay şeklinin PLC merdiven diyagramı Şekil D.7’de Network 1, 2, 16, 23 ve 57 örnek olarak verilmiştir.

Network 1

% Robotun başlangıç noktasından (BN) A noktasına hareketi

LD I0.6 % Start butonu

S M5.0, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını birinci işlem için aktif eder

Network 2

% Başlangıç noktası (BN) ile A noktası arasındaki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
AN	M6.0	% C1 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	I0.7	% Reset butonu
ED		% Negatif kenar tetikleme
CTU	C1, 10	% X ve Y pistonlarının birinci işlem için gideceği değer

Network 3

% Robotun A noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C1	% M5.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır, M6.0 yardımcı röleyi aktif eder
R	M5.0, 1	% Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını birinci işlem için devre dışı bırakır
=	M6.0	% M6.0 yardımcı röle

Network 4

% AB yay çizimine başlamadan önce robotun belirli bir süre beklemesi

LD	M6.0	% T37 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M6.1	% T37 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T37, 15	% Z pistonunu A noktasına ulaşmadan önce bir süre bekler

Network 5

% AB yay çizimi için Z ekseninde hareket eden pistonu bağlı kalemin A noktasına ulaşması

LD	T37	% M4.0 yardımcı röleyi aktif eder
S	M4.0, 1	% Q0.2 çıkışını aktif eder

Network 6

% X eksenini doğrultusundaki pistonun hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD	M4.0	% T38 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M6.1	% T38 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T38, 15	% Robot A noktasında bir süre bekler

Network 7

% AB yayı için X eksenini doğrultusundaki pistonun hareketi

LD	T38	% M2.0 yardımcı röleyi aktif eder
S	M2.0, 1	% Q0.0 çıkışını ikinci işlem için aktif eder

Network 8

% AB yayı için X eksenini doğrultusundaki pistonun gideceği mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M6.0	% C2 sayıcıyı aktif eder
AN	M6.1	% C2 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	I0.7	% Reset butonu
ED		% Negatif kenar tetikleme
CTU	C2, 40	% X pistonun ikinci işlem için gideceği değer

Network 9

% AB yayı için X eksenini doğrultusundaki pistonun işleminin sonlandırılması

LD	C2	% M2.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır, M6.1 yardımcı röleyi aktif eder
R	M2.0, 1	% Q0.0 çıkışını ikinci işlem için devre dışı bırakır

= **M6.1** % M6.1 yardımcı röle

Network 10

% AB yayı için X ve Y pistonlarının aynı anda hareketinden önce bir süre beklemesi

LD M6.1 % T39 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.2 % T39 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T39, 15 % Robot üçüncü işleme geçmeden önce bir süre bekler

Network 11

% AB yayı için X ve Y piston hareketi

LD T39 % M2.1 ve M3.1 yardımcı rölelerini aktif eder
S M2.1, 1 % Q0.0 çıkışını üçüncü işlem için aktif eder
S M3.1, 1 % Q0.1 çıkışını üçüncü işlem için aktif eder

Network 12

%

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M6.1 % C3 sayıcıyı aktif eder
AN M6.2 % C3 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD I0.7 % Reset butonu
ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C3, 20 % X pistonun üçüncü işlem için gideceği değer

Network 13

%

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M6.1 % C4 sayıcıyı aktif eder
AN M6.3 % C4 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD I0.7 % Reset butonu
ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C4, 20 % Y pistonun üçüncü işlem için gideceği değer

Network 14

%

LD C3 % M2.1 yardımcı röleyi devre dışı bırakır,
M6.2 yardımcı röleyi aktif eder
R M2.1, 1 % Q0.0 çıkışını üçüncü işlem için devre dışı bırakır
= M6.2 % M6.2 yardımcı röle

Network 15

%

LD C4 % M3.1 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M6.3 yardımcı röleyi aktif eder
R M3.1, 1 % Q0.1 çıkışını üçüncü işlem için devre dışı bırakır
= M6.3 % M6.3 yardımcı röle

Network 16

% Y eksenini doğrultusundaki pistonun hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.3 % T40 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.4 % T40 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T40, 15 % Robot dördüncü işleme geçmeden önce bir süre bekler

Network 17

% AB yayı için Y eksenini doğrultusundaki pistonun hareketi

LD T40 % M3.0 yardımcı röleyi aktif eder
S M3.0, 1 % Q0.1 çıkışını dördüncü işlem için aktif eder

Network 18

% AB yayı için Y eksenini doğrultusundaki pistonun gideceği mesafe

LD M0.0 % M0.0 yardımcı rölenin yüklenmesi
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M6.3 % C5 sayıcıyı aktif eder
AN M6.4 % C5 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD I0.7 % Reset butonu
ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C5, 40 % Y pistonunun dördüncü işlem için gideceği değer

Network 19

% AB yayı için Y eksenini doğrultusundaki pistonun işleminin sonlandırılması

LD C5 % M3.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
 M6.4 yardımcı röleyi aktif eder
R M3.0, 1 % Q0.1 çıkışını dördüncü işlem için devre dışı bırakır
 = **M6.4** % M6.4 yardımcı röle

Network 20

% AB yayı için Z ekseninde çalışan pistonun işleminin durdurulması

LD M6.4 % M4.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
R M4.0, 1 % Q0.2 çıkışını devre dışı bırakır
 = **M6.5** % M6.5 yardımcı röle

Network 21

% Robotun B noktasından BN noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.5 % T41 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M6.6 % T41 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T41, 8 % Robot beşinci işleme geçmeden önce bir süre bekler

Network 22

% B noktasından BN noktasına hareketi

LD T41 % M5.2 yardımcı röleyi aktif eder
S M5.2, 1 % Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını beşinci işlem için aktif eder

Network 23

% B noktası ile BN noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M6.5 % C6 sayıcıyı aktif eder
AN M6.6 % C6 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD M6.5 % C6 sayıcı değerini yükler
EU % Pozitif kenar tetikleme
CTD C6, 115 % X ve Y pistonlarının beşinci işlem için gideceği değer

Network 24

% BN noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C6	% M6.5 yardımcı röle ile birlikte, M5.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.6 yardımcı röleyi aktif eder
A	M6.5	% C6 sayıcı kontağı ile birlikte, M5.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.6 yardımcı röleyi aktif eder
R	M5.2, 1	% Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını beşinci işlem için devre dışı bırakır
=	M6.6	% M6.6. yardımcı röle

Network 26

% X pistonunun X+ yönünde hareketi

LD	M2.0	% Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.0	% Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M2.1	% Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.0	% X pistonu X+ yönünde hareket eder

Network 27

% Y pistonunun Y+ yönünde hareketi

LD	M3.0	% Q0.1 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.0	% Q0.1 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M3.1	% Q0.1 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.1	% Y pistonu Y+ yönünde hareket eder

Network 28

% Z piston hareketi

LD	M4.0	% Q0.2 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.2	% Z pistonu Z+ ve Z- yönünde hareket eder

Network 29

% X pistonunun X- yönünde hareketi

LD	I0.7	Reset butonu
O	M5.2	% Q0.3 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.3	% X pistonu X- yönünde hareket eder

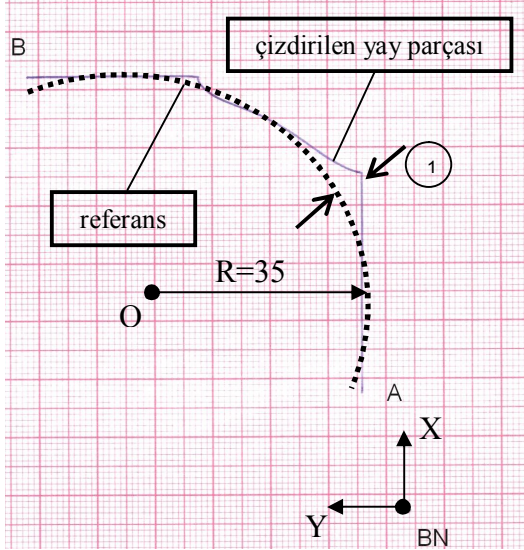
Network 30

% Y pistonunun Y- yönünde hareketi

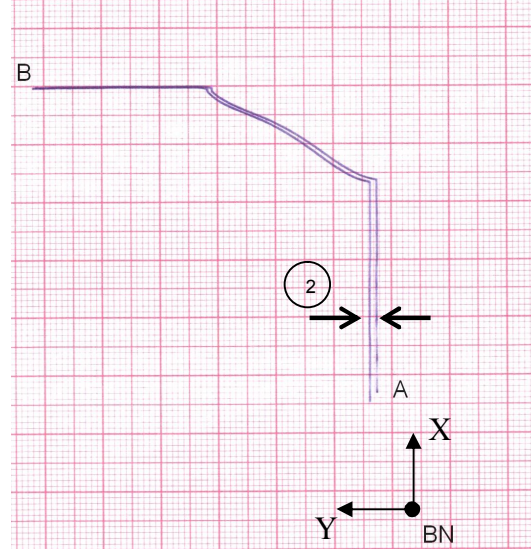
LD	I0.7	Reset butonu
O	M5.2	% Q0.4 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.4	% Y pistonu Y- yönünde hareket eder

6.3.8.1. Yay şeklinin gerçek zaman çalışması

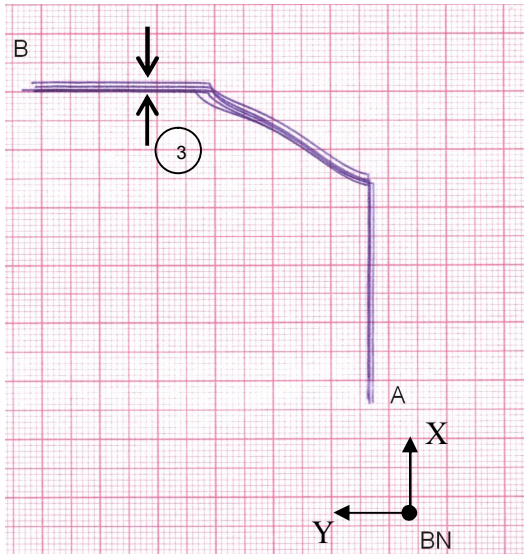
Kartezyen robota çizdirilen yay şeklinin gerçek zamanda çizimleri aşağıdadır:



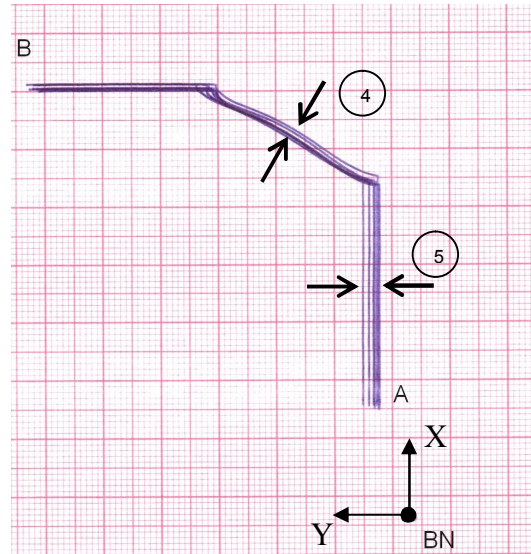
Şekil 6.33.a. Robota çizdirilen yay parçası



Şekil 6.33.b. Robota iki defa çizdirilen yay parçası



Şekil 6.33.c. Robota beş defa çizdirilen yay parçası



Şekil 6.33.d. Robota on defa çizdirilen yay parçası

Başlangıç noktasından (BN) hareket eden kartezyen robota, A noktasından başlayarak XY düzleminde milimetrik kâğıt üzerine eğrilik yarıçapı 35 [mm] ($R=35$ [mm]) ölçüsünde AB yay parçası çizdirilmiştir (Şekil 6.33a). Çizdirilen AB yayının eğrilik yarıçapı 40 [mm]' dir. "1" numara ile gösterilen hata 5 [mm]' dir. Bu hata kartezyen robotun mekanik bağlantısından kaynaklandığı düşünülebilir.

AB yay parçası robota art arda iki defa çizdirilmiştir (Şekil 6.33b). Şekilde “2” numara ile gösterilen hata 2 [mm]’ dir. Bu doğrusal kodlayıcının çözünürlüğü ve robotun mekanik bağlantısı ile ilgili bir hata olabilir.

AB yay parçası robota art arda beş defa çizdirilmiştir (Şekil 6.33c). Burada “3” numara ile gösterilen hata 2 [mm]’ dir. Pnömatik hava tankındaki basıncın azalmasına bağlı olarak çalışma basıncındaki düşme, mekanik bağlantı ve pozisyon sensorunun çözünürlüğü bu hatanın nedeni olabilir.

AB yay parçası robota art arda on defa çizdirildiğinde, Şekil 6.33d’ de “4” numara ile gösterilen hatanın 2 [mm], “5” numara ile gösterilen hatanın ise 4 [mm] olduğu saptanmıştır. Bu hatalar, sistemin sürekli çalışarak ısınmasından kaynaklanan termodinamik olaylar, çalışma basıncındaki azalma, sensor çözünürlüğü ve robotun mekanik bağlantısından kaynaklanmış olabilir.

6.3.9. İç içe yay şeklinin PLC programı

Aşağıda komut listesi olarak programı verilen iç içe yay şeklinin PLC merdiven diyagramı Şekil D.8’de Network 1, 2, 20, 48 ve 55 örnek olarak verilmiştir.

Network 1

% Robotun başlangıç noktasından (BN) A noktasına hareketi

LD I0.6 % Start butonu
S M5.0, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını birinci işlem için aktif eder

Network 2

% Başlangıç noktası (BN) ile A noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
AN M6.0 % C1 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD I0.7 % Reset butonu
ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C1, 10 % X ve Y pistonlarının birinci işlem için gideceği değer

Network 3

% Robotun A noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C1 % M5.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır,
M6.0 yardımcı röleyi aktif eder
R M5.0, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını birinci işlem için devre dışı bırakır
= M6.0 % M6.0 yardımcı röle

Network 4

% AB yay çizimine başlamadan önce robotun belirli bir süre beklemesi

LD M6.0 % T37 zamanlayıcıyı aktif eder

AN M6.1 % T37 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T37, 15 % Z pistonunu A noktasına ulaşmadan önce bir süre bekler

Network 5

% AB yay çizimi için Z ekseninde hareket eden pistonu bağlı kalemin A noktasına ulaşması

LD T37 % M4.0 yardımcı röleyi aktif eder

S M4.0, 1 % Q0.2 çıkışını birinci yay için aktif eder

Network 6

% X eksenini doğrultusundaki pistonun hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M4.0 % T38 zamanlayıcıyı aktif eder

AN M6.1 % T38 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T38, 15 % Robot A noktasında bir süre bekler

Network 7

% AB yayı için X eksenini doğrultusundaki pistonun hareketi

LD T38 % M2.0 yardımcı röleyi aktif eder

S M2.0, 1 % Q0.0 çıkışını ikinci işlem için aktif eder

Network 8

% AB yayı için X eksenini doğrultusundaki pistonun gideceği mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu

EU % Pozitif kenar tetikleme

A M6.0 % C2 sayıcıyı aktif eder

AN M6.1 % C2 sayıcıyı devre dışı bırakır

LD I0.7 % Reset butonu

ED % Negatif kenar tetikleme

CTU C2, 40 % X pistonun ikinci işlem için gideceği değer

Network 9

% AB yayı için X eksenini doğrultusundaki pistonun işleminin sonlandırılması

LD C2 % M2.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır,
M6.1 yardımcı röleyi aktif eder

R M2.0, 1 % Q0.0 çıkışını ikinci işlem için devre dışı bırakır

= M6.1 % M6.1 yardımcı röle

Network 10

% AB yayı için X ve Y pistonlarının aynı anda hareketinden önce bir süre beklemesi

LD M6.1 % T39 zamanlayıcıyı aktif eder

AN M6.2 % T39 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T39, 15 % Robot üçüncü işleme geçmeden önce bir süre bekler

Network 11

% AB yayı için X ve Y piston hareketi

LD T39 % M2.1 ve M3.1 yardımcı rölelerini aktif eder

S M2.1, 1 % Q0.0 çıkışını üçüncü işlem için aktif eder

S M3.1, 1 % Q0.1 çıkışını üçüncü işlem için aktif eder

Network 12

%

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M6.1	% C3 sayıcıyı aktif eder
AN	M6.2	% C3 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	I0.7	% Reset butonu
ED		% Negatif kenar tetikleme
CTU	C3, 20	% X pistonun üçüncü işlem için gideceği değer

Network 13

%

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M6.1	% C4 sayıcıyı aktif eder
AN	M6.3	% C4 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	I0.7	% Reset butonu
ED		% Negatif kenar tetikleme
CTU	C4, 20	% Y pistonun üçüncü işlem için gideceği değer

Network 14

%

LD	C3	% M2.1 yardımcı röleyi devre dışı bırakır, M6.2 yardımcı röleyi aktif eder
R	M2.1, 1	% Q0.0 çıkışını üçüncü işlem için devre dışı bırakır
=	M6.2	% M6.2 yardımcı röle

Network 15

%

LD	C4	% M3.1 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M6.3 yardımcı röleyi aktif eder
R	M3.1, 1	% Q0.1 çıkışını üçüncü işlem için devre dışı bırakır
=	M6.3	% M6.3 yardımcı röle

Network 16

% Y eksenini doğrultusundaki pistonun hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD	M6.3	% T40 zamanlayıcıyı aktif eder
AN	M6.4	% T40 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T40, 15	% Robot dördüncü işleme geçmeden önce bir süre bekler

Network 17

% AB yayı için Y eksenini doğrultusundaki pistonun hareketi

LD	T40	% M3.0 yardımcı röleyi aktif eder
S	M3.0, 1	% Q0.1 çıkışını dördüncü işlem için aktif eder

Network 18

% AB yayı için Y eksenini doğrultusundaki pistonun gideceği mesafe

LD	M0.0	% M0.0 yardımcı rölenin yüklenmesi
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M6.3	% C5 sayıcıyı aktif eder
AN	M6.4	% C5 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	I0.7	% Reset butonu

ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C5, 40 % Y pistonunun dördüncü işlem için gideceği değer

Network 19

% AB yayı için Y eksenini doğrultusundaki pistonun işleminin sonlandırılması

LD C5 % M3.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
 M6.4 yardımcı röleyi aktif eder

R M3.0, 1 % Q0.1 çıkışını dördüncü işlem için devre dışı bırakır
 = **M6.4** % M6.4 yardımcı röle

Network 20

% AB yayı için Z ekseninde çalışan pistonun işleminin durdurulması

LD M6.4 % M4.0 yardımcı röleyi devre dışı bırakır

R M4.0, 1 % Q0.2 çıkışını birinci yay için devre dışı bırakır
 = **M6.5** % M6.5 yardımcı röle

Network 21

% Robotun B noktasından BN noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.5 % T41 zamanlayıcıyı aktif eder

AN M6.6 % T41 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T41, 8 % Robot beşinci işleme geçmeden önce bir süre bekler

Network 22

% B noktasından BN noktasına hareketi

LD T41 % M5.2 yardımcı röleyi aktif eder

S M5.2, 1 % Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını beşinci işlem için aktif eder

Network 23

% B noktası ile BN noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu

EU % Pozitif kenar tetikleme

A M6.5 % C6 sayıcıyı aktif eder

AN M6.6 % C6 sayıcıyı devre dışı bırakır

LD M6.5 % C6 sayıcı değerini yükler

EU % Pozitif kenar tetikleme

CTD C6, 115 % X ve Y pistonlarının beşinci işlem için gideceği değer

Network 24

% BN noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C6 % M6.5 yardımcı röle ile birlikte,
 M5.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
 M6.6 yardımcı röleyi aktif eder

A M6.5 % C6 sayıcı kontağı ile birlikte,
 M5.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
 M6.6 yardımcı röleyi aktif eder

R M5.2, 1 % Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını beşinci işlem için devre dışı bırakır
 = **M6.6** % M6.6 yardımcı röle

Network 25

% Robotun BN noktasından C noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M6.6 % T42 zamanlayıcıyı aktif eder

AN M7.0 % T42 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T42, 8 % Robot BN noktasında bir süre bekler

Network 26

% Robotun BN noktasından C noktasına hareketi

LD T42 % M5.4 yardımcı röleyi aktif eder

S M5.4, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını altıncı işlem için aktif eder

Network 27

% BN noktası ile C noktası arasındaki mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu

EU % Pozitif kenar tetikleme

A M6.6 % C7 sayıcıyı aktif eder

AN M7.0 % C7 sayıcıyı devre dışı bırakır

LD I0.7 % Reset butonu

ED % Negatif kenar tetikleme

CTU C7, 17 % X ve Y pistonlarının altıncı işlem için gideceği değer

Network 28

% Robotun C noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD C7 % M5.4 yardımcı röleyi devre dışı bırakır

M7.0 yardımcı röleyi aktif eder

R M5.4, 1 % Q0.0 ve Q0.1 çıkışlarını altıncı işlem için devre dışı bırakır

= M7.0 % M7.0 yardımcı röle

Network 29

% CD yay çizimine başlamadan önce robotun belirli bir süre beklemesi

LD M7.0 % T43 zamanlayıcıyı aktif eder

AN M7.1 % T43 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T43, 8 % Z pistonu C noktasına ulaşmadan önce bir süre bekler

Network 30

% CD yay çizimi için Z ekseninde hareket eden pistonu bağlı kalemin C noktasına ulaşması

LD T43 % M4.4 yardımcı röleyi aktif eder

S M4.4, 1 % Q0.2 çıkışını ikinci yay için aktif eder

Network 31

% X eksenini doğrultusundaki pistonun hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M4.4 % T44 zamanlayıcıyı aktif eder

AN M7.1 % T44 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır

TON T44, 8 % Robot yedinci işleme geçmeden önce bir süre bekler

Network 32

% CD yayı için X eksenini doğrultusundaki pistonun hareketi

LD T44 % M2.2 yardımcı röleyi aktif eder

S M2.2, 1 % Q0.0 çıkışını yedinci işlem için aktif eder

Network 33

% CD yayı için X eksenini doğrultusundaki pistonun gideceği mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu

EU % Pozitif kenar tetikleme

A M7.0 % C8 sayıcıyı aktif eder

AN	M7.1	% C8 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	I0.7	% Reset butonu
ED		% Negatif kenar tetikleme
CTU	C8, 30	% X pistonunun yedinci işlem için gideceği mesafe

Network 34

% CD yayı için X eksenini doğrultusundaki pistonun işleminin sonlandırılması

LD	C8	% M2.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M7.1 yardımcı röleyi aktif eder
R	M2.2, 1	% Q0.0 çıkışını yedinci işlem için devre dışı bırakır
=	M7.1	% M7.1 yardımcı röle

Network 35

% CD yayı için X ve Y pistonlarının aynı anda hareketinden önce bir süre beklemesi

LD	M7.1	% T45 sayıcıyı aktif eder
AN	M7.2	% T45 sayıcıyı devre dışı bırakır
TON	T45, 8	% Robot sekizinci işleme geçmeden önce bir süre bekler

Network 36

% CD yayı için X ve Y piston hareketi

LD	T45	% M2.3 ve M3.3 yardımcı rölelerini aktif eder
S	M2.3, 1	% Q0.0 çıkışını sekizinci işlem için aktif eder
S	M3.3, 1	% Q0.1 çıkışını sekizinci işlem için aktif eder

Network 37

%

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M7.1	% C9 sayıcıyı aktif eder
AN	M7.2	% C9 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	I0.7	% Reset butonu
ED		% Negatif kenar tetikleme
CTU	C9, 15	% X pistonunun sekizinci işlem için gideceği değer

Network 38

%

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M7.1	% C10 sayıcıyı aktif eder
AN	M7.3	% C10 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	I0.7	% Reset butonu
ED		% Negatif kenar tetikleme
CTU	C10, 15	% Y pistonunun sekizinci işlem için gideceği değer

Network 39

%

LD	C9	% M2.3 yardımcı röleyi devre dışı bırakır M7.2 yardımcı röleyi aktif eder
R	M2.3, 1	% Q0.0 çıkışını sekizinci işlem için devre dışı bırakır
=	M7.2	% M7.2 yardımcı röle

Network 40

%

LD C10 % M3.3 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M7.3 yardımcı röleyi aktif eder
R M3.3, 1 % Q0.1 çıkışını sekizinci işlem için devre dışı bırakır
= M7.3 % M7.3 yardımcı röle

Network 41

% Y eksenini doğrultusundaki pistonun hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M7.3 % T46 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M7.4 % T46 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T46, 8 % Robot dokuzuncu işleme geçmeden önce bir süre bekler

Network 42

% CD yayı için Y eksenini doğrultusundaki pistonun hareketi

LD T46 % M3.2 yardımcı röleyi aktif eder
S M3.2, 1 % Q0.1 çıkışını dokuzuncu işlem için aktif eder

Network 43

% CD yayı için Y eksenini doğrultusundaki pistonun gideceği mesafe

LD M0.0 % Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU % Pozitif kenar tetikleme
A M7.3 % C11 sayıcıyı aktif eder
AN M7.4 % C11 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD I0.7 % Reset butonu
ED % Negatif kenar tetikleme
CTU C11, 30 % Y pistonunun dokuzuncu işlem için gideceği değer

