

57601

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PLASTİK ENJEKSİYON MAKİNALARININ
TAHRİK SİSTEMLERİNİN TASARIMI

Mak.Müh. Mehmet BOZCA

F.B.E Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Konstrüksiyon Programında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr.Muharrem BOĞUÇLU

İSTANBUL , 1996

İÇİNDEKİLER	SAYFA
SEMBOL LİSTESİ	IV
ŞEKİL LİSTESİ	VI
TABLO LİSTESİ	IX
KISALTMALAR LİSTESİ	X
TEŞEKKÜR	XI
ÖZET	XII
SUMMARY	XIV
1.0 GİRİŞ	1
2.0 PLASTİK ENJEKSİYON MAKİNASININ TANIMI VE TEMEL MAKİNA FONKSİYONLARI	2
2.1 Mengene Kavramları	2
2.1.1 Doğrudan hidrolik kapama	3
2.1.2 Manivela veya mafsal kapama	3
2.1.3 Hidromekanik kapama	4
2.2 Mengene Kapama Dizaynlarının Mukayesesi	4
2.3 Plastikleştirme Ünitesi	5
2.3.1 Tek evreli piston	5
2.3.2 Çift evreli piston	
2.3.3 Sabit vida ile çift evreli piston	6
2.3.4 İleri geri çalışan vida	7
2.4 Plastik Enjeksiyon Makinası Çalışma Terminolojisi	8
2.4.1 Manuel çalışma	8
2.4.2 Yarı otomatik çalışma	8
2.4.3 Otomatik çalışma	8
3.0 PLASTİK ENJEKSİYON MAKİNASININ MONİTÖRLENMESİ	9
3.1 Monitörlenmiş Kalıplama Parametrelerinin Displayi	12
3.1.1 Analog display	13
3.1.2 Digital display	13
3.1.3 CRT display	13
4.0 PLASTİK ENJEKSİYON MAKİNASININ KONTROLÜ	14
4.1 Plastik Enjeksiyon Proses Kontrolü	14
4.1.1 Gelişen ergitme ve akış kontrolü	20
4.1.2 Hassas ayar sayesinde üretim artışı	20
4.2 Plastik Enjeksiyon Proses Kontrol Teknolojisi	21
4.2.1 Ocağın ve eriğiyin sıcaklık kontrolü	22
4.2.2 PID Enjeksiyon basınç kontrolü	25
4.2.3 PID Ayarının anlamı	25
4.2.4 Yüksek hızlı makinalarda hız kontrol gereksinimi	26
4.3 Kontrolör Modları	27
4.3.1 Oransal(artış)(proportional,gain) mod	27
4.3.2 Bütün(ayarlar)(integral,reset) mod	29
4.3.3 Türev(hız)(derivative,rate) mod	30
4.4 Çevrim Elemanları	31
4.5 Kontrolör Dinamiğinin Etkisi	33
4.5.1 Paralel kontrolör algoritması	33

4.5.2 Seri kontrolör algoritması	34
4.5.3 Analog kontrolörler	35
4.5.4 Digital kontrolörler	37
4.6 Hassas Ayarlama Mekanığı	39
4.7 Plastik Enjeksiyon Proses Kontrol Teknikleri	42
4.8 Plastik Enjeksiyon Kalıplama Diyagramı Teknikleri	47
4.9 Plastik Enjeksiyon Makinasının Kontrolü	48
4.9.1 Açık çevrim kontrol sistemleri	49
4.9.2 Kapalı çevrim kontrol sistemleri	49
4.9.2.1 Microprocessor avantajları	50
4.9.3 Açık çevrim kontrol ve kapalı çevrim kontrol sistemlerinin mukayesesi	51
4.9.4 Adaptive(ayarlanabilir)kontrol sistemleri	51
4.10 Ölçüm Aygıtları	55
4.10.1 Yerdeğıştirme veya konum ölçümü	55
4.10.2 Devir hızı veya doğrusal hız ölçümü	58
4.10.3 Basınç ve kuvvet ölçümü	58
4.10.4 Diğer ölçüm aygıtları ve ölçüm elektroniğı	59
4.10.5 Ocak sıcaklık kontrol ve ölçüm sistemleri	59
5.0 PROSES KONTROLU İLE ÜRETİM PERFORMANSININ İLİŐKİŐİ	60
5.1 Sensör Gereksinimleri	60
5.2 Kalıplama Parametreleri	60
5.2.1 Basınç	60
5.2.2 Sıcaklık	61
5.2.3 Konum	62
5.3 Proses Kontrol Kullanılması Çok Kolay Bir Çözüm Değildir	62
5.3.1 Kontrol	63
5.3.2 Bağlama çubuğı uzaması	63
6.0 PROSES KONTROL ANLAYIŞI İÇİN BASİTLEŞTİRİLMİŞ YAKLAŞIM	65
6.1 Değışkenler Nelerdir?	65
6.1.1 Grup-1:Eriğik viskozitesi ve doldurma hızı	65
6.1.2 Grup-2:İlave zaman	66
6.1.3 Grup-3:Kapama ve tutma basınçları	67
6.1.4 Grup-4:Geri alma veya plastikleştirme	68
6.2 Proses Kontrol Neden Yapılmalıdır?	68
6.3 Hangi Parametrelerin Kontrolü Değışkenliğı En İyi Bertaraf Edebilir?	68
6.4 Parametre Kontrol Edilebilirliğıne Ne İmkan Verir?	70
6.4.1 Şarj rezonansı	71
6.4.2 Kontrol valfi cevabı ve Şarj akışı	73
6.5 Proses Kontrolörler Nereye Gider?	75
6.6 Bir Proses Kontrolörün Sahip Olması Gereken Temel Özellikler Nelerdir?	76
6.6.1 Doldurma kontrolü	76
6.6.2 Bir halden diğere hale (doldurmadan kapanmaya) geçiş kontrolü	77
6.6.3 Kapanma ve tutma kontrolü	78
6.6.4 Plastikleştirme kontrolü	79
6.7 Proses Kontrol Uygulamaları	80
6.7.1 Doldurma kontrolü/Hız profileme	80
6.7.2 Doldurmadan kapanmaya geçiş	81

6.7.3 Kapama ve tutma kontrolü	81
6.7.4 Plastikleştirme	82
7.0 PLASTİK ENJEKSİYON MAKİNASININ HİDROLİK TAHRİK SİSTEMİ VE DEVRE UYGULAMALARI	83
7.1 Plastik Enjeksiyon Makinası Hidrolik Tahrik Sistemi	83
7.1.1 Depolar	83
7.1.2 Emme filitreleri	83
7.1.3 Pompalar	83
7.1.3.1 Dişli pompalar	84
7.1.3.2 Paletli pompalar	85
7.1.3.3 Pistonlu pompalar	87
7.1.4 Yön denetim valfleri	89
7.1.4.1 Check valfler	90
7.1.4.1.1 Küre tipi check valfler	90
7.1.4.1.2 Poppet tip check valfler	91
7.1.4.1.3 Sürgülü tip check valfler	92
7.1.4.2 Kovan (cartridge) valfler	93
7.1.4.2.1 Poppet tip kovan valfler	93
7.1.4.2.2 Sürgülü tip kovan valfler	95
7.1.5 Servo ve oransal (proportional) valfler	96
7.1.5.1 Oransal (proportional) valfler	96
7.1.5.1.1 Fonksiyonlarına göre oransal valfler	96
7.1.5.1.2 Oransal valflerin karakteristik eğrileri	97
7.1.5.1.3 Oransal valflerin çalışma sınırları	99
7.1.5.1.4 Oransal valflerin cevap zamanı	100
7.1.5.1.5 Oransal valflerde manyetik gecikme,tersine çevrilen hata,cevap duyarlılığı (hysteresis,reversal error,response sensitivity)	101
7.1.5.2 Kapalı çevrim oransal valfler	102
7.1.5.2.1 Kapalı çevrim oransal valflerin akış karakteristiği	102
7.1.5.2.2 Kapalı çevrim oransal valflerin uygulama sınırları	103
7.1.5.2.3 Kapalı çevrim oransal valflerde manyetik gecikme,tersine çevrilen hata, cevap duyarlılığı (hysteresis,reversal error,response sensitivity)	103
7.1.5.2.4 Kapalı çevrim oransal valflerde merkez-konum çakışması	103
7.1.5.2.5 Kapalı çevrim oransal valflerin dinamik karakteristiği	105
7.1.6 Enjeksiyon vidası tahrik hidrolik motoru	107
7.1.7 Hidrolik sistem montajı	107
7.1.8 Bakım ve servis	107
7.2 Plastik Enjeksiyon Makinası Hidrolik Devre Uygulamaları	108
8.0 SONUÇ	114

SEMBOL LİSTESİ

- A = Çubuğun kesit alanı (cm^2)
A_A = Kanal A daki poppetin etkili alanı
A_B = Kanal B deki poppetin etkili alanı
A_X = Kanal X deki poppetin etkili alanı
D = Paletli pompada yuvanın iç çapı (cm)
D_p = Dıştan dişli pompanın teorik debisi (cm^3)
E = Hata
E = Elastiklik modülü
F = Her bağlama çubuğu için kuvvet (kg)
G = Kalıp genleşmesi (cm)
I_c = Kontrolör modu karşılıklı etkileşim faktörü
K_i = Bütünleştirici kazancı
K_L = Karışıklık kazancı
K_m = Ölçüm kazancı
K_p = Proses kazancı
K_v = Kontrol valfi kazancı
L = Çubuk uzunluğu
PB = Paralel kontrolörün oransal bandı (%)
PB' = Seri kontrolörün oransal bandı (%)
Q = Paletli pompanın debisi (cm^3)
Q = Oransal kısma valfi volumetrik akışı
T_d = Paralel kontrolörün türev zamanı
T_dⁱ = Seri kontrolörün türev zamanı
T_i = Paralel kontrolörün bütün zamanı
T_iⁱ = Seri kontrolörün bütün zamanı
T_L = Karışıklık zamanı süresi
T_s = Digital kontrolör örnek zamanı
T_u = Digital kontrolörde esas periyod
TC = Analog örnek süzgecinin zaman sabiti
TC_L = Karışıklık zaman sabiti
TC_m = Ölçüm zaman sabiti
TC_p = Proses zaman sabiti
TC_pⁱ = Kaçak zaman sabiti
TC_v = Kontrol valfi zaman sabiti
TC_{af} = Kontrolör analog süzgeci
TC_{df} = Kontrolör digital süzgeci
TD = Digital kontrolör için çevrime ilave edilen etkili ölü zaman
TD_m = Ölçüm ölü zamanı
TD_p = Proses ölü zamanı
TD_v = Kontrol valfi ölü zamanı
U_E = Oransal valf girdi sinyali
Y = Digital kontrolör etkili ölü zaman faktörü
a = Digital kontrolörde türev zaman için hız sınırlama faktörü
d_a = Dıştan dişli pompa dış daire çapı (cm)
d_d = Dıştan dişli pompa iç daire çapı (cm)

- e = Bağlama ubuğu boyundaki değişme (cm)
 e = Paletli pompada yuvaya göre rotorun eksantrikliği (cm)
 w = Paletli pompa palet genişliği (cm)
 Δp = Basınç düşümü (bar)



ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA

Şekil.2.1.1 Hidrolik mengene kapama	3
Şekil.2.1.2 Mafsal mengene kapama	4
Şekil.2.3.1 Tek evreli piston ünitesi	5
Şekil.2.3.2 Çift evreli piston ünitesi	6
Şekil.2.3.3 Sabit vida ile çift evreli piston ünitesi	7
Şekil.2.3.4.a İleri geri çalışan vida ünitesi	7
Şekil.2.3.4.b İleri geri çalışan vida	8
Şekil.3.0.a Enjeksiyon proses kontrollerinin neden gerekli olduğu	9
Şekil.3.0.b Tüm makina çevrimi	10
Şekil.3.0.c Tek sinyal girişli çevrim zaman displayi	11
Şekil.3.0.d İki sinyal girişli çevrim zaman displayi	11
Şekil.4.1.a Plastik enjeksiyon makinaları için proses kontrolün basitleştirilmiş görünümü	11
Şekil.4.1.b Plastik enjeksiyon makinasının ve plastik malzeme değişkenlerinin etkileri	11
Şekil.4.1.c Akış uzunluğu gibi çeşitli özelliklerde makina ayarlarının etkileri	17
Şekil.4.1.d Makina ayarları ve her plastiğin çekme gibi özelliklerine kalıp boşluğu boyutlarının etkisi	18
Şekil.4.1.e Enjeksiyon doldurma sıcaklığı değişimi, enjeksiyon koç hızı	19
Şekil.4.1.f Vida hızı değişimi, vulkanizasyon zamanı	19
Şekil.4.1.g Enjeksiyon zamanı değişimi, enjeksiyon basıncı	19
Şekil.4.1.h Plastik ve makinanın karşılıklı ilişkisi	19
Şekil.4.1.1 Enjeksiyon kalıplama çevrimi	20
Şekil.4.3.1 Oransal modun cevap üzerindeki etkisi	28
Şekil.4.3.2 Bütün modun cevap üzerindeki etkisi	29
Şekil.4.3.3 Türev modun cevap üzerindeki etkisi	30
Şekil.4.4 Çevrim elemanlarının blok diyagramı	32
Şekil.4.5.1 Paralel kontrolör algoritması	33
Şekil.4.5.2 Seri kontrolör algoritması	35
Şekil.4.5.3 Analog kontrolör açık çevrim test sonuçları	36
Şekil.4.6.a Çevrim periyodunun yarısından daha küçük raporlama zamanı için CRT displayi	40
Şekil.4.6.b Çevrim periyodunun yarısından daha büyük raporlama zamanı için CRT displayi	41
Şekil.4.7.a Dönme esnasında vida hareketi	42
Şekil.4.7.b Vida konumunda ve kalıp basıncında ergime indeksinin etkisi	43
Şekil.4.7.c Vida konumunda ve kalıp basıncında enjeksiyon basıncının etkisi	43
Şekil.4.7.d Doldurmadan/kapanmaya geçiş ve azami kalıp basıncı noktaları	44
Şekil.4.7.e Koç konumu/kalıp basıncı kontrol noktaları	45
Şekil.4.7.f Koç konumundaki ve kalıp basıncındaki artan viskozitenin etkisi	46
Şekil.4.7.g Koç konumu ve kalıp basıncına uygulanan basınç düzeltmesinin etkisi	46
Şekil.4.8.a İki boyutlu kalıplama alanı diyagramı(MAD)	47
Şekil.4.8.b Üç boyutlu kalıplama hacim diyagramı(MVD)	48
Şekil.4.9.4.a Vuruş kontrol fonksiyonu	53
Şekil.4.9.4.b Enjeksiyon hız kontrolü	53

Şekil.4.9.4.c Enjeksiyon basıncı kesme kontrolü	54
Şekil.4.9.4.d Enjeksiyon basıncı kesme kontrolü	54
Şekil.4.9.4.e Tutma ve plastikleştirme basınç kontrolü	55
Şekil.4.10.1.a Potansiyometre,b İndükleyici voltaj ayırıcı,c Lineer değişken diferansiyel değiştirici(LVDT)	56
Şekil.4.10.1.d Fotoelektrik digital sensör	57
Şekil.4.10.1.e Birleşik yerdeğiştirme veya konum ölçüm sistemleri	57
Şekil.4.10.2 Devir hızı veya doğrusal hız ölçümü	58
Şekil.4.10.3 Basınç ve kuvvet ölçümü	59
Şekil.6.1.1 Farklı eriğik viskoziteleri ve farklı doldurma hızlarından ileri gelen kalıp boşluğu basıncı değişimleri	66
Şekil.6.1.2 İlave zaman değişimlerinden ileri gelen kalıp boşluğu basınç değişimleri	66
Şekil.6.1.3 İlave basınç değişimlerinden ileri gelen kalıp boşluğu değişimleri	67
Şekil.6.3.a Farklı eriğik viskozitesine rağmen,kapalı çevrim kontrolün bir sonucu olarak kalıp boşluğu basınç kararlılığı	68
Şekil.6.3.b Doldurmadan kapanmaya geçiş	69
Şekil.6.3.c Tekrarlanabilirlik bilgileri (beş vuruş)	70
Şekil.6.4.a Kapalı çevrim kontrol	71
Şekil.6.4.1.a Pilot uyarılı basınç emniyet valfi	72
Şekil.6.4.1.b Akış bölücü	72
Şekil.6.4.1.c Kapalı merkez servovalf	73
Şekil.6.4.2.a Üç valfin cevap verme yeteneği	73
Şekil.6.4.2.b Kapalı çevrim servovalf eğrisi	74
Şekil.6.4.2.c Akış bölücü valf şarj akışı v.s nin giriş sinyali	74
Şekil.6.4.2.d Çevrim kontrol diyagramı	75
Şekil.6.5 Plastik enjeksiyon kalıplama makinası kontrol şeması	76
Şekil.6.6.1 Doldurma kontrolü	77
Şekil.6.6.2 Bir halden diğer hale (doldurmadan kapanmaya) geçiş kontrolü	78
Şekil.6.6.3 Kapama ve tutma kontrolü	79
Şekil.6.6.4 Plastikleşme kontrolü	80
Şekil.7.1.3.1.a Dıştan dişli pompa ve akış/basınç karakteristik eğrisi	84
Şekil.7.1.3.1.b İçten dişli pompa ve akış/basınç karakteristik eğrisi	85
Şekil.7.1.3.2.a Sabit debili basit paletli pompa	86
Şekil.7.1.3.2.b Dengelenmiş paletli pompa	86
Şekil.7.1.3.3.a Aksiyal pistonlu pompa ve akış karakteristiği	88
Şekil.7.1.3.3.b Radyal pistonlu pompa	89
Şekil.7.1.4.a Sürgülü yön valfinin kesit görünümü	89
Şekil.7.1.4.b Kovan valfin şematik görünümü	90
Şekil.7.1.4.1.1 Küre tipi check valf sembolü ve karakteristik eğrisi	91
Şekil.7.1.4.1.2 İki port solenoid kontrollü normalde kapalı poppet valf	91
Şekil.7.1.4.1.3 Beş kapılı sürgülü tip check valf	92
Şekil.7.1.4.2 Kovan valf	93
Şekil.7.1.4.2.1.a Dengelenmiş poppet tip kovan valf.Alan oranı $A_X=A_A$	94
Şekil.7.1.4.2.1.b Dengelenmemiş poppet tip kovan valf.Alan oranı $A_X=A_A+A_B$	95
Şekil.7.1.4.2.2 Sürgülü tip kovan valf.a)normalde kapalı b)normalde açık	95
Şekil.7.1.5.1.1.a Oransal basınç valfi	96
Şekil.7.1.5.1.1.b Oransal kısma valfi	96

Şekil.7.1.5.1.1.c Oransal akış kontrol valfi (basınç telafili)	97
Şekil.7.1.5.1.1.d Oransal yön denetim valfi	97
Şekil.7.1.5.1.2.a Basınç valfi basınç sinyal fonksiyonu	97
Şekil.7.1.5.1.2.b Kıasma valfi volumetrik akış sinyal fonksiyonu	98
Şekil.7.1.5.1.2.c Kıasma kesit şekilleri	98
Şekil.7.1.5.1.2.d Yön denetim valfi volumetrik akış sinyal fonksiyonu	99
Şekil.7.1.5.1.3.a Basınç valfi çalışma sınırları	100
Şekil.7.1.5.1.3.b Kıasma valfi ve yön denetim valfi çalışma sınırları	100
Şekil.7.1.5.1.4 Oransal valflerin cevap zamanı	101
Şekil.7.1.5.1.5 a)Manyetik gecikme b)Tersine çevrilen hata c)Cevap duyarlılığı	102
Şekil.7.1.5.2.1 Kapalı çevrim oransal valflerin akış karakteristiği	103
Şekil.7.1.5.2.4 Çakışma çeşitleri a)Negatif çakışma b)Sıfır çakışma c)Pozitif çakışma	104
Şekil.7.1.5.2.4.d Merkez konum çakışması	105
Şekil.7.1.5.2.5 Frekans cevabı Bode gösterim planı	106
Şekil.7.2.a Bir mafsal açma kapamalı plastik enjeksiyon makinası için basitleştirilmiş bir hidrolik devre	108
Şekil.7.2.b Plastik enjeksiyon makinası enjeksiyon vidası hareketi hidrolik devresi	109
Şekil.7.2.c Plastik enjeksiyon makinası kalıplama ünitesi hareketi hidrolik devresi	111
Şekil.7.2.d Plastik enjeksiyon makinası hidrolik devresinde oransal valflerin kullanımı	112
Şekil.7.2.e Plastik enjeksiyon makinası hidrolik devresinde kovan valflerin kullanımı	113

TABLO LİSTESİ

SAYFA

Tablo.3.0 Kayıp zaman:%1 yavaş	11
Tablo.4.5.3.a Analog kontrolör oransal band test sonuçları	36
Tablo.4.5.3.b Analog kontrolör bütün zaman test sonuçları	36
Tablo.4.5.3.c Analog kontrolör türev zaman test sonuçları	36
Tablo.8.0 Plastik enjeksiyon makinasının tahrik sisteminin tasarımında çözüm seçeneklerinin aranması	115



KISALTMALAR LİSTESİ

- BMC = Hacım Kalıplama Komponenti (Bulk Molding Compound)
CRT = Katot Işın Tüpü (Cathode Ray Tube)
TC = Sıcaklık Kontrol (Temperature Control)
PID = Oransal Bütün Türev (Proportional Integral Derivative)
CPU = Merkezi İşlem Ünitesi (Central Processing Unit)
MAD = Kalıplama Alanı Diyagramı (Molding Area Diagram)
MVD = Kalıplama Hacım Diyagramı (Molding Volume Diyagram)
LVDT= Lineer Değişken Diferansiyel Değiştirici (Linear Variable Differential Transducer)
EHC = Elektronik Ani Çekiş Kontrolü (Electronic Hitch Control)
QC = Kalite Kontrol (Quality Control)



TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, "Plastik Enjeksiyon Makinalarının Tahrik Sistemlerinin Tasarımı" konusu incelenmiştir. Makina kontrolü ile proses kontrolü arasındaki ilgi açıklanmıştır. Farklı sistemler mukayese edilmiştir.

Bu çalışma yapılırken, Türkçe kaynakların azlığından dolayı, yabancı kaynaklardan yararlanılmıştır. Bu çalışmanın gerçekleşmesi esnasındaki yardımlarından dolayı Yrd.Doç.Dr.Muharrem BOĞUÇLU'ya ve Konstrüksiyon Bilim Dalı Öğretim Üyelerine teşekkür ederim.

İSTANBUL, 1996

Mak.Müh.Mehmet BOZCA



ÖZET

Plastik enjeksiyon makinaları istenen kalitede plastik parçalar elde etmek için endüstride yaygın olarak kullanılır.

Plastik enjeksiyon makinası,ABS, polietilen, polistiren, polipropilen, akrilik, naylon, PVC v.s gibi termoplastikleri eriterek ve basınç etkisi ile kalıp boşluğuna püskürterek, plastik parçalar imal eder.

Kaliteli parçaların imalatı, bu kaliteyi temin edebilecek mevcut uygun makinalara bağlıdır. Hem plastik enjeksiyon makinası hemde plastik enjeksiyon prosesi incelenerek makina kontrolü ile proses kontrolü arasındaki ilgi açıklanmıştır. Farklı sistemler mukayese edilmiştir.

Doğrudan hidrolik mengene dizaynı yıllar boyunca uzun süre güvenilirliğe sahip olmuştur. Düşük basınç kalıp korumasının mükemmel kontrolünü ve tonajın kesin kontrolünü sağlamıştır. Yüksek enjeksiyon kuvvetlerinden dolayı mengenenin aşırı tazyikli olmasına müsaade etmez.

Mafsalsal mengene son derece hızlı kapama ve açma hareketlerine sahiptir ve tipik olarak maliyeti doğrudan hidrolik mengeneden düşüktür. Sağlanan tonajı tutmak için enerji gereksinimi doğrudan hidrolik mengene için olandan azdır, fakat bu enerji makinanın toplam enerji kullanımını içinde önemsizdir. İyi yağlama ile, mafsal yatak burcu ve pimler gayet iyidir, fakat onlar hala çalışmanın birkaç yılından sonra tekrar işlenmek zorundadırlar. Mafsalsal dizayn, hatta eğer mengene enjeksiyon amacıyla veya kalıp içinde sıcaklığın oluşmasından dolayı aşırı güçlendirilmiş ise, kilitleme tonajından daha yüksek tonaj sağlayacaktır.

Hidromekanik mengene dizaynı doğrudan hidrolik mengene dizaynı avantajlarına sahip olmasına rağmen, mafsal blok hareketi gereksiniminden dolayı oldukça karmaşıktır.

Oransal / artış (proportional/gain) kontrol tipinde, kontrol çıktısının büyüklüğü, hata sinyalinin büyüklüğü ile orantılıdır. Eğer oransal band çok geniş kurulursa, kontrolörler muhtemelen çevrimin bu parçasının zaman çerçevesi yakınlarında ayar noktasına erişmeye muktedir olamayacaktır. Diğer taraftan, eğer oransal band çok darsa, o ayar noktası etrafında, şiddetli makina titreşimi, hidrolik hortumların sarsılması ve valf sürgülerinin geri ve ileri hızlı hareketleri ile sonuçlanan, tümü plastik enjeksiyon makinasının hidrolik sistemi üzerinde kötü olan ve sistem elemanlarının ömrünü kısaltabilecek, basıncın şiddetli salınımına sebep olacaktır.

Bütün / ayarlama (integral/reset) kontrol tipi devamlı durum hatasına veya "oransal düşüşe", ayar noktasında prosesi kararlı yapacak şekilde oransal bandı yukarı veya aşağı basınç kademesinde değiştirerek (bandın genişliğini değiştirmeden) cevap verir.

Türev / hız (derivative/rate) tip kontrol faaliyeti, hatadaki değişimlere veya gerçek basıncın ayar noktasına yaklaştığı hıza cevap verir. Hatanın büyüklüğü içinde en hızlı değişim, en büyük hız kontrol sinyali ve tersine cevap verir. O oransal uygun faaliyetin etkisini arttırmaya, prosesi en hızlı olarak dengede tutmaya vesile olarak, yardımcı olur. Hız kontrolün temel etkisi oransal-artı-ayarlama kontrollerle tek başına asla tamamen ortadan kaldırılamayacak olan alt/üst vuruş titreşimini önlemektir. Minimum ayar edilebilirliği birçok çevrim için çok büyük olduğundan dolayı, türev/hız modu sadece birkaç çevrimde kullanılır. Türev hareket gürültüyü artırır ve hassas ayarlama pek çok endüstriyel kontrolörde diğer modlar ile karşılıklı etkileşimin bir sonucu olarak çok karmaşıktır.

Analog kontrolörlerin mod ayarlarının doğruluğunun digital kontrolörlerinki kadar iyi olmadığını söylemek uygundur. Analog pnömatik kontrolörler 1970 den beri üstün olarak kullanılmıştır ve analog elektronik kontrolörler 1980 den beri üstün olarak kullanılmıştır. 1980 den sonra dizayn edilen büyük projeler tipik olarak yayılmış bir kontrol sisteminin parçası olarak digital kontrolörleri kullanmaktadırlar.

Kapalı çevrim kontrol sisteminin bir avantajı gerçekten geribeslemenin kullanımının sistem cevap vermesini nispeten dış hatalara ve sistem parametrelerindeki değişimlere duyarlı yapmasıdır.

Sistem kararlılığı çok önemli bir problem olmadığından dolayı, kararlılık bakımından, açık çevrim kontrol sistemi daha kolay oluşturulur. Diğer taraftan, kararlılık kapalı çevrim kontrol sisteminde önemli bir problemdir; devamlılığın kararsızlıklarına veya genliğin değişimine sebep olabilecek doğrunun çok üstündeki hatalar oluşabilir.

Girdilerin zamandan önce bilindiği ve hataların hiç olmadığı sistemler için açık çevrim kontrol kullanımının tavsiye edildiği vurgulanmalıdır. Kapalı çevrim kontrol sistemleri sadece önceden tahmin edilmeyen hatalar ve/veya önceden tahmin edilmeyen değişimler sistem komponentlerinde mevcut olduğunda avantajlara sahiptir. Bir kapalı çevrim kontrol sisteminde kullanılan komponentlerin sayısı bir açık çevrim kontrol sistemindeki karşılığında daha fazladır. Böylece, kapalı çevrim kontrol sistemi genellikle maliyet ve güçte daha yüksektir. Bir sistemin gerekli gücünü azaltmak için, açık çevrim kontrol uygulanabilir olduğu yerde kullanılabilir. Uygun bir açık çevrim ve kapalı çevrim kontrolların birleşimi genellikle az pahalıdır ve sistem performansının tümünde yeterliliği verecektir.

İNGİLİZCE ABSTRAKT (en fazla 250 sözcük) :

DESIGN OF PLASTIC INJECTION MACHINES
DRIVE SYSTEMS

(MEHMET BOZCA)

(Mechanical Engineering Department Construction Program)

KEYWORDS: Clamp, Design, Machine, System, Screw

SUMMARY

Plastic injection machines are used widely to produce proper quality plastic parts in industry.

Plastic injection machine produces plastic parts by melting and injecting thermoplastics such as ABS, polyethylene, polystyrene, polypropylene, acrylic, nylon, PVC etc. into mold cavity with pressure effect.

To produce quality parts depend on available proper machines which can provide this quality. By researching both plastic injection machine and plastic injection process, relation of machine control between process control has been explained. Different type of systems have been compared.

The straight hydraulic design has had over the years long term reliability. It has proved excellent control of low pressure mold protection, and exact control of tonnage. And it does not allow the clamp to be overstressed due to high injection forces.

The toggle clamp has extremely fast closing and opening actions, and is typically lower in cost than the straight hydraulic. The energy required to hold the developed tonnage is less than for the straight hydraulic, but this energy is not important in the total energy usage of the machine. With good lubrication, the toggle bushing and pins last well, but they still must be reworked after several years of service. The toggle design will also develop higher than lockup tonnage if the clamp is overpowered by the injection end, or due to temperature buildup in the mold.

Although the hydromechanical have the advantages of the straight hydraulics, the toggle is more complex because of the block action required.

With proportional (gain) type of control, the magnitude of the control output is proportional to the magnitude of the error signal. If the proportional band is set too wide, the controller will probably not be able to achieve the setpoint within the time frame of that segment of the cycle. On the other hand, if the proportional band is too narrow, it will cause violent oscillation of pressure around the setpoint, leading to intense machine vibration, shaking of hoses, and rapid movement of valve spools back and forth, all of which are hard on machine's hydraulic system and can shorten the life of its components.

Integral (reset) type of control responds to steady state error, or "proportional droop", by shifting the proportional band up or down the pressure scale (without changing the band's width) so as to stabilize the process at setpoint.

Derivative (rate) type of control action responds to changes in error, or the rate at which the actual pressure approaches the setpoint. The faster the change in the magnitude of the error, the greater the rate control signal, and vice versa. It serves to intensify the effect of the proportional corrective action, causing the process to stabilize faster. Rate

control's main effect is to prevent the undershoot/overshoot oscillation that may never be completely eliminated with proportional-plus-reset control alone. The derivative (rate) mode is used in only a few loops because the minimum setting available is too large for many loops. Derivative action amplifies noise, and the tuning is more complicated as a result of interaction with the other modes in most industrial controllers.

It is fair to say that the accuracy of the mode setting of analog controllers is not as good as that of digital controllers. Analog pneumatic controllers were used predominantly through 1970 and analog electronic controllers were used predominantly through 1980. Major projects designed after 1980 typically use digital controllers as part of a distributed control system.

An advantage of the closed loop control system is the fact that the use of feedback makes the system response relatively insensitive to external disturbances and internal variations in system parameters. From the point of view of stability, the open loop control system is easier to build because system stability is not a major problem. On the other hand, stability is a major problem in the closed loop control system, which may occur overcorrect errors that can cause oscillations of constant or changing amplitude.

It should be emphasized that for systems in which the inputs are known ahead of time and in which there are no disturbances it is advisable to use open loop control. Closed loop control systems have advantages only when unpredictable disturbances and/or unpredictable variations in system components are present. The number of components used in a closed loop control system is more than that for a corresponding open loop control system. Thus, the closed loop control system is generally higher in cost and power. To decrease the required power of a system, open loop control may be used where applicable. A proper combination of open loop and closed loop controls is usually less expensive and will give satisfactory overall system performance.

TÜRKÇE ABSTRAKT (en fazla 250 sözcük) :

(TÜBİTAK/TÜRKÇE'ün Abstrakt Hazırlama Kılavuzunu kullanınız.)

**PLASTİK ENJEKSİYON MAKİNALARININ
TAHRİK SİSTEMLERİNİN TASARIMI**

(MEHMET BOZCA)

(Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Konstrüksiyon Programı)

ANAHTAR KELİMELEER:Dizayn,Makina,Mengene,Sistem,Vida

ÖZET

Plastik enjeksiyon makinaları istenen kalitede plastik parçalar elde etmek için endüstride yaygın olarak kullanılır.

Plastik enjeksiyon makinası,ABS,polietilen,polistiren,polipropilen,akrilik,naylon,PVC v.s gibi termoplastikleri eriterek ve basınç etkisi ile kalıp boşluğuna püskürterek,plastik parçalar imal eder.

Kaliteli parçaların imalatı, bu kaliteyi temin edebilecek mevcut uygun makinalara bağlıdır.Hem plastik enjeksiyon makinası hemde plastik enjeksiyon prosesi incelenerek makina kontrolü ile proses kontrolü arasındaki ilgi açıklanmıştır.Farklı sistemler mukayese edilmiştir.

Doğrudan hidrolik mengene dizaynı yıllar boyunca uzun süre güvenirlige sahip olmuştur. Düşük basınç kalıp korumasının mükemmel kontrolünü ve tonajın kesin kontrolünü sağlamıştır. Yüksek enjeksiyon kuvvetlerinden dolayı mengenin aşırı tazyikli olmasına müsaade etmez.

Mafsal mengene son derece hızlı kapama ve açma hareketlerine sahiptir ve tipik olarak maliyeti doğrudan hidrolik mengeneden düşüktür.Sağlanan tonajı tutmak için enerji gereksinimi doğrudan hidrolik mengene için olandan azdır,fakat bu enerji makinanın toplam enerji kullanımını içinde önemszdir.Iyi yağlama ile,mafsal yatak burcu ve pimler gayet iyidir,fakat onlar hala çalışmanın birkaç yılından sonra tekrar işlenmek zorundadırlar.Mafsal dizayn,hatta eğer mengene enjeksiyon amacıyla veya kalıp içinde sıcaklığın oluşmasından dolayı aşırı güçlendirilmiş ise,kilitleme tonajından daha yüksek tonaj sağlayacaktır.

Hidromekanik mengene dizaynı doğrudan hidrolik mengene dizaynı avantajlarına sahip olmasına rağmen, mafsal blok hareketi gereksiniminden dolayı oldukça karmaşıktır.

Oransal / artış (proportional/gain) kontrol tipinde,kontrol çıkışının büyüklüğü,hata sinyalinin büyüklüğü ile orantılıdır.Eğer oransal band çok geniş kurulursa,kontrolörler muhtemelen çevrimin bu parçasının zaman çerçevesi yakınlarında ayar noktasına erişmeye muktedir olamayacaktır.Diğer taraftan,eğer oransal band çok darsa,o ayar noktası etrafında,şiddetli makina titreşimi,hidrolik hortumların sarsılması ve valf sürgülerinin geri ve ileri hızlı hareketleri ile sonuçlanan,tümü plastik enjeksiyon makinasının hidrolik sistemi üzerinde kötü olan ve sistem elemanlarının ömrünü kısaltabilecek,basınçın şiddetli salınımına sebep olacaktır.

Bütan / ayarlama (integral/reset) kontrol tipi devamlı durum hatasına veya "oransal düşüşe", ayar noktasında prosesi kararlı yapacak şekilde oransal bandı yukarı veya aşağı basınç kademesinde değiştirerek (bandın genişliğini değiştirmeden) cevap verir.

Türev / hız (derivative/rate) tip kontrol faaliyeti,hataadaki değişimlere veya gerçek basınçın ayar noktasına yaklaştığı hızı cevap verir.Hatanın büyüklüğü içinde en hızlı değişim,en büyük hız kontrol sinyali ve tersine cevap verir.O oransal uygun faaliyetin etkisini arttırmaya,proses en hızlı olarak dengede tutmaya vesile olarak,yardımcı olur.Hız kontrolün temel etkisi oransal-artı-ayarlama kontroller tek başına asla tamamen ortadan kaldırılamayacak olan alt/üst vuruntu titreşimini önlemektir.Minimum ayar edilebilirliği birçok çevrim için çok büyük olduğundan dolayı,türev/hız modu sadece birkaç çevrimde kullanılır.Türev hareket gürültüyü artırır ve hassas ayarlama pekçok endüstriyel kontrolörlerde diğer modlar ile karşılıklı etkileşimin bir sonucu olarak çok karmaşıktır.

Analog kontrolörlerin mod ayarlarının doğruluğunun digital kontrolörlerinki kadar iyi olmadığını söylemek uygundur.Analog pnömatik kontrolörler 1970 den beri üstün olarak kullanılmıştır ve analog elektronik kontrolörler 1980 den beri üstün olarak kullanılmıştır.1980 den sonra dizayn edilen büyük projeler tipik olarak yayılmış bir kontrol sisteminin parçası olarak digital kontrolörleri kullanılmaktadırlar.

Kapalı çevrim kontrol sisteminin bir avantajı gerçekten yerleşimnin kullanımının sistem cevap vermesini nispeten dış hatalara ve sistem parametrelerindeki değişimlere duyarlız yapmasıdır.

Sistem kararlılığı çok önemli bir problem olmadığından dolayı,kararlılık bakımından,açık çevrim kontrol sistemi daha kolay oluşturulur.Diğer taraftan,kararlılık kapalı çevrim kontrol sisteminde önemli bir problemdir;devamlılığın kararsızlıklarına veya genişliğinin değişimine sebep olabilecek doğrunun çok üstündeki hatalar oluşabilir.

Gürdilerin zamandan önce bilindiği ve hataların hiç olmadığı sistemler için açık çevrim kontrol kullanımının tavsiye edildiği vurgulanmalıdır.Kapalı çevrim kontrol sistemleri sadece önceden tahmin edilmeyen hatalar ve/veya önceden tahmin edilmeyen değişimler sistem komponentlerinde mevcut olduğunda avantajlara sahiptir.Bir kapalı çevrim kontrol sisteminde kullanılan komponentlerin sayısı bir açık çevrim kontrol sistemindeki karşılığından daha fazladır.Böylece,kapalı çevrim kontrol sistemi genellikle maliyet ve güçte daha yüksektir.Bir sistemin gerekli gücünü azaltmak için,açık çevrim kontrol uygulanabilir olduğu yerde kullanılabilir.Uygun bir açık çevrim ve kapalı çevrim kontrolünün birleşimi genellikle az pahalıdır ve sistem performansının tümünde yeterliliği verecektir.

SUMMARY

Plastic injection machines are used widely to produce proper quality plastic parts in industry.

Plastic injection machine produces plastic parts by melting and injecting thermoplastics such as ABS, polyethylene, polystyrene, polypropylene, acrylic, nylon, PVC etc. into mold cavity with pressure effect.

To produce quality parts depend on available proper machines which can provide this quality. By researching both plastic injection machine and plastic injection process, relation of machine control between process control has been explained. Different type of systems have been compared.

The straight hydraulic design has had over the years long term reliability. It has proved excellent control of low pressure mold protection, and exact control of tonnage. And it does not allow the clamp to be overstressed due to high injection forces.

The toggle clamp has extremely fast closing and opening actions, and is typically lower in cost than the straight hydraulic. The energy required to hold the developed tonnage is less than for the straight hydraulic, but this energy is not important in the total energy usage of the machine. With good lubrication, the toggle bushing and pins last well, but they still must be reworked after several years of service. The toggle design will also develop higher than lockup tonnage if the clamp is overpowered by the injection end, or due to temperature buildup in the mold.

Although the hydromechanical have the advantages of the straight hydraulics, the toggle is more complex because of the block action required.

With proportional (gain) type of control, the magnitude of the control output is proportional to the magnitude of the error signal. If the proportional band is set too wide, the controller will probably not be able to achieve the setpoint within the time frame of that segment of the cycle. On the other hand, if the proportional band is too narrow, it will cause violent oscillation of pressure around the setpoint, leading to intense machine vibration, shaking of hoses, and rapid movement of valve spools back and forth, all of which are hard on machine's hydraulic system and can shorten the life of its components.

Integral (reset) type of control responds to steady state error, or "proportional droop", by shifting the proportional band up or down the pressure scale (without changing the band's width) so as to stabilize the process at setpoint.

Derivative (rate) type of control action responds to changes in error, or the rate at which the actual pressure approaches the setpoint. The faster the change in the magnitude of the error, the greater the rate control signal, and vice versa. It serves to intensify the effect of the proportional corrective action, causing the process to stabilize faster. Rate control's main effect is to prevent the undershoot/overshoot oscillation that may never be completely eliminated with proportional-plus-reset control alone. The derivative (rate) mode is used in only a few loops because the minimum setting available is too large for many loops. Derivative action amplifies noise, and the tuning is more complicated as a result of interaction with the other modes in most industrial controllers.

It is fair to say that the accuracy of the mode setting of analog controllers is not as good as that of digital controllers. Analog pneumatic controllers were used predominantly through 1970 and analog electronic controllers were used predominantly through 1980.

Major projects designed after 1980 typically use digital controllers as part of a distributed control system.

An advantage of the closed loop control system is the fact that the use of feedback makes the system response relatively insensitive to external disturbances and internal variations in system parameters. From the point of view of stability, the open loop control system is easier to build because system stability is not a major problem. On the other hand, stability is a major problem in the closed loop control system, which may occur overcorrect errors that can cause oscillations of constant or changing amplitude.

It should be emphasized that for systems in which the inputs are known ahead of time and in which there are no disturbances it is advisable to use open loop control. Closed loop control systems have advantages only when unpredictable disturbances and/or unpredictable variations in system components are present. The number of components used in a closed loop control system is more than that for a corresponding open loop control system. Thus, the closed loop control system is generally higher in cost and power. To decrease the required power of a system, open loop control may be used where applicable. A proper combination of open loop and closed loop controls is usually less expensive and will give satisfactory overall system performance.