Network 44

% CD yayı için Y eksenini doğrultusundaki pistonun işleminin sonlandırılması

LD C11 % M3.2 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
M7.4 yardımcı röleyi aktif eder
R M3.2, 1 % Q0.1 çıkışını dokuzuncu işlem için devre dışı bırakır
= M7.4 % M7.4 yardımcı röle

Network 45

% CD yayı için Z ekseninde çalışan pistonun işleminin durdurulması

LD M7.4 % M4.4 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
R M4.4, 1 % Q0.2 çıkışını ikinci yay için devre dışı bırakır
= M7.5 % M7.5 yardımcı röle

Network 46

% Robotun D noktasından BN noktasına hareket etmeden önce bir süre beklemesi

LD M7.5 % T47 zamanlayıcıyı aktif eder
AN M7.6 % T47 zamanlayıcıyı devre dışı bırakır
TON T47, 8 % Robot D noktasında bir süre bekler

Network 47

% D noktasından BN noktasına hareketi

LD T47 % M5.6 yardımcı röleyi aktif eder
S M5.6, 1 % Q0.3 ve Q0.4 çıkışını onuncu işlem için aktif eder

Network 48

% D noktası ile BN noktası arasındaki mesafe

LD	M0.0	% Doğrusal kodlayıcıdan gelen saydırma komutu
EU		% Pozitif kenar tetikleme
A	M7.5	% C12 sayıcıyı aktif eder
AN	M7.6	% C12 sayıcıyı devre dışı bırakır
LD	M7.5	% C12 sayıcı değerini yükler
EU		% Pozitif kenar tetikleme
CTD	C12, 75	% X ve Y pistonlarının onuncu işlem için gideceği değer

Network 49

% BN noktasına ulaştığı anda o işlemin durdurulması

LD	C12	% M7.5 yardımcı röle ile birlikte, M5.6 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
A	M7.5	M7.6 yardımcı röleyi aktif eder
R	M5.6, 1	% C6 sayıcı kontağı ile birlikte, M5.6 yardımcı röleyi devre dışı bırakır
=	M7.6	M7.6 yardımcı röleyi aktif eder
R	M5.6, 1	% Q0.3 ve Q0.4 çıkışlarını onun işlem için devre dışı bırakır
=	M7.6	% M7.6 yardımcı röle

Network 51

% X pistonunun X+ yönünde hareketi

LD	M2.0	% Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.0	% Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M2.1	% Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M2.2	% Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.4	% Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M2.3	% Q0.0 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.0	% X pistonu X+ yönünde hareket eder

Network 52

% Y pistonunun Y+ yönünde hareketi

LD	M3.0	% Q0.1 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.0	% Q0.1 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M3.1	% Q0.1 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M3.2	% Q0.1 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M5.4	% Q0.1 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M3.3	% Q0.1 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.1	% Y pistonu Y+ yönünde hareket eder

Network 53

% Z piston hareketi

LD	M4.0	% Q0.2 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
O	M4.4	% Q0.2 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır
=	Q0.2	% Z pistonu Z+ ve Z- yönünde hareket eder

Network 54

% X pistonunun X- yönünde hareketi

LD	I0.7	% Reset butonu
O	M5.2	% Q0.3 çıkışını aktif eder ve devre dışı bırakır

O M5.6 % Q0.3 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
 = Q0.3 % X pistonu X- yönünde hareket eder

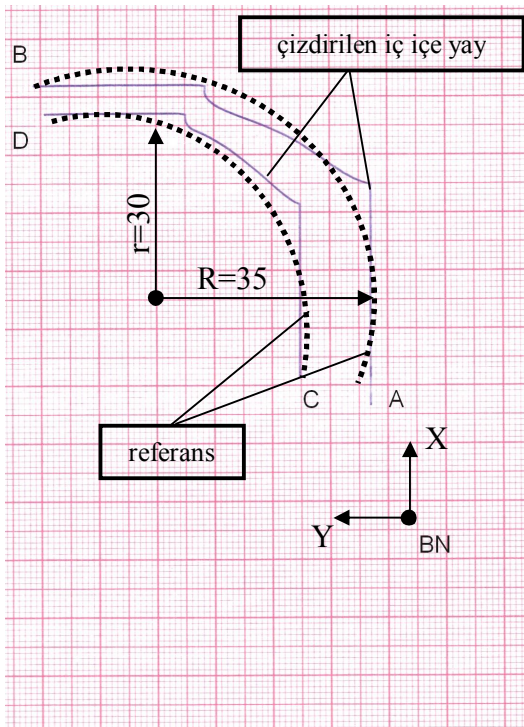
Network 55

% Y pistonunun Y- yönünde hareketi

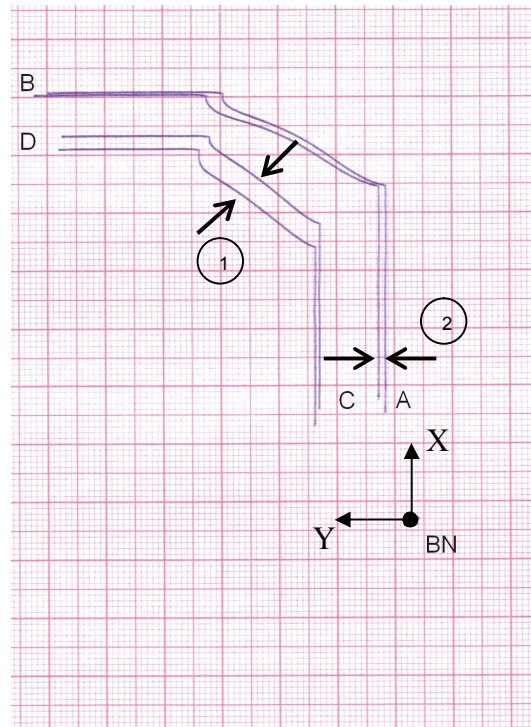
LD I0.7 Reset butonu
 O M5.2 % Q0.4 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
 O M5.6 % Q0.4 çıkışı aktif eder ve devre dışı bırakır
 = Q0.4 % Y pistonu Y- yönünde hareket eder

6.3.9.1. İç içe yay şeklinin gerçek zaman çalışması

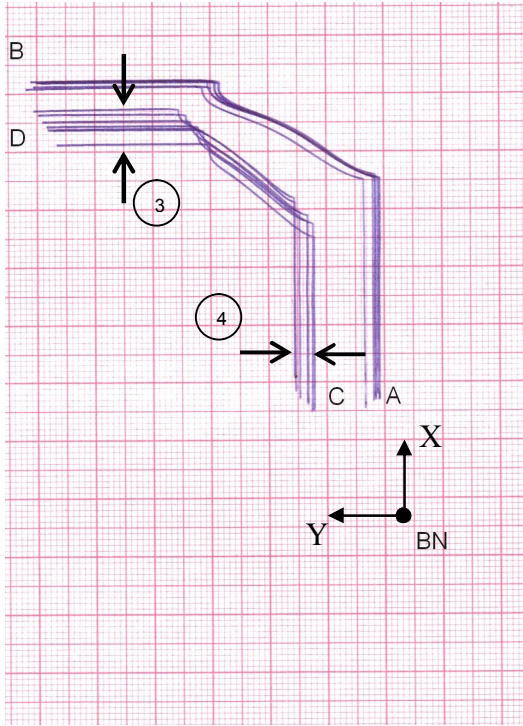
Kartezyen robota çizdirilen iç içe yay şeklinin gerçek zamanda çizimleri aşağıdadır:



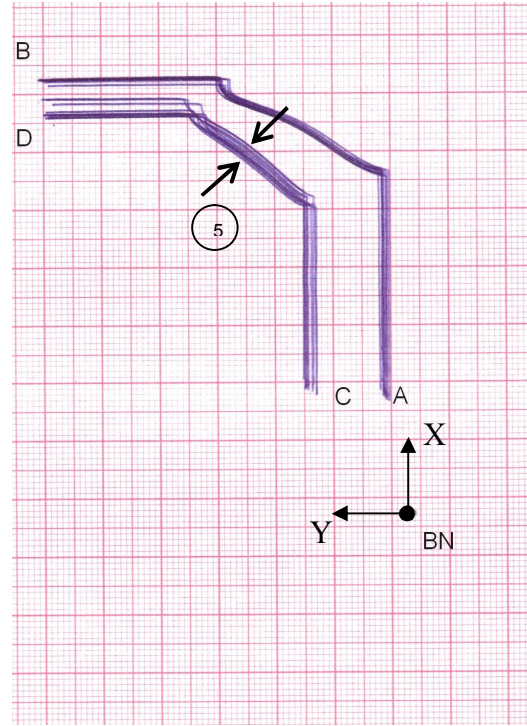
Şekil 6.34.a. Robota bir defa çizdirilen iç içe yay parçası



Şekil 6.34.b. Robota iki defa çizdirilen iç içe yay parçası



Şekil 6.34.c. Robota beş defa çizdirilen iç içe yay parçası



Şekil 6.34.d. Robota on defa çizdirilen iç içe yay parçası

Başlangıç noktasından (BN) hareket eden robota, A noktasından başlayarak XY düzleminde milimetrik kâğıt üzerine eğrilik yarıçapı 35 [mm] ($R=35$ [mm]) olan AB yay parçası, C noktasından başlayarak eğrilik yarıçapı 30 [mm] ($r=30$ [mm]) olan CD yay parçası çizdirilmiştir (Şekil 6.34a). Çizdirilen AB yay parçası $R=37$ [mm], CD yay parçası ise $r=32$ [mm] ölçülerinde saptanmıştır. Bu hatalar kartezyen robotun mekanik bağlantılarından ve pozisyon sensorlarının çözünürlüğünden kaynaklanabilir.

AB ve CD yay parçaları robota art arda iki defa çizdirilmiştir (Şekil 6.34b). Burada "1" numara ile gösterilen hata 3 [mm], "2" numara ile gösterilen hata 1 [mm]' dir. Bu hataların doğrusal kodlayıcının çözünürlüğünden, robotun mekanik bağlantısından kaynaklandığı düşünülebilir.

AB ve CD yay parçaları robota art arda beş defa çizdirilmiştir. Şekil 6.34c' de "3" numara ile gösterilen hata 7 [mm], "4" numara ile gösterilen hata ise 4 [mm]' dir. Bu hataların nedeni basınçtaki düşme, mekanik bağlantı ve pozisyon sensorunun çözünürlüğü olabilir.

AB ve CD yay parçaları robota art arda on defa çizdirilmiştir. Şekil 6.34d' de "5" numara ile gösterilen hata 3 [mm]' dir. Sistemin sürekli çalışarak ısınmasından kaynaklanan termodinamik olaylar, çalışma basıncındaki azalma, sensor çözünürlüğü ve robotun mekanik bağlantısı bu hataya neden olabilir.

Bu çalışma, kartezyen robota çizdirilecek şekil küçüldükçe, hata değerlerinin arttığını göstermiştir. Bunun nedeni, sensorun çözünürlüğü olabilir.

BÖLÜM 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, programlanabilir mantıksal kontrolör kullanarak XYZ çalışma hacminde hareket edebilen kartezyen robot gerçekleştirilmiştir. Bu fiziksel sistemin maliyeti Tablo B.1' de verilmiştir. FluidSim simülasyon programı kullanılarak robota dikdörtgen, üçgen, yay parçası ve bunların iç içe şekilleri çizdirilmiştir. Elde edilen program PLC sistemine uyarlanarak kartezyen robotun gerçek zaman çalışmasında kullanılmış ve hata değerleri saptanmıştır. Böylece, PLC kontrolörlü kartezyen robot ile PLC eğitiminde kullanılan bir eğitim seti oluşturulması amaçlanmıştır.

Çalışmanın sonuçları PLC kontrolörlü kartezyen robotun gerçek zaman çalışmasında 2 ile 5 [mm] arasında hata değerine neden olduğu saptanmıştır. Bu hata değerlerinin çizdirilecek şekillerin boyutunun küçüldükçe arttığı gözlenmiştir.

Çalışmada ortaya çıkan hataların kartezyen robotun mekanik bağlantılarından (Z pistonunun Y pistonuna ve Y pistonunun X pistonuna bağlı olması) doğrusal kodlayıcının çözünürlüğünden, çalışma basıncındaki azalmadan, basınçlı havanın sıkıştırabilirliği özelliğinden ve termodinamik olaylardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür.

Gerçek zaman çalışmasında elde edilen çizimlerde ve markalamada görüldüğü gibi bir hareketin başlangıç noktası bir önceki hareketin yaptığı hata kadar ötelenmektedir ve bu durum çalışmada ortaya çıkan hatanın bir diğer nedeni olabilir.

Bu uygulamada ortaya çıkan hatanın nedenlerinden biri de uç işlemcisinin esnekliği olabilir.

Sistemde geri beslemeli kontrol kullanılmamış, açık çevrimli kontrol ile çalıştırılmıştır. Bu durum da, hataların oluşmasının en önemli bir nedenidir.

Çalışmada uygulanan sistemdeki hataların azaltılması yada ortadan kaldırılması için geri beslemeli kontrol ile, kartezyen robotun mekanik bağlantılarının iyileştirilmesi, çalışma basıncının sabit tutulabilmesi, yüksek çözünürlüklü sensorların kullanılması, sistemin aşırı ısınmasının önlenmesi ile mümkün olabilir.

Yapımı gerçekleştirilen kartezyen robotun uç işlemcisi, farklı cihazlarla değiştirilerek robot farklı amaçlar için kullanılabilir. Bu, eğitim alan kişilerin tasarlama, problem çözme yeteneklerini geliştirmelerine olanak sağlayabilir.

KAYNAKLAR

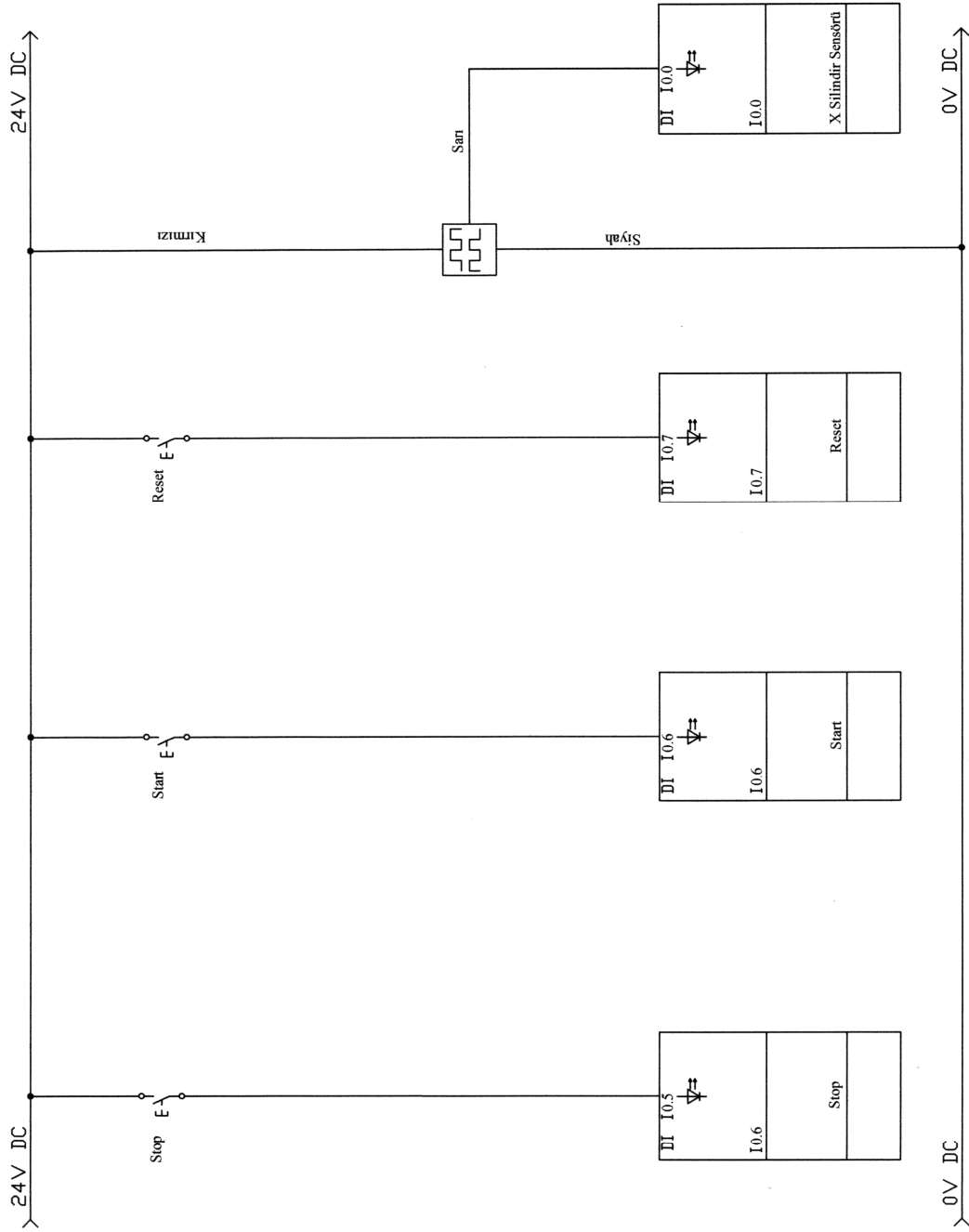
- [1] BASSILY, H., SEKHON, R., BUTTS, D.E., and WAGNER, J., “ A Mechatronic Educational Laboratory – Programmable Logic Controllers and Material Handling Experiments”, Mechatronics, Vol. 17, No. 9, pp. 480-488, November, 2007.
- [2] CHIAMING, Y., and WU-JENG L., “Web-based Learning and Instruction Support System for Pneumatics”, Computers and Education Vol. 41, No. 2, pp. 107-120, September, 2003.
- [3] GÜSÜN, K., “Elektrik Kumanda Laboratuvarı PLC Eğitim Seti Tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Mart, 2006.
- [4] SWIDER, J., WSZOLEK, G. and CARVALHO, W., “ Programmable Controller Designed for Electro-Pneumatic Systems”, Journal of Materials Processing Technology, Vol. 164, pp. 1459-1465, May, 2005.
- [5] TORTUMLUOĞLU, N., “PLC Kontrollü Elektropnömatik Eğitim Seti Tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Temmuz, 2006.
- [6] CHAMBERS, C., HOLCOMBE, M., and BARNARD, J., “Introduction X-Machine Models to Verify PLC Ladder Diagrams”, Computers in Industry, Vol. 45, No. 3, pp. 277-290, July, 2001.
- [7] FIGLIOLINI, G., and CECARELLI, M., “Walking programming for an electropneumatic biped robot”, Mechatronics, Vol. 9, No. 8, pp. 941-964, December, 1999.
- [8] ÇALISKAN, A., “Mekatronik Sistemlerde İnternet Tabanlı Kontrol ve Kartezyen Robot Üzerinde Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Şubat, 2004.
- [9] YAZICI, Ş., KILIVAN, M., ERTUNÇ, H., M. ve EROL, M., C., “Bilgisayar Kontrollü Kartezyen Robot Tasarımı”, Elektrik - Elektronik - Bilgisayar Mühendisliği 10. Ulusal Kongresi, 2003.
- [10] BERKAY, A., ŞEKER, M. ve ESİN, E., M., “Pnömatik Robot Uygulaması”, Elektrik - Elektronik - Bilgisayar Mühendisliği 10. Ulusal Kongresi, 2003.

- [11] ÇETİN, A., E. ve ADLI, M., A., “Mekatronikte Donanım ve Yazılımın Robot Kontrolündeki Önemi”, Elektrik – Elektronik - Bilgisayar Mühendisliği 10. Ulusal Kongresi, 2003.
- [12] ÇENGELCİ, B. ve ÇİMEN, H., “Endüstriyel Robotlar 2005” , Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2005.
- [13] YILMAZ, S., “PLC’ lerde Bulanık Kontrol Yöntemi Kullanılarak Motor Hız Denetimi”, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Haziran, 1998.
- [14] EZER, A., “PLC ile Loto Makinesi Kontrolü”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Temmuz, 2003.
- [15] ÇETİN, R., “S7-200 PLC’lerle Otomasyon” Pelin Matbaacılık ve Tic. Ltd. Şti., Mayıs, 2007.
- [16] YENİTEPE, R., “Bilgisayar Destekli Pnömatik ve Elektropnömatik Eğitimi”, I. Uluslararası Eğitim Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı, Sakarya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi, Sayı:4, sf. 323-333
- [17] DEMETGÜL, M. ve YENİTEPE, R. “Pnömatik Sistem Arızalarının Giderilmesinde Bir Uzman Sistem Yaklaşımı”, Teknoloji, Cilt 7, Sayı 2, sf 289-295, 2004.
- [18] KURTULAN, S., “PLC ile Endüstriyel Otomasyon”, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2008.
- [19] YILMAZ, S., “Bir Robot Kolu Mekanizmasında Adım Motorları Vasıtasıyla, Verilen Koordinatlara Hareketin Gerçekleştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Nisan, 2006.
- [20] AKPINAR, Ö., “Depolama Amaçlı Görüntü İşleme Tabanlı Kartezyen Robot Tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, 2008.
- [21] BAŞULAŞ, H., “Programlanabilir Lojik Denetleyiciler ile (PLC) Endüstriyel Otomasyonun İncelenmesi ve Bir Egzos Delme Makinesinin Otomasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Eylül, 1992.
- [22] ASLAN, M., C., “Programlanabilir Kontrol Ünitesi ile Motor Dönme Sayısı Ayarı”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Eylül, 1993.
- [23] SOYTÜRK, M., “PLC İle Senkron Jeneratörün Çıkış Geriliminin Kontrolü”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Temmuz, 2004.
- [24] KAYA, S., “PLC Tabanlı Divizör İmalatı”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eylül, 2004.
- [25] ÖZKÖK, Ö., “Hidrolik Uygulamalarda PLC Yazılımları”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2002.

- [26] AKI, R., N., “Bir Petrokimya Fabrikasının PLC Sistemleri ile Dizaynı ve Kontrolü”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2002.
- [27] COŞGUN, A., R., “Mekatronik Sistem Elemanlarının İncelenmesi ve Bir PLC Kontrollü Sistem Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2003.
- [28] ÇİLEK, A., “PLC (Programlanabilir Lojik Kontrol Cihazı) ve Scada (Yönetmel Denetim ve Veri Toplama) ile Endüstriyel Otomasyon Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Aralık, 2005.
- [29] KAYRI, İ., “Programlanabilir Kontrolör (PLC) ile Bir Ortamın Sıcaklık Değerinin Kontrol Edilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 2003.
- [30] YILDIZ, E., “PLC ile Isıtma Havalandırma ve Soğutma Sistemlerinin Optimum Denetimi”, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, 2006.
- [31] YANGIN, E., “Programlanabilir Denetleyici ile AC Motor Hız Denetimi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 1994.
- [32] GÜNDÜZ, R., “Yüksek Dereceli Fırınların PLC ile Kontrolü”, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Haziran, 1997.
- [33] YILMAZ, N., “PLC Programlanabilir Mantık Kontrol Cihazı ile Hareketin Üç Eksende Kontrolü”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Temmuz, 1998.
- [34] SAYGIN, A., “Programlanabilir Kontrolör (PLC) ile Bir Seranın Sıcaklık ve Nem Kontrolü”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ağustos, 1998.
- [35] ÖZKAN, A., “PLC ve SCADA Destekli Pozisyon Kontrolü”, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Mayıs, 1999.
- [36] ÖZDEMİR, M., “Bir Un Değirmeninde Hava Stabilizasyonunun Otomasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, 2001.
- [37] IOANNIDES, M., G. and MEMBER, S., “Design and Implementation of PLC-Based Monitoring Control System for Induction Motor”, IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol. 19, No. 3, September, 2004.
- [38] BELLMUNT, O., G., “A Distance PLC Programming Course Employing a Remote Laboratory Based on a Flexible Manufacturing Cell”, IEEE Transactions on Education, Vol. 49, No. 2, May, 2006.
- [39] ALHERAISH, A., ALOMAR, W. and ABU-AL-ELA, M., “Programmable Logic Controller System for Controlling and Monitoring Home Application Using Mobile Network”, IMTC 2006 – Instrumentation and Measurement Technology Conference Sorrento, Italy 24-27 April, 2006.