1.0 GİRİŞ

Plastik enjeksiyon makinaları istenen kalitede plastik parçalar elde etmek için endüstride yaygın olarak kullanılır.

Plastik enjeksiyon makinası, toz veya granül halindeki; ABS, polietilen, polistiren, polipropilen, akrilik, naylon, PVC v.s. gibi termoplastik malzemelerin eritilip, basınç etkisi ile kalıp boşluğuna püskürtülmesi sonucunda plastik mamül imalatını sağlayan makinedir.

Kaliteli parçaların imalatı, şüphesiz bunu sağlayabilecek nitelikteki makinaların varlığına bağlıdır. Burada hem plastik enjeksiyon makinaları incelenmiş, hemde plastik enjeksiyon prosesi incelenerek makina kontrolü ile proses kontrolü arasındaki ilgi ortaya konmuştur. Bu amaçla, "Plastik Enjeksiyon Makinalarının Tahrik Sistemlerinin Tasarımı" konusu;

1. Plastik Enjeksiyon Makinasının Tanımı ve Temel Makina Fonksiyonları
 2. Plastik Enjeksiyon Makinasının Monitörlenmesi
 3. Plastik Enjeksiyon Makinasının Kontrolü
 4. Proses Kontrolü İle Üretim Performansının İlişkisi
 5. Proses Kontrolü Anlayışı İçin Basitleştirilmiş Yaklaşım
 6. Plastik Enjeksiyon Makinasının Hidrolik Tahrik Sistemi ve Devre Uygulamaları
- ana başlıkları altında ele alınmıştır.

Plastik enjeksiyon makinalarının tahrik sistemlerindeki gelişmeler, bu amaçla kullanılan elemanların teknolojilerindeki gelişmeye paralel olarak artmıştır ve artmaktadır.

Plastikleştirme ünitesinde; tek evreli ve çift evreli piston dizaynından, ileri geri çalışan vidalı dizayna geçiş, plastik malzemenin yüksek erime hızlarına, vuruş boyutunda dar toleranslara ve plastik eriğiğin sıcaklığını kontrol etme yeteneğine ve güvenilirliği yerine getirmeye müsaade etmiştir.

Plastik enjeksiyon makinalarında bilgisayarın kullanılması verimliliği artırmıştır.

Digital kontrolörler doğrulukta ve mod ayarlarının kararlılığında analog kontrolörlerden daha üstün olarak kontrolde gelişme sağlamışlardır.

Açık çevrim kontrolden kapalı çevrim kontrole geçilerek, istenen kalitede parçaların imalatında hassasiyet sağlanmıştır.

Oransal (proportional) ve servo valflerin kullanımı ile plastik enjeksiyon makinalarının tahrik sistemlerinin hassasiyeti ve dolayısı ile mamül kalitesi arttırılmış olmaktadır.

Plastik enjeksiyon makinalarının tahrik sistemlerinin tasarımında gözönünde bulundurulması gereken konular detaylı olarak diğer bölümlerde açıklanmaktadır.

2.0 PLASTİK ENJEKSİYON MAKİNASININ TANIMI VE TEMEL MAKİNA FONKSİYONLARI

Plastik enjeksiyon makinası, toz veya granül halindeki termoplastik malzemelerin eritilip, basınç etkisiyle kalıp boşluğuna püskürtülmesi sonucunda plastik mamül imalatını sağlayan makinadır.

Plastik enjeksiyon kalıplama makinası, uygun elektrik, su ve hava bağlantıları ile yerleştirilmiş olmak zorundadır. Makina malzeme haznesi plastik malzeme ile hem manuel olarak hem de otomatik malzeme taşıma sistemleriyle doldurulmuş olmalıdır. Kalıp elektrik ve su bağlantıları uygun şekilde yapılmış hareketli ve sabit plakalara uygun şekilde bağlanmış olmak zorundadır. Bütün sistemlerin sabit çalışma için kontrol edildiği düşünüldüğünde, makina çevrim için hazırdır.

Başlama konumunda, mengene açıktır, elektrik güç sistemi hidrolik sisteme güç sağlıyor, elektrik sıralama sistemi açılır ve enjeksiyon ocağı ısıtıcı band sistemi de açılarak istenen sıcaklığa gelir.

Normal olarak plastik malzeme erimiş olacaktır ve mengenenin kapanmasından önce kalıba püskürtülmeye hazır olacaktır. Erime, ısıtıcı bandlar ısı verirken, plastik malzemeyi pompalayan ve kıran plastikleştirme vidasının dönmesiyle oluşur. Kıranın ve ısının bu birleşimi plastiği eritir. Plastiğin önceden ayarlanmış bir miktarı eritildikten sonra, plastikleştirme vidası durdurulur.

Mengene daha sonra ilerler ve tonajı oluşturur. Uygun tonaj elde edildiğinde, enjeksiyon çevrimi oluşabilir. Hidrolik sistem yağı enjeksiyon silindirene yönlendirir, erimiş plastik kalıbın içine itilir. Normal olarak enjeksiyon çevrimi önceden ayarlanmış bir zaman periyodu için devam eder. Enjeksiyon prosesi son bulduğunda, plastikleştirme prosesi, kalıbın içine püskürtülmek için tekrar hazırlanmış, erimiş plastik ile başlar.

Eğer dönen bir kapama valfi (shut-off valve) kullanılırsa, mengene plastikleştirme prosesi esnasında açılabilir. Eğer kullanılmazsa, mengene plastikleştirme çevriminden sonra açılır. Mengene açıldığı zaman mamül kalıptan çıkarılır. Kalıplanmış parçanın kalıptan çıkarılması; bazı parçalar hava ile çıkarılırken, bazıları makina tarafından mekanik olarak veya hidrolik olarak hareket ettiriliyor olan kalıptaki itici pimler ile çıkarılır. İlk önce makina açılır, sonra çevrim meydana getirilebilir.

2.1 Mengene Kavramları

Enjeksiyon kalıplama makinası mengenesi kalıbı kapamak için, enjeksiyon ve plastik malzemenin vulkanizasyonu esnasında onu kapalı tutmak için kullanılır ve şekillendirilmiş parçanın alınması için kalıbı açar.

Mengene dizaynlarının üç değişik tipi vardır.

1. Doğrudan hidrolik kapama
2. Manivela veya mafsal kapama
3. Hidromekanik kapama

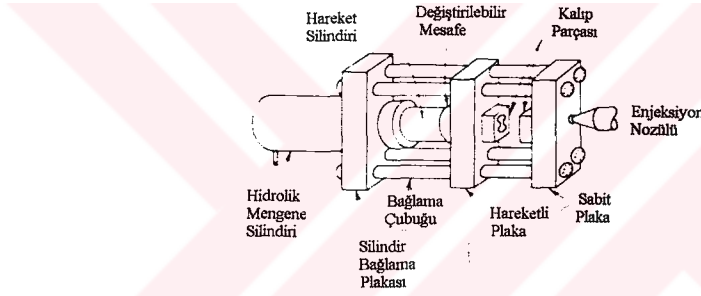
2.1.1 Doğrudan hidrolik kapama

Bu dizayn mengenyeyi açmak ve kapatmak için ve kalıbı plastiğin enjeksiyonu esnasında kapalı tutmak için gerekli kuvveti sağlamak için hidrolik akışkan ve basınç kullanır.

Temel kavram, hidrolik akışkanı, mengene koçunu ileri hareket ettirmek için yükseltilmiş tüpüne yönlendirmektir. Yağ tanktan ana alana ön doldurma sayesinde akarak ana alanı doldurur. Koç ileri hareket ettiğinde, zayıf bir vakum, akışkanın tanktan bu odaya çekilmesiyle ana alanda oluşturulur. Yağın ana silindir alanından kapılmasıyla, ilk önce mengene kapatılır, ön doldurma valfi kapatılır. Yüksek basınç akışkanı, yağın bu hacminin sıkıştırılmasıyla ve böylece bu alanda basıncın artmasıyla bu alana konulur.

Maksimum basınç mengene kapama tonajını yakından kontrol eden bir basınç kontrol valfi tarafından kontrol edilir (maksimum hidrolik basınç x alan kadar tersine zorlar).

Mengenyeyi açmak için, akışkanın ana silindirden tanka dönmesi ile, ön doldurma valfi açıldığında hidrolik akışkan silindirin arka tarafından çekilmeye yönlendirilir. Doğrudan hidrolik kapamanın önemli avantajlarından biri mengene kapama tonajının çok kesin olmasıdır.

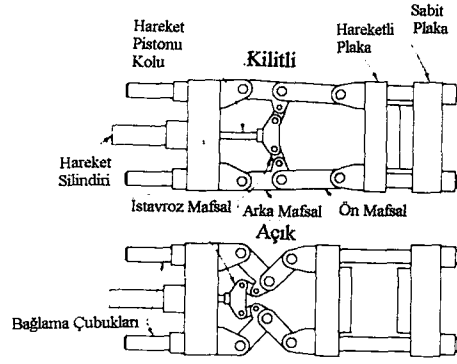


Şekil.2.1.1 Hidrolik mengene kapama

2.1.2 Manivela veya mafsal kapama

Bu kavram çevrimin plastik enjeksiyon bölümü esnasında kalıbı kapalı tutmak için gerekli kuvveti sağlamak için bir mafsalın mekanik avantajını kullanır. Normal olarak mafsal dizaynı yavaşlatma hareketinin yapıldığı durumda yapılır. Bir mafsal kapamanın avantajı mengenyeyi açmak ve kapatmak için az hidrolik akışkanın gerekli olmasıdır. Bir dezavantaj mengene kapama tonajının kesin olarak bilinmemesidir.

Bir küçük hidrolik silindir mengenyeyi kapatmak için kullanılır. Bu silindir, kalıbı kapatmak için yavaşlatma ile sabit bir hızla mafsala doğru hareket eder. Mafsalın mekanik avantajı çok fazladır, öyleki nispeten küçük bir kapama silindiri yüksek tonaj sağlayabilir.



Şekil.2.1.2 Mafsal mengene kapama

2.1.3 Hidromekanik kapama

Bu dizayn yüksek hızlı kapama ve açma için bir mekanik mekanizma kullanır. Bir kısa stroklu silindir doğrudan hidrolik mengene dizaynına benzer olarak tonajı sağlamak için kullanılır. Bu kavram yüksek hızlı kapama ve açma için mafsal kapamanın avantajını ve mengene tonajının kesin kontrolü için bir doğrudan hidrolik mengene kapamanın avantajını sağlamak için düşünülür. Hidromekanik dizayn normal olarak genellikle bir hidrolik silindir veya regülatör olan bir yüksek hızlı mengene kapama ve açma aygıtına sahiptir. Kapama ve açma modu nispeten düşük kuvvetle meydana gelir. İlk önce mengene kapalıdır, bir blok hareketi doğrudan hidrolik mengene dizaynına benzer şekilde tonajı oluşturmak için büyük çaplı bir hidrolik silindire müsaade ederek meydana gelir. Mengene açılma durumunda iken blok parçası yer değiştirir ve mengene çabucak açılır. Blok hareketi normal olarak bir mekanik harekettir ve tonaj hareketi hidrolik olarak yapılır; bu nedenle hidromekanik olarak adlandırılır.

2.2 Mengene Kapama Dizaynlarının Mukayesesi

Yıllar boyunca birçok tartışma herbir mengene kapama dizayn kavramının diğerlerine daha üstün olduğunu göstermek için yapıldı. Gerçekte herbir kavram değerlidir.

Doğrudan hidrolik mengene dizaynı yıllar boyunca uzun süre güvenilirliğe sahip olmayı, düşük basınç kalıp korumasının mükemmel kontrolünü ve tonajın kesin kontrolünü sağladı ve yüksek enjeksiyon kuvvetlerinden dolayı mengineenin aşırı tazyikli olmasına müsaade etmedi.

Mafsal mengene son derece hızlı kapama ve açma hareketlerine sahiptir ve tipik olarak maliyeti doğrudan hidrolik mengineenden düşüktür. Sağlanan tonajı tutmak için enerji gereksinimi doğrudan hidrolik mengene için olandan azdır, fakat bu enerji makinanın toplam enerji kullanımıyla az olarak mukayese edilir. İyi yağlama ile, mafsal yatak burcu ve pimler gayet iyidir, fakat onlar hala çalışmanın birkaç yılından sonra tekrar işlenmek zorundadırlar. Mafsal dizayn hatta eğer mengene enjeksiyon amacıyla veya kalıp içinde sıcaklığın oluşmasından dolayı aşırı güçlendirilmiş ise, kitleme tonajından daha yüksek tonaj sağlayacaktır.

Hidromekanik mengene dizaynı doğrudan hidrolik mengene dizaynı avantajlarına sahip olmaya meyleder, oysa mafsal blok hareketi gereksiniminden dolayı oldukça karmaşıktır.

Üç mengene kapama kavramları üzerindeki tartışma yıllarca devam edecektir.

2.3 Plastikleştirme Ünitesi

Plastikleştirme ünitesinin gelişimi aşağıdaki sırada meydana gelmiştir.

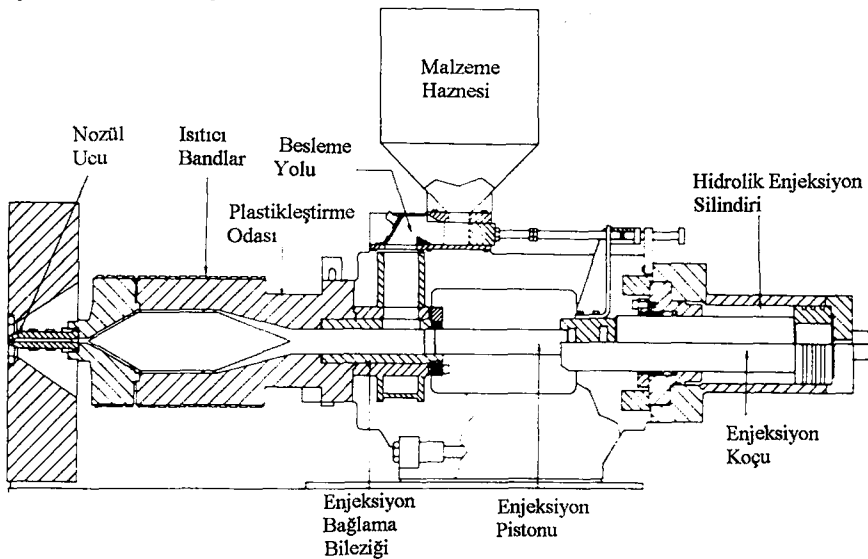
1. Tek evreli piston
2. Çift evreli piston
3. Sabit vida ile çift evreli piston
4. İleri geri çalışan vida

2.3.1 Tek evreli piston

İlk tek evreli piston üniteleri (Şekil.2.3.1) sıcak yağ ile ısıtılmıştır ve en sonunda elektrikli ısıtıcı bandlarla ısıtılmıştır. Arka alandaki bir torpido bölgesi piston ileri hareket ettiği zaman ince bir bölgenin içine doğru plastik besleme aygıtı sürülmüştür. Aygıtın bu ince bölümü daha sonra plastikleşmenin çoğunun meydana geldiği yerde merkez bölgesine girmiştir. Sonraki dizaynlarda, merkez bölgesi plastikleştirme odasının yatay merkez çizgisine paralel delinmiş bir seri küçük hücrelerden oluşmuştur. Plastikleştirme odasının ön bölgesinde torpido çapı düşürülmüştür ve eriğiğin etkin kesiti merkez bölgesinden çıkıp gelen her erimemiş eriğiği en iyi şekilde plastikleştirmek için düşürülmüştür. Ön bölge, eriğik plastikleştirme odasının dışına ve kalıp içine sıkıştırıldığında, her kısımda sabit bir sıcaklık sağlamak için yeteri kadar uzun olmak zorundaydı.

Bu ünitelerle yaşanmış problemlerin bazıları; merkez bölgesi ve ön uç arasındaki sızıntı, renk değişimi, oda içinden basınç düşümü, çok aşınmış pistonlar, zayıf vuruş kontrolü, ısı duyarlı malzeme çalışmasındaki zorluklardı. Dizaynlar iyileştirildiğinde, besleyicinin mekanik kaydırma tipi esasen vuruş boyutu kontrolünü iyileştiren ağırlık besleyicilerle yer değiştirildi. Basınç anahtarları ve sayaçlar bir sonraki vuruştan önce besleme açılmasını daha önceden yapmış olmak için, pistonun önceden konumlanmasına müsaade etmek için ve piston ve torpido arasında malzemenin sıkışmasına müsaade etmek için elektrik ve hidrolik devreye ilave edildiler. Bu iki özellik bir üniteye maksimum vurma boyutunu arttırdı ve hatta çevrim zamanını düşürdü.

Bu ünitelerde en iyi yapılabilecek imalat plastik duvar kaplaması gibi mermerleştirilmiş dokunmuş malzemeleri işlemekti.



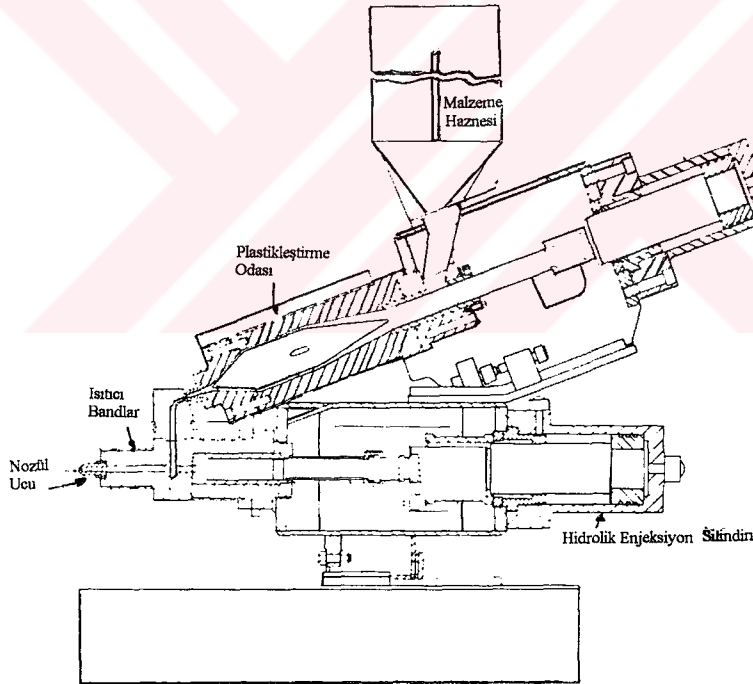
Şekil.2.3.1 Tek evreli piston ünitesi

2.3.2. Çift evreli piston

Çift evreli piston ünitelerinin (Şekil.2.3.2) gelişmesiyle,çevrim zamanları düşürüldü, enjeksiyon hızları arttırıldı ve mengene tonajı gereksinimleri azaltıldı.

İlk çift evreli piston üniteleri plastikleştirme ve bir enjeksiyon ünitesi için bir doldurma konvansiyonel tek pistonlu ünite grubuydu.Malzeme plastikleştirme odasının içinden dolduruldu ve plastikleştirme ünitesinden alınan eriğik,enjeksiyon vuruş odasının gerisine,enjeksiyon pistonunun ilerletilmesine sebep olarak enjeksiyon pistonunun önüne aşağıya doğru kanalize edildi.Vuruş boyutu eriğiğin gerekli miktarı enjeksiyon pistonunun önünde olduğu makinası ünitesinden oluşmuştur.Doldurma makinası ünitesi enjeksiyon ünitesinin üstünde taşındığı zaman enjeksiyon pistonunun konumunu kontrol eden,sınır anahtarlar ve ayarlanabilir bir pozitif stopun kullanımı ile konnrol edildi.Bir dönen valf (rotary valve)

doldurma ünitesi ile enjeksiyon odası ve enjeksiyon ünitesi ile nozül ucu arasında eriğik kanalı içine yerleştirildi.Bir konumda, valf eriğiği doldurma ünitesinden enjeksiyon vuruş odasının içine yönlendirdi.Eriğik kalıp içerisine ilerletilmiş olduğunda, valf enjeksiyon vuruş odasını nozül ucuna irtibatlandırarak ve doldurma ünitesine geçişi kapatarak hareket ettirildi.Bu üniteler tek evreli ünitelerin üzerinde büyük bir iyileştirmeydi,fakat onlar yinede renk değişimleri ve ısı duyarlı malzeme çalışması ile problemlere sahipti.

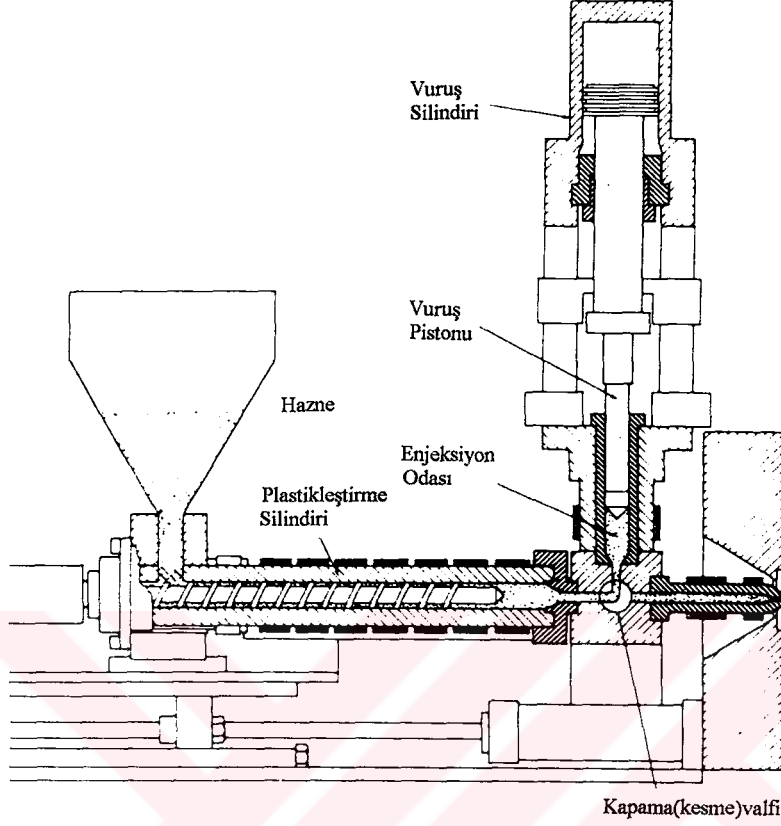


Şekil.2.3.2 Çift evreli piston ünitesi

2.3.3 Sabit vida ile çift evreli piston

Çift evreli piston üniteleri sonradan plastikleştirme ünitesi için bir sabit vidalı bir çift evreli ünite ile yerdeğiştirildiler (Şekil.2.5).Enjeksiyon vuruş ünitesi piston plastikleştirici ile kullanıldığında esasen aynıydı.Bu üniteler malzemenin her tipiyle ve enjeksiyon piston konfigürasyonunda dizayn iyileştirmeleriyle ve her bir vuruş için ilk eriğik vuruş odasına

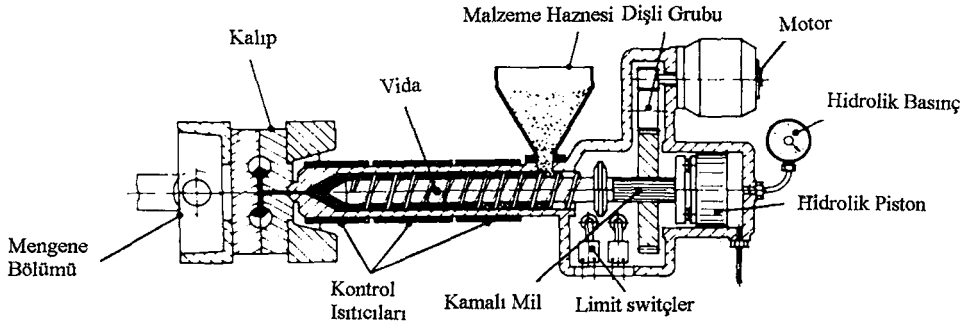
girdiğinde, kırma hareketinin sağlanmasıyla çalıştırılabilirlerdi ve renk değişimi problemleri büyük oranda azaltıldı.



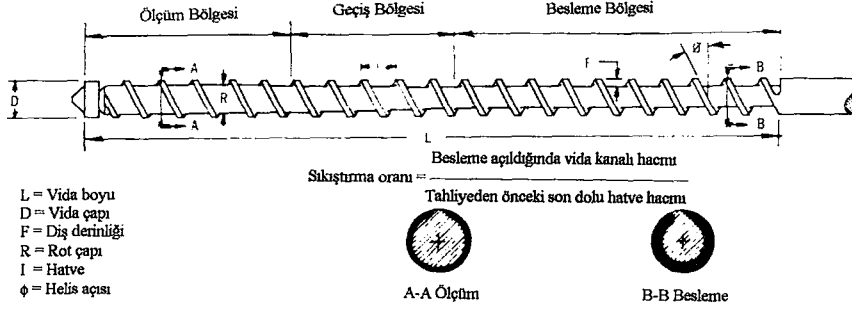
Şekil.2.3.3 Sabit vida ile çift evreli piston ünitesi

2.3.4 İleri geri çalışan vida

Plastiklerdeki en önemli teknolojik ve BMC ilerlemelerden biri ileri geri çalışan vidalı enjeksiyon üniteleri kavramının gelişmesi ile oluştu (Şekil.2.3.4 a,b). Bu üniteler plastik malzemenin yüksek erime hızlarına, vuruş boyutunda dar toleranslara ve plastik eriğiyin sıcaklığını kontrol etme yeteneğine ve güvenilirliği yerine getirmeye müsaade etti. Ocağın ve vidanın L/D oranını düşürerek, bu üniteler kauçuk yi (Bulk Molding Compound) (Hacim Kalıplama Komponenti) kapsayan termoset malzemeleri işleyebilirler. Uzun L/D oranlı üniteler (24:1 den 30:1 e kadar) erimesi zor malzemeler için kullanılır.



Şekil.2.3.4 a İleri geri çalışan vida ünitesi



Şekil.2.3.4 b İleri geri çalışan vida

2.4 Plastik Enjeksiyon Makinası Çalışma Terminolojisi

Plastik enjeksiyon makinaları manuel olarak, yarı otomatik olarak ve otomatik olarak çalışırlar.

2.4.1 Manuel çalışma

Her fonksiyonun ve her fonksiyonun zamanlamasının manuel olarak bir operatör tarafından kontrol edildiği çalışmadır.

2.4.2 Yarı otomatik çalışma

Makinanın programlanmış kalıplama fonksiyonları çevriminin tamamını yerine getirdiği ve sonra durduğu çalışmadır. Bu çalışma diğer tam çevrimi manuel olarak başlatmak için bir operatör gerektirir.

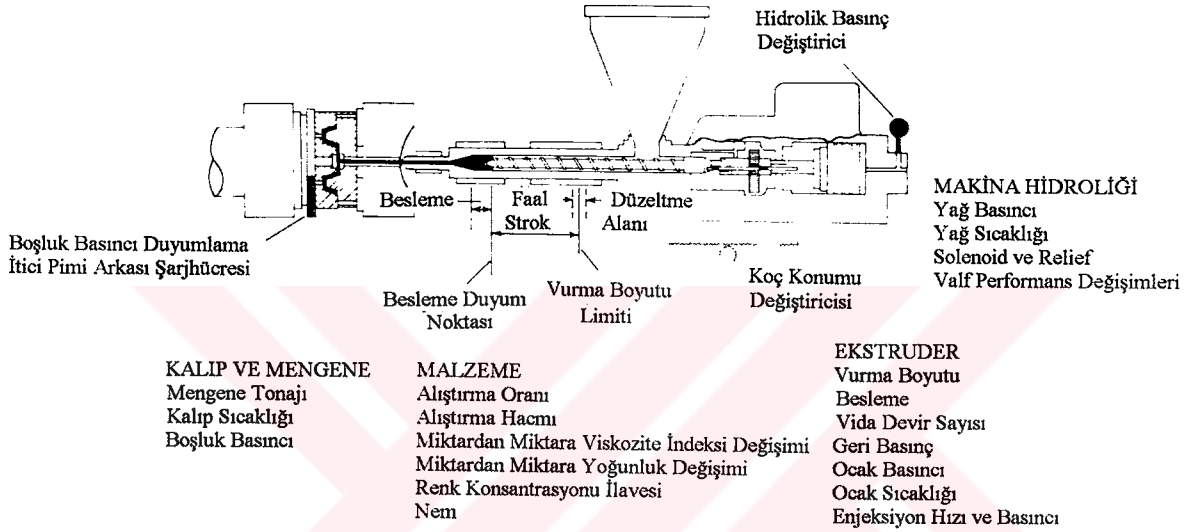
2.4.3 Otomatik çalışma

Makinanın programlanmış kalıplama fonksiyonları çevriminin tamamını tekrarlayan şekilde yerine getirdiği ve sadece eğer bir makina ve kalıp kusuru varsa veya manuel olarak kapatılırsa durduğu çalışmadır.

3.0 PLASTİK ENJEKSİYON MAKİNASININ MONİTÖRLENMESİ

Monitörlemenin farklı mevcut anlamları vardır. İlk olarak, açıklık için, "Monitörleme" nin "Kontrol etme" den ayrılmasına müsaade edilmelidir. "Monitörleme" nin anlamları seyretmek/gözlemektir. Bizim durumumuzda, bir plastik enjeksiyon makinasının performansının gözlenmesidir. Geleneksel olarak, bir plastik enjeksiyon makinasında, bu çeşitli yöntemlerle yapılır; zaman ve sıcaklık indikatörleri, vida hız takometreleri, saat sayaçları, mekanik çevrim sayaçları v.b. "Kontrol etme" nin anlamları tam olarak; komuta/ yönlendirilmiş kabiliyettir.

Sık sık bir kontrol fonksiyonu bir aygıt içinde "Monitörleme" ile birleştirilir. Bu aygıtlar "gösteri kontrolörleri" (indicating controllers) olarak isimlendirilebilir.



Şekil.3.0.a Enjeksiyon proses kontrollarının neden gerekli olduğu

Bu yeniden inceleme "Kontrol etme"ye karşıt olarak "Mönitörleme" üzerine toplanacaktır; bilhassa, çevrim zamanı, bilgisayarın çalışmadığı esnadaki zaman, hız ve sıcaklığın karşıtı olarak tümü, basınç ve diğer proses parametreleri.

Plastik enjeksiyon makinaları için monitörleme aygıtlarında mevcut birkaç gelişme ile olan seviyesi vardır. En basiti ve kullarımdaki en sık görülen biri, mekanik kronometredir. Mekanik kronometre monitörleme ile iki ciddi yetersizlik vardır.

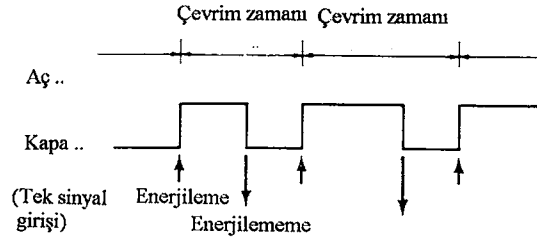
1. En kötü iddia çevrim zamanının değişmediğinden emin olmak için makinayı yeterli frekansla monitörlemenin imkansız olduğudur, çünkü kronometre monitörlemesi metni anlıyor olan herkes için çok zaman tüketicidir. Operasyon için sorumluluk ve monitörleme için sorumluluk arasında da çoğu kez bir uyumsuzluk vardır; Makinayı çalıştıran kişi makinayı monitörlemek için varsayılabilir, fakat öyle çok sık yapamaz.
2. Mekanik kronometre ölçümlerinin doğruluğu herkesçe bilinir şekilde zayıftır. En önemli değişken insandır. Makina çevrim zamanlarının monitörlenmesi zayıf verimliliğe yardım etmek için ölçümde insan hatasına müsaade etmede çok önemlidir.

Çok gelişmiş, bilhassa çevrimin göstericisi olan nümerik sinyallere sahip plastik enjeksiyon makinalarının oluşunun avantajını yakalayan "elektronik kronometreler" veya monitörler mevcuttur. Bu sinyaller plastik enjeksiyon makinası kontaklarına doğrudan

elektrik bağlantısıyla elektronik saati harekete geçirmek için kullanılabilir. Bu doğrudan bağlantılar ile, doğru çevrim zamanları sağlanır. Örneğin, enjeksiyondan röleye doğru (sık görülen tercih) ölçüm, tüm makina çevrim zamanlarının devamlı, doğru bir gösterimini sağlayabilir (Şekil.3.0.b).

Devamlı bir temelde çevrim zamanının monitörlenmesinden sağlanan kanıtlanmış iki yarar vardır:

1. Üretim oluşturulmuş optimum çevrim zamanında devam ettirilebilir. Gösterme (display) kararlılığı 0.01 saniye için çabukça değişimleri gösterir. Örneğin, eğer bir mekanik veya hidrolik problem oluşuyorsa, problem bir bozulmaya dönüşmeden önce bulunabilir. Eğer yetkisiz insanlar makina ayarlarına dokunuyorsa, onlar gözlenebilir.



Şekil.3.0.b Tüm makina çevrimi

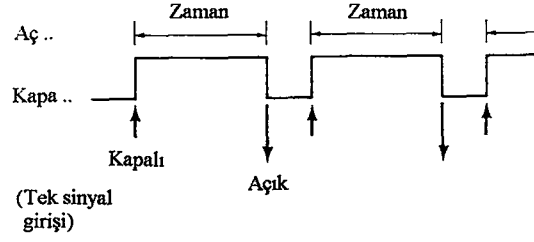
Değişimler kolayca görünüyor olduğu zaman, yetkisiz insanlar onları yapmaktan alıkonurlar.

2. Ürün kalitesi yüksek tutulabilir çünkü çevrim değişimleri önceden akla gelen potansiyel sebeplerden dolayı asgariye indirilir. Ayrıca, küçük bir çevrim sonucuna yardım eden malzeme değişiklikleridir fakat, önemli bir ürün sonucuna sahip olma, devamlı, doğru monitörleme ile sağlanabilir.

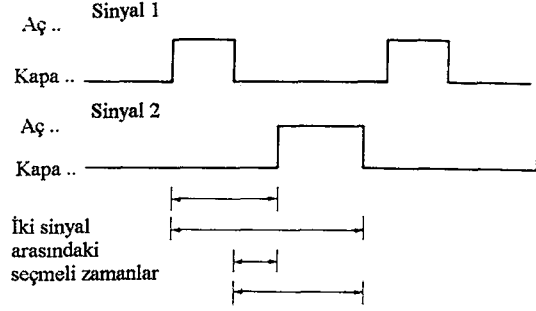
Bu faydaların maksimizasyonundaki mutlak olan makina üzerinde gösterilen çevrim zamanına sahip olmaktır. Birçok kullanıcı standart çevrim zamanını büyük rakamlarla hemen digital displaye yerleştirirler. Bu mühendisler, operatörlere, teknisyenlere, denetleyicilere, formenlere, makina ile ilgili herhangi bir kimseye genel çevrimi istenilen biri ile kıyaslama ve görme ve tahmini olarak sapmalardan sorumlu olma imkanı kılar.

Tüm çevrim zamanının monitörlenmesine ilave olarak, geçmiş zaman displayleri tüm çevrimi içeren özel elemanlar hakkında doğru bilgiler verebilirler. Örneğin, bir tek sinyal girişli çevrim zaman displayi ile, zaman özel bir rölesi, anahtar, valf vs. nin enerjilendirilmesi ölçülebilir ve gösterilebilir (Şekil.3.0.c). İki bağımsız kaynaktan giriş sinyallerini kabul eden ve onlar arasında zamanların bir değişimini ölçebilen diğer digital elektronik kronometreler mevcuttur (Şekil.3.0.d).

İki giriş sinyalini kabul eden bir elektronik kronometre bir sinyal girişi ile mevcut olanın dışında analitik yetenek ilave eder. Örneğin, bir mühendis bir çevrimin her elemanı için optimum zamanı ayarlamak ister. İlk olarak, onların şimdi nerede olduğunu doğru olarak belirlemek zorundadır. Sonra zamanları aşağı "çekerek" doğruluğunu kanıtlamak için monitörlerken ve ürün kalitesini kontrol ederken, her bir dilimi iyi kaliteyi sürdürürken mümkün olduğu kadar hızlı "ayarlayabilir". Eğer bütün aktif dilimler optimize edilirse ve dilimler arasında "ölü zaman" yoksa, çevrim tanıma göre, olabileceği kadar hızlı olacak ve yinede istenilen ürün üretilecektir.



Şekil.3.0.c Tek sinyal girişli çevrim zaman displayi



Şekil.3.0.d İki sinyal girişli çevrim zaman displayi

Çevrimin aktif bölümleri arasındaki "ölü zamanın" bertaraf edilmiş olması zorunluluğu görülür. Bir çift girişli digital display makinadaki çeşitli sinyal kaynakları arasında bunun anahtarlanarak yapılmasını mümkün kılar. Önceden bertaraf edilmiş ölü zaman da üretimi sürdürmek için çevrimin dışında tutulmak zorundadır. Ölü zaman için çok uygun alanların devamlı monitörlenmesi ile, o minimize edilebilir. Örneğin, uygunsuz malzeme ilaveleri vidanın geri çekilmesini, vidanın kayması yüzünden, çevrimin süresinin uzaması kadar zararlı bir şekilde etkilemiştir. Geri çekilme zamanının devamlı monitörlenmesi ile, iki sınır anahtar veya onların eşdeğeri arasında ölçüm yapıldığında, bu problem çabukça farkedilebilirdi öyleki malzeme o meydana gelir gelmez değiştirilmiş olabilirdi.

Çok gelişmiş monitörleri tartışmadan önce, onun optimize için neden önemli olduğunu gözden geçirelim. O basitçe ekonominin bir problemidir. Enflasyon her şeyin maliyetini yükselttiğinden, zaman çok değerli olduğundan, çok küçük zaman artışları çok önemlidir. Bir çevrimin ortalama olarak %1 yavaş olması, bir yılda bir elemanın bir haftalık üretiminden daha fazlasına mal olacaktır (Tablo.3.0).

Tablo.3.0 Kayıp zaman:%1 yavaş

Standart çevrim	10.00 saniye	30.00 saniye	59.0 saniye
Gerçek	10.1 saniye	30.3 saniye	59.6 saniye
Kayıp zaman (5000 saat yıl)	50 saat	50 saat	50 saat

Standart çevrimlerin sıralamasındaki %1 in sadece saniyenin küçük bir kesri olduğu; birçok plastik enjeksiyon makinasının bundan daha yavaş standartta olduğu görülür.

Makina saat ücretleri, çeşitli yöntemlerle belirlenir, genellikle her saat için 15 dolardan 50 dolar arasında değişir. Tablo.3.0 de %1 yavaşlık sebebiyle olan kayıplar gösterilir,

üretimdeki dolar kayıpları her yıl için makina zamanında 750 dolardan 2500 dolara kadar olabilecektir. Genellikle, bu rakamlar sabittir. Geçilmiş zaman displayleri ile çalışma sahasındaki deneyimde bir gün kadar kısa harcanan periyotlarda, çok belirgin biçimde bir haftadan bir aya kadar geri kazanım görülmüştür.

Monitörlemenin çok gelişmiş seviyesi elektronikte ortaya çıkmış olan gelişimin avantajından yararlanır. Microprocessorler sebebiyle, bir makina displayine ekonomik hafıza ve çok fonksiyonlu yetenek ilave etmek mümkündür.

“Çok fonksiyonlu” nun anlamı önemli “çevrim zaman ölçüm” elemanına ilave olarak, ilave verilerin kazanılmış, saklanmış ve display edilmiş olabileceğidir. O makinada ayrı olarak mevcut olmadıkça, enjeksiyon kalıpcıları için bu tip monitörlerin tümü bir çevrim ölçüm fonksiyonu içermelidir. Bu doğrudan ister çevrim zamanı (saniyede veya dakikada) ister üretim hızı (her saatteki vuruş, her dakikadaki çevrimler vs.) olabilir. Bir üretim hızı displayinin mevcudiyeti önemlidir çünkü birçok şirkette “atelye tabiri” her saatteki vuruştur ve bu numaraların doğrudan bir digital displayi bir zamanın yüksek sesle okunmasından daha anlamlıdır; örneğin, her saatteki 120 den 119 a kadar olan vuruş hızındaki değişim 30 saniyeden 30.25 saniyeye kadar olan çevrim zamanı değişimiyle karşılaştırılmıştır. Monitörlerin başarılı kullanımı çalışan personelin üretime bir yardım olarak onları anlamasına bağlıdır. Bu yüzden, display taksimatlanmış ve kullanıcının özel terminolojisinde okunabilir olmalıdır.

Bu güçlü monitörlere uyabilen ilave veriler, artan zaman, azalan zaman, vs. nin tümünü içerir. “Azalan zaman” birkaç yöntemle tanımlanabilir. O otomatik veya yarı otomatik yerine (ayar için) manuel anahtar ayarında bir makinanın konumu kadar basit olabilir; veya iyi bir çevrimin “öğrenimi” ve her müteakip çevrimin onun için kıyaslanması, sonra her çevrim için en az “iyi” çevrimin %90 ı kadar olan azalan zamanı hesaplayan monitör kadar karmaşık olabilir. İyi çevrimin “öğrenimi” istenilen bir çevrimin tanımlanarak bir kullanıcı ayar anahtarı (user set switch) yolu ile olabilir veya ortalama bir çevrimin monitör hesaplaması ile olabilir. Makina üzerinde azalan zamanı kaydetme ve kesin olarak hesaplama yeteneği herkesçe bilindiği üzere yanlış bir bilgi kaynağını değiştirir. Makina ve insanların performansını geliştirmek için kullanılan doğru kayıtlar için azalan zaman genellikle tahminidir.

Monitörler tipik makina sesi/görülebilir alarmları kullanmak için çıktılarla da yürürlükte olabilirler. Bu çıktılar azalan zaman oluştuğunda, bir yavaş çevrim oluştuğunda, bir hız, kullanıcının girdilerinin altındaki bir standartta olduğunda güçlenebilir. (Sonraki yalnızca çok gelişmiş tipteki monitörlerle mevcuttur. Bu bir klavye/bilgisayar ile doğrudan olmayan ilişki kuran biridir.)