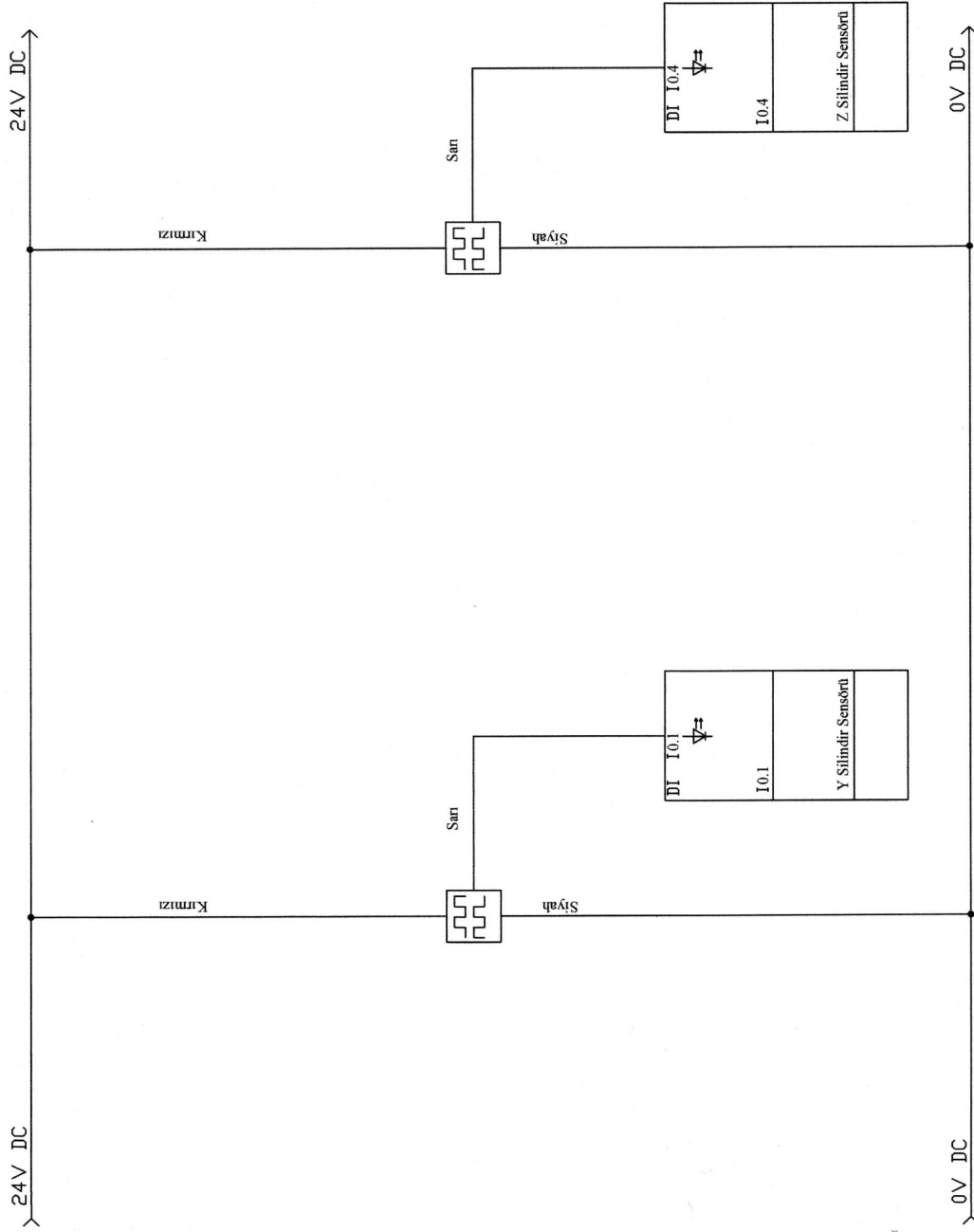
- [40] COCKRELL , L., SANDER, T. M., “Selecting a Man/Machine Interface for a PLC-Based Process Control System”,IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 28, No. 4, 1992.
- [41] JACK, H., “Automating Manufacturing Systems with PLCs”, Version 4.7, April 14, 2005.
- [42] BRYAN, L. and A., BRYAN, E., A., “Programmable Controllers Theory and Implemetation”, Second Edition, An Industrial Text Company Publication Atlanta Georgia USA

Ek A (Devam)



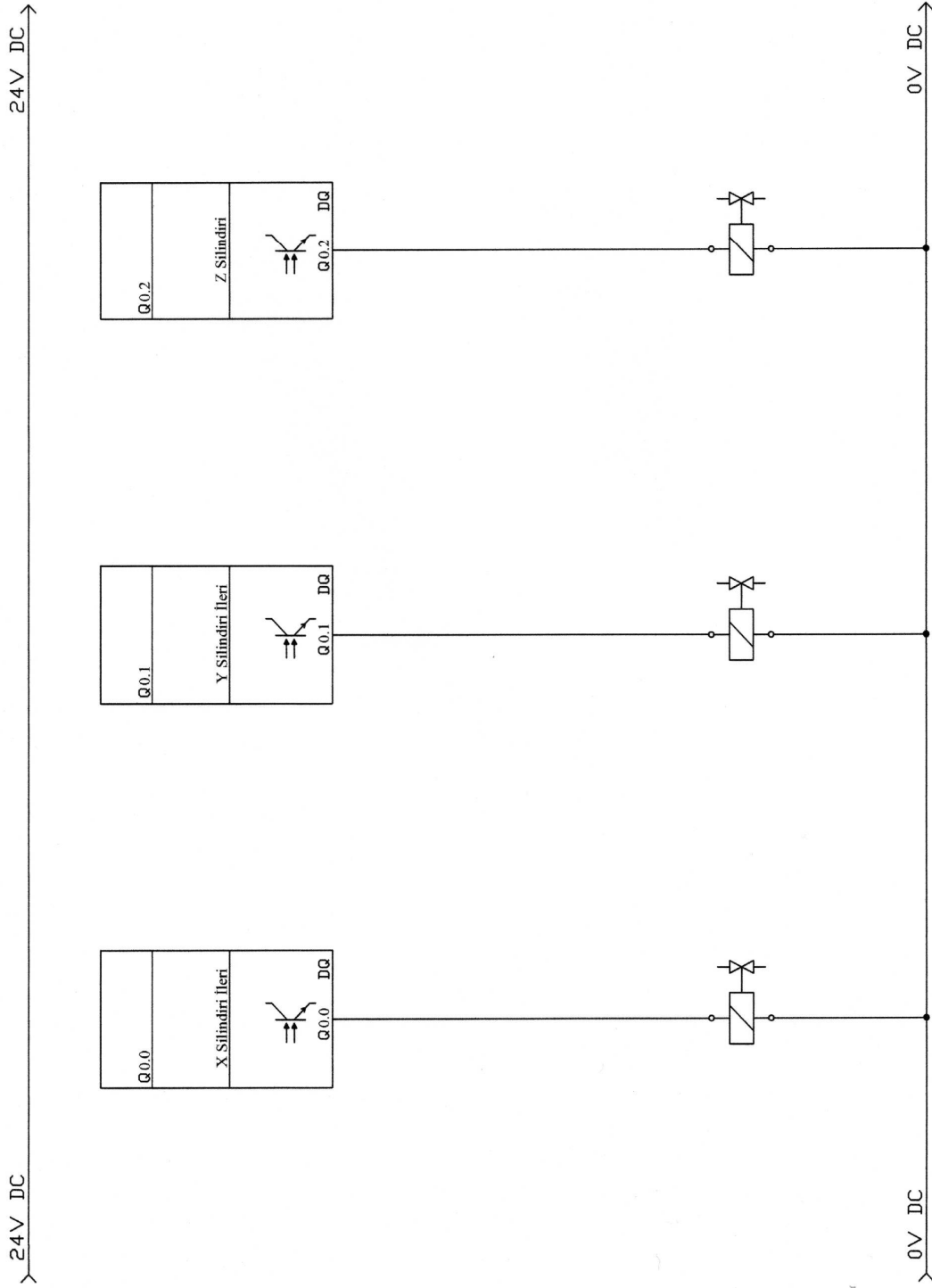
Şekil A.1. (Devam)

Ek A. (Devam)



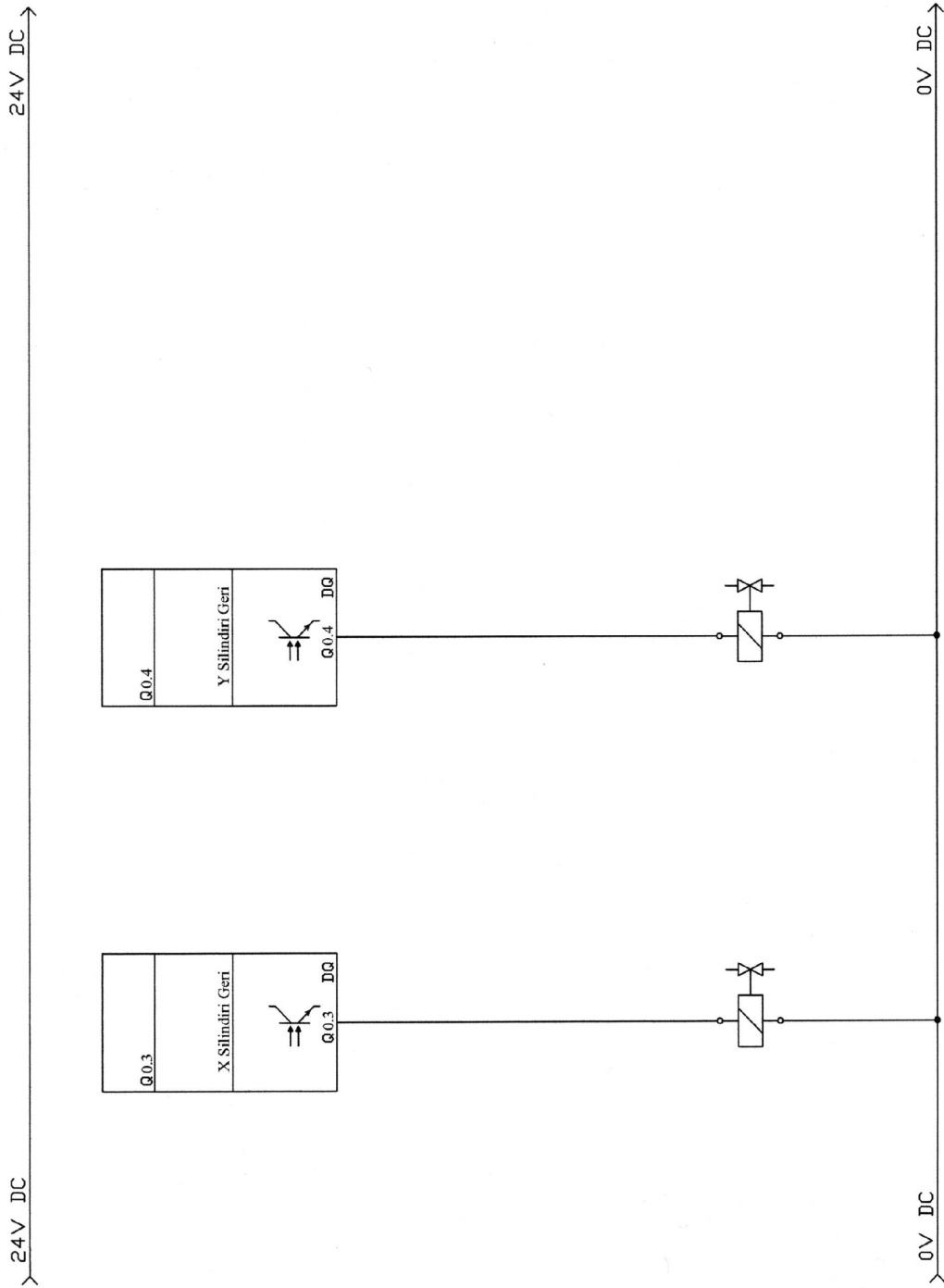
Şekil A.1. (Devam)

Ek A. (Devam)



Şekil A.1. (Devam)

Ek A. (Devam)



Şekil A.1. (Devam)

Ek B. Fiziksel Sistemde Kullanılan Bazı Elemanların Teknik Özellikleri

B.1. Şartlandırıcının teknik özellikleri

Tablo A.1. Şartlandırıcının teknik özellikleri

Model	AW1000	AW2000	AW3000	AW4000	AW4000-06	
Port size	M5	$\frac{1}{8}$ $\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$ $\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$ $\frac{3}{8}$ $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	
Fluid	Air					
Proof pressure	1.5MPa					
Max. operating pressure	1.0MPa					
Set pressure range	0.05 to 0.7MPa	0.05 to 0.85MPa				
Gauge port size	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	
Ambient and fluid temperature	-5 to 60°C (No freezing)					
Filtration	5µm					
Drain capacity (cm ³)	2.5	8	23	45	45	
Bowl material	Polycarbonate					
Construction	Relieving style					
Weight (kg)	0.09	0.36	0.53	1.09	1.15	
Accessory (Std. equipment)	Bowl guard	—	—	●	●	●

Accessory (option)/Part No.

Description		Model	Part No.				
			AW1000	AW2000	AW3000	AW4000	AW4000-06
Accessory	Bracket		B120	B220	B320	B420	B420
	Gauge ⁽¹⁾	1.0MPa	G27-10-R1	G36-10-□01	G36-10-□01	G46-10-□02	G46-10-□02
		0.2MPa	(G27-10-R1) ⁽²⁾	G36-2-□01	G36-2-□01	G46-2-□02	G46-2-□02
	Auto drain float style ⁽³⁾	N.O.	—	—	AD43	AD44	AD44
		N.C.	—	—	AD53	AD54	AD54
Auto drain pressure differential			AD61	AD62	—	—	—



Note 1) □ in the part number for gauge (e.g. G36-10-□01) indicates threading. No symbol for Rc(PT) and "N" for NPT.

Note 2) A gauge for pressure 1.0MPa is used.

Note 3) Minimum operating pressure N.O.: 0.1MPa, N.C.: 0.15MPa

* "-01, -02, -03, -04, -06," after the part numbers indicates port size. (01: 1/8, 02: 1/4, 03: 3/8, 04: 1/2, 06: 3/4).

* Gauge for "AW1000-M5G-1" is "G27-10-R1" for the pressure at 1.0MPa.

B.2a. Kapalı merkez yön kontrol valfi

Tablo A.2a. Kapalı merkez yön kontrol valfinin teknik özellikleri

Series		SY3000	SY5000	SY7000	SY9000
Fluid		Air			
Internal pilot operating pressure range MPa	2 position single	0.15 to 0.7			
	2 position double	0.1 to 0.7			
	3 position	0.2 to 0.7			
Ambient and fluid temperature °C		Maximum 50			
Maximum operating frequency Hz	2 position single, double	10	5	5	5
	3 position	3	3	3	3
Manual override		Non-locking push type, Push-turn locking slotted type, Push-turn locking lever type			
Pilot exhaust method		Common exhaust for main and pilot valves			
Lubrication		Not required			
Mounting orientation		Unrestricted			
Impact resistance/Vibration resistance m/s ² ^{Note)}		150/30			
Enclosure		Dust proof (IP65 for DIN terminal [*])			



* In compliance with IEC529 standard.

Note) Impact resistance: No malfunction resulted from the impact test using a drop impact tester. The test was performed one time each in the axial and right angle directions of the main valve and armature, for both energized and de-energized states. (Value in the initial stage)

Vibration resistance: No malfunction occurred in a one-sweep test between 8.3 and 2000Hz. Test was performed for both energized and de-energized states in the axial and right angle directions of the main valve and armature. (Value in the initial stage)

Solenoid specifications

Electrical entry	Grommet (G)/(H), L type plug connector (L), M type plug connector (M), DIN terminal (D) ^{Note 1)}		
Rated coil voltage V	DC	24, 12, 6, 5, 3	
	AC 50/60Hz	100, 110, 200, 220 ^{Note 2)}	
Allowable voltage fluctuation	±10% of rated voltage		
Current consumption W	DC	0.5 [With indicator light: 0.55 (0.6 for DIN terminal with indicator light)] ^{Note 3)}	
Apparent power VA	AC	100V	0.9 (With indicator light: 1.0)
		110V	1.0 (With indicator light: 1.1)
		[115V]	[1.1 (With indicator light: 1.2)]
		200V	1.8 (With indicator light: 1.9)
		220V [230V]	1.9 (With indicator light: 2.0) [2.2 (With indicator light: 2.3)]
Surge voltage suppressor	Diodes (ZNR for DIN terminal, Zener diode for G, L or M non-polar type)		
Indicator light	LED (Neon bulb for AC type DIN terminal)		



Note 1) DIN terminal (D) is not available for SY3000.

Note 2) 110 and 115VAC are common, as are 220 and 230VAC.

Note 3) Energy saving [0.22W] type is also available. Refer to page 1.2-177 for details.

Note 4) AC specifications are only for the DIN terminal type.

B.2b. Yay geri dönüşlü yön kontrol valfi

Tablo A.2b. Yay geri dönüşlü yön kontrol valfinin teknik özellikleri

Valve	Seal	Metal seal	Rubber seal
	Fluid	Air, Inert gas	
	Max.operating pressure	0.7MPa (High pressure style: 1.0MPa)	0.7MPa
	Min.operating pressure	0.1MPa	0.15MPa
	Ambient and fluid temp.	-10 to 50°C ⁽¹⁾	-10 to 50°C ⁽¹⁾
	Max.operating frequency	20Hz	5Hz
	Pilot valve EXH	Individual EXH	
	Lubrication	Not required	
	Manual override	Non-locking push style/Locking slotted style	
	Shock/Vibration resistance ⁽²⁾	150/30 m/s ²	
	Enclosure	Dust proof	
	Coil rated voltage	12V, 24V DC and 100V, 110V AC	
	Allowable voltage	±10% of rated voltage	
	Coil insurance	Class B or equivalent	
Solenoid	Power consumption (Current value)	24V DC	1W DC (42mA), 0.5W DC (21mA)
		12V DC	1W DC (83mA), 0.5W DC (42mA)
		100V AC	Inrush 0.5VA (5mA), Holding 0.5VA (5mA)
		110V AC	Inrush 0.55VA (5mA), Holding 0.55VA (5mA)



Note 1) Use dry air to prevent condensation when operating at low temperatures.

Note 2) Shock resistance : No malfunctions resulted from the impact test using a drop impact tester. The tests were performed on the axis and right angle direction of the main valve and armature, for both energized and de-energized states. (Value in the initial stage.)
 Vibration resistance: No malfunctions occurred in a one-sweep test between 8.3 and 2,000 Hz. Tests were performed at both energized and de-energized states on the axis and right angle direction of the main valve and armature. (Value in the initial stage.)

Model

Series	Valve configuration	Model		Effective area (mm ²) (N/min) ⁽¹⁾	Response time (ms) ⁽²⁾		Weight(g) ⁽³⁾
					Standard: 1W	High pressure: 1W Low wattage and AC	
VQZ100	N.C.	Poppett	VQZ115	3.6 (196.3)	10 or less	13 or less	25
VQZ200	N.C.	Metal seal	VQZ212	8.1 (441.68)	14 or less	18 or less	58
		Rubber seal	VQZ232	10.8 (588.6)	15 or less	20 or less	
	N.O.	Metal seal	VQZ222	7.2 (392.6)	14 or less	18 or less	
		Rubber seal	VQZ242	10.8 (588.9)	15 or less	20 or less	
VQZ300	N.C.	Metal seal	VQZ312	14.4 (785.2)	17 or less	22 or less	92
		Rubber seal	VQZ332	16.2 (883.35)	25 or less	33 or less	
	N.O.	Metal seal	VQZ322	13.5 (736.13)	17 or less	22 or less	
		Rubber seal	VQZ342	16.2 (883.35)	25 or less	33 or less	



Note 1) Value for sub-plate and maximum diameter

Note 2) As per JISB8375-1981 (Supply pressure; 0.5MPa; with indicator light and surge voltage suppressor; clean air)

The response time is subject to the pressure and the air quality. The values at the time of ON are given for the double styles.

Note 3) Weight without sub-plate

B.3. Birleşik kılavuzlu silindir

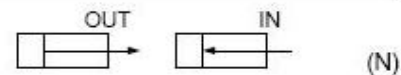
Tablo A.3. Birleşik kılavuzlu silindirin teknik özellikleri

Action	Double acting	
Fluid	Air	
Proof pressure	1.5MPa	
Maximum operating pressure	1.0MPa	
Minimum operating pressure	ø12, ø16	0.12MPa
	ø20 to ø100	0.1MPa
Ambient and fluid temperature	-10 to 60°C (with no freezing)	
Piston speed	ø12 to ø63	50 to 500mm/s
	ø80, ø100	50 to 400mm/s
Cushion	Rubber bumper at both ends	
Lubrication	Non-lube	
Stroke length tolerance	$+1.5$ ₀ mm	

Standard Strokes

Bore size (mm)	Standard stroke (mm)
12, 16	10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250
20, 25	20, 30, 40, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400
32 to 100	25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400

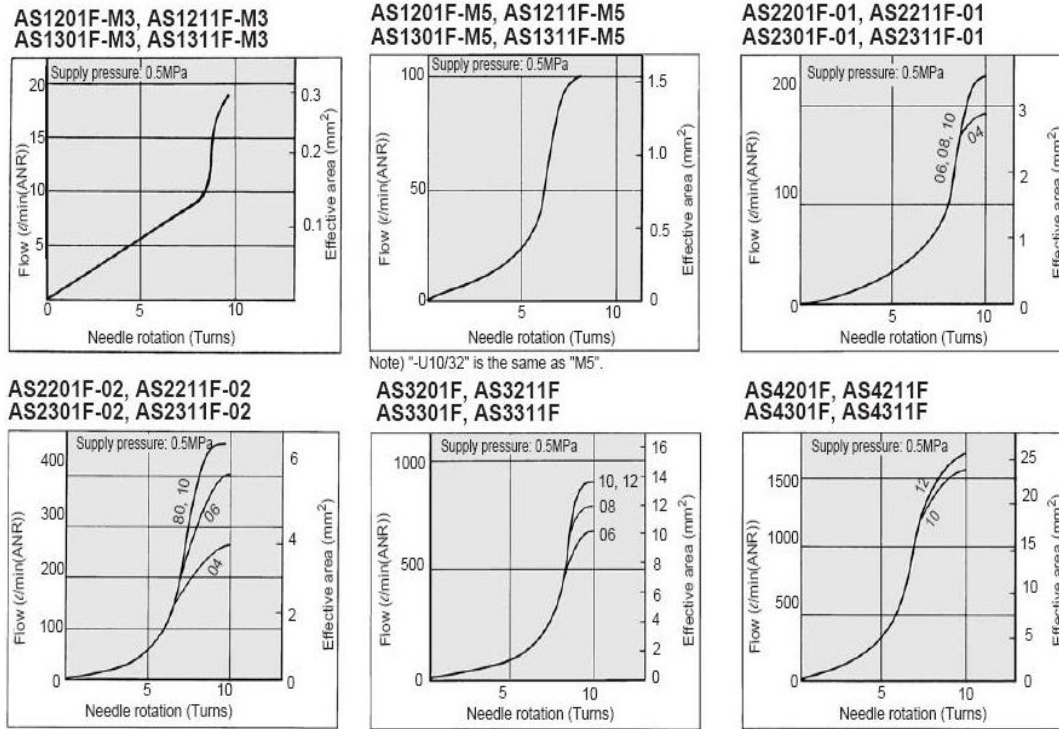
Theoretical Output



Bore size (mm)	Rod size (mm)	Operating direction	Piston area (mm ²)	Operating pressure (MPa)								
				0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
12	6	OUT	113	23	34	45	57	68	79	90	102	113
		IN	85	17	26	34	43	51	60	68	77	85
16	8	OUT	201	40	60	80	101	121	141	161	181	201
		IN	151	30	45	60	76	91	106	121	136	151
20	10	OUT	314	63	94	126	157	188	220	251	283	314
		IN	236	47	71	94	118	142	165	189	212	236
25	12	OUT	491	98	147	196	246	295	344	393	442	491
		IN	378	76	113	151	189	227	265	302	340	378
32	16	OUT	804	161	241	322	402	482	563	643	724	804
		IN	603	121	181	241	302	362	422	482	543	603
40	16	OUT	1257	251	377	503	629	754	880	1006	1131	1257
		IN	1056	211	317	422	528	634	739	845	950	1056
50	20	OUT	1963	393	589	785	982	1178	1374	1570	1767	1963
		IN	1649	330	495	660	825	990	1154	1319	1484	1649
63	20	OUT	3117	623	935	1247	1559	1870	2182	2494	2805	3117
		IN	2803	561	841	1121	1402	1682	1962	2242	2523	2803
80	25	OUT	5027	1005	1508	2011	2514	3016	3519	4022	4524	5027
		IN	4536	907	1361	1814	2268	2722	3175	3629	4082	4536
100	30	OUT	7854	1571	2356	3142	3927	4712	5498	6283	7069	7854
		IN	7147	1429	2144	2859	3574	4288	5003	5718	6432	7147

Note) Theoretical output (N) = Pressure (MPa) x Piston area (mm²)

B.4. Hız kontrol valfi



Şekil B.1. Hız kontrol valfinin teknik özellikler grafiği

B.5. Doğrusal kodlayıcı (Linear Encoder)

Tablo A.4. Doğrusal kodlayıcının teknik özellikleri

Çözünürlük	5 µm , 10 µm , 25 µm ve 62,5 µm (Diğer ürünler isteğe bağlı seçilebilir Örnek:50µm)
Çıkışı Tipi	Push-Pull or TLL RS 422 Line Driver
Çıkış Sinyalleri	A, /A, B, /B, Z, /Z (Kare Dalga formunda)
Giriş Akımı	Maksimum 40mA (Kanal başına)
Besleme	10...30VDC ±%20 veya 5VDC ±%5
Mekanik Ölçüler	Çizim bölümüne bakınız
Dış Gövde Yapısı	Aluminyum
Sensör ile Bant arası çalışma mesafesi	1.5 mm (maksimum 2mm)
Çalışma Hızı	3 m/s
Manyetik Bant	B5 nitrile rubber
Hassasiyet	± 1 puls
Tekrarlanabilirlik	± 1 puls
Çalışma Ortam Sıcaklığı	-25...+85°
Koruma Sınıfı	IP67

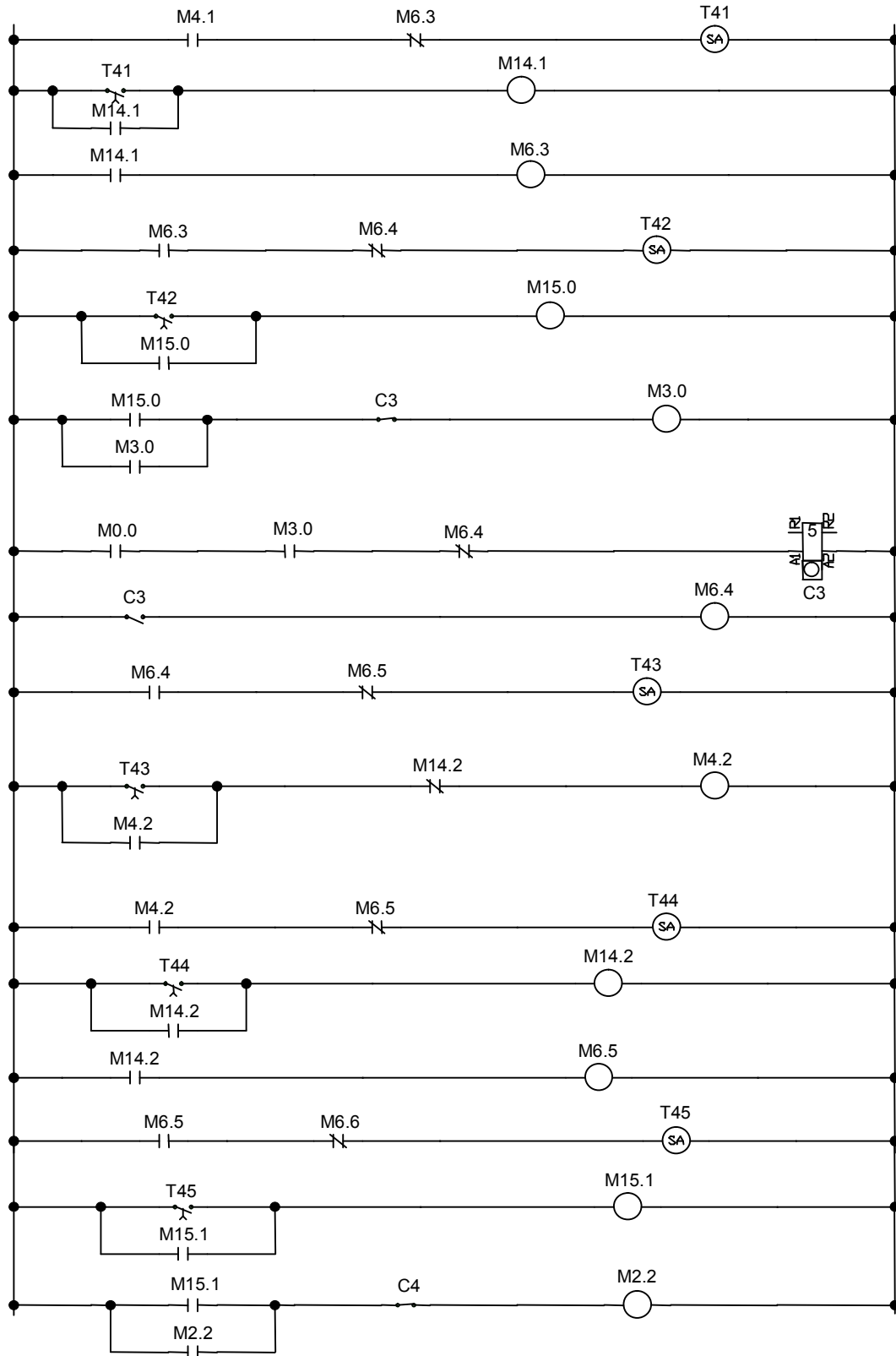
B.6. S7-200 CPU 222 PLC

Tablo A.5. S7-200 CPU 222 PLC' nin teknik özellikleri

	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 226	CPU 226XM
Hafıza					
Kullanıcı program boyutu (EEPROM)	2048 word		4096 word	4096 word	8192 word
Kullanıcı veri hafızası (EEPROM)	1024 word (kalıcı olarak saklanır)		2560 word (kalıcı olarak saklanır)	2560 word (kalıcı olarak saklanır)	5120 word (kalıcı olarak saklanır)
Yedekleme (kondansatör ile) (seçime bağlı pil ile)	50 saat, tipik olarak (40°C'de en az 8 saat) 200 gün, tipik olarak		190 saat, tipik olarak (40°C'de min. 120 saat) 200 gün, tipik olarak		
I/O					
Entegre dijital giriş/çıkış	6 giriş/4 çıkış	8 giriş/6 çıkış	14 giriş/10 çıkış	24 giriş/16 çıkış	
Dijital I/O imge alanı	256 (128 giriş/128 çıkış)				
Analog I/O imge alanı	Yok	32 (16 In/16 Out)	64 (32 In/32 Out)		
İzin verilen maksimum genişleme birimi sayısı	Yok	2 modül	7 modül		
İzin verilen maksimum akıllı birim sayısı	Yok	2 modül	7 modül		
Darbe yakalama girişleri	6	8	14		
Hızlı sayıcılar	4 sayıcı, toplamda		6 sayıcı, toplamda		
Tek faz	4 (30 kHz)		6 (30 kHz)		
İki faz	2 (20 kHz)		4 (20 kHz)		
Darbe çıkışlar	2 (20 kHz, yalnızca tranzistor çıkışlı modellerde)				

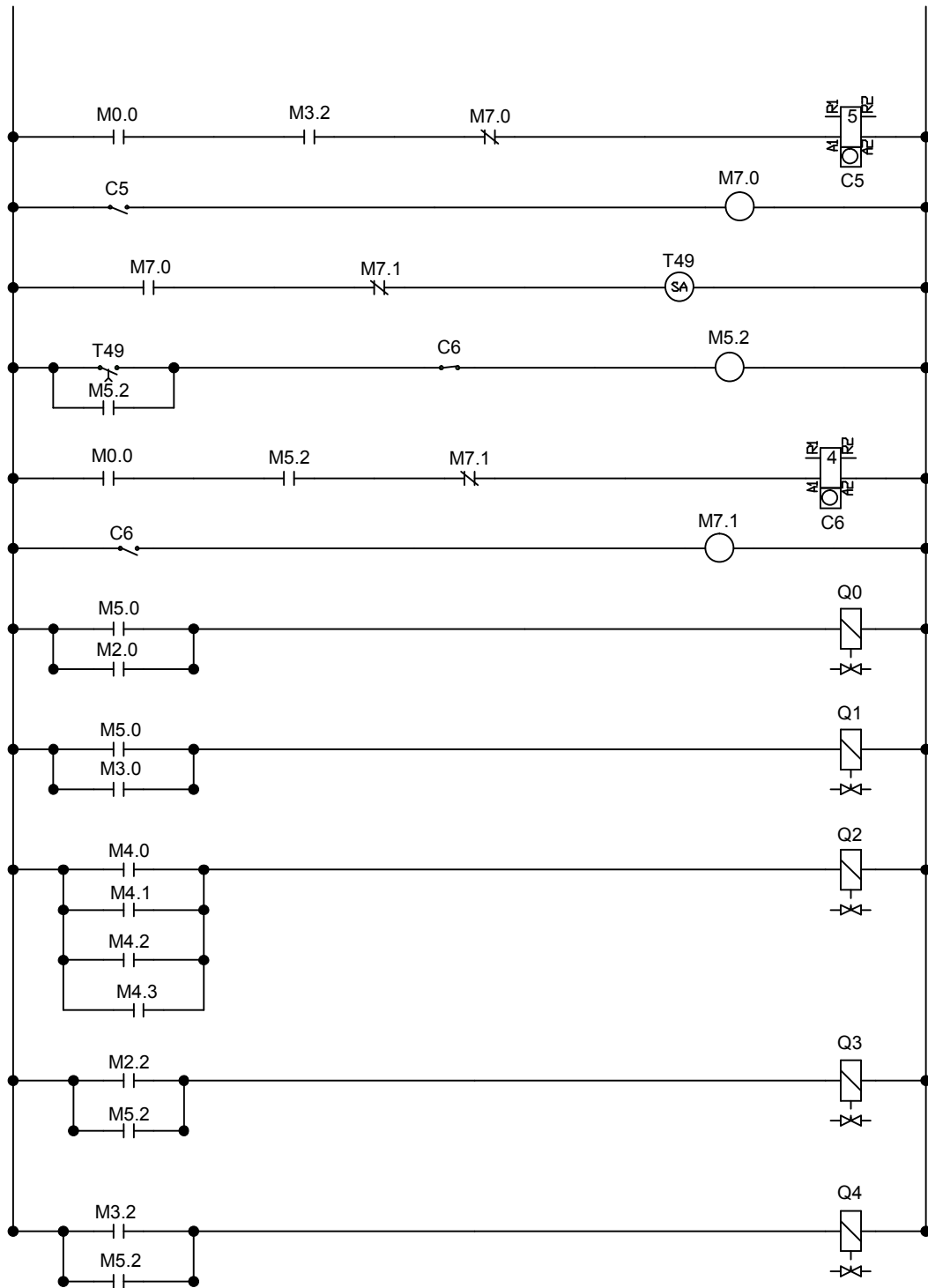
	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 226	CPU 226XM
Genel					
Zaman röleleri	256 toplam zaman rölesi; 4 zaman rölesi (1 msn); 16 zaman rölesi (10 msn); 236 zaman rölesi (100 msn)				
Sayıcılar	256 (Süper kondansatör veya pil ile kalıcı olarak saklanabilir)				
Enerji kesintisinden etkilenmeyen dahili hafıza bitleri	256 (Süper kondansatör veya pil ile kalıcı olarak saklanabilir) 112 (EEPROM'a kaydedilir)				
Zaman kontrollü interrupt	2, herbiri 1 ms çözünürlüğe sahip				
Yükselen kenar interrupt	4 düşen ve/veya 4 düşen kenar				
Analog ayar potansiyometresi	1, 8 bit çözünürlük ile		2, herbiri 8 bit çözünürlük ile		
Boole işlem hızı	0.37 mikrosn/komut				
Gerçek zaman saati	Seçime bağlı kartuş ile		Dahili		
Kartuş seçenekleri	Hafıza, pil ve gerçek zaman saati		Hafıza ve pil		
Mevcut İletişim Olanakları					
Port sayısı	1 RS-485 port			2 RS-485 port	
PPI, DP/T iletişim hızları	9.6, 19.2, 187.5 kbaud				
Freeport iletişim hızları	1.2 kbaud ila 115.2 kbaud				
Max. kablo uzunluğu (şebeke bölümü başına)	İzole repeater ile: 1000 m (187.5 kbauda kadar), 1200 m (38.4 kbaud'a kadar) İzolasyonsuz repeater ile: 50 m				
Max. istasyon sayısı	32 (bölüm başın), 126 (şebeke başına)				
Max. master sayısı	32				
Noktadan noktaya (PPI Master Modu)	Evet (NETR/NETW)				
MPI bağlantıları	4 (toplamda), 2 rezerve (1'i PG ve 1'i OP için)				

C.1. (Devam)



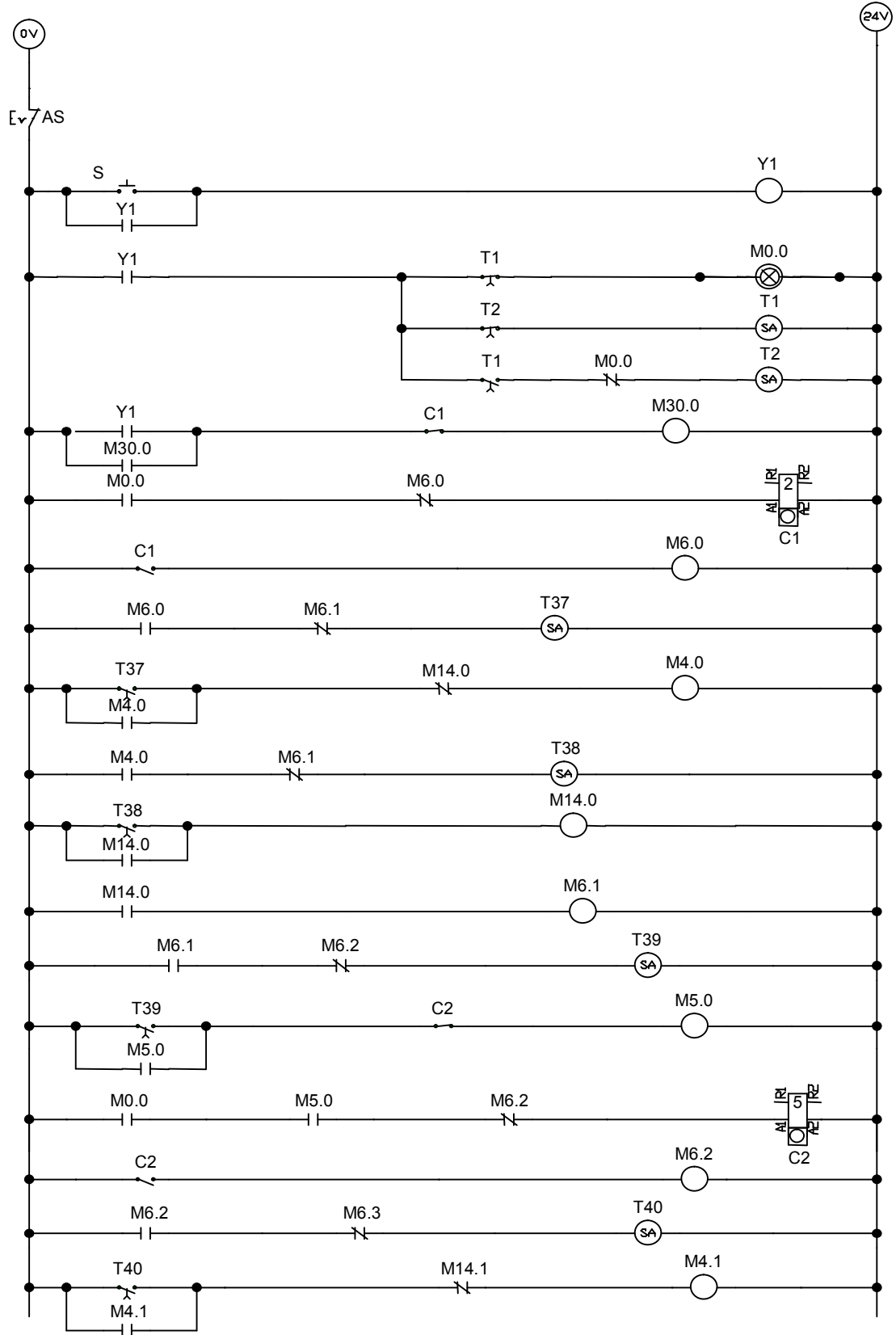
Şekil C.1. (Devam)

C.1. (Devam)



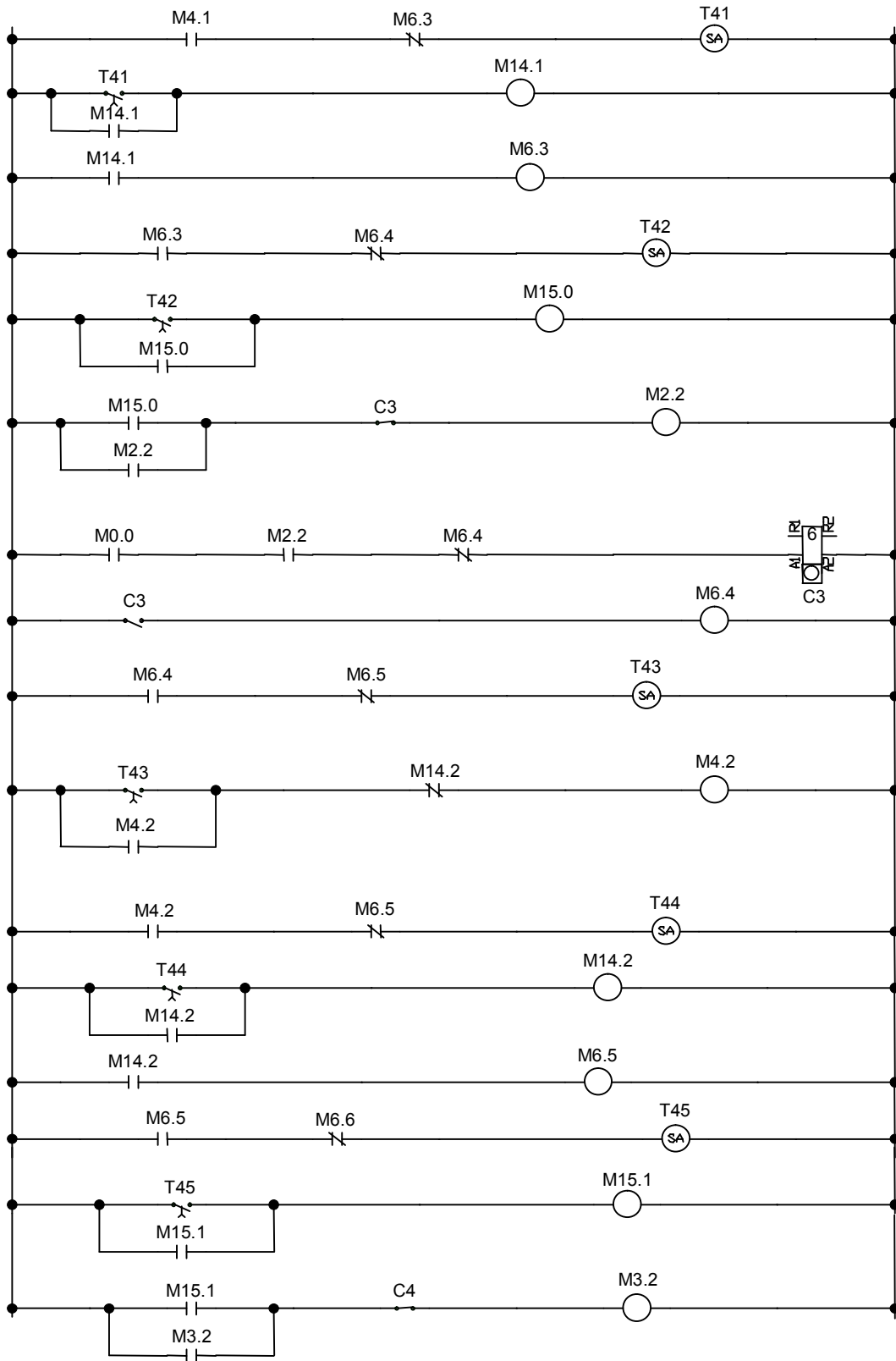
Şekil C.1. (Devam)

C.2. Üç noktanın merdiven diyagramı



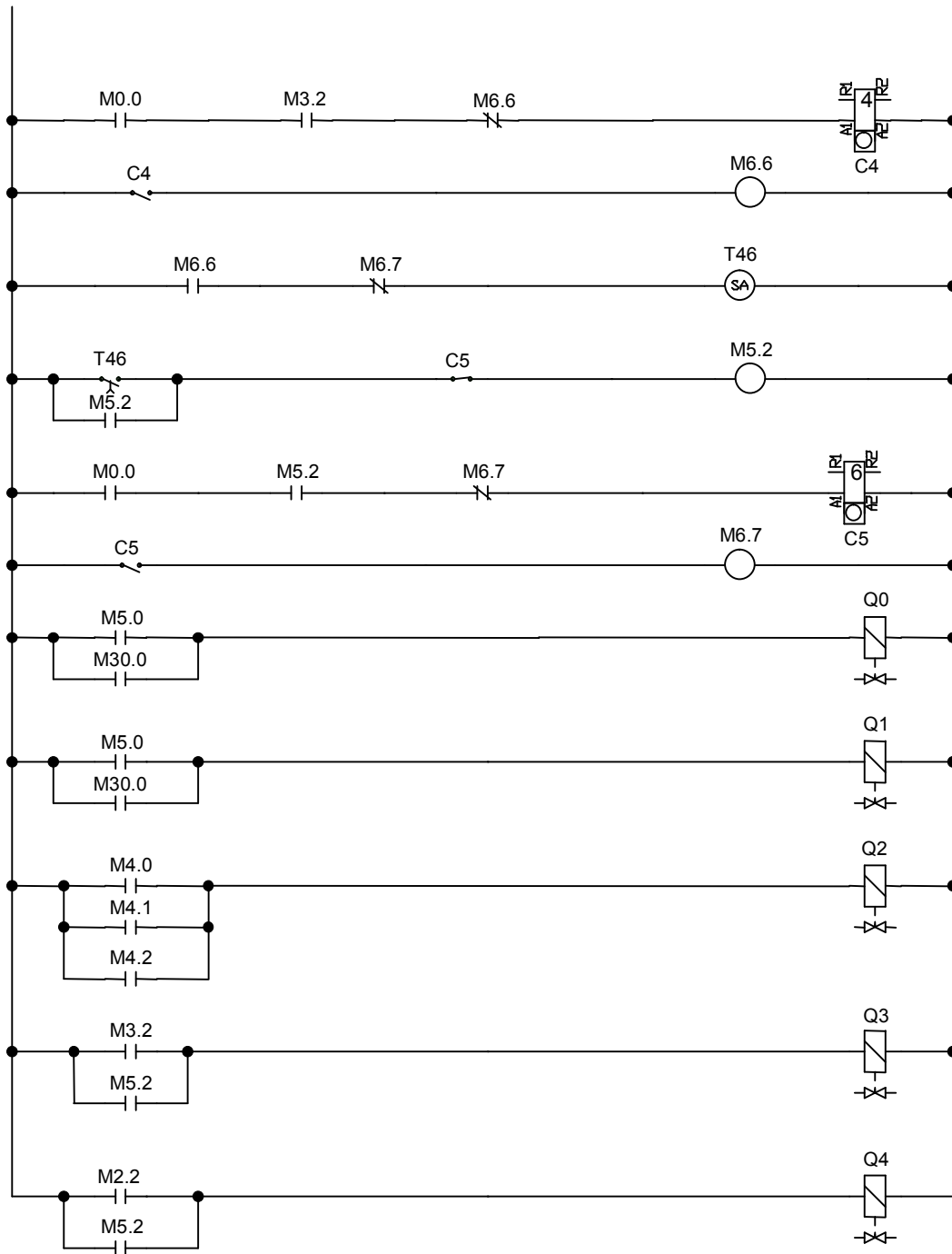
Şekil C.2. Üç noktanın FluidSim elektrik devre şeması

C.2. (Devam)



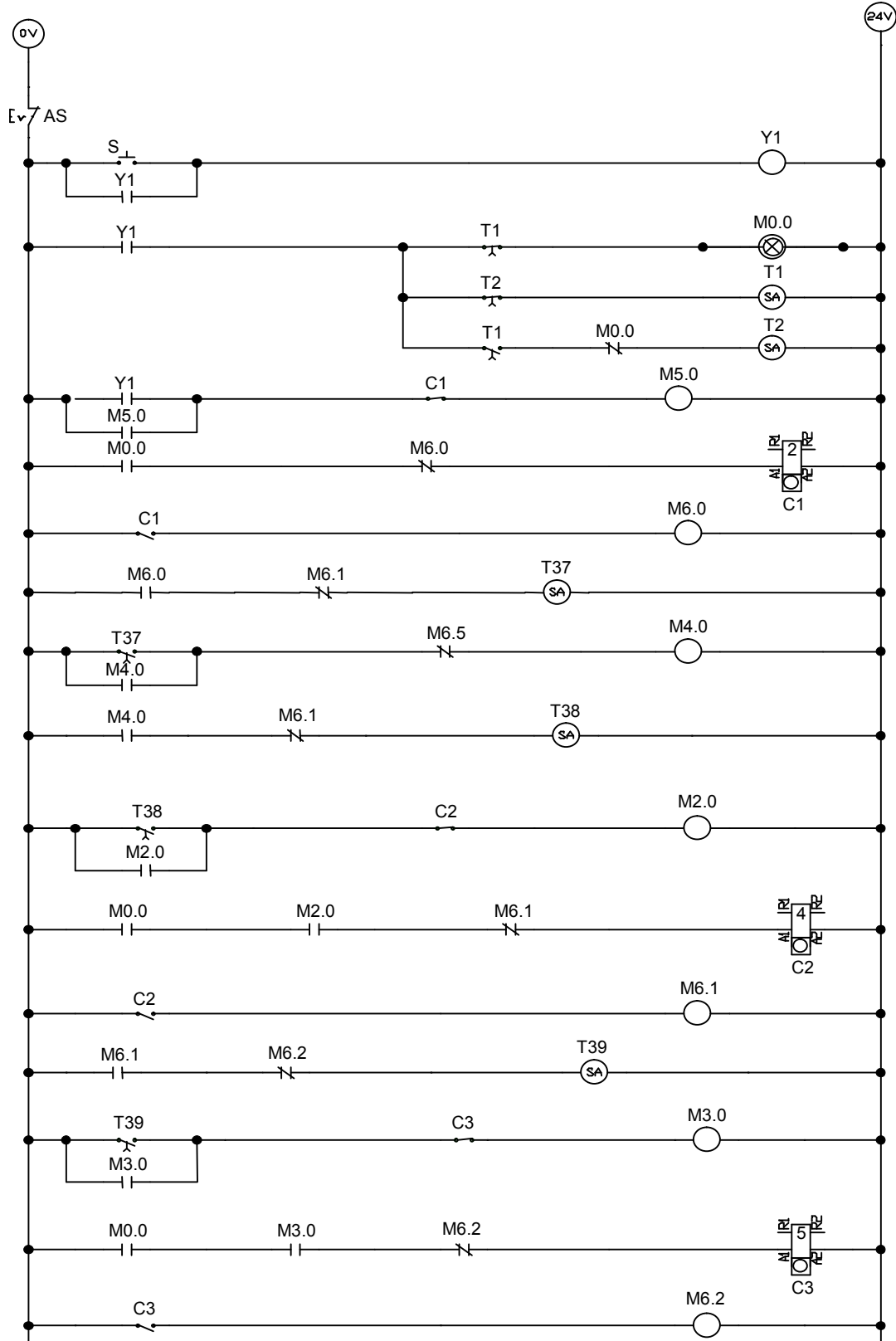
Şekil C.2. (Devam)