Bu çok gelişmiş, güçlü monitörler makina üzerinde görünen çoklu fonksiyonlar sağlayabilirler; ilave olarak, doğrudan merkezi olarak yerleştirilmiş bilgisayarla ilişki kurabilirler. Merkezi bilgisayar üretim bilgilerinin manuel toplanmasını bertaraf eder; otomatik olarak ve aniden, saatler ve günler sonra olmadan bilgileri özetler, raporları print eder, verimleri ve yararlanmayı hesaplar, vs.

3.1 Monitörlenmiş Kalıplama Parametrelerinin Displayi

Monitörlenmiş kalıplama parametreleri, analog, digital ve CRT olmak üzere üç şekilde display edilirler.

3.1.1 Analog display

Analog aygıtlar;

1. Grafik kaydedici
2. Süpürme iğneli bir voltmetre
3. Osiloskop dan meydana gelir

Analog sinyaller duyulanıyor olan parametrelerin devamlı bir profilini görmek için faydalıdır.Bu profil zamanla ilgili olduğundan dolayı faydalıdır.Grafik kaydetme devamlı bir profil gösterir, fakat yorumlanabilir bilgilerin tipleri içinde sınırlanırlar.Toplam aralık ve azami sınır değişimleri gösterilir, fakat bir çevrimden diğerine olan karşılaştırmalar zordur.

3.1.2 Digital display

Digital aygıtlar;

1. Nümerik ayar noktalı kontrolörler
2. Nümerik okuma displayli duyulama aygıtlarından meydana gelir.

Digital monitörleme aygıtları nümerik bir okuma verirler.Sensörlerin çıktı sinyalleri kesikli bir nümerik okuma vermek için şartlandırılır.Bilgi kaydediciler çoklu parametreleri digital olarak monitörlemek için kullanılırlar.Analog sinyallerin sayısallaştırılması(belirli bir hızda kesikli nümerik değerlerin display edilmesi)faydalı bir teknik olabilir,fakat bilgi sayısallaştırılabildiğinde,hız gözönünde bulundurulmak zorundadır.Eğer her hızlı oluşan olaylar gözönünde bulunduruluyorsa,bu sistem hatalı veya eksik bilgi verebilir.

3.1.3 CRT display

Katot Işın Tüpü(Cathode Ray Tube)(CRT)displayleri;

1. Osiloskop alanları
2. Depolama alanları
3. Analog/digital alanları
4. Monitörden meydana gelir.

Depolama alanları tekrarlanan çevrimleri monitörlemek için kullanılabilir.Seçilmiş bir başlama noktası alanları(scopes)''harekete geçirmek'' için kullanılır.Depolama alan displayi bir zaman periyodunun üzerindeki bir parametrenin gezinimini gösterir.Çok kanallı bir depolama alanı,bir tek displayde bir kalıplama parametresinden daha fazlası ile ilgi kurmak için çok faydalıdır.

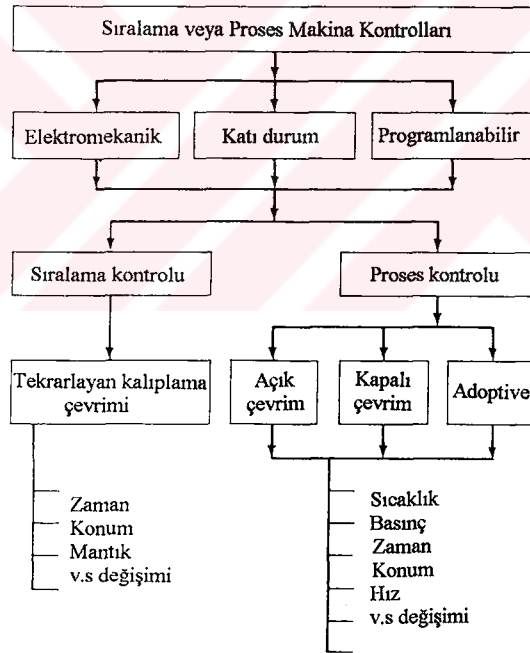
4.0 PLASTİK ENJEKSİYON MAKİNASININ KONTROLU

Plastik enjeksiyon makinasının kontrolü konusu, plastik enjeksiyon prosesinin kontrolü konusu ile birlikte incelenecektir.

4.1 Plastik Enjeksiyon Proses Kontrolü

Plastik enjeksiyon kalıplama prosesi çok karmaşık hale geldiğinden dolayı, kalıplar kendi makinalarına uyabilecek çevrim tiplerinde çok büyük doğruluk ve azaltılmış değişimler isterler. Bu değişimler, vidanın çekilmesi sıralamalarında, farklı püskürtme sıralamalarında, yüksek basınç uygulamalarında mengene kapandıktan sonra enjeksiyon ile birleşmedeki zamanlamada, vida devrinde (dev/dak), erime esnasındaki geri basıçta, vs. değişimlerdir.

Plastik enjeksiyon makinası proses kontrollerinin farklı tipleri, kalıpların işletme ihtiyaçları temeli üzerinde, ihtiyaçları karşılamak için kullanılabilir (Şekil. 4.1. a). Kontrol sistemleri mevcutları (sapmadaki alarm sesleri veya ışık parıltıları), geri bildirim (sapma doğru hareketi ortaya koyar) ve kontrolörü programlar (minicomputerler "bütün" makina fonksiyonlarını ve "bütün" erime proses değişkenlerini karşılıklı olarak ilişkilendirir).



Şekil.4.1.a Plastik enjeksiyon makinaları için proses kontrolün basitleştirilmiş görünümü

Bir akıllı proses kontrol programı geliştirilebilir ve kullanılabilir olmadan önce, makinanın bilgisi ve makinanın işletilmesinin ihtiyaçları önceden gerekli olan bir şeydir.

Pek çok kontrol bir açık çevrim tipinde kontroldür. Bu tip kontroller sadece bazı işletme sıcaklığını, basıncı, zamanı veya düzenli hareket için bir mekanik veya elektrikli aygıtı ayarlarlar. Ayarlamalar kaliteli parçalar üretmek için çok uzun süreli uygun olmasalar bile

onlar kendi ayar noktalarında işletmeye devam edeceklerdir.Kalıplama esnasındaki problem,açık çevrim kontroller ile karşılanmayan gözlenmesi zor olan karmaşıklıkların bir çeşidine maruz kalan toplam prosesdir.Proses kontrol,proses karmaşıklıklarının etkilerini ortadan kaldırmak için uygun bir makina kontrol aygıtı ve bazı proses parametresi arasındaki çevrimi birleştirir.

Uygun biçimde kurulmuş ve uygulanmış kontroller ile,makina içindeki plastiklerin performansı en düşük kalıplama maliyetinde performans ihtiyaçlarını karşılayarak,sıfır kusurlu parçaların üretilmesi sınırları içinde kontrol edilebilir.Sınırlar kalıplanmış parçaların değerlendirilmesi ve test edilmesi temeli üzerinde kurulmuş olmak zorundadır. Plastik malzeme değişkenleri ve özel enjeksiyon kalıplama makinalarının etkilerinin temel analizi grafiklerle gösterilmektedir(Şekil.4.1.b,Şekil.4.1.c,Şekil.4.1.d).Analiz etmek için diğer önemli durum,çeşitli değişkenlerin karşılıklı zıtlıklarının etkileridir(Şekil.4.1.e,f,g).

Gerçekte küçük bir gayret ile bütün plastik enjeksiyon makinaları satılabilir ürünler ve kalıbın içine giden faydalı eriğiklerin temin edilmesine muktedirlerdir.Bazı makinalar, modern proses kontrolleri sayesinde,en az maliyette daha az gayretle kaliteli ürünlerin üretimine izin veren çok etkili kontrolleri sağlarlar.Bir plastik ve makina performansı arasındaki karşılıklı ilişki şematik olarak özetlenmiştir(Şekil.4.1.h).

Kalıplama çevrim zamanını düşürmek için(Şekil.4.1.i)ve kaliteli kontrol edilmiş ve faydalı parçalar üretmek için,plastik enjeksiyon kalıplama prosesinde çok doğru bir kontrole ihtiyaç vardır.Yüksek üretim oranlarında,aşırı iskarta ve redler her zamankinden daha az istenir hale gelir ve kalıpcılar bu seviyeleri azaltmak için kendi kendilerine uğraşlar bulurlar.Daha fazla otomasyon ile,kalıplama optimizasyonu,ürünleri plastik enjeksiyon makinasından montaj istasyonlarına doğrudan ileten otomatikleşmiş işlemler ile daha fazla karmaşıktır.Etkili proses kontrol,bu yüzden modern proses teknolojisinin faydalarını devam ettirmek için bir zorunluluktur.

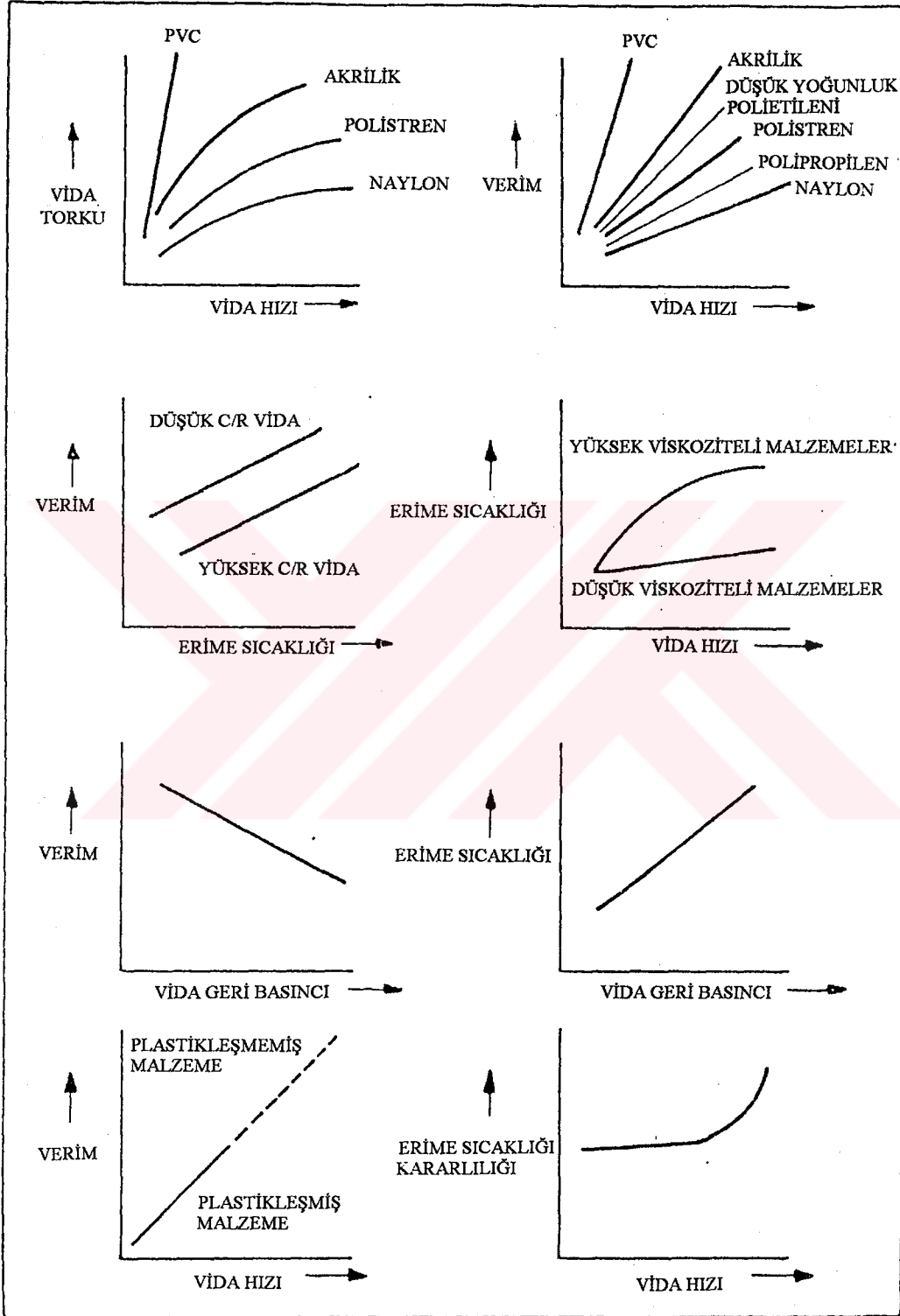
Oldukça gelişmiş bir proses kontrol sisteminin satın alınması kalıplama kalite problemleri için güvenilir bir çözüm değildir.Parça red problemlerinin çözümü,onların ilk ortaya çıktıkları kadar açık olmayabilen gerçek sebebin tam olarak anlaşılmasına ihtiyaç gösterir.Bir problemi gidermeye başlamak için alışlagelmiş yer,erime sıcaklığı ve basınçtır.Fakat sık sık,problem çok daha karmaşıktır,kalıp dizaynını,kontrol aygıtı hatasını ve diğer makina bileşenlerini içerir.

Kalıp dizaynındaki problemler,kalıp boşlukları arasında basınç farklılıklarına ve sıcaklık farklılıklarına sebep olabilir.Bazen bir operatörün kontrol aygıtını rastgele ayar yapması ve vidaya doğru hareket eden plastiğin hızı gibi,doğrudan prosesle ilgili olmayan faktörler kaliteyi etkiliyor olabilir.Proses kontrol sistemleri genellikle dış koşulları karşılayamazlar.

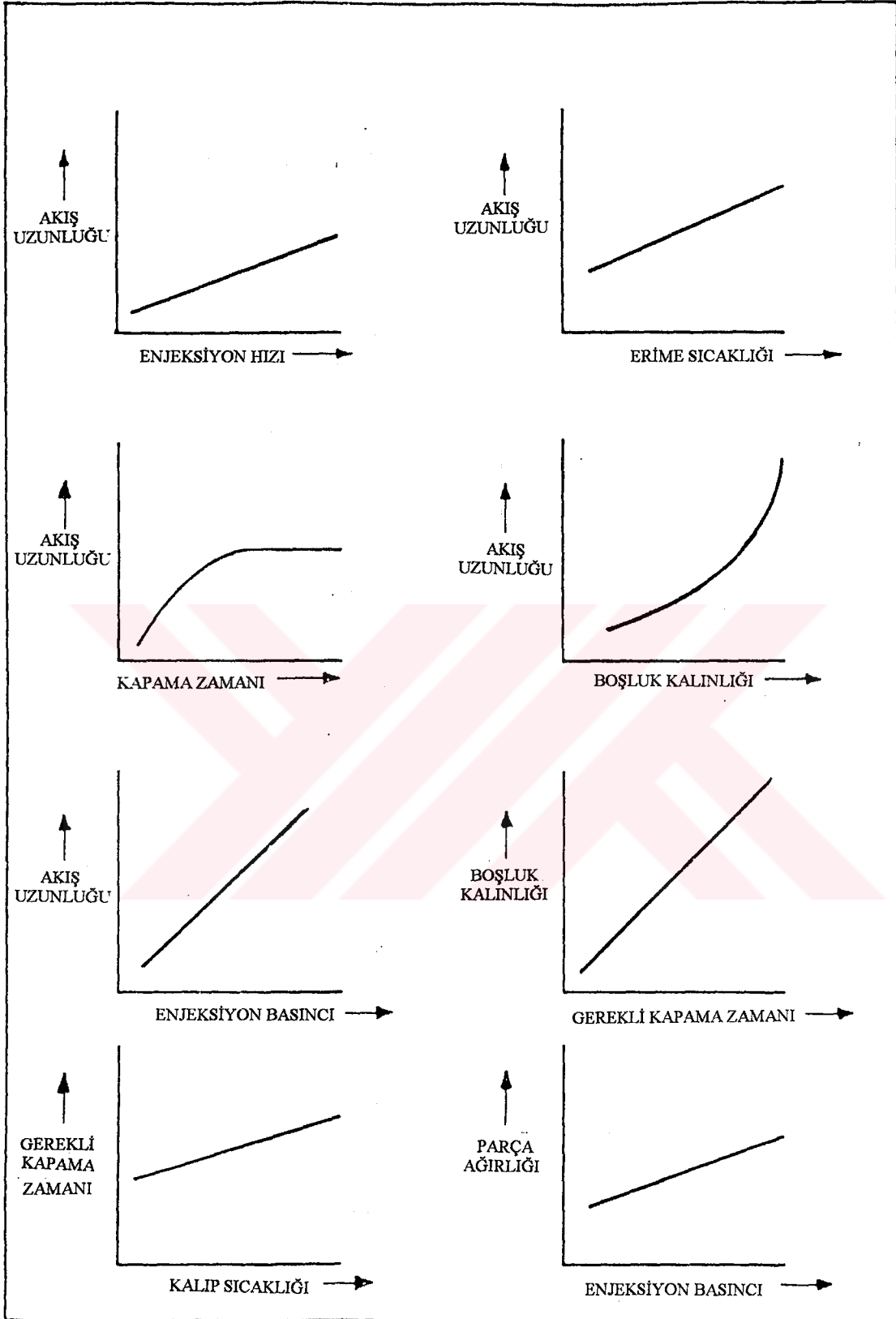
Çalışmalar 1970'li yılların çok verimli plastik enjeksiyon kalıplama makinasının mukayesesini göstermiştir,yeni bir microprocessor kontrollu makina çok verimli olduğunda tek başına enerjide yıllık 1000 dolar tasarruf sağlayabilir.Eğer mukayese hala yaygın olarak kullanılan eskiden kalma bazı mekanik uygulamalar üzerine dayandırılıyorsa, bu rakamlar çok daha yüksek olacaktı.

Microprocessorlerin gelişimi,ileri geri çalışan vida dizaynının gelişimine paralel olarak devam eder.Vida plastikleştiriciler makinalara ilk olarak dalma pistonlar için orijinal

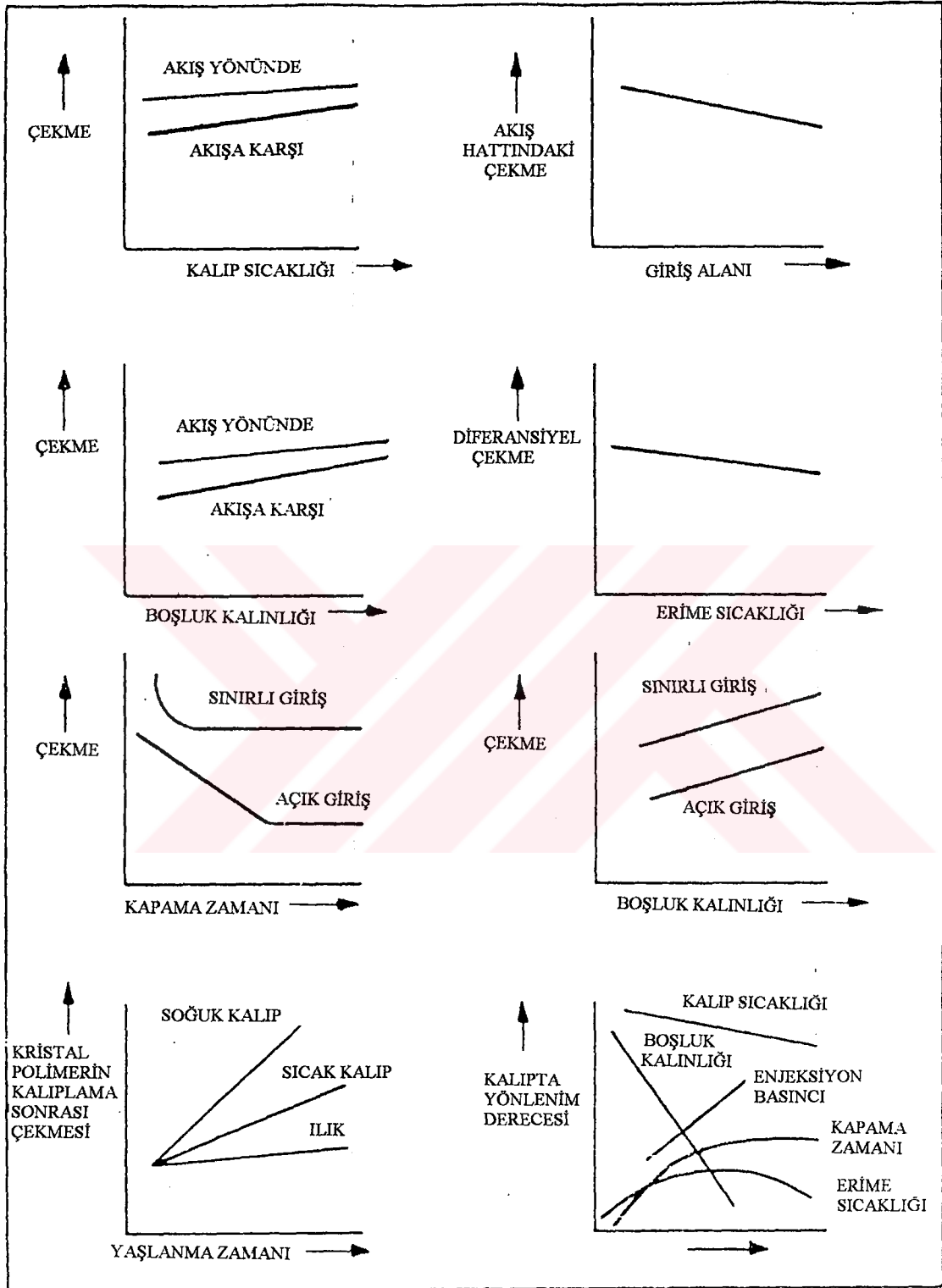
olarak dizayn edilmiş olarak ilave edildiler. Fakat ileri geri çalışan vida eğer, özel olarak onu yerleştirmek için dizayn edilmiş bir makina üzerinde kullanılsaydı, oldukça çok etkili olacağı hemen görüldü.