C.2. (Devam)



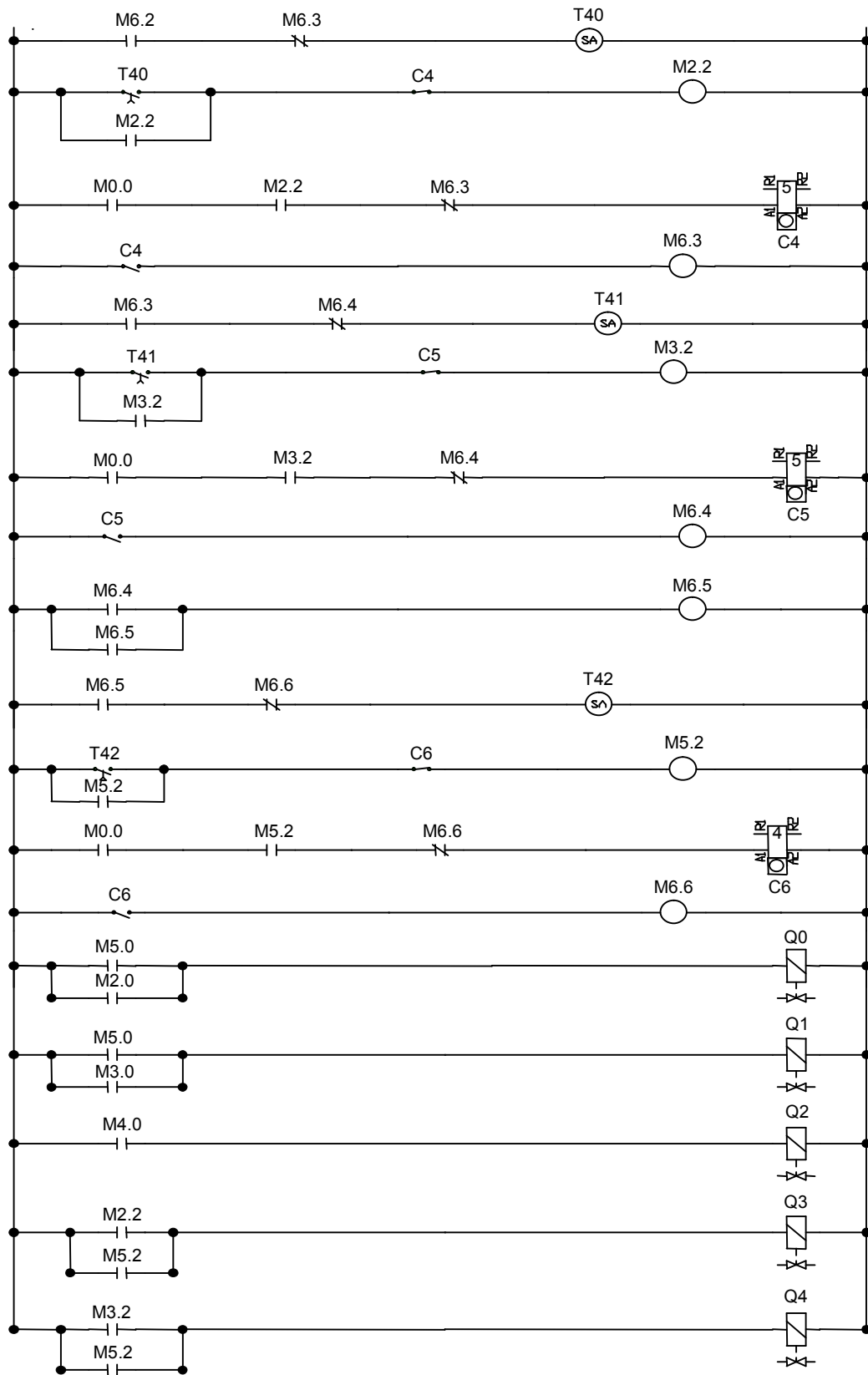
Şekil C.2. (Devam)

C.3. Dikdörtgen şeklinin merdiven diyagramı



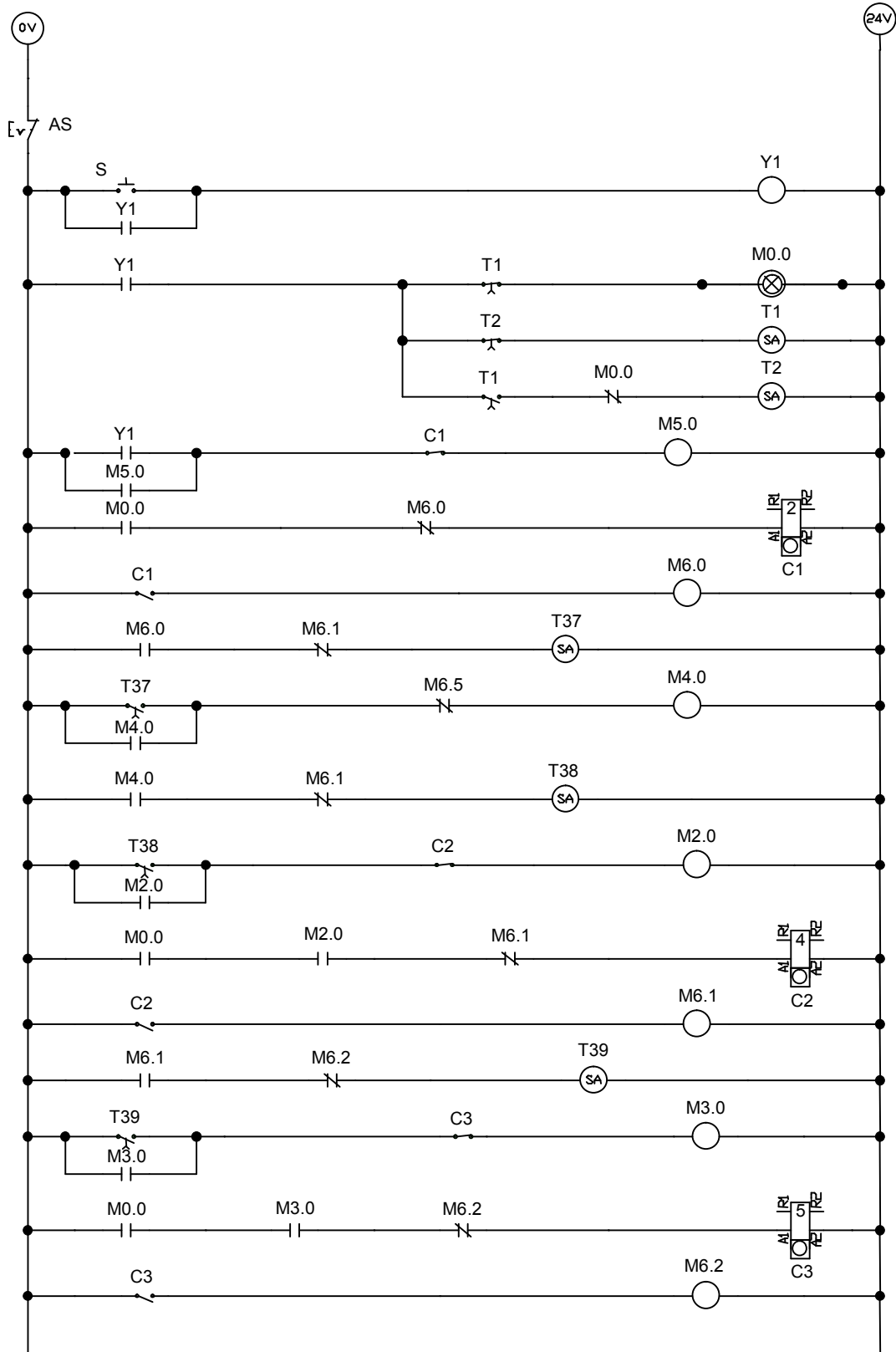
Şekil C.3. Dikdörtgen şeklinin FluidSim elektrik devre şeması

C.3. (Devam)



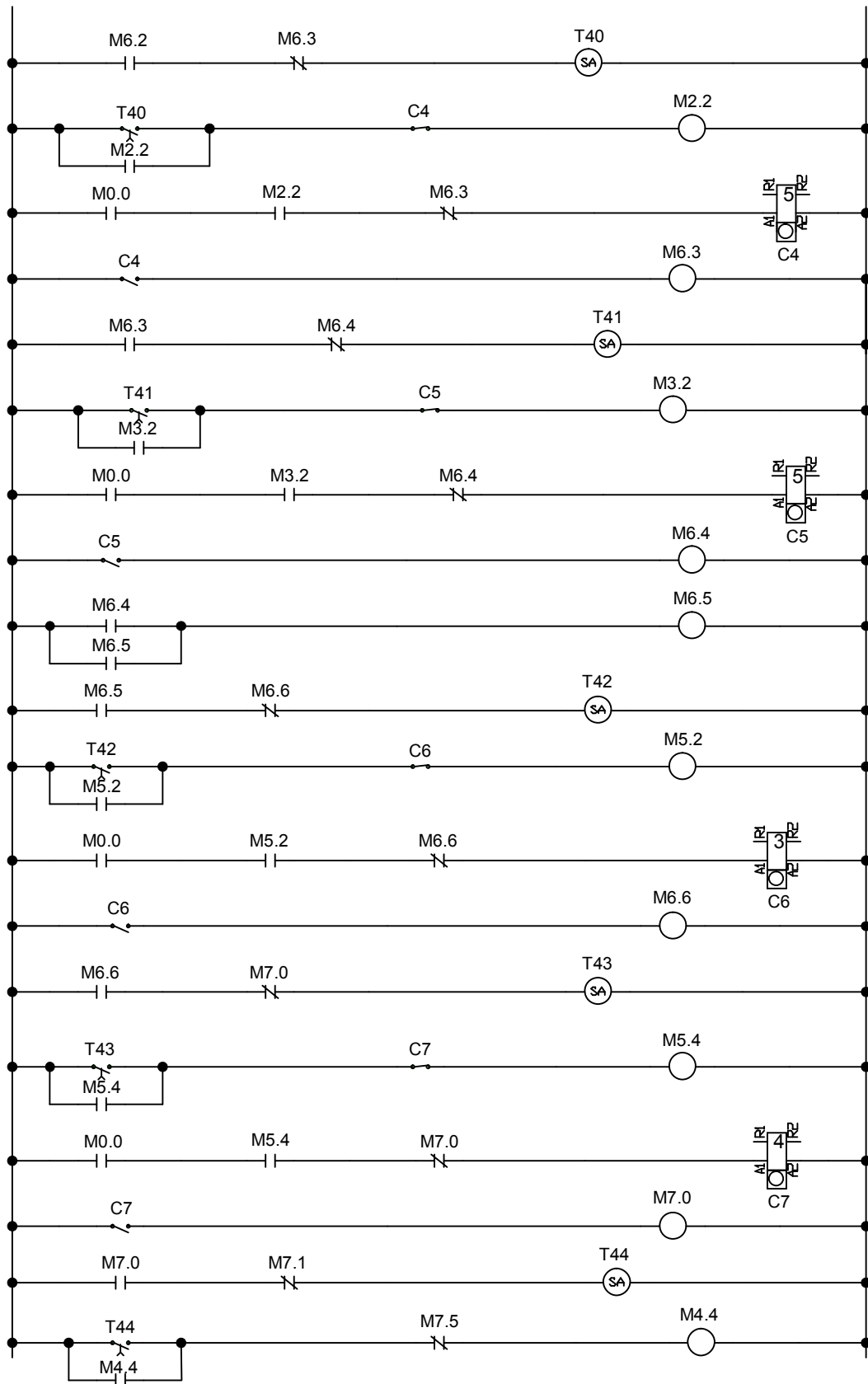
Şekil C.3. (Devam)

C.4. İç içe dikdörtgen şeklinin merdiven diyagramı



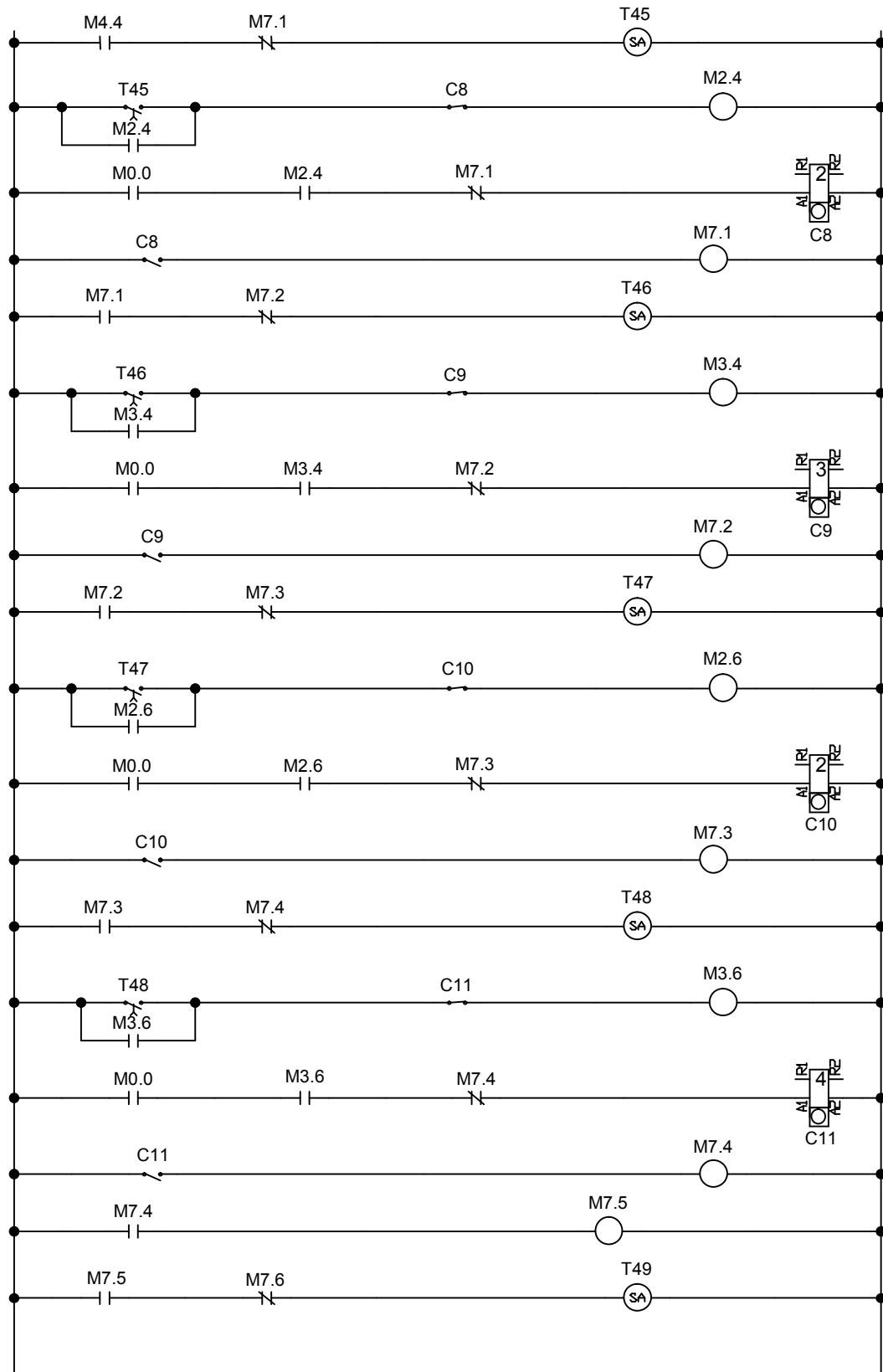
Şekil C.4. İç içe dikdörtgen şeklinin FluidSim elektrik devre şeması

C.4. (Devam)



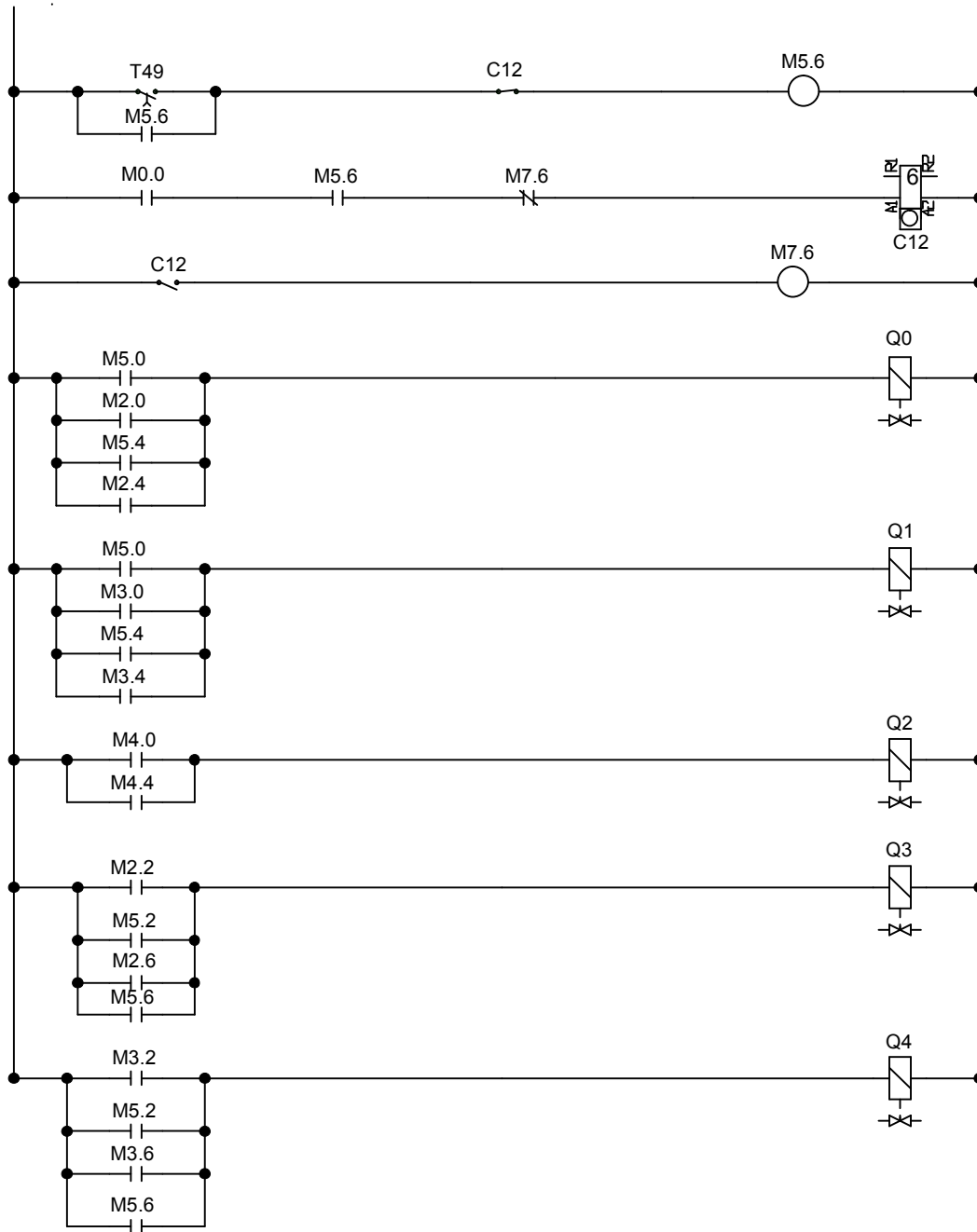
Şekil C.4. (Devam)

C.4. (Devam)



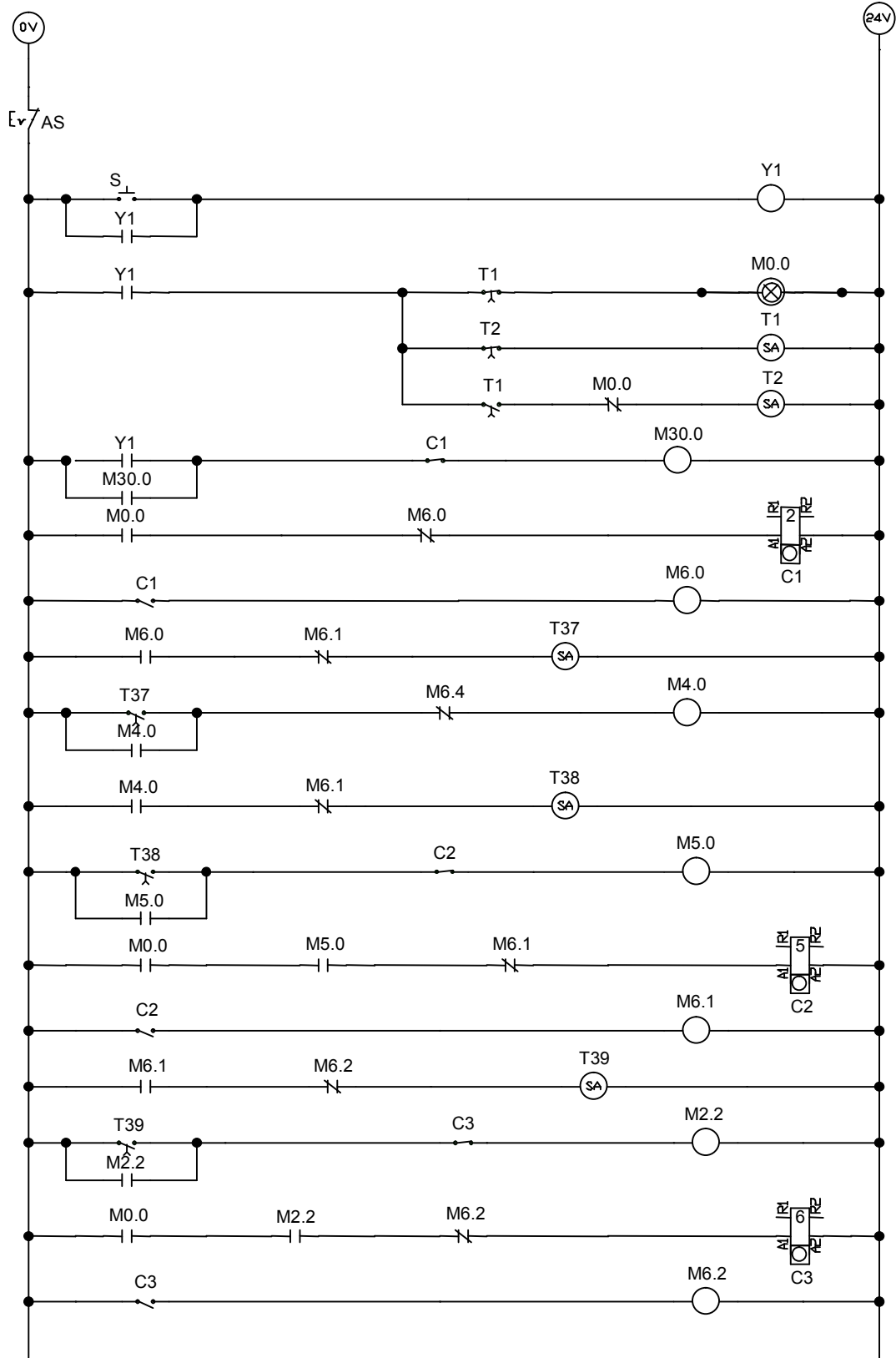
Şekil C.4. (Devam)

C.4. (Devam)



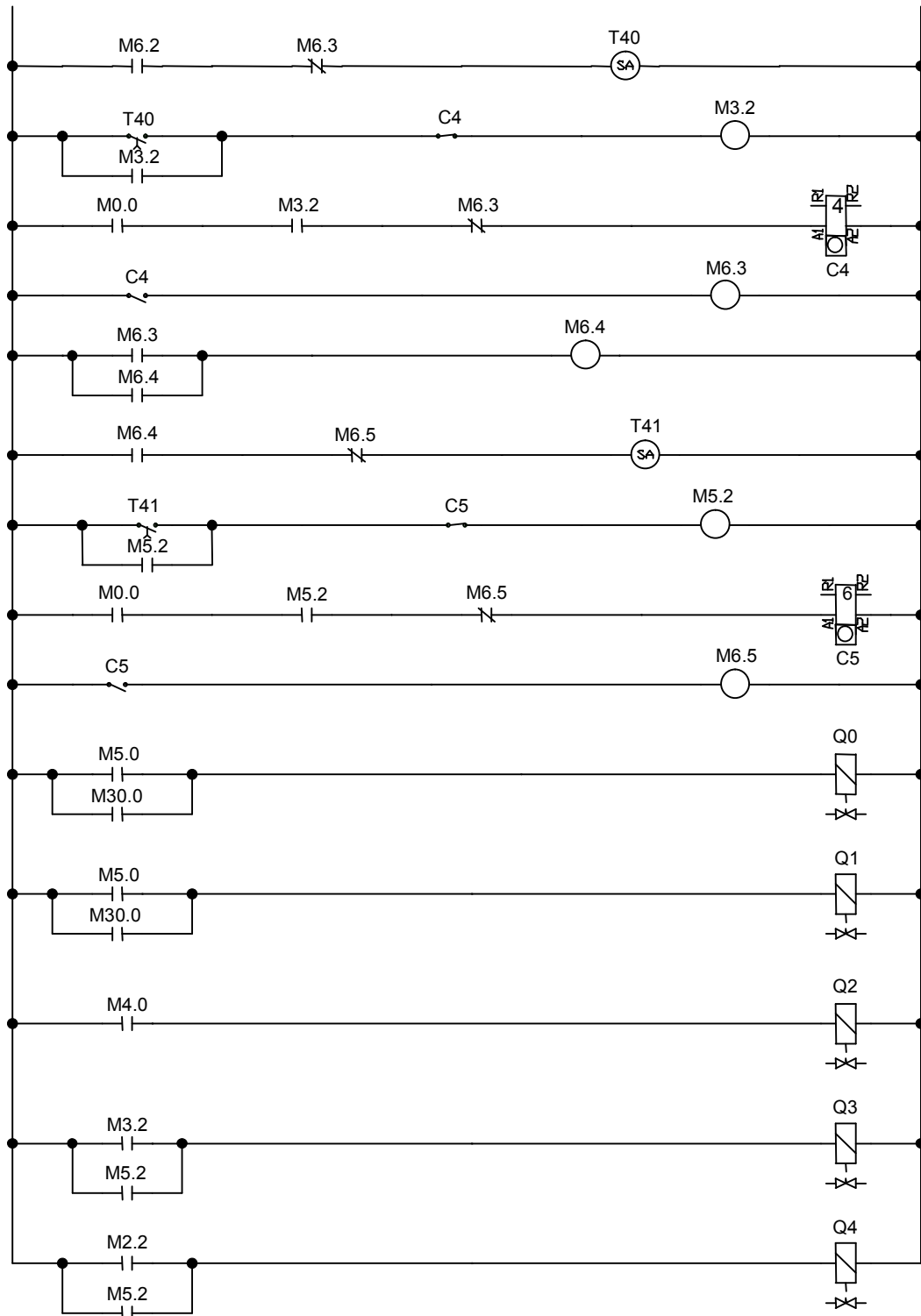
Şekil C.4. (Devam)

C.5. Üçgen şeklinin merdiven diyagramı



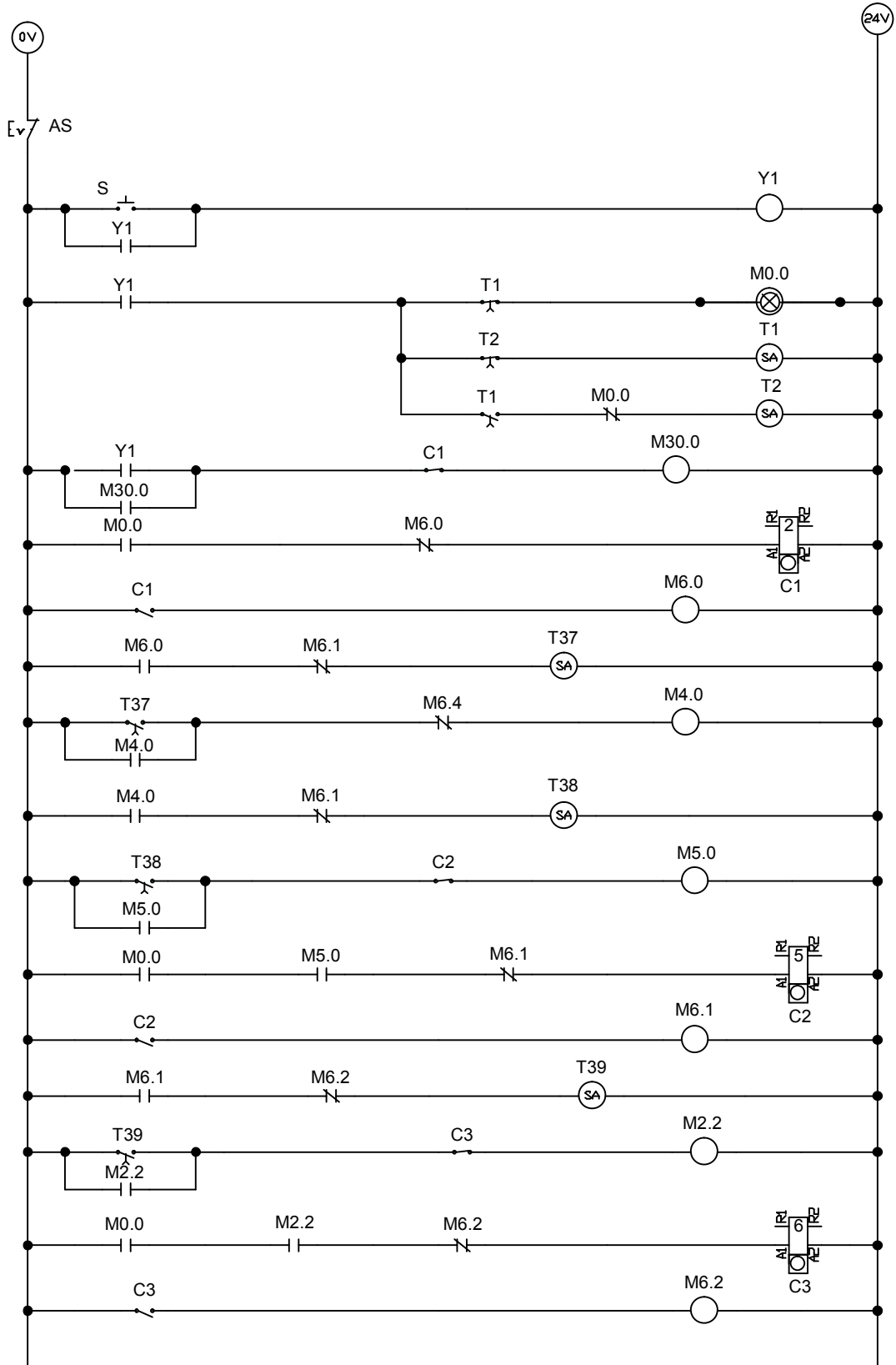
Şekil C.5. Üçgen şeklinin FluidSim elektrik devre şeması

C.5. (Devam)



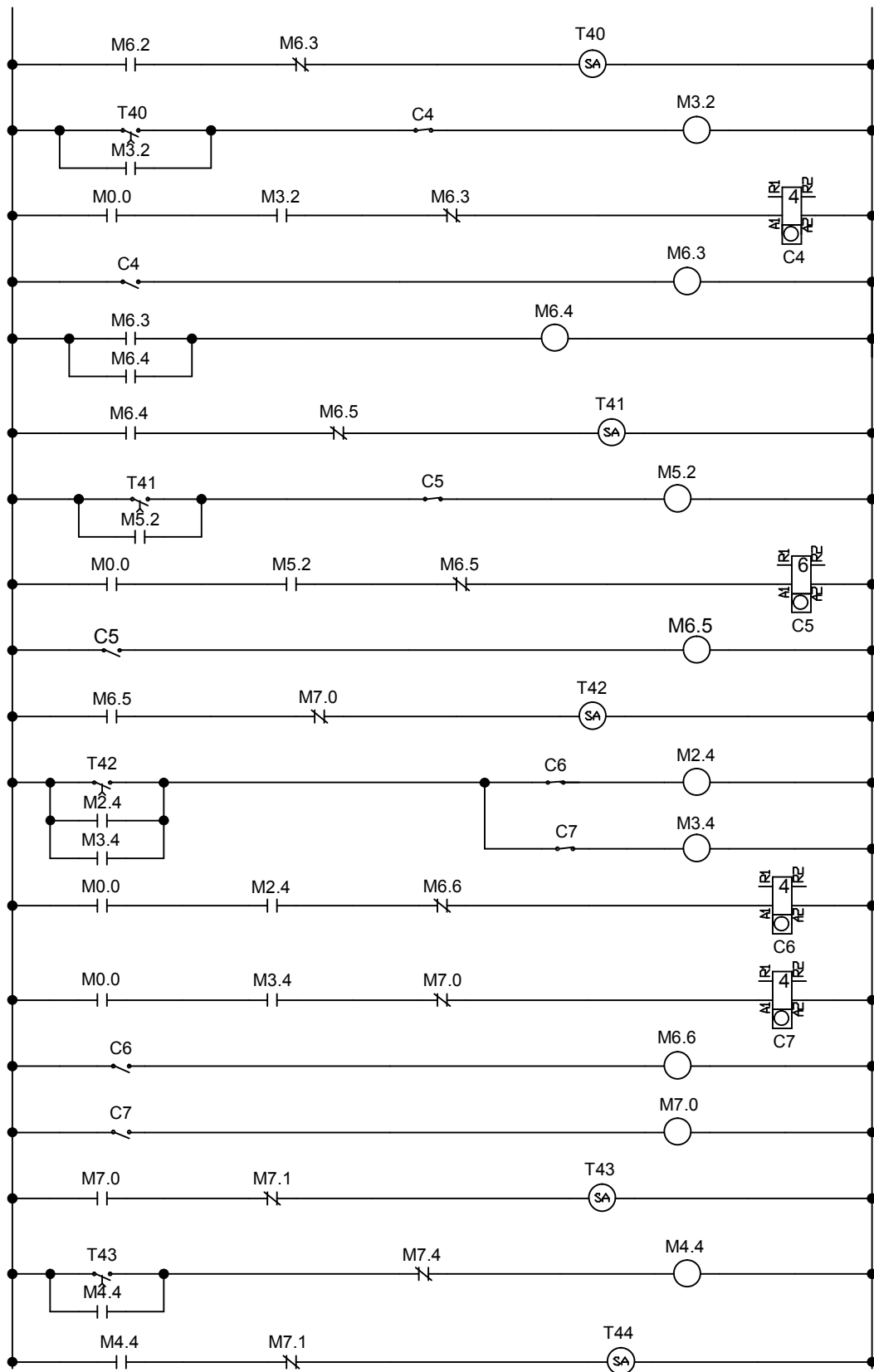
Şekil C.5. (Devam)

C.6. İç içe üçgen şeklinin merdiven diyagramı



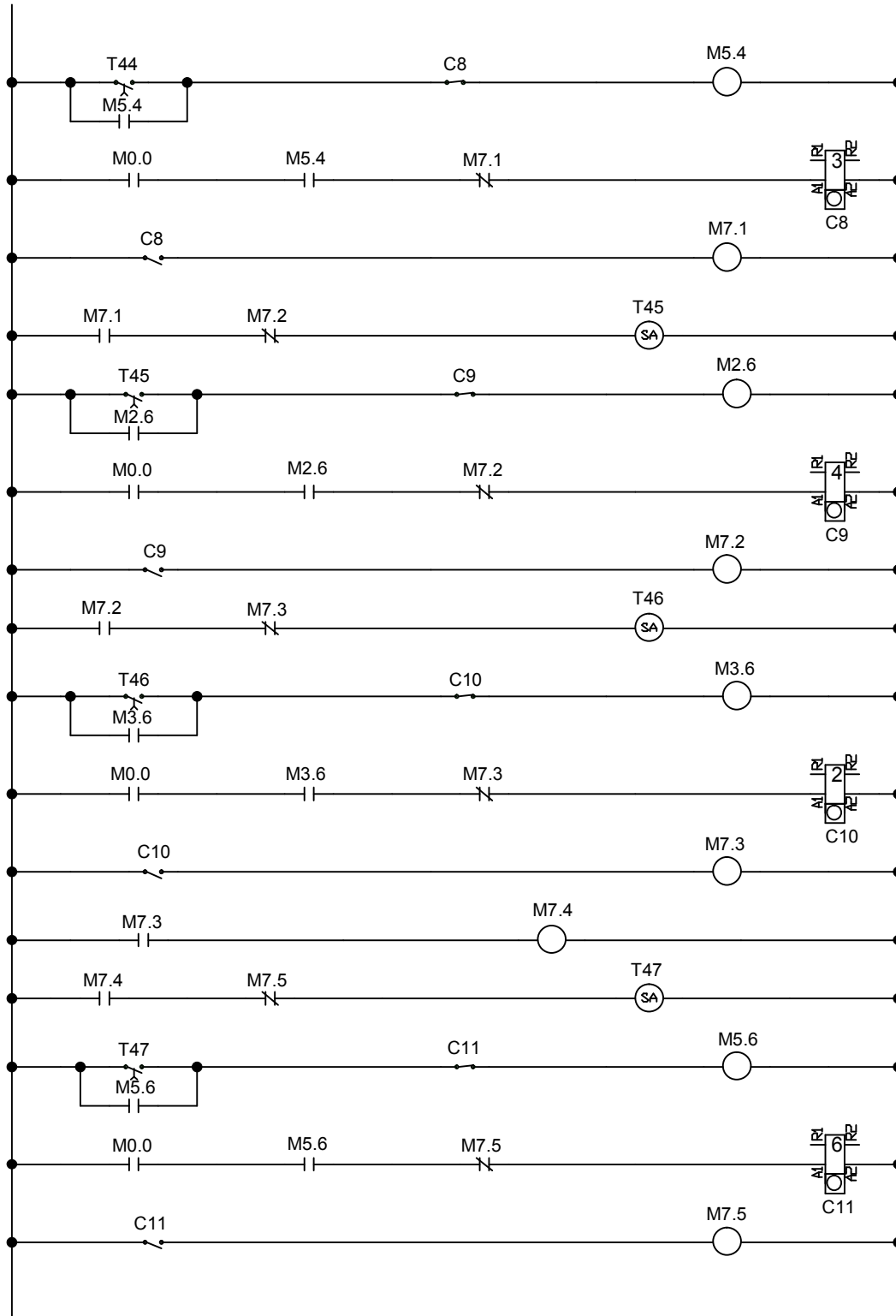
Şekil C.6. İç içe üçgen şeklinin FluidSim elektrik devre şeması

C.6. (Devam)



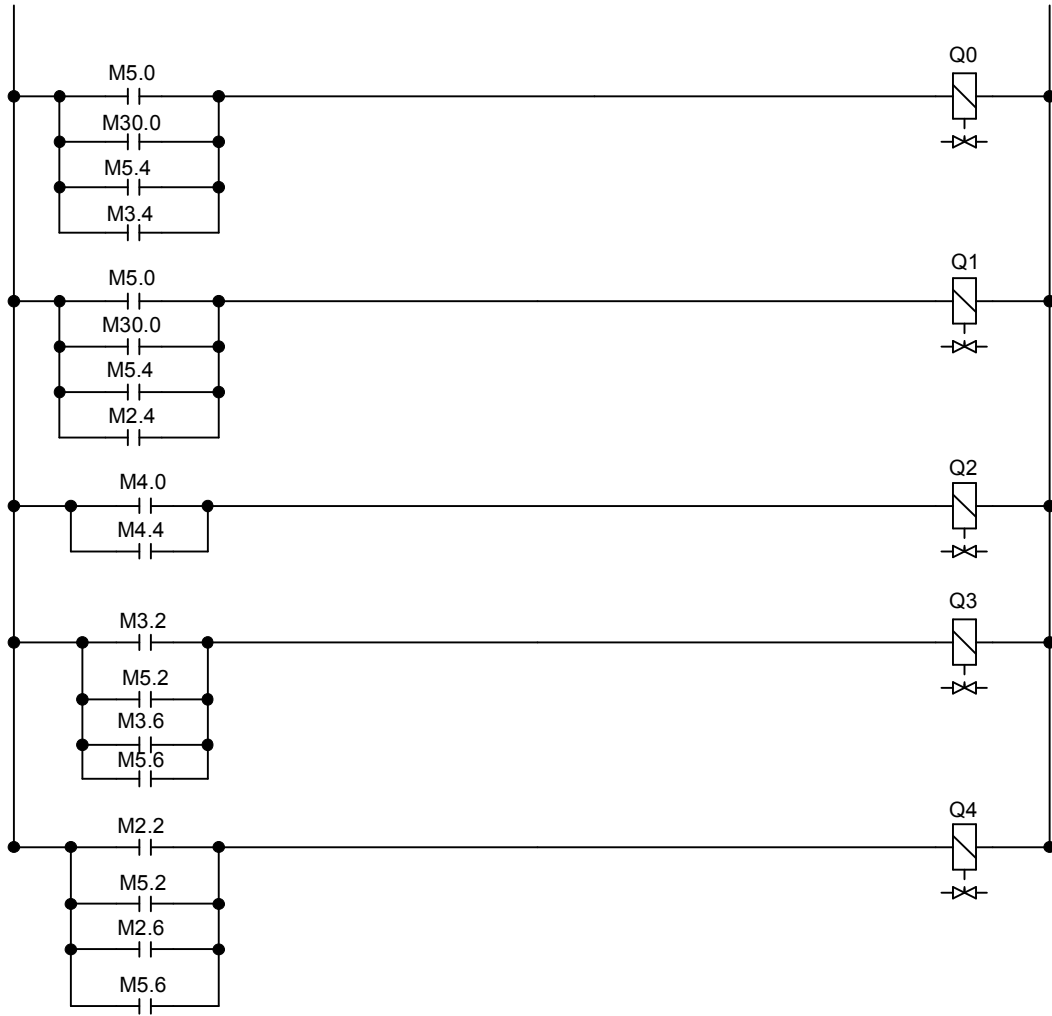
Şekil C.6. (Devam)

C.6. (Devam)



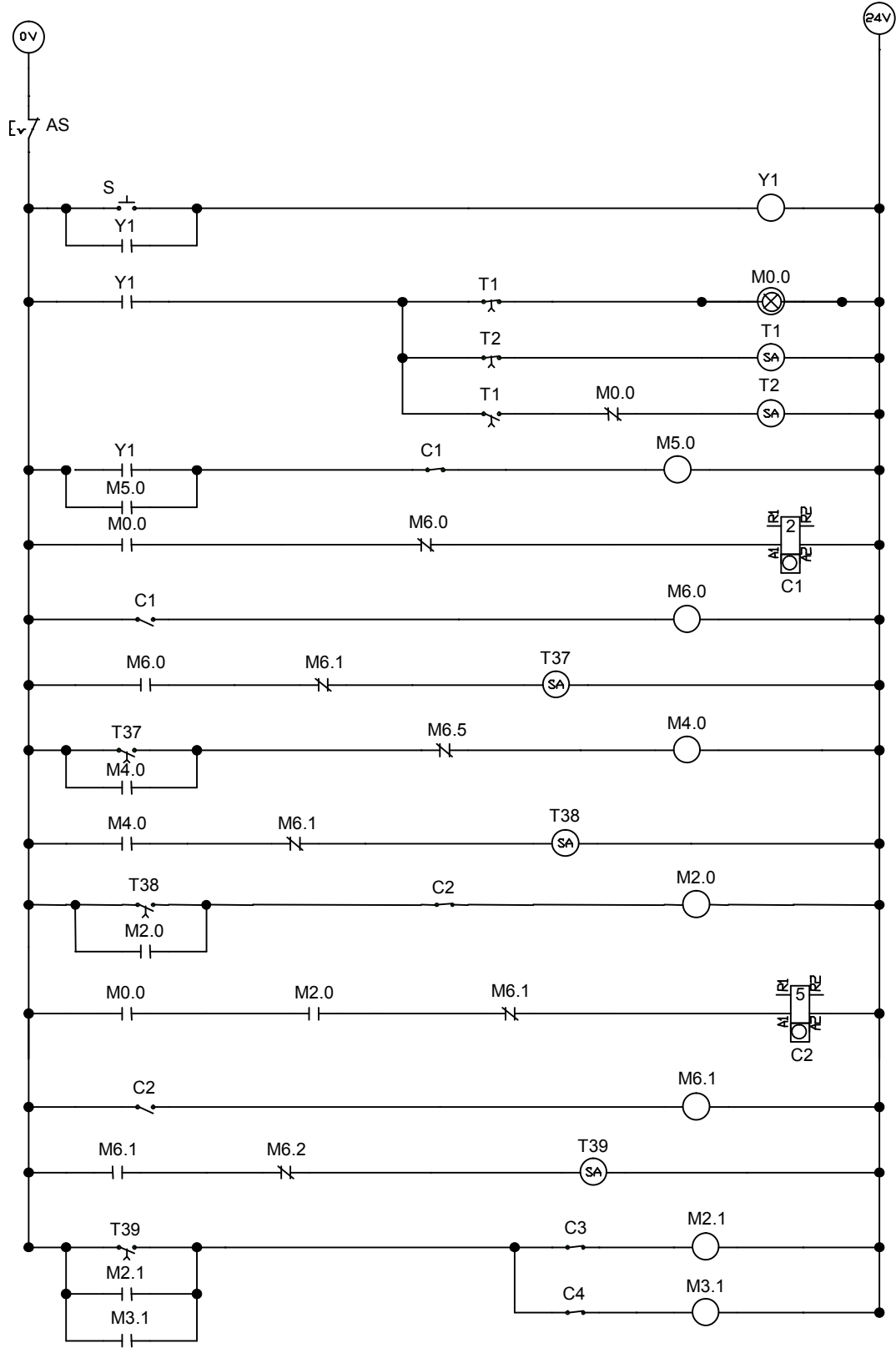
Şekil C.6. (Devam)

C.6. (Devam)



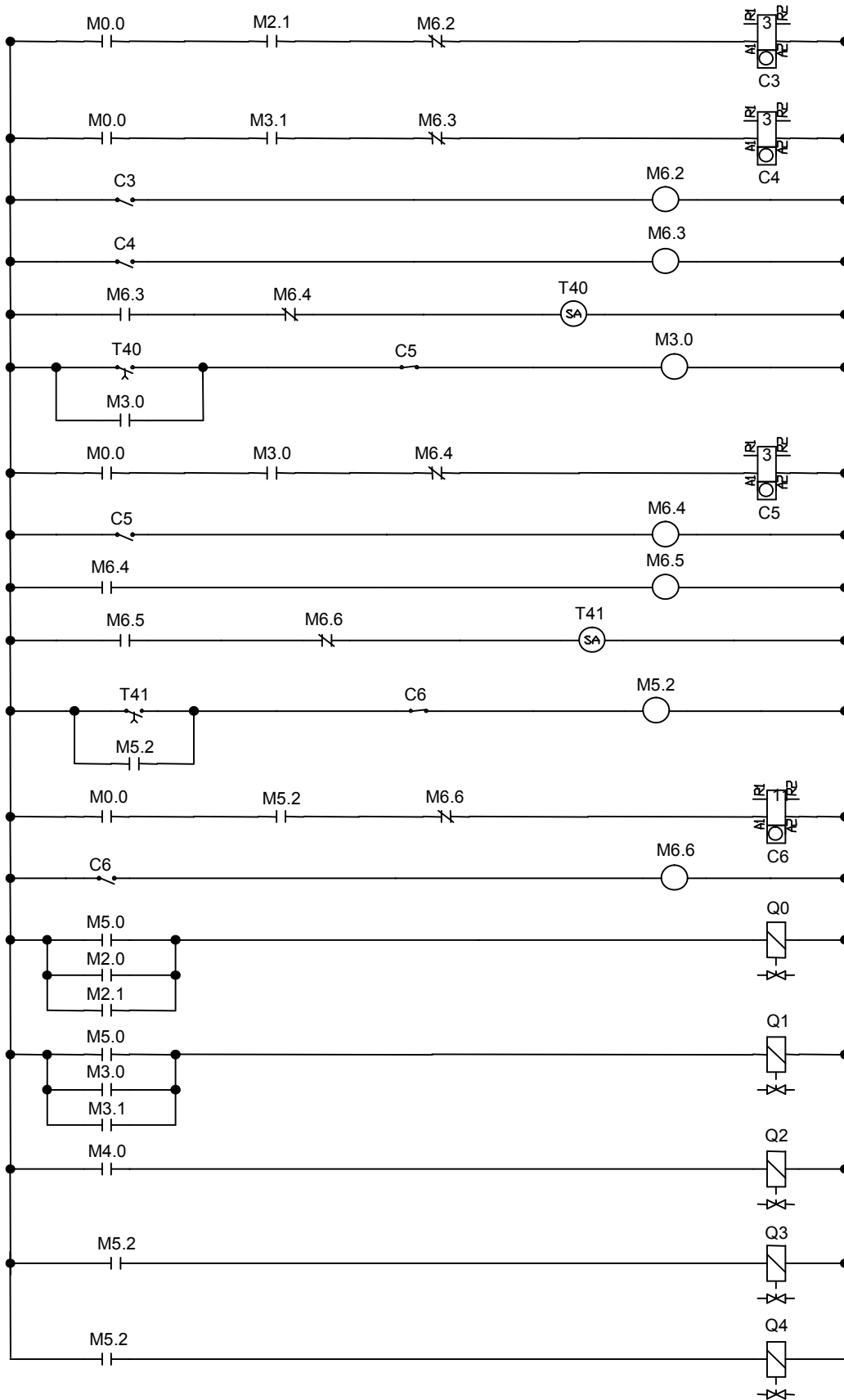
Şekil C.6. (Devam)