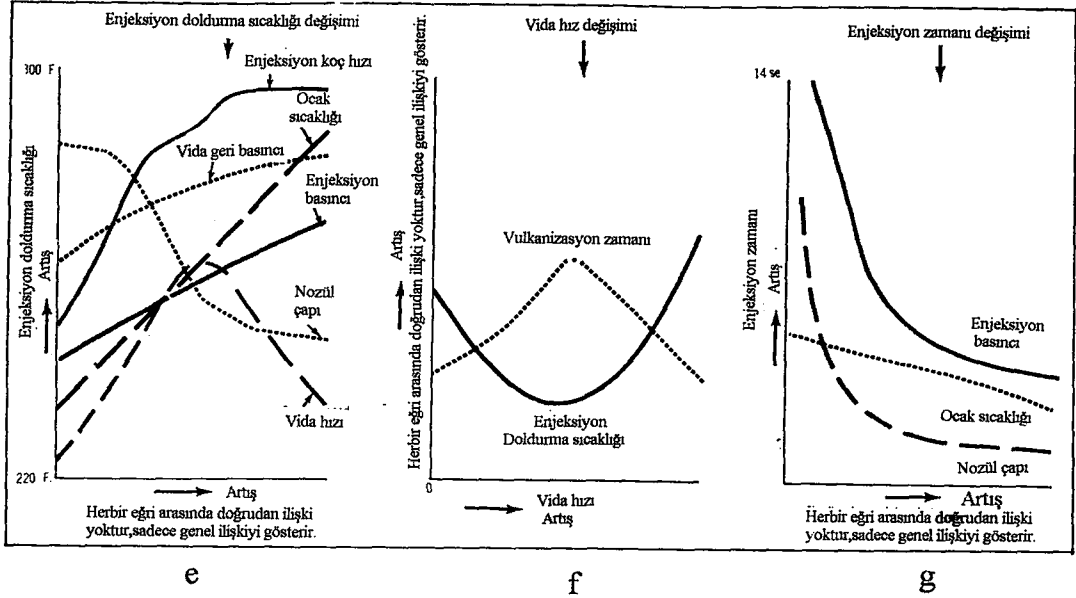
Şekil.4.1.b Plastik enjeksiyon makinasının ve plastik malzeme değişkenlerinin etkileri



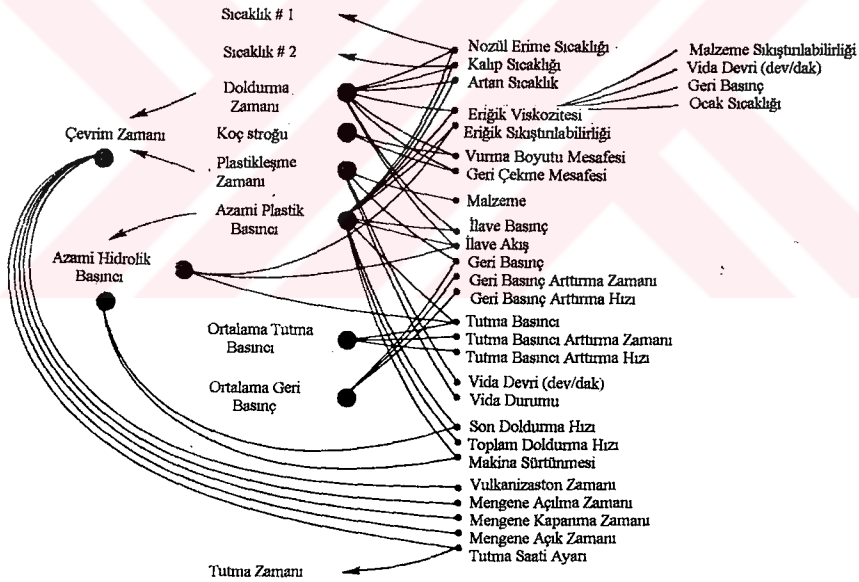
Şekil.4.1.c Akış uzunluğu gibi çeşitli özelliklerde makina ayarlarının etkileri



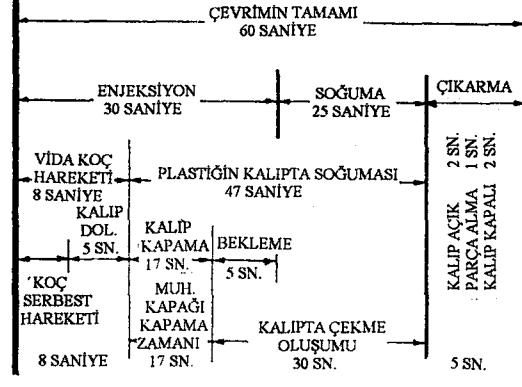
Şekil. 4.1. d Makina ayarları ve her plastiğin, çekme gibi özelliklerine kalıp boşluğu boyutlarının etkisi



Şekil.4.1.e Enjeksiyon doldurma sıcaklığı değişimi,enjeksiyon koç hızı
 f Vida hızı değişimi,vulkanizasyon zamanı
 g Enjeksiyon zamanı değişimi,enjeksiyon basıncı



Şekil.4.1.h Plastik ve makinanın karşılıklı ilişkisi



Şekil.4.1.1 Enjeksiyon kalıplama çevrimi

Buna benzer olarak, eğer makinanın kendisi microprocessorün doğruluğuna uyan servo mekanizmalara sahip değilse, saniyelerin yüzdelerini okuyan zamanlayıcılara sahip olmak uygundur. Makinalar kontrol aygıtı kadar iyi olmak zorundadır, yoksa bir microprocessore sahip olmada çok az anlam vardır.

4.1.1 Gelişen ergitme ve akış kontrolü

Ergitme mekanizması "Vida Dizaynı" konusunda "Plastikleşme" bölümünde üstte tanımlandı. İleri geri hareket eden vidalı makina vidayı bir piston olarak kullanır ve vida başlığı geri akışı önlemek için bir valfi gerektirebilir veya gerektirmeyebilir.

Geri basıncın ilavesi plastik pompalama yeteneğini kısırarak vida üzerinde ilave bir çalışma yükü meydana getirmenin bir yoludur. Proseste o ergitme sıcaklığını artırır ve çok işletme enerjisi kullanır. Onun faydası renk karışımını iyileştirmek ve eriğik kalitesini iyileştirmek için plastiğin işlenmesini arttırmaktır. Uygun ısı profili bunları da yapar. Bu yüzden, ısı profili elde edilinceye kadar hiç geri basınç kullanılmaması ve sonra yalnızca bu geri basınç gereksiniminin ilave edilmesi gözönünde tutulmalıdır. Kalıbın dolmasının hızı, eriğiyin viskozitesi, giriş yolluğu boyutu, makinanın kapasitesi, kalıp sıcaklığı, vs. gibi birçok faktör tarafından belirlenir.

4.1.2 Hassas ayar sayesinde üretim artışı

Bilgisayarlı plastik enjeksiyon makinası verimliliği artırır. O bunu çeşitli yollarla yapar. İlk olarak, hem mengenede hemde makinanın enjeksiyon ucunda mevcut olan bütün ilişkilerde hassas ayar için kalıpçıya imkan verir. Bir digital kontrol panelinde, ayar teknisyeni, tüm iş süresince, burada saniyenin onda birini, orada saniyenin onda üçünü keserek, makina fonksiyonları içinden gezinebilir.

Ayrıca, optimum ayarlar yalnız bir kez belli bir kalıp için belirlenmiştir, onlar iş devam ederken, her zaman kontrole onları girerek kolayca tekrarlanabilirler. Yorucu bir ayar işine bir kalıbın ömrü esnasında yalnızca bir kez ihtiyaç duyulur.

Fakat çevrim zamanı verimliliğin tek belirleyicisi değildir.Hızlı çevrim zamanları yüksek püskürtme hızları tarafından kolayca geçersiz kılınabilir.Makinayı hassas ayarlamak için bilgisayarın yeteneği, yüksek kaliteli parça ve düşük püskürtme hızı ile sonuçlanan verilen bir kalıp içindir.Parça kalitesi de bilgisayar kontrollu proses kontrol aygıtlarının kullanımı sayesinde yükseltilir.

Mikrobilgisayar operatörden kat kat faydalıdır.Makina sınırlarında devamlı olarak ayar yapabilir ve makinanın daha çok verimli çalışmasını sağlar.Enerji tüketimi kalıpcının önemli bir endişesidir.Mikrobilgisayar modern endüstri için çok iyi enerji tutumlu bir aygıt olarak bilinir.

Kalıplama esnasında mümkün en düşük sıcaklıkta iyi kalite eriğiye ihtiyaç vardır.En kızgın eriğik enjeksiyondadır,kalıp uzun süre parçayı soğutmak için kapalı tutulmak zorundadır.Bu hareketler çevrim zamanını etkiler.Hatta parça kalitesini ve enerji kullanımını etkiler.Uygun ısı profili yalnızca çevrim zamanını azaltmayacak,ayrıca enerji tasarrufu da sağlayacaktır.Eğer ısının azaltılmış bir miktarı ısıtıcı bandlar vasıtasıyla plastiğe verilirse,kalıbın dışından ısı almak için enerji ihtiyacı da azaltılmış olacaktır.

4.2 Plastik Enjeksiyon Proses Kontrol Teknolojisi

Plastik enjeksiyon makinaları için proses kontrolleri basitten son derece gelişmiş aygıtlara uzanabilir.Gelişmiş aygıtlar;

1. Sıcaklığın ve/veya basıncın kapalı çevrim kontrolüne sahip olabilirler,
2. Vida koç hızı,koç pozisyonu ve/veya hidrolik pozisyon için kaydedilmiş parametreleri koruyabilirler,
3. Makina operasyonunu kontrol edebilirler ve/veya ayarlayabilirler,
4. Makinayı sürekli olarak çok hassas ayarlayabilirler,
5. Makina operasyonlarında kararlılık ve tekrarlanabilirlik sağlayabilirler.

Kabul etmelidir ki proses kontrol çok basit veya her derde deva bir çözüm değildir.

Enjeksiyon proses kontrollerinin neden gerekli olduğu ve temel kontroller için ihtiyaçlar bölüm 3.0 da açıklanmıştır(Şekil.3.0.a).

Proses kontrol kalıpcıdan yüksek seviyede bir ustalık ister.Proses kontrolünün kullanımı için ödenmiş olmak zorunda olan bedel her zaman sadece ekipmanın sermaye maliyeti değildir.Kontrolün doğru olarak kullanımının sorumluluğunun da bedeli vardır ve bu zamanı,sabrı ve uygun parçaların kalıplanmasının yeni yöntemlerini öğrenmek için bir istekliliği gerektirir.

Proses kontrol ortaya çıktığında,pahalı ve alışılmamış aygıtlar olarak algılandılar.Çünkü proses kontrol için binlerce dolar harcamış ve altı ay sonra proses kontrol aygıtlarını iptal etmek zorunda kalmış kalıpcı örnekleri vardı.Bu örneklerin gerçek olmasına karşın, kontrollerle ilgili problem onların yanlış kullanımları ve yanlış uygulamalarıyla muhtemelen ortaya konulandan daha fazlaydı. Ve şimdi birçok başarılı örnekler vardır.Bu örnekler,proses kontrolsüz kalıplanmayacak olan ve yalnızca malzeme kaybını önleyerek altı ay geri kazanımın olanaklaştırıldığı parçaların örnekleridir.

Proses kontrol ilk olarak önerildiğinde onun çok fazla benimsetilmiş olması problem olabilir.Potansiyel müşteriler onun nasıl çalıştığını anlamadılar,fakat proses kontrolün daha iyi,daha uygun parça üretiminde yardım edeceği,hammadde tasarrufu sağlarken dar toleranslara müsaade edeceği,fazla yüklemenin bertaraf edilmesiyle kalıp aşınmasının azaltılacağı ve hidrolik yardımcı pompa çalıştırıldığında zamanın indirimiyle enerji tasarrufu sağlanacağı kendilerine anlatıldığında,proses kontrolün önemini kavradılar.

Birçok kalıpcının gerçekleştirmek için başaramadığı, proses kontrolün avantajını elde edebilmekten önce, ilk önce parçayı iyi bir şekilde kalıplayabilme zorunluluğudur.

4.2.1 Ocağın ve eriğiyin sıcaklık kontrolü

Yirmi yıl önce, plastik enjeksiyon makinalarındaki sıcaklık kontrolü hem ısıtıcı için gücün manuel seçimine kadar hemde basit "AÇ-KAPA" kapalı devre anahtarlarının seçimine kadar sınırlandırılmıştı. Bugün, kontrol teorisi yaklaşımları ve tekniklerinin sayısı şaşırtıcı biçimde yayılmıştır ve ürünlerin geniş bir yelpazesi seçilen teorinin uygulanmasını yerine getirmek için mevcuttur.

Bu bölümde sıcaklık kontrolünün niteliğindeki son gelişmeler hakkında bilgi verilecek, hem komponent hemde sistemlerin yaklaşımı sunulacak ve gelecekteki etkilerin ne olacağı hakkında bir fikir sağlanacaktır.

Eriğiyin viskozitesi ve hızı ve enjeksiyonun basıncı kabul edilebilir kalıplanmış bir parçanın üretilip üretilmediğini belirler. Viskozite, plastiklerin sıcaklığının bir fonksiyonudur ve sıcaklık, vida devrinin (dev/dak), geri basıncın ve dıştan uygulanmış ısının etkilerinin bir sonucudur. Plastik enjeksiyon makinası kontrol uzmanları genellikle eritme sıcaklığının üçte birinin dış ısıdan alındığı fikrindedirler. Kapalı çevrim sıcaklık kontrolü bu sebeple derin ilgiyi hak eder.

Birçok mükemmel aygıt bugün güvenilirliğin ve maliyet etkili katı hal (solid state) ve digital teknolojinin sonucu olarak mevcuttur. Sıcaklık kontrolü sonucu, elbette, diğer komponentlerin niteliğinden ve makina üzerinde kullanılan tesisat uygulamalarından daha iyi değildir. Çok defa zayıf tesisat teknikleri tarafından tamamen geçersiz kılınan gelişmiş bir sıcaklık kontrol (TC) (temperature control) aygıtının avantajlı olduğuna karar verilir. Aygıtın hata ettiğine zamansız olarak karar vermeden önce, aşağıdaki denetimlerin yapılması gerekir.

1. Thermowell TC muhafaza tüpü için çok büyükmüdür? Hava mükemmel bir izolatördür.
2. Thermowell'in içinde pislence var mıdır? Pas, kireç tortusu ve artık, thermowell ile muhafaza tüpünün uygun temasını önler.
3. TC birleşme kısmen açıkmıdır?
4. Muhafaza tüpünün içinde oksidasyon ve korozyon var mıdır?
5. Uygun ilave tel kullanılıyor mu? Bakır tel diğer thermocouple birleşmesine müsaade eder.
6. İlave teli kutbiyeti gözlenmekte midir? Bir tek tersine değişiklik aşağı kademedden bir okuma verecektir; bir çift tersine değişiklik kontrolör için bir düzensiz girdi ile sonuçlanacaktır.
7. Tel kutupları uygun biçimde izole edilmiş midir? İğreti soğuk birleştirmeler yaygın bir problemdir.
8. Kontrolördeki ilave teli kutbundaki soğuk birleşme denkleştirmesi uygun olarak çalışıyor mu? Zayıfça konumlanmış veya zayıfça irtibatlanmış bir denkleştirme komponenti değişme için girdiye müsaade edecektir.
9. Panelde, thermocouple kılavuzları gerektiği gibi ac (alternative current) (alternatif akım) tesisatından izole edilmiş midir? TC tesisatı ve ac tesisatı kontrol kabinesinden makinaya doğru gerektiği gibi ayrı kanallar içinden gitmekte midir?
10. Kontrol kabini thermal çevre koşulları kontrolörün spesifikasyonunun sınırları içerisinde midir? Aşırı kabine sıcaklıkları bir kontrolör sapmasına sebep olabilir.

11. Güç kontaktörü incelenmelidir.Eğer mekanik bir kontaktör ise,kontakların bozulması ısıtıcılara dağıtılmış azaltılmış güç ile sonuçlanabilir.
12. Isıtıcılar doğru olarak boyutlandırılmış mıdır?Modern sıcaklık kontrolörleri sınırlı kayıpları karşılayabilirler,fakat uygun dizaynın yerine geçemezler.
13. Isıtıcı bandlar ocağa sıkıca bağlanmış olmak zorundadırlar;yine hava mükemmel bir izolatördür.
14. Isıtıcı için sağlanmakta olan voltaj kontrol edilmelidir.Yüksek voltaj zamansız ısı yetersizliği ile sonuçlanır.
15. Isıtıcı bandındaki tesisat kutupları kontrol edilmelidir;bağlantı güvenli olmak zorundadır.

Eğer ısıtma sistemindeki bütünlük doğrulanmış ise,ilgi şimdi modern sıcaklık kontrol aygıtı kullanımının avantajlarına yönelebilir.Geçen 15 yıl esnasındaki mevcut ilerlemeleri göstermek için üç temel aygıt dizaynının bir mukayesesi yararlıdır.Millivoltmeter dizaynları 20 °C den 30 °C sınırları içerisinde belirli ayar noktalarını tutabilirler; katı hal dizaynları 10 °C den 20 °C sınırlarında tutabilirler; microprocessor temelli dizaynlar tipik olarak ayar noktalarını 2 °C den 5 °C sınırları içinde tutarlar.

Microprocessor temelli dizaynlar birkaç farklı avantaj sağlarlar.Şimdiye kadar söylenen sıcaklığı ayar noktasında kontrol etmek için doğal yetenektir.Bazen onlar çok iyi yaparlar.Kontrolörün çalışmadığı,çünkü proses okunuşunun bütün bir çalışma süresi için ayar noktası ile aynı olduğu,gerçekten müşterinin şikayet ettiği raporlar vardır.Microprocessorler sapma yapmazlar;hem mükemmel biçimde çalışırlar,hemde kötü bir yetersizliği tecrübeyle öğrenirler.Özel bir işin takip edileceği daha sonraki bir zamanda mükemmel bir şekilde ayar sıcaklıklarının bir dosyasının suretini çıkarmak için operatöre müsaade ederek,kesinlikle tekrarlanabilirlerdir.Microprocessorler proses bilgisinin digital displaylerini sağlamak için doğal bir bulvara müsaade ederler.Değerler doğru olmayan interpolasyonlara ve yanlış okunuşlara maruz değildir.Yeni tesisatta,digital çıktılarının iki uçlu olduğu ispatlanmıştır.Biz operatörün proses okunuşlarını ayar noktasından birkaç derece farklı olarak rapor ettiğinde,fabrika içinde önceden temin edilmiş çalıştırma yardımına sahibizdir.Bir araştırma genellikle önceden taslağı çizilmiş kontrol çevrim elemanlarının birindeki bir problemi keşfedecektir.İnsan problemin bazı zamanlar için var olmuş olduğu sonucuna varmak zorundadır;müşteri tam olarak onu asla bilmemiştir, çünkü eski aygıtındaki proses tamburlu sayacı belki 10 °C den daha hassas hiçbir kararlılığı okumamıştır.

Microprocessorler PID(proportional,integral,derivative)(oransal,bütün,türev) kontrolün az veya maliyetsiz yerine getirmesine müsaade ederler.PID in üç veya dört derece fazlalıkla proses değişimlerini azalttığı gösterilmiştir.PID avantajlarının tartışması bütün büyük sıcaklık kontrol tedarikçilerinden elde edilebilir.

Microprocessor teknolojisi nispeten arızasız analog katı hal dizaynlardan yaklaşık altı defa daha güvenlidir ve millivoltmeter dizaynlardan yaklaşık oniki defa daha güvenlidir.

Müşteri bilgilerine dayalı olarak,bir analog aygıttaki bakım maliyetleri ortalama yıllık 100 dolardır;bir microprocessor dizaynda,maliyetler 12 dolara düşürülmüştür.

Diğer önemli maliyet indirimi denemesi son olarak mükemmel sonuçlarla yerine getirilmiş olarak kontrolör çıktılarını ve güç kullanımı üzerinde odaklanır.Bir analog kontrolör çıktısı bir faz açısı veya sıfır açısı ile kabul edilmesine rağmen SCR güç kontrolörü güç faktörü koşulları ve ısıtıcı ömründe idealdir,nispeten çok pahalı bir düzenlemedir.Çok uygun bir metod,çok yakın aynı avantajları sağlayan tesisatta maliyetten çekinen,pahalı olmayan cıva kontaktörler ve katı hal röleleri boyunca bir katı

hal zaman oranlı pilot görev çıkıtlı bir kontrolör kullanmaktır.Kontrolör çıktısı çevrim zamanı böylece on saniyeye veya daha aza düşürülebilir,böylece aynı sabit sıcaklık ve ısıtıcı ömrü avantajları yaklaşımı çok değerli dizaynlarla elde edilir.