C.7. Yay şeklinin merdiven diyagramı



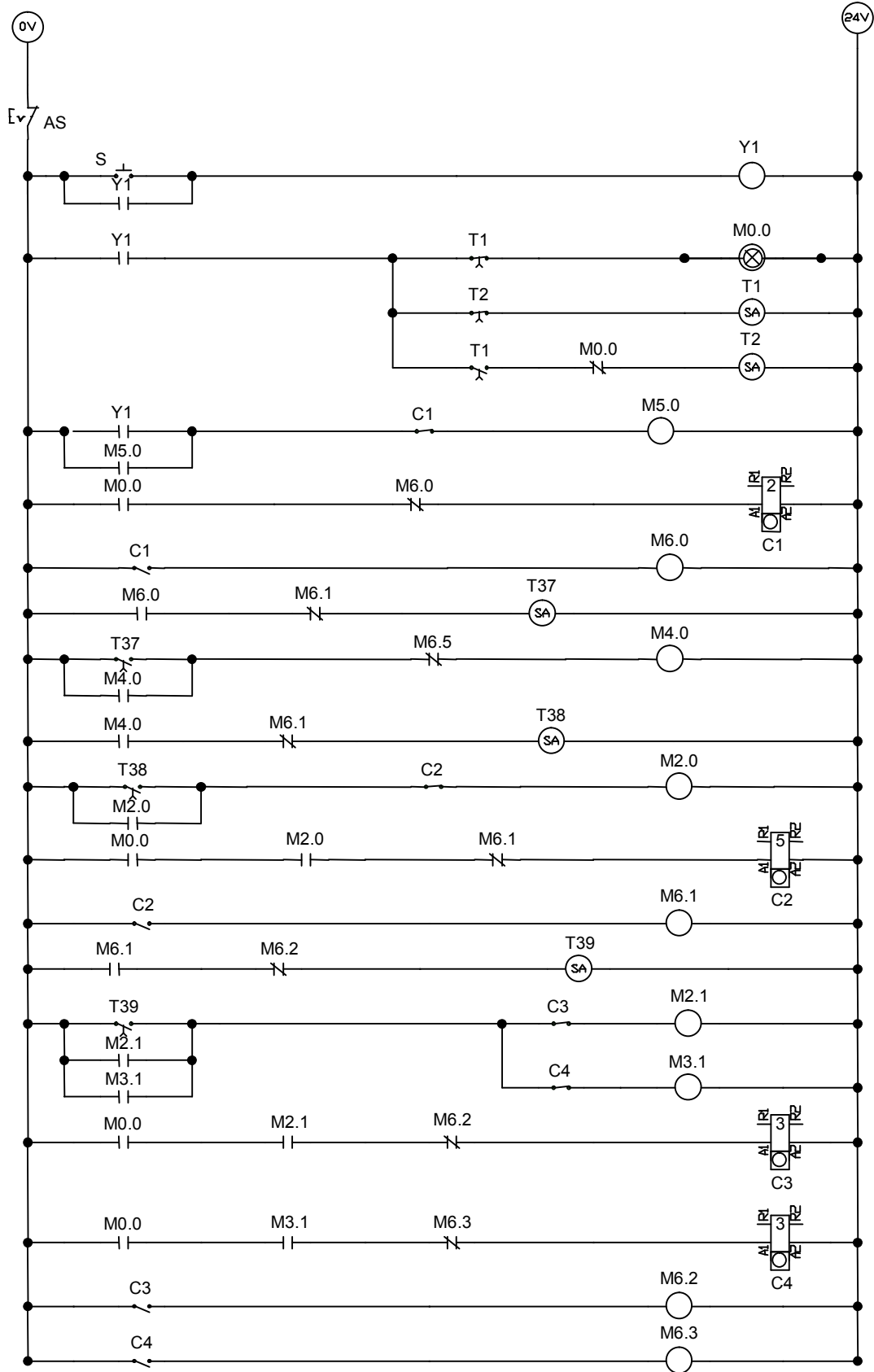
Şekil C.7. Yay şeklinin FluidSim elektrik devre şeması

C.7. (Devam)



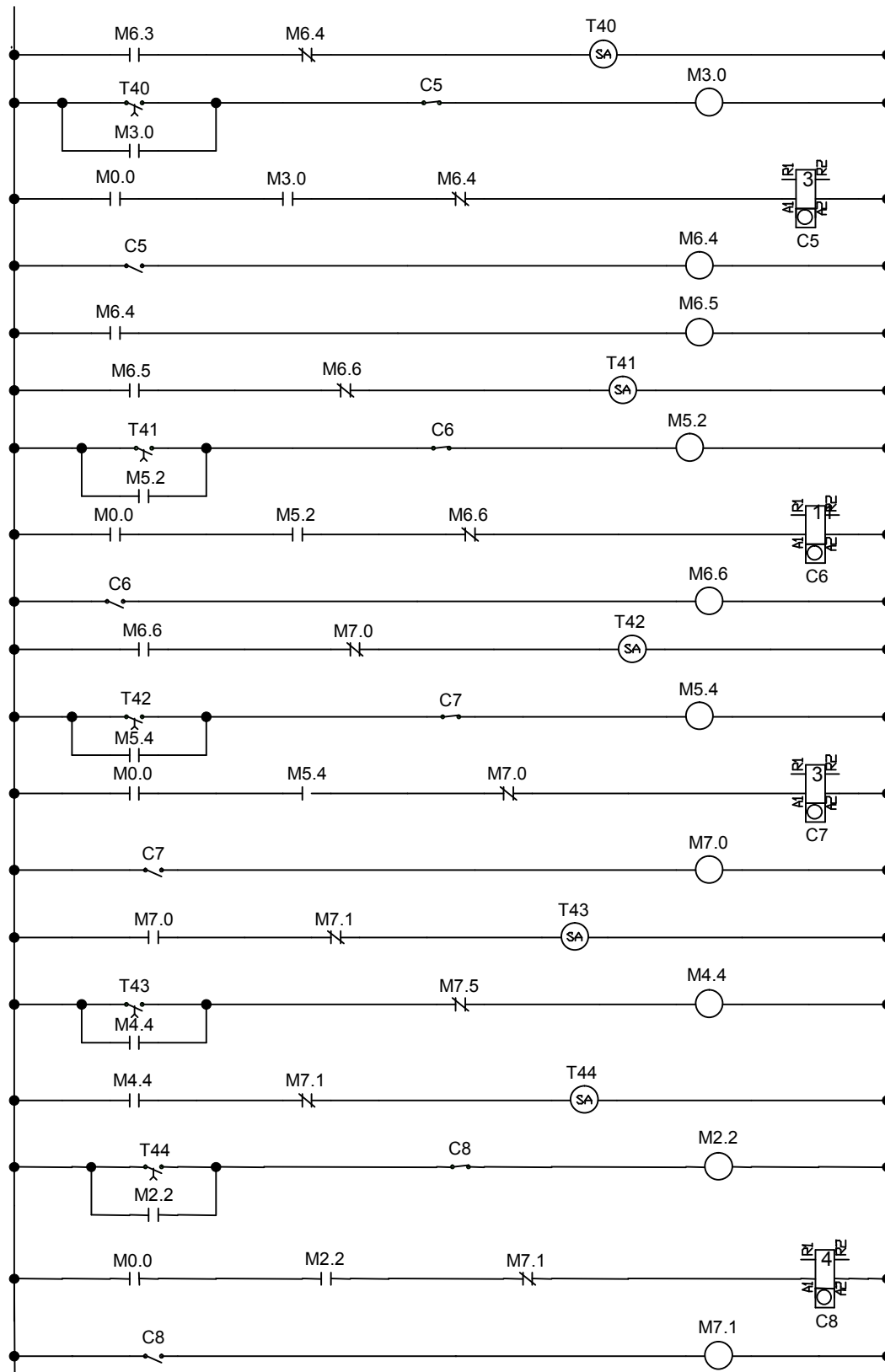
Şekil C.7. (Devam)

C.8. İç içe yay şeklinin merdiven diyagramı



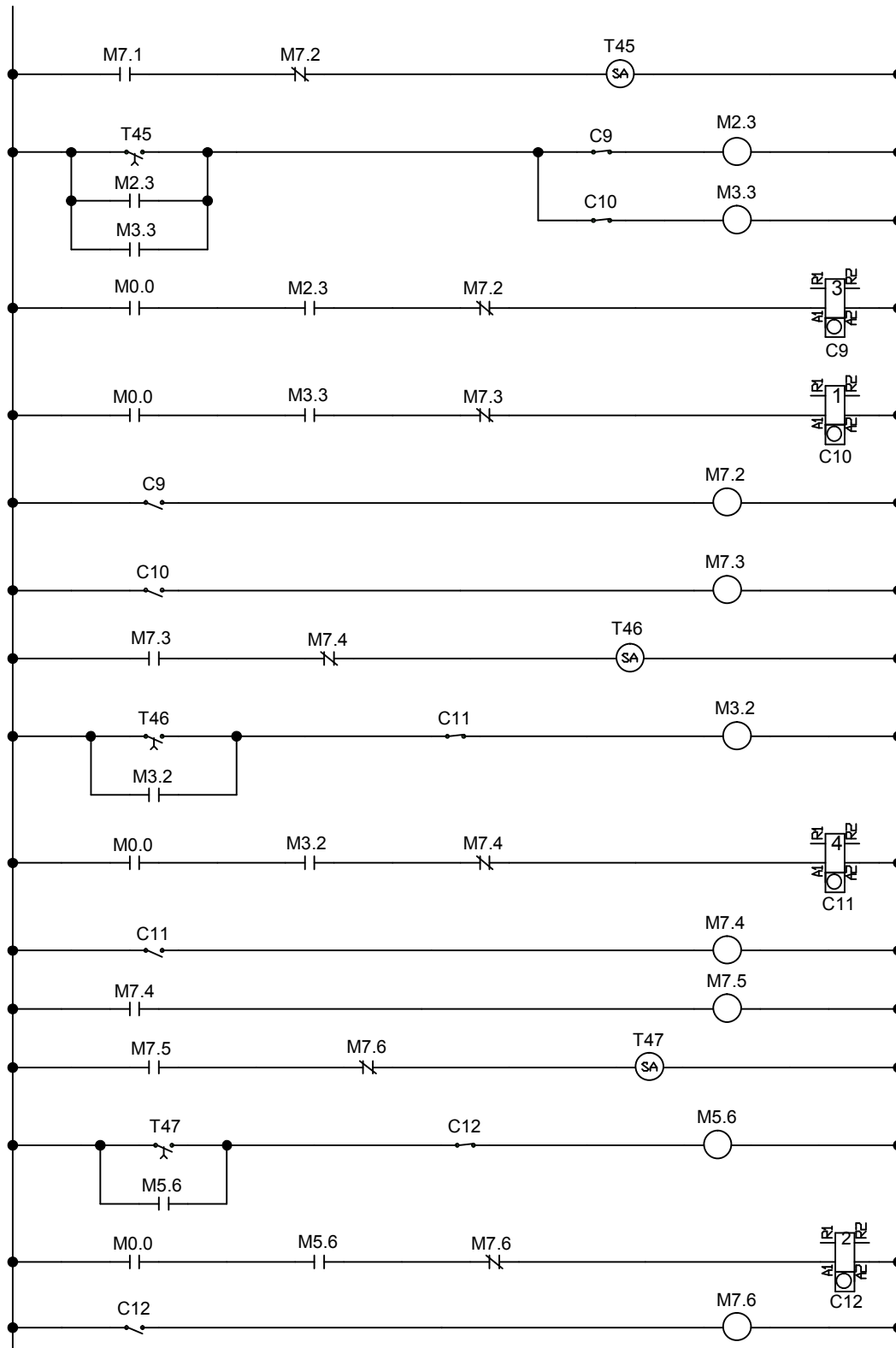
Şekil C.8. İç içe yay şeklinin FluidSim elektrik devre şeması

C.8. (Devam)



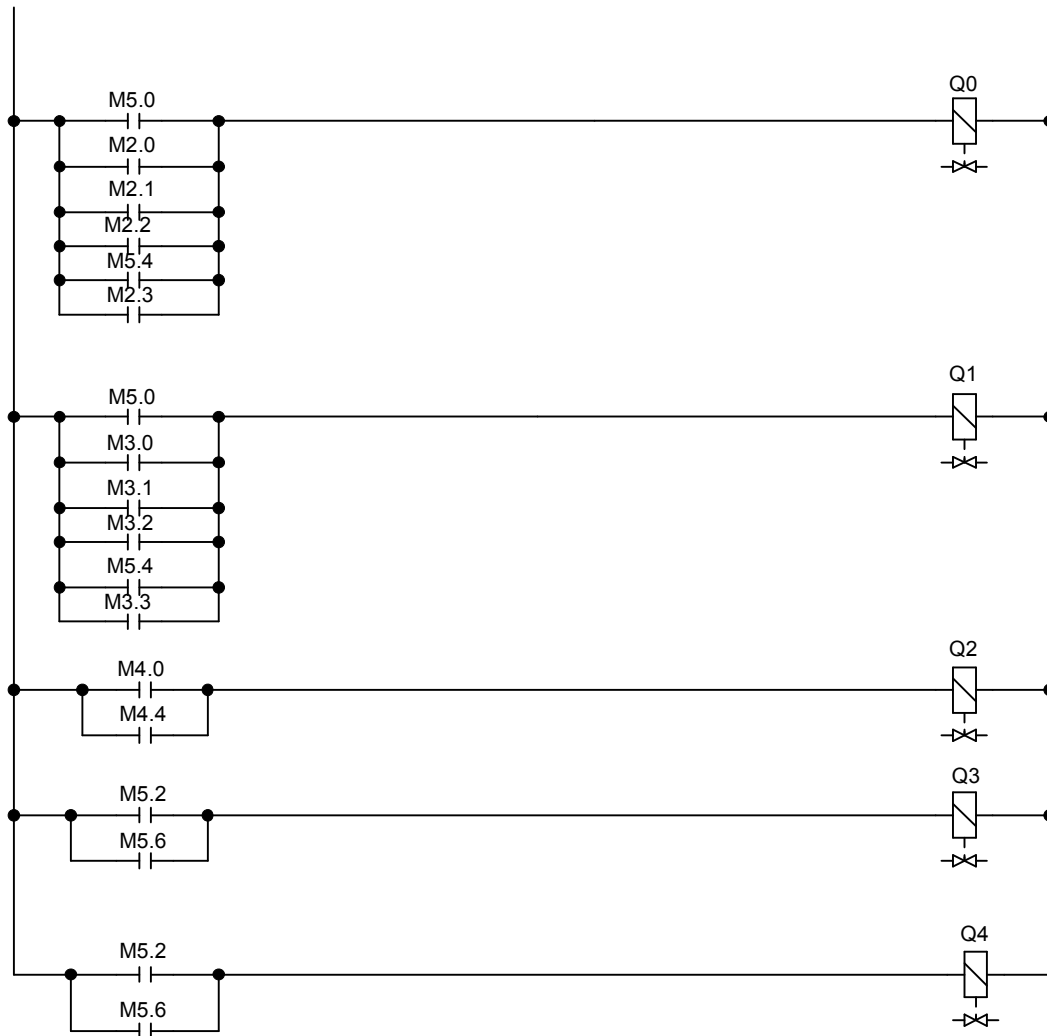
Şekil C.8. (Devam)

C.8. (Devam)



Şekil C.8. (Devam)

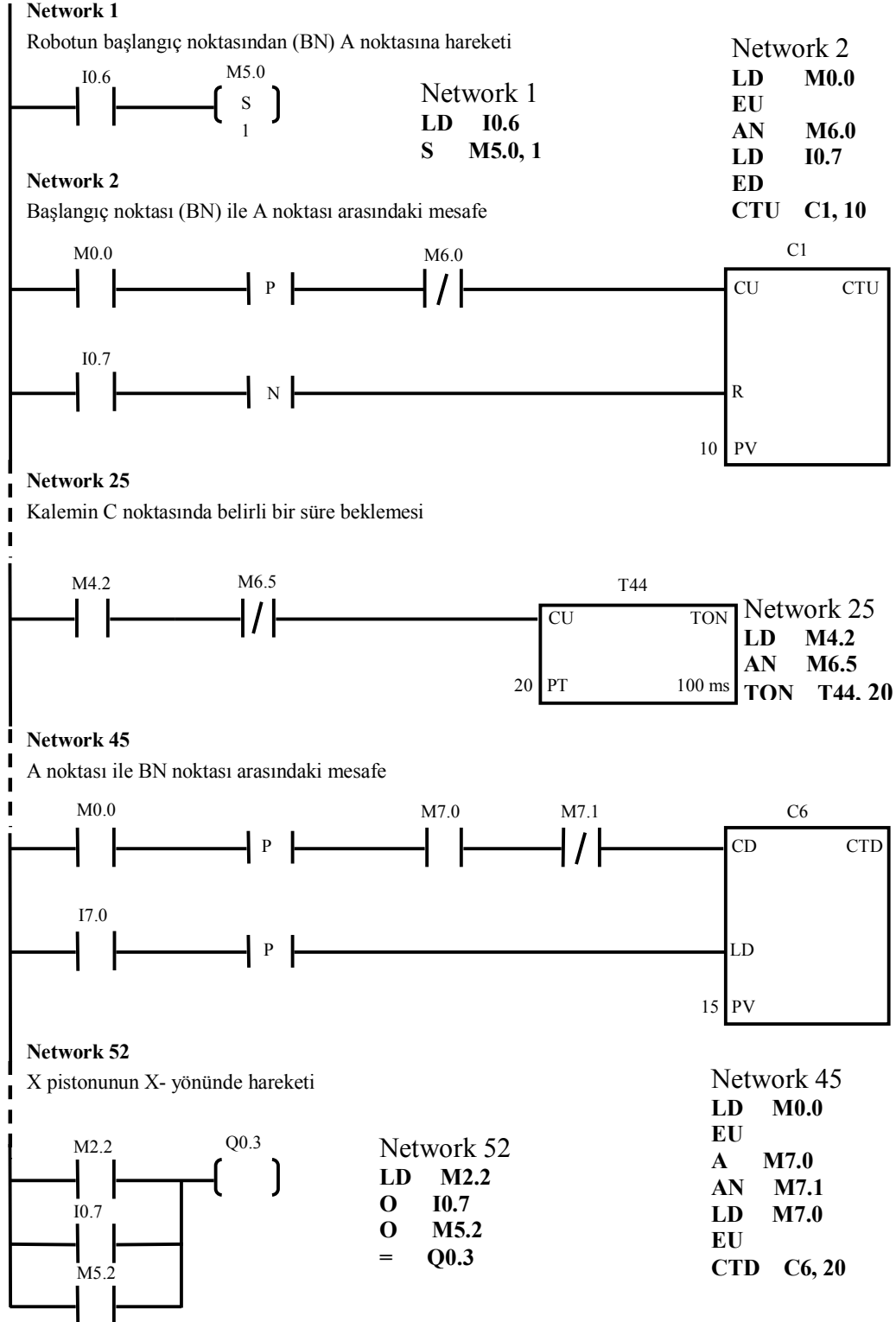
C.8. (Devam)



Şekil C.8. (Devam)

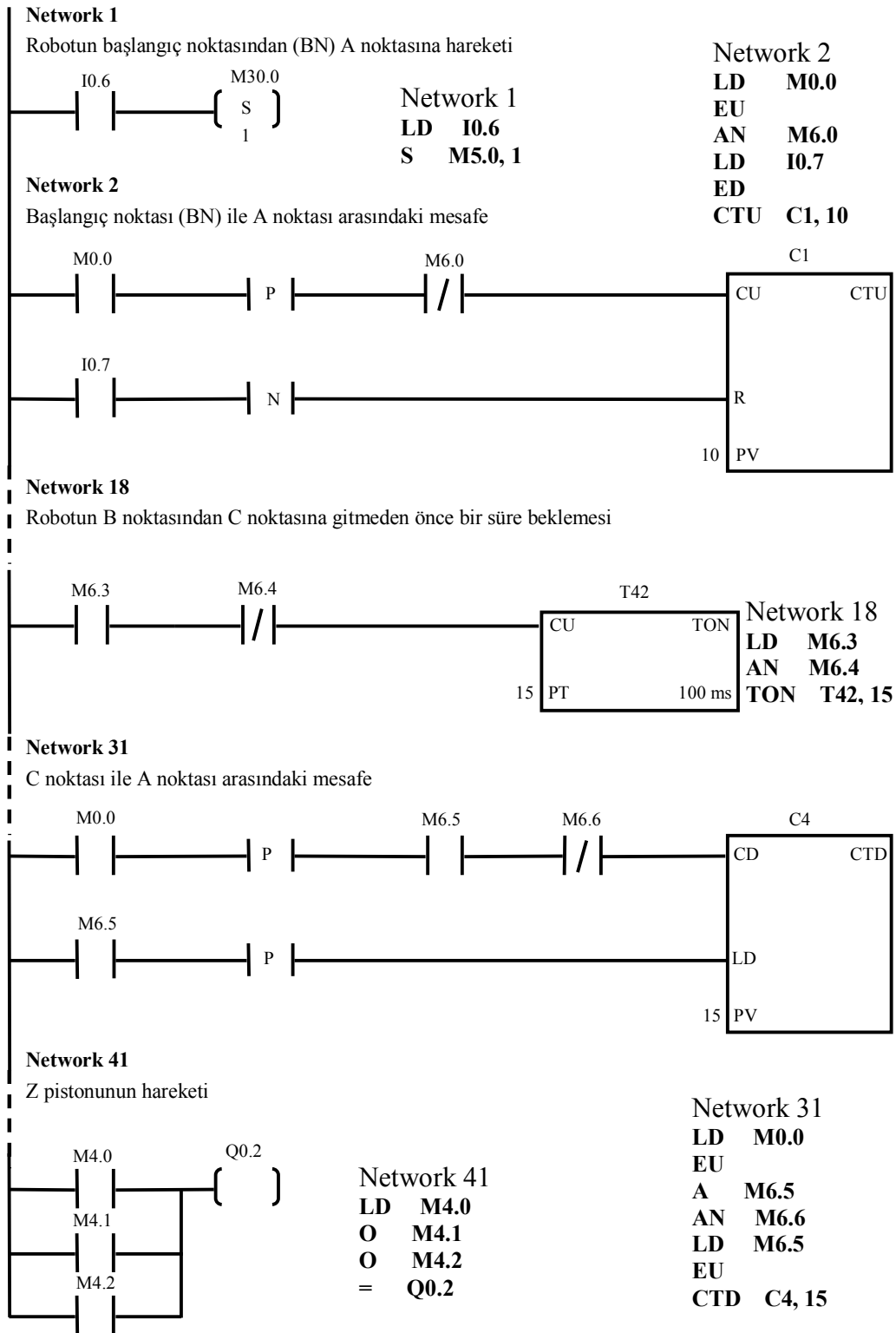
Ek D. Gerçek zamanda sistemin PLC merdiven diyagramları

D.1. Dört noktanın PLC merdiven diyagramı



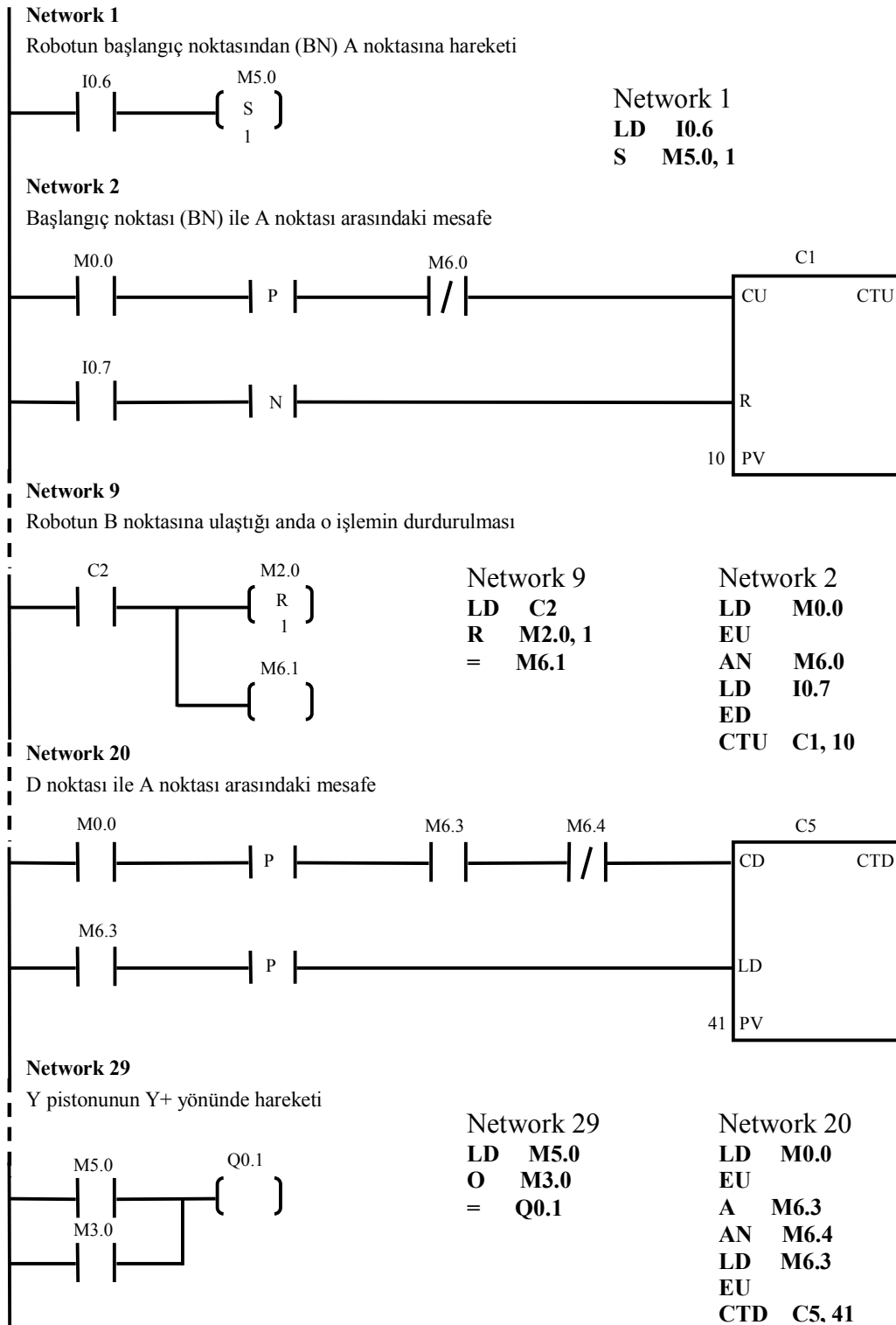
Şekil D.1. Dört noktanın PLC devre şeması