Microprocessorler sıcaklık kontrolu için iç komponent olarak kullanıldığı zaman çok fazla avantajlar mevcuttur.Otomatik ayar,son olarak bilgi verilen,önceden takdire değer bir iz kayıtlı kurmuştu.Onun yararları üç büyük alana bölünür:

1. Ünite,değişen thermal davranışı tanıyacak ve onun PID değerlerini ona uygun olarak ayarlayacaktır.Değişken etkili viskozite,ısıtıcı mevcut voltajında,hammadde ergitme indeksinde,hammadde kirlenmesinde,oda çevre sıcaklığında,colorant yüzdesinde,vida aşınmasında,ocak iç kaplama aşınmasında,ısıtıcı ve thermocouple derecesini indirmede,alıştırma yüzdesinde,hidrooskopik karakteristiklerde ve besleme bölgesi kararsızlığında;vida dakikadaki devir sayısı ve geri basınç değişimlerini kapsar.

2 İşletme ve bakım faaliyetlerindeki tasarruf otomatik olarak ayarlanmış sıcaklık kontrolunun sonucu olacaktır.Çeşitli işler ve makinalar için PID değerlerinin dökümantasyonu yok edilmiş olabilir.Ölçüden farklı olan PID değerleri için kişisel operatör tercihlerinin önüne geçilir.Bakım personeli muayyen bir bölge için belli bir üniteyi gözden çıkarmak zorunda değildir;aygıtlar istendiği zaman birbirinin yerine konulabilir ve yedekler uygun ayar noktasının seçimi dışında ilgisizce yerleştirilebilir.Yalnızca genel gider masraflarının indirimi sayesindeki bir geri ödeme genellikle altı veya sekiz ay içinde tahmin edilebilir.

3. Enerji tasarrufu diğer önemli bir yarardır.Bir müşteri çalışması sırf ısıtıcılar tarafından tüketilen güçte,%50 lik bir indirim göstermiştir,çünkü otomatik ayarlama özelliği normal olarak etkisiz olarak ayarlanmış aygıtlarla birleşen ayar noktası etrafındaki zamanı bertaraf eder.

Microprocessorlar hatta bilgi toplama istasyonlarına digital veriler nakletmek için bir vasıta temin ederler.Özel bir sıcaklık kontrol aygıtı ilefonksiyonun dahil edilisinin ekonomik uygunluğu plastik endüstrisinde kanıtlanmamasına rağmen,özellik mevcut olan bir gidişe diğer digital kartın ilavesinin düşük maliyetinden dolayı,çok bölgeli pastik enjeksiyon makinası kontrolörlerinde önemli bir gerçekten yararlanmak için başlangıçtır.İhtiyatlı kontrolörlerde çok yaygın olarak bulunan zayıf kaydedicilere bir sinyal sağlayan bir analog mesaj çıktısıdır.

Microprocessorün en büyük yerine getirmesi gereken,sistemlerin tesisatıda onun dizaynının olmasıdır.Mevcut sistemler çok bölgeli sıcaklık kontrolu ve sıralamanın çok devreli,çok noktalı kontrolunu kapsarlar.Tekil bir merkezi işlem ünitesine(CPU)(central processing unit)bağlı olan sistemler,sıcaklığı,sıralamayı,konumu,hızı veya basıncı kontrol etmek için birçok tedarikçiden elde edilebilirler.Hatta çok maliyet tesirli olan bütün makina parametrelerini tek bir klavyeden kontrol eden,Barber Colman Maco IV gibi,toplam makina kontrolörleri mevcuttur.Özel aygıtlarla kıyaslandığında,bu sistemler tipik olarak kontrolun herbir bölgesi için maliyeti düşürür ve ihtiyaçlar değiştiğinde sınırsız gelecek kontrol esnekliği sağlarlar.Üretim profesyonellerimümkün olan en az maliyette prosesi başarmak için ihtiyacı ortaya çıkardığında,merkezi bir yönetim bilgisayarı ile haberleşebilen makina kontrol sistemleri giderek önemlidir.Aynı anda eş zamanlı olarak plastik enjeksiyon makinasından bilgi alabilen ve gerekli parametre değişimlerini iletebilen veya iş ayarlarını tamamlayabilen merkezi kkontrol sistemleri mevcuttur.Birçok plastik enjeksiyon makinası böylece bir tek kontrol bölgesi ile ayrılmış olabilir.Eğer merkezi çevrim içi kontrolun doğruluğu kanıtlanmamışsa,fakat tek yönlü makina raporlaması gerekli ise,muhtelif yönetim bilgi sistemlerinin bir tercihi mevcuttur.

4.2.2 PID Enjeksiyon basınç kontrolü

En etkili hareket, çok açık ve çok enerji etkili hidrolik sistemlere komponentlere olan bir eğilim, yüksek verimlilik ve çok devamlı kalite isteyen bir işyeri ortamı için plastik enjeksiyon kalıpcıları ve plastik enjeksiyon makina imalatçıları tarafından verilen tek cevaptır. Bu eğilimin örnekleri, yüksek basınçta büyük bir miktar yağı çok büyük bir enerji tüketim pompasına ihtiyaç olmaksızın mümkün çok yüksek enjeksiyon hızlarını yaparak dağıtabilen akümülatörlerin; hem tek hemde çoklu, çevrimin her noktasında ihtiyaç olan akışkanın tüm miktarını enerji tesirli kalıplama için sağlayan değişken hacim pompalarının; hızlı cevap vermenin yüksek enjeksiyon hızlarını kontrol etmek için gerekli olduğu çok tesirli hidrolik sistemler sağlayabilen servovalflerin; ve prosesin çok hassas kontrolünü parça kalitesini geliştirecek şekilde sağlayan çok basamaklı enjeksiyon hızları ve basınç profillemenin gittikçe artan rağbeti içinde bulunur.

Yukarıdakilerin tümünün müşterek olan tek şeyi hep öncekinden daha hızlı ortaya çıkmak için bir makina çevrimi esnasındaki hidrolik basınçtaki değişimler için olan yetenektir ve bu sıra ile hız kontroluna yeterince duyarlı basınç kontrolleri uygulamasını gerektirir. Bereket versinki, bu ihtiyaçla karşılaşma yeni kontrol teknolojisi icat etmeyi gerektirmez, fakat önceden sahip olunan çok mükemmel uygulamanın daha fazlasını gerektirir.

Hidrolik basınç kontrol mantığı, gerçekten, sıcaklık kontrolü için kullanılanla aynıdır; onun en çok gelişmiş formu PID olarak bilinen, oransal, bütün, türev (proportional, integral, türev) (hatta sırasıyla, artış, ayarlama, hız) (gain, reset, rate) diye kontrolün üç modunu kullanır. Karşılıklı olarak aralarında ilgili bu kontrol modlarının herbiri belli bir makinanın hidrolik sisteminin dinamiği için basınç kontrollerinin duyarlılığını ayarlamak için operatöre izin veren bir ayarlanabilir "hassas ayarlama sabiti" ne sahiptir.

Bazı kalıpcılar kontrolörün tamamlaması istenen gerçek basınç değerleri için iyi bir proses kontrolde hemen hemen ayar noktaları kadar önemli hassas ayarların değişkenliğini anlayamayabilirler.

Plastik enjeksiyon kalıplama için şu ana kadar pek çok ticari proses kontrol sistemleri tam olarak PID basınç kontrol sağlamadolar, ekseriya sadece oransal veya belki oransal-artı-ayarlama (bütün) kontrol sağladılar. Bundan başka, bu sistemler ekseriya çok fazla bir artış ayarında oluştu, yoksa tümünde hassas ayar yoktur. Bundan dolayı, PID basınç kontrolü kavramı, üç mod kontrollardan maksimum yarar sağlamada hassas ayarın rolü olarak belkide pek çok kalıpcı için yabancısıdır.

Ancak o bizim izlenimimizdirki, bugünün pazarının istediği ve bugünün microprocessor temelli kontrol sistemlerinin bunu temin etmek için tasarlandığı az çok çevrimden çevrime tekrarlanabilirliği elde etmek için, kalıpcılar PID kontrol mantığının değerini anlamalıdır ve bu tür kontrollerin uygun ayarda nasıl muhafaza edileceğini bilmek zorundadırlar.

Bereket versinki, bugünün microprocessor know how'u mevcut küçük veya ekstra maliyetsiz tam PID kontrol oluşturabilirler ve operatör veya teknisyen için yaklaşık bir ayar yapmanın kolay bir görev olduğu ayarı yaparlar.

4.2.3 PID Ayarının anlamı

Aşağıdaki üç kontrol modunun ve onların hassas ayar sabitlerinin kısa bir açıklaması olup, bu üç kontrol modu teriminin bağımsız olmadığını hatırlanması için bu açıklama

önemlidir,fakat karşılıklı olarak etkileşimli ve hem düzen hemde hassas ayar sabitleri için ayarların yapılmasının önemi diğerlerinin kurulmasını etkileyebilir.

1. Oransal(artış)(proportional,gain)kontrol:Bu tip kontrolde,kontrol çıktısının büyüklüğü gerçek basınç ve istenen basınç arasındaki farklılıkla orantılıdır,diğer bir deyişle,hata sinyalinin büyüklüğü ile orantılıdır."Oransal band"kontrol çıktısının sıfır ve %100 arasında oranlandığı sınırlarda üst ve alt ayar noktası hatalarının hız farkıdır.

Genellikle oransal bant onun tersi bir dille,artış ile ifade edilir.Eğer oransal band çok geniş(düşük artış)kurulursa,kontrolörler muhtemelen çevrimin bu parçasının zaman çerçevesi yakınlarında ayar noktasına erişmeye muktedir olamayacaktır.Diğer taraftan,eğer oransal band çok darsa,(yüksek artış)o ayar noktası etrafında,şiddetli makina titreşimi,hidrolik hortumların sarsılması ve valf sürgülerinin geri ve ileri hızlı hareketleri ile sonuçlanan,tümü plastik enjeksiyon makinasının hidrolik sistemi üzerinde kötü olan ve sistem elemanlarının ömrünü kısaltabilecek,basıncın şiddetli salınımına sebep olacaktır.Her iki durumda kararsız çevrimler doğacaktır.

Oransal band veya artış ayarı,başka herşeyi kuvvetle etkileyen hassas ayar işleminin çok temel parçasıdır.Bu sebepten dolayı,diğer hassas ayar sabitlerinin müteakip ayarı artışın bazı yeniden hassas ayarına ihtiyaç gösterebilmesine rağmen,o genellikle ilk olarak oluşturulur.

2. Bütün(ayarlar)(integral,reset)kontrol:Maalesef,ayar noktasında,fakat oldukça ondan epeyce uzak mesafede prosesi dengede tutmaya meyletmek,yük koşullarının değişimine cevaben zayıfça oransal kontrolün bir karakteristiğidir.Bütün veya ayarlama(integral,reset) kontrol bu devamlı durum hatasına veya "oransal düşüşe", ayar noktasında prosesi kararlı yapacak şekilde oransal bandı yukarı veya aşağı basınç kademesinde değiştirerek(bandın genişliğini değiştirmeden)cevap verir.Gerekli olan ayarlama(reset)faaliyetinin miktarı her dakikadaki tekrarlarda gösterilen ikinci hassas ayar sabitidir.

3. Türev(hız)(derivative,rate)kontrol:Kontrol faaliyetinin bu tipi hatadaki değişimlere veya gerçek basıncın ayar noktasına yaklaştığı hıza cevap verir.Hatanın büyüklüğü içinde en hızlı değişim,en büyük hız kontrol sinyali ve tersine cevap verir.O oransal uygun faaliyetin etkisini arttırmaya,prosesi en hızlı olarak dengede tutmaya vesile olarak,yardımcı olur.Hız kontrolün temel etkisi oransal-artı-ayarlar kontrolle tek başına asla tamamen ortadan kaldıramayacak olan alt/üst vuruş titreşimini önlemektir.Hız faaliyetinin miktarı,yüzde olarak ifade edilir,genellikle ayarlamak için en son olan,üçüncü hassas ayar sabitidir.

4.2.4 Yüksek hızlı makinalarda hız kontrol gereksinimi

Son günlere kadar,oransal ve ayarlama(proportional,reset)kontrole ilave olarak türev veya hız(derivative,rate)kontrole sahip olmak bir plastik enjeksiyon proses kontrolü için her zaman gerekli değildi.Hız kontrol vardı,bununla birlikte,en yeni,en hızlı çevrim makinalarında modernleşen hidrolik ile kaçınılmaz oldu.

Örneğin,akümülatör yardımcı makinaların yüksek enjeksiyon hızları hidrolik basıncı yönlendirerek,koşullarda son derece hızlı değişimler meydana getirebilirler.Basınç dalgalanmalarının sonunu düzgün bitirmek için,hız kontrol sadece,koçun eriği kalıbın girişi ve yoluğu içinden ilerlemesinin direncini hissetmeye başladığı andaki gibi,hidrolik

basıncıdaki hızlı değişimlere cevap verir.Çok basamaklı enjeksiyon kesitleri durumunda bir basınç ayar noktasından diğerine olan değişim aynı hızlı kararlılık hareketini gerektirebilir,bu sebeple türev kontrol en düşük sınırı aşma ile en hızlı bir ayar noktası değişimine sebep olmaya yardım edecektir.

Bir çok pompalı plastik enjeksiyon makinası,yüksek hacim pompası "devre dışı" kaldığında ve en küçük destekleme pompası enjeksiyona devam ettiğinde hidrolik basınçta bir anlık düşüşe uğrayacaktır.Basıncıdaki bu düşüş bazen öyle büyüktürki enjeksiyon koçu gerçekten geri gidecektir.Türev kontrol basınçtaki bu kısa düşüşün azalmasına ve enjeksiyon basınç eğrisinin düzgün devamına yardım edecektir.

4.3 Kontrolör Modları

Yukarıda tanımlanan sıcaklık ve basınç için PID kontrolün detaylı açıklaması bu bölümde yapılacaktır.

Standart kontrolörler kontrol algoritmalarında üçe kadar modlara ve terimlere sahiptirler.(Mod kelimesi burada kontrolörün manuel veya otomatik olup olmadığına bakmadan kontrolörün bir ayar noktası ve ölçüm için çıktı cevabını sınıflandırmak için kullanılır.)Tablo.4.3 herbir mod için matematiksel tanımlamayı ve yaygın olarak kullanılan iki ismi gösterir.

Tablo.4.3 Kontrolör modlarının tanımlanması

$$\text{Oransal(artış)} = \frac{100}{PB} \quad (4.3.a)$$

$$\text{Bütün(türev)} = \frac{100}{PB} * \frac{1}{T_i} * \int E dt \quad (4.3.b)$$

$$\text{Türev(hız)} = \frac{100}{PB} * T_d * \frac{dE}{dt} \quad (4.3.c)$$

PB=oransal(proportional) band(%)

E =hata

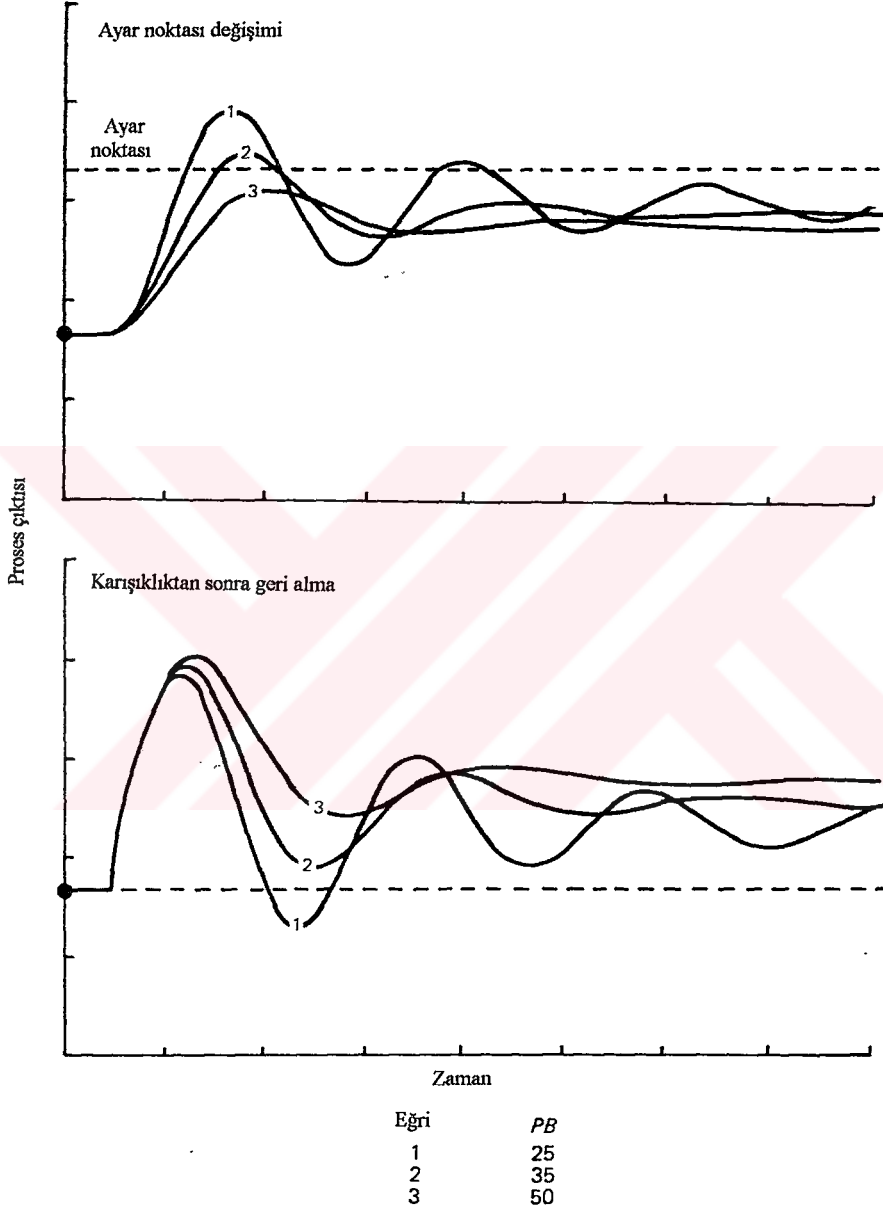
T_i =bütün(integral) zaman(dakika/tekrar)

T_d =türev(derivative)zaman(dakika)

4.3.1 Oransal(artış)(proportional,gain) mod

Hemen hemen bütün kontrolörler oransal(artış) moduna sahiptirler.Bu mod hatadaki değişime orantılı bir miktar ile kontrolör çıktısını değiştirir.Oransal band hata kaçınılmazlığı içinde kontrolör çıktısında bir tam ölçek değişime sebep olmak için yüzde değişimdir.Oransal band 100 ün katları olan kontrolör artışının(kazancının)(gain) tersidir Analog kontrolörlerin pekçoğu oransal bandı kullanır,oysa yeni digital kontrolörlerin çoğu artışı kullanır.Oransal band ayarının bütün ve türev modlarını da etkilediği dikkat çekicidir.Şekil 4.3.1 oransal band azaldığı zaman (artış arttığında) karşılığın(sürekli hata) azaldığını, fakat cevabın çok titreşimli olduğunu gösterir.Eğer oransal band titreşimler genlikte eşit

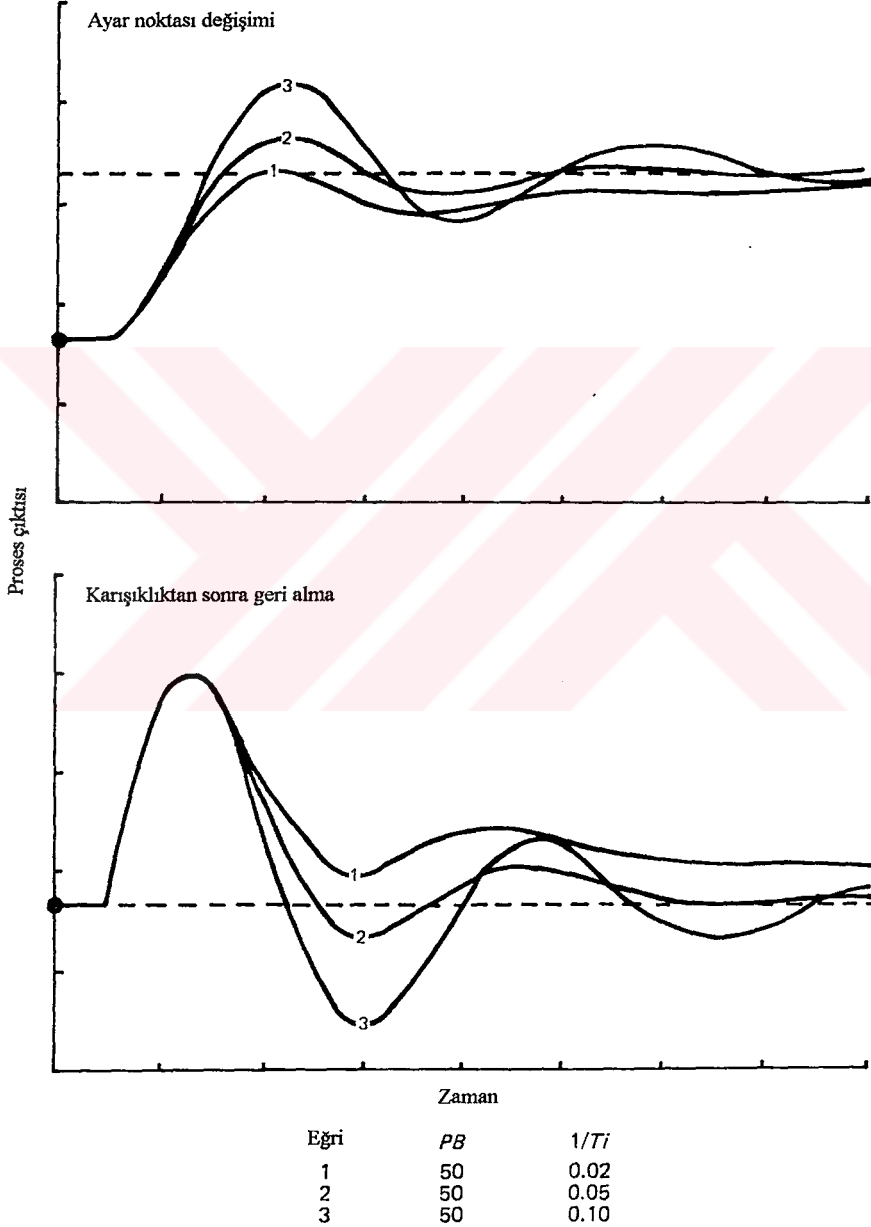
olana kadar ve diğer modlar kullanılmayana kadar azalırsa, bu titreşimlerin periyodu çevrimin doğal periyodudur. Bu doğal periyod esas periyod olarak bilinir ve prosesin dinamiğine ve çevrimin yardımcı elemanlarına bağlıdır. Eğer titreşimler genlik içinde büyüyorsa, ölçülen periyod esas periyoddan kısadır. Eğer titreşimler genlik içinde sönüyorsa, ölçülen periyod esas periyoddan uzundur.



Şekil.4.3.1 Oransal modun cevap üzerindeki etkisi

4.3.2 Bütün(ayarlar)(integral,reset) mod

Pekçok kontrolör de bir bütün(ayarlar) moduna sahiptir.Bu mod hatanın bütününe orantılı bir miktar ile kontrolör çıktısını değiştirir.Bütün zamanı sabit bir hata için bütün (ayarlar)mod yardımını oransal mod yardımına eşit yapmak(tekrarlamak)için gerekli zamandır.Bütün mod hareketi bu bütün zaman ile oransal mod hareketinin gerisinde kalır. Bütün modun kullanımı izinverilebilir oransal bandı arttırır,fakat karşılığı bertaraf eder.

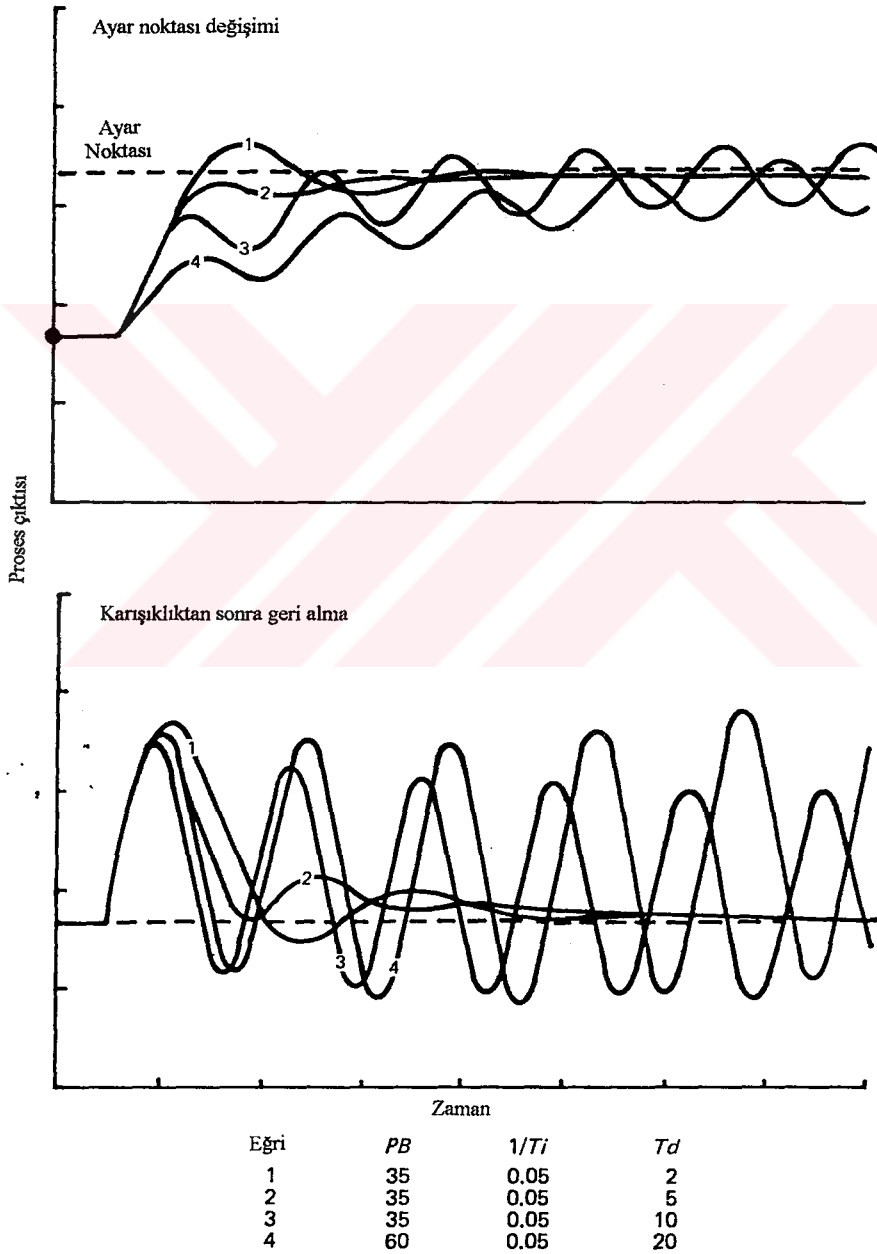


Şekil.4.3.2 Bütün modun cevap üzerindeki etkisi

Pekçok kontrolör bütün zamanın tersini kullanır,öyleki mod ayarlama birimleri her dakika tekrarlanır.Şekil.4.3.2 bütün zamanı azaldığında(ayarlama hareketi her dakikadaki tekrarlarda artmıştır),karşılık hızla bertaraf edilir,fakat cevap verme çok titreşimlidir.Eğer bütün zamanı çok fazla azalırsa,titreşimler periyodun esas periyoddan çok uzun olduğu bir ayarlama çevrimi içinde gelişir.

4.3.3 Türev(hız)(derivative,rate) mod

Türev(hız) modu sadece birkaç çevrimde kullanılır,çünkü minimum ayar elde edilebilirliği birçok çevrim için çok büyüktür,türev hareket gürültüyü artırır ve hassas



Şekil.4.3.3 Türev modun cevap üzerindeki etkisi

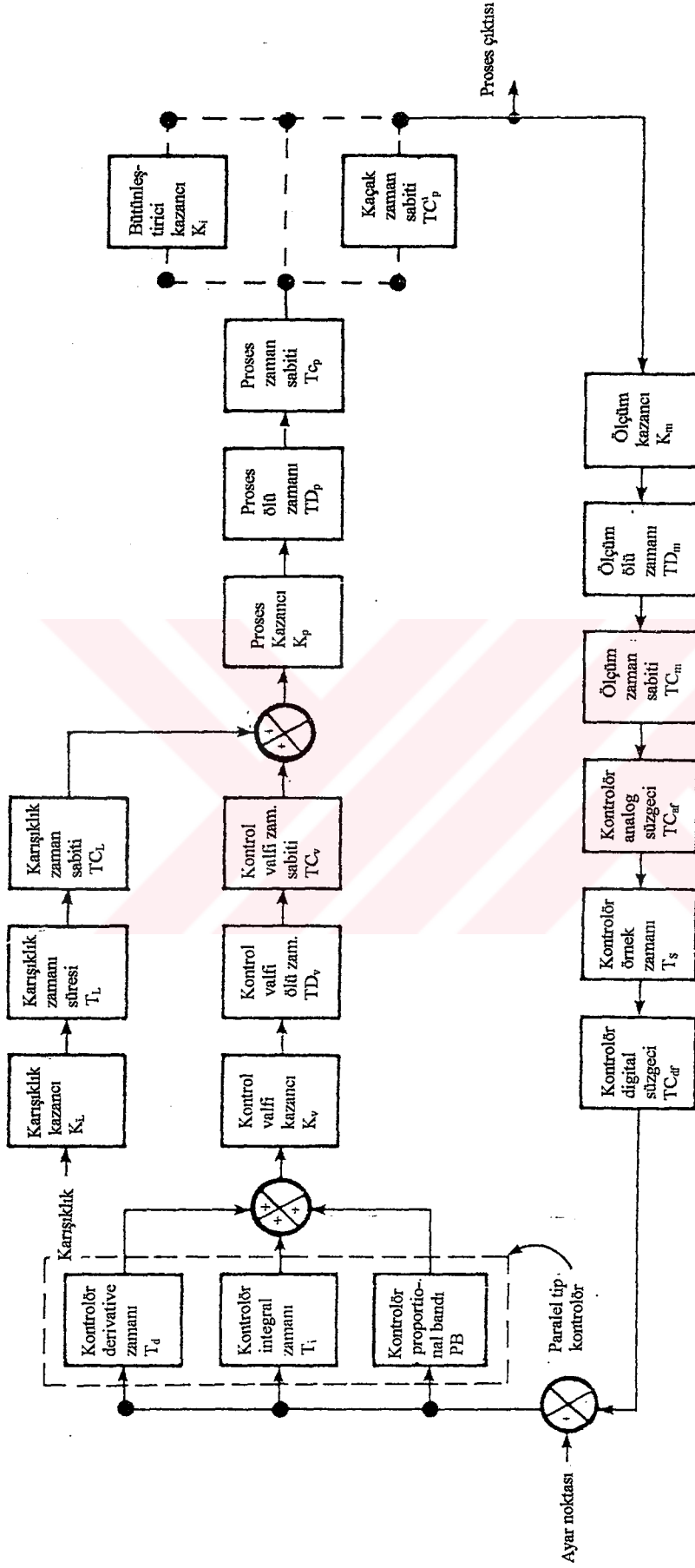
ayarlar pekçok endüstriyel kontrolörde diğer modlar ile karşılıklı etkileşiminin bir sonucu olarak çok karmaşıktır. Bu mod hatanın türevi ile orantılı bir miktar ile kontrolör çıktısını değiştirir. O yavaş prosesler için faydalı olan cevabın beklenen bir tipini verir. Türev zaman bir rampa hatası (kayıp fonksiyon hatası) için oransal mod yardımını türev (hız) mod yardımına eşit yapmak için gerekli zamandır. Türev hareket bu türev zaman vasıtasıyla oransal hareketi yönetir. Eğer hiç gürültü yoksa, türev hareketin kullanımı izin verilebilir oransal bandı azalır. Şekil.4.3.3 türev zaman arttığında, ayar noktası değişimleri için azami vuruşu ve şarj (yük) karışıklıkları için azami hatanın azaldığını, fakat cevabın çok titreşimli olduğunu gösterir. Eğer cevap ayar noktasıyla karşılaşmadan önce ölçüm ayar noktasına yaklaştığında gerilirse, türev zaman normalden daha uzundur. Eğer türev zaman çok fazla artarsa, titreşimler periyodun esas periyoddan kısa olduğu bir hız çevrimi içinde gelişir.

4.4 Çevrim Elemanları

Bir çevrimin önemli elemanları kontrolör, kontrol valfi, proses ve ölçümdür. Her eleman bir devamlı durum artışı (kazancı) (steady state gain) ve onun cevabını tanımlamak için bir veya daha fazla dinamik terimlere sahiptir. Bu terimler karışıklığa meydan vermemek için açıklanır.

1. Ölü zaman (zaman gecikmesi) (dead time, time delay): Girdideki bir değişimden sonra çıktının değişime başlaması için gerekli zamandır.
2. Tamamlayıcı kazancı (integrator gain): Girdideki bir adım değişimi için çıktıdaki eğim değişiminin eğimidir.
3. Negatif geribesleme zaman sabiti ((negative feedback time constant): Girdideki bir adım değişimi için çıktının değişime başlamasından sonra onun kazancı tarafından çoğaltılmış girdinin %63'üne ulaşmak için çıktı için gerekli zamandır. Çıktı üstel olarak azalan eğim ile yeni bir devamlı duruma yaklaşır.
4. Pozitif geribesleme zaman sabiti (positive feedback time constant): Girdideki bir adım değişimi için çıktının değişime başlamasından sonra onun kazancı tarafından çoğaltılmış girdinin %172'sine ulaşmak için çıktı için gerekli zamandır. Çıktı üstel olarak artan eğim ile sonsuza ve fiziksel bir limite yaklaşır.
5. Devamlı durum kazancı (steady state gain): Bütün değişim olayları ortadan kaybolduktan sonra girdideki değişim tarafından bölünen çıktıdaki son değişimdir. Girdiye karşı olan çıktının bir devamlı durum grafiğinin eğimidir. Eğer grafik bir düz çizgi ise, kazanç lineerdir (eğim sabit). Eğer grafik bir eğri ise, kazanç nonlineerdir (eğim çalışma noktalarıyla değişir).

Şekil.4.4 devamlı durum kazancı ve dinamik terimlerin açıklanması ile bir çevrimin önemli elemanlarının bir blok diyagramıdır. Geçmişteki literatürün çoğu kazancın etkisi ve kendi kendine ayarlı (self regulating) (negatif geribesleme) proseslerin dinamik terimleri üzerinde toplanmıştır. Bütünleşen ve kaçak (kolay kazanılmış) (pozitif geribesleme) proses terimleri ve hassas ayarlama ve çevrim performansındaki aygıtların etkisi yeter derecede tartışılmamıştır. Çevrimlerin bir azınlığı bütünleşen veya kaçak (kolay kazanılmış) terimlere sahiptir, fakat çoğu önemsiz olmayan aygıt terimlerine sahiptir. Aygıt ölü zamanı ve zaman sabiti terimleri onlar proses ölü zamanından çok küçük olmadıkça hassas ayarlamayı ve çevrim performansını etkilerler. Proses ölü zamanı seri halinde iletim gecikmelerinin ve muhtelif zaman sabitlerinin sonucudur. Çoğu çevrim proses donanımının bir tek parçası etrafında kontrol yapar, öyleki proses iletimi gecikmeleri ve ikinci zaman sabitleri küçüktür.



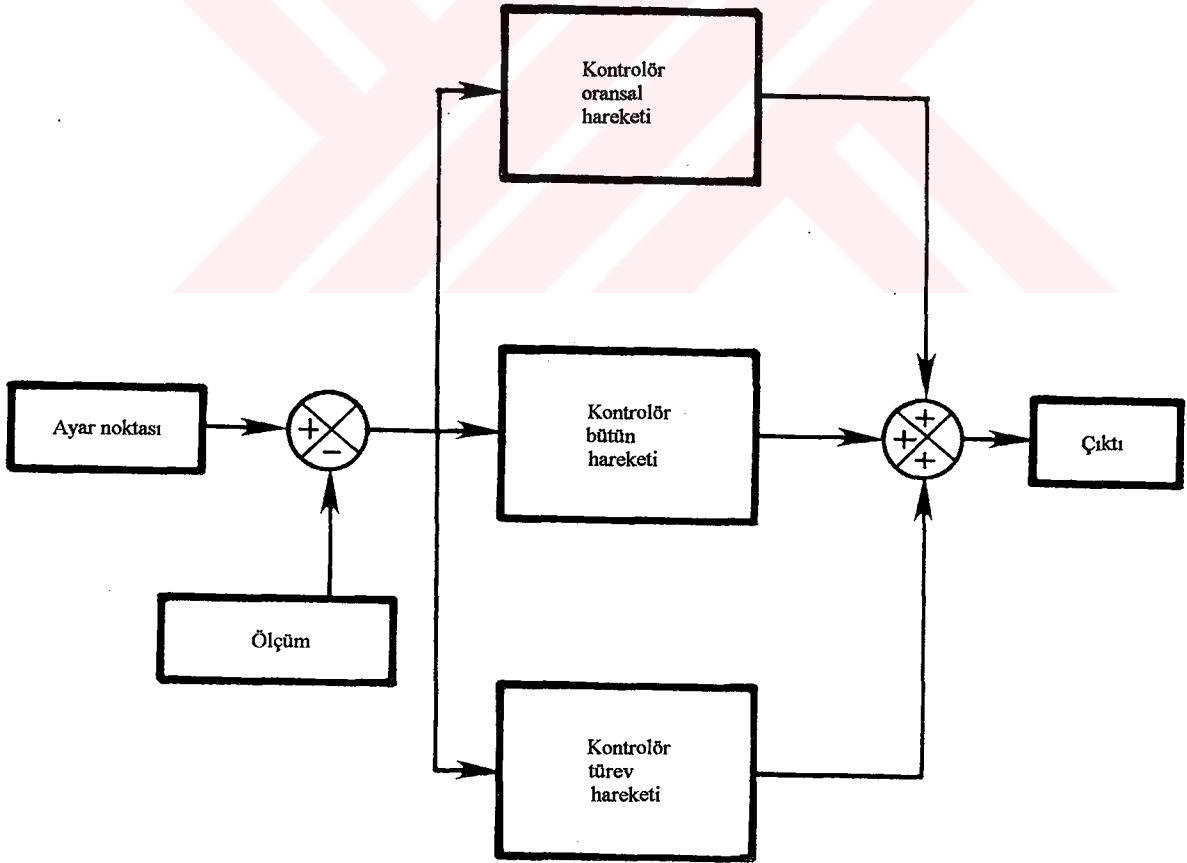
Şekil.4.4 Çevrim elemanlarının blok diyagramı

4.5 Kontrolör Dinamiğinin Etkisi

Kontrolörler, paralel ve seri olmalarına, analog ve digital olmalarına göre ayrılırlar. Bu bölümde paralel kontrolör algoritması, seri kontrolör algoritması, analog kontrolörler ve digital kontrolörler açıklanacaktır.

4.5.1 Paralel kontrolör algoritması

Paralel kontrolör, oransal, bütün ve türev modları paralel olarak hesaplar (Şekil.4.5.1). Böylece modlar zaman sahasında karşılıklı etkileşimli değildirler, fakat frekans sahasında karşılıklı etkileşimlidirler. Paralel kontrolör Shinskey ve diğerleri tarafından "ideal" veya "etkileşimsiz" olarak anılırlar. Bir paralel kontrolör için toplanan hata bir seri kontrolör için hemen hemen birbuçuk katı olabilir. Bununla beraber, eğer türev ve bütün zamanlar birbirine yakın ayarlanırsa, kontrolör kimyasal proseslerin çevrim kazancında kaçınılmaz değişimlere son derece duyarlı hale gelir ve çevrim periyodu sapacaktır (toplanan hata da sapacaktır). Foxboro Company bir paralel kontrolörü bir kendi kendini ayarlayan (self regulating) bir proses üzerinde test etmiş ve PB (oransal band) çeyrek genlik sönümünde değişme olmayarak %10'dan %100'e değiştirildiğinde çevrim periyodunun 16 saniyeden 55 saniyeye arttığını bulmuştur (Shinskey, 1979).



Şekil.4.5.1 Paralel kontrolör algoritması

Türev zaman hatta bir paralel kontrolörde bütün zamandan dörtte bir daha büyük ayarlanabilir ki, kontrolörün transfer fonksiyonunda hayali(imaginary)bölgelerle sıfırlara yol açar.Paralel kontrolörler hassas ayarlama için ve ayarı korumak için zordur ve nadiren kullanılır.Paralel kontrolör eşitliği kontrolör mod hareketlerini açıklamak için sık sık kullanılır,çünkü mod hareketleri ayrılabilir ve basitçe gösterilir.Azami ve toplanan hata eşitliği önceden paralel kontrolörün mod ayarlarını kullanmasını açıklamıştır.Bu bölüm bir seri kontrolörün mod ayarları bir paralel kontrolörün mod ayarlarına eşdeğer olarak dönüştürüldüğünde ve toplanan hata için olan eşitlikte yerine konulduğunda,mod etkileşim faktörünün iptal edildiğini gösterir(Eşitlik 4.5.2.a,b).

4.5.2 Seri kontrolör algoritması

Seri kontrolör,bütün ve oransal modlar ile seri olarak türev modu hesaplar(Şekil.4.5.2) Böylece modlar zaman sahasında karşılıklı etkileşimlidirler,fakat frekans sahasında karşılıklı etkileşimli değildirler.Seri kontrolör,Shinskey ve diğerleri tarafından "gerçek" veya "etkileşimli" olarak anılırlar.Bazı analog ve birçok digital kontrolörler azami hatayı azaltmak için bütün moddan önce hesaplanmış türev moda sahiptirler.Bu özellik