D.2. Üç noktanın PLC merdiven diyagramı



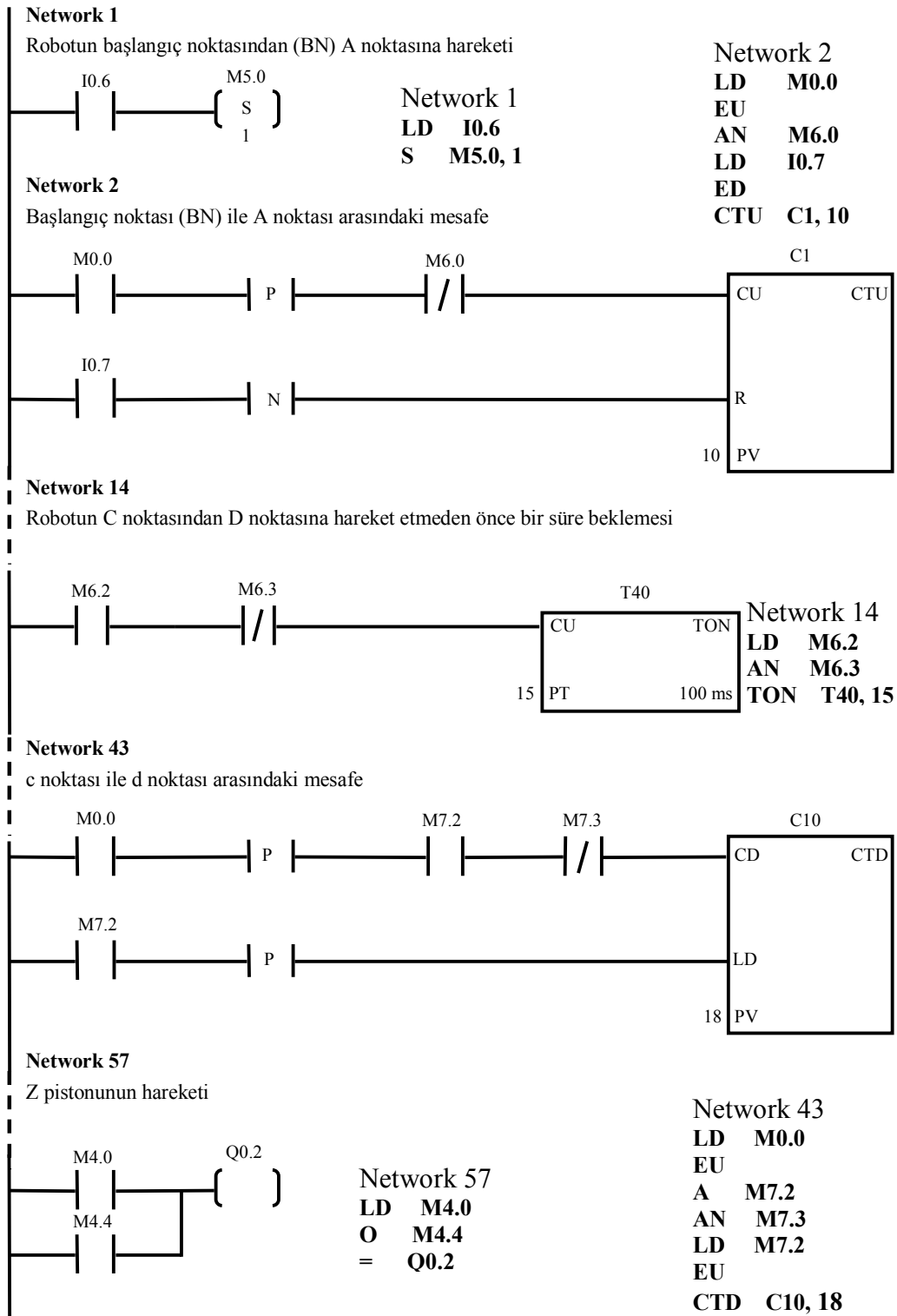
Şekil D.2. Üç noktanın PLC devre şeması

D.3. Dikdörtgen şeklinin PLC merdiven diyagramı



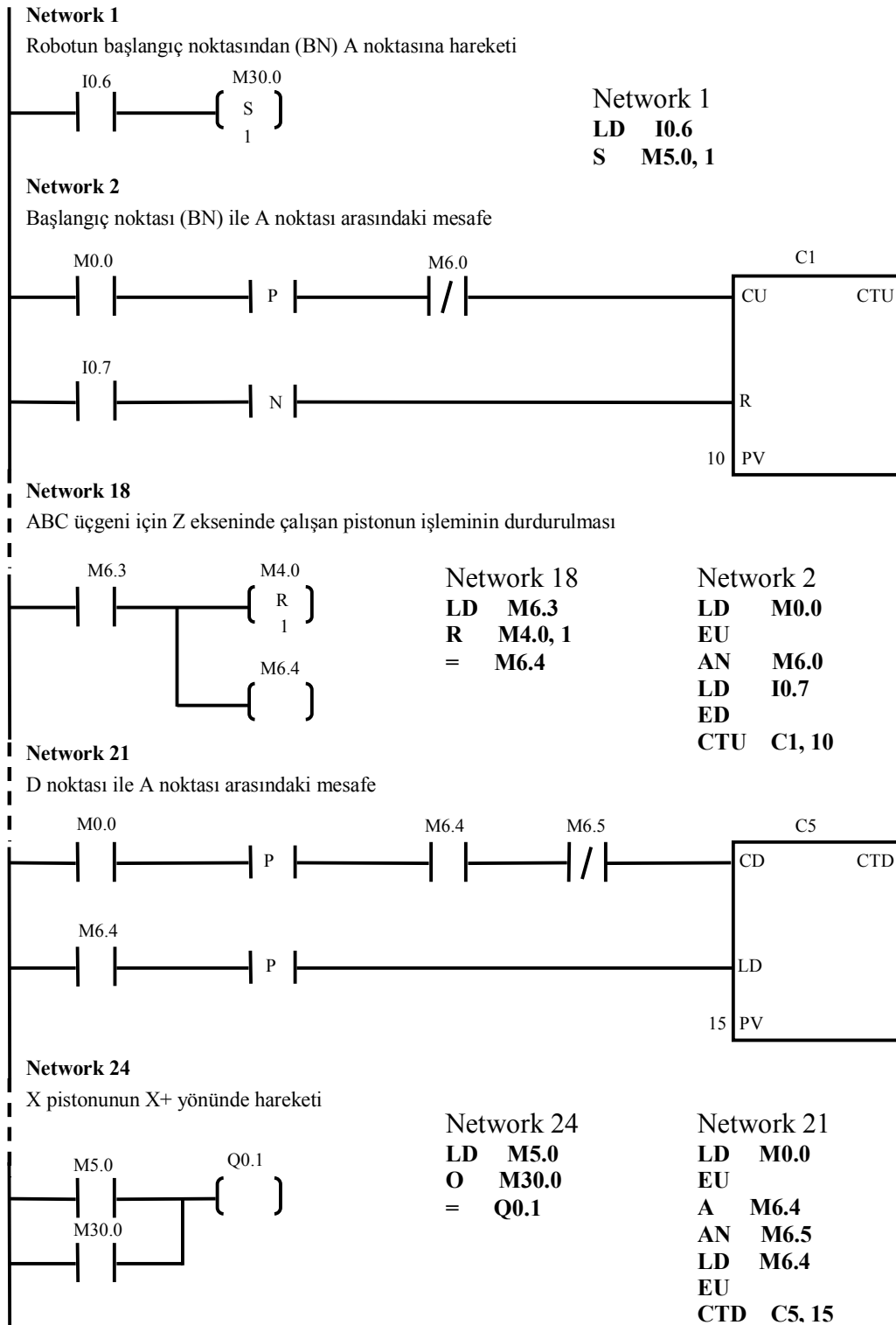
Şekil D.3. Dikdörtgen şeklinin PLC devre şeması

D.4. İç içe dikdörtgen şeklinin PLC merdiven diyagramı



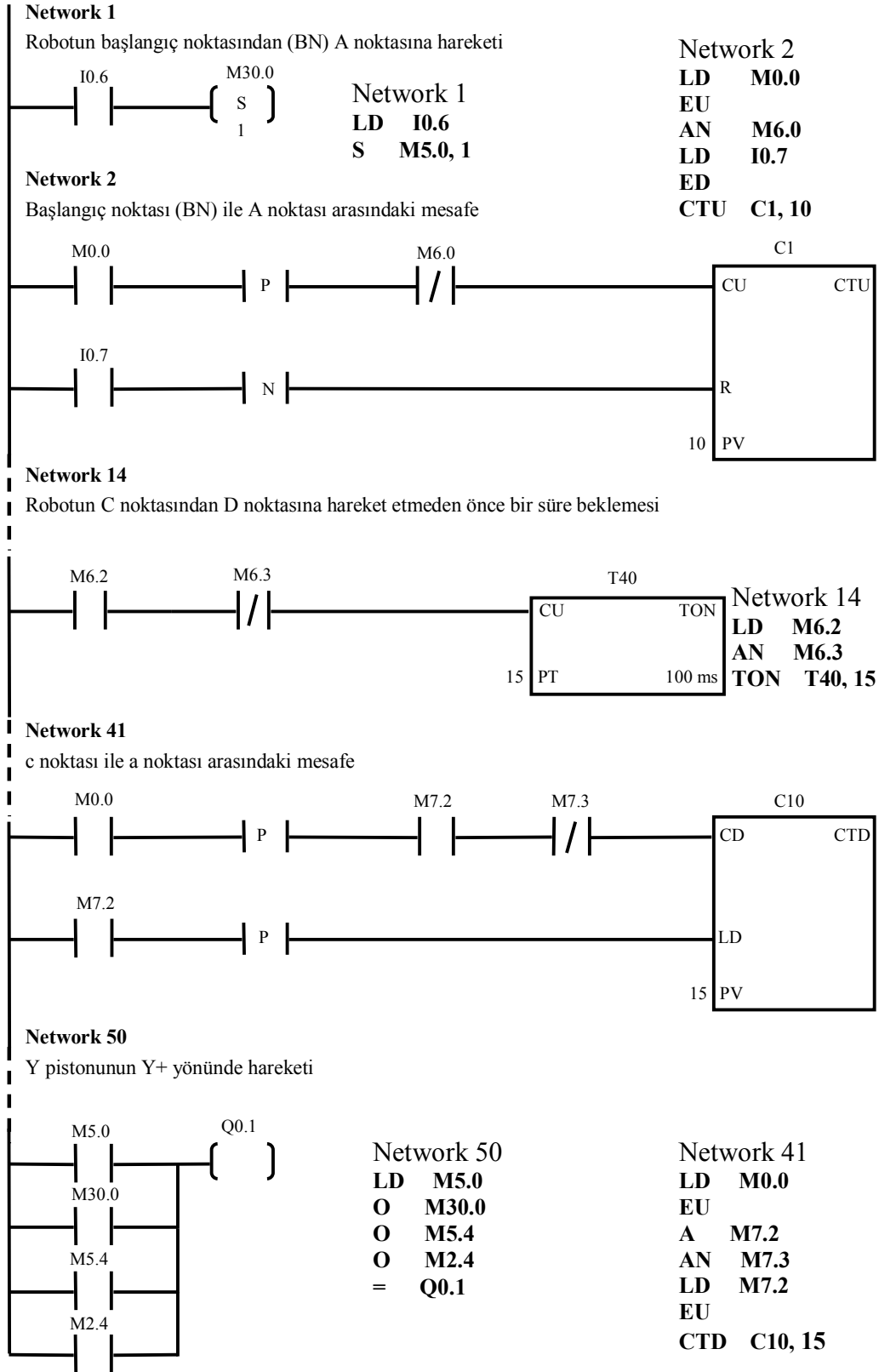
Şekil D.4. İç içe dikdörtgen şeklinin PLC devre şeması

D.5. Üçgen şeklinin PLC merdiven diyagramı



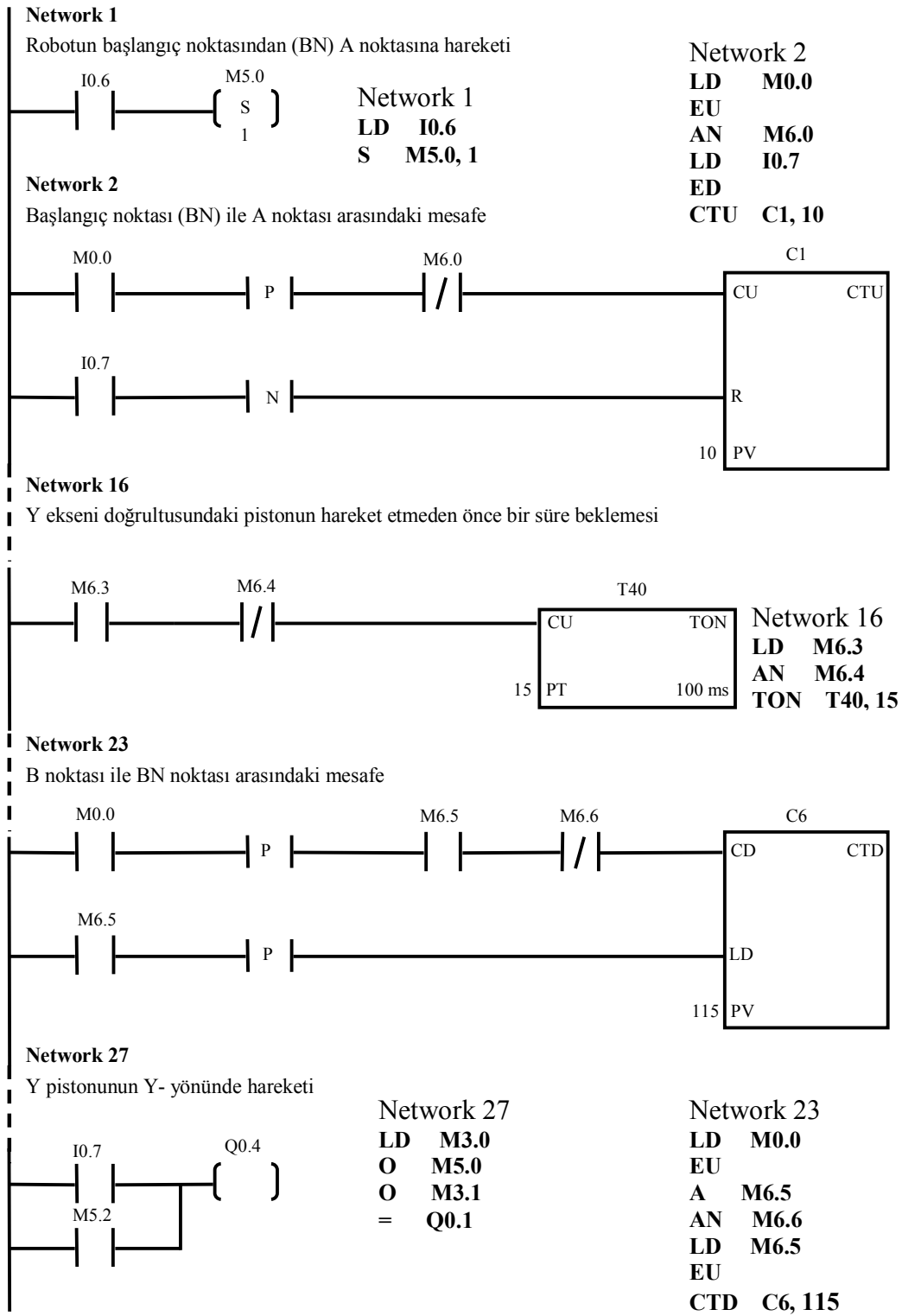
Şekil D.5. Üçgen şeklinin PLC devre şeması

D.6. İç içe üçgen şeklinin PLC merdiven diyagramı



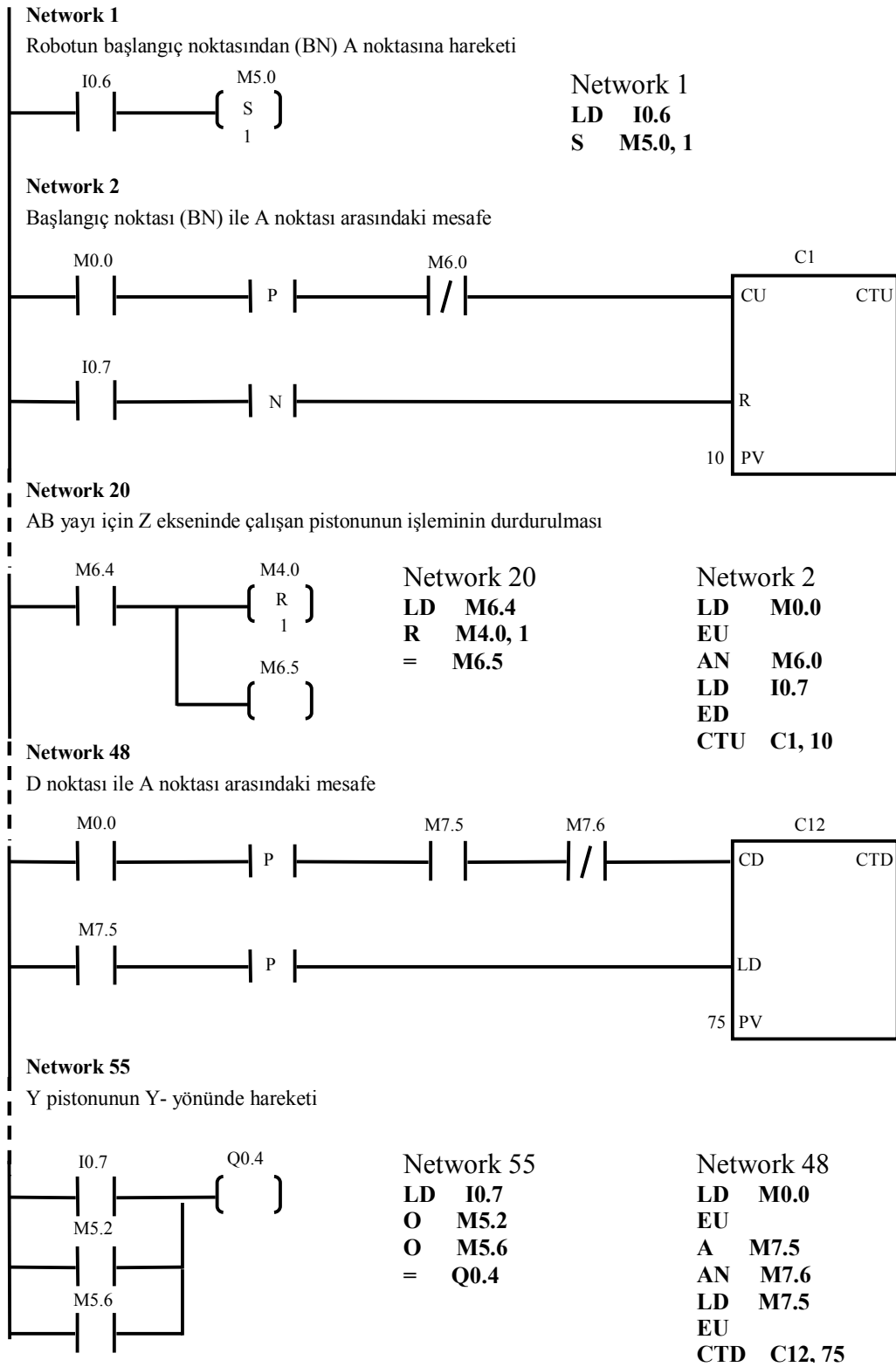
Şekil D.6. İç içe üçgen şeklinin PLC devre şeması

D.7. Yay şeklinin PLC merdiven diyagramı



Şekil D.7. Yay şeklinin PLC devre şeması

D.8. İç içe yay şeklinin PLC merdiven diyagramı



Şekil D.8. İç içe yay şeklinin PLC devre şeması

Ek E. Kartezyen robotun maliyet hesabı

Tablo B.1. Kartezyen robotun maliyet tablosu

MALİYET TABLOSU					
Malzeme Adı	Sipariş Kodu	Birim Fiyatı €	Adet/Mik.	TCMB Döviz Kuru TL	Fiyatı TL
Çift Etkili Pnömatik Silindir	MGPM16-75	181,65 €	1	2,132 TL	387,28 TL
Çift Etkili Pnömatik Silindir	MGPM12-100	162,00 €	1	2,132 TL	345,38 TL
Çift Etkili Pnömatik Silindir		100,00 €	1	2,132 TL	213,20 TL
Tek Bobinli Pnömatik Valf	VQZ1121-5M-C4	56,95 €	3	2,132 TL	364,25 TL
ALTLIK	VV5QZ12-03C-Q	36,15 €	1	2,132 TL	77,07 TL
Valf Soketi	AXT661-14A-10	3,45 €	3	2,132 TL	22,07 TL
Düz Rakor	KJH04-01S	1,20 €	6	2,132 TL	15,35 TL
T Bağlantı	KJT06-00	2,90 €	1	2,132 TL	6,18 TL
Susturucu	1/4 SUSTURUCU	4,15 €	2	2,132 TL	17,70 TL
Körtapa	1/4 KÖRTAPA	1,00 €	2	2,132 TL	4,26 TL
Çift Bobinli Pnömatik Valf	SY5320-5LOZD-01F-Q	82,45 €	2	2,132 TL	351,57 TL
İkili Altık	SS5Y5-20-02-00F-Q	39,25 €	1	2,132 TL	83,68 TL
Düz Rakor	KJH04-01S	1,10 €	4	2,132 TL	9,38 TL
Valf Soketi	SY100-30-4A-10	2,45 €	4	2,132 TL	20,89 TL
Dirsek Rakor	KQ2L06-02S	3,15 €	2	2,132 TL	13,43 TL
Susturucu	1/4 SUSTURUCU	2,95 €	2	2,132 TL	12,58 TL
Körtapa	1/4 KÖRTAPA	1,00 €	2	2,132 TL	4,26 TL
Hız Ayar Valfi	AS221	7,05 €	6	2,132 TL	90,18 TL
Hortum	4'lük Hortum	0,41 €	6	2,132 TL	5,24 TL
Manyetik Algılayıcı	D-Z73L	23,24 €	4	2,132 TL	198,19 TL
				TOPLAM	2.242,16 TL
PLC	6ES7 298-0AA20-0BA3	359,00 €	1	2,132 TL	765,39 TL
Operatör Paneli	6ES7 272-0AA30-0YA0	165,00 €	1	2,132 TL	351,78 TL
				TOPLAM	1.117,17 TL
Proximity Sensör		26,32 €	4	2,132 TL	224,46 TL
Lineer Encoder	MLS125-PPL-2-5M	190,00 €	3	2,132 TL	1.215,24 TL
Manyetik Şerit Bant		98,00 €	0,5	2,132 TL	104,47 TL
				TOPLAM	1.544,16 TL
Buton		4 TL	3		12,00 TL
Elektrik Kablosu		1,00 TL	2		2,00 TL
20'li Klamens		2,00 TL	2		4,00 TL
				TOPLAM	18,00 TL
Alüminyum		14,00 TL	1		14,00 TL
Boya		15,00 TL	1		15,00 TL
Kompresör		100,00 TL	1		100,00 TL
				TOPLAM	129,00 TL
Freze İşçiliği					48,00 TL
Torna İşçiliği					10,00 TL
				TOPLAM	58,00 TL
				GENEL TOPLAM	5.108,49 TL
				KDV	919,53 TL
				MALİYET	6.028,02 TL

ÖZGEÇMİŞ

Mithat YANIKÖREN, 24.07.1984 de Eskişehir’ de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Eskişehir’de tamamladı. 2002 yılında başladığı Kırıkkale Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünü 2006 yılında bitirdi. Aynı yıl Sakarya Üniversitesi, Makine Mühendisliği Anabilim dalı Makine Tasarım ve İmalat bilim dalı yüksek lisans programına katılarak eğitimini sürdürdü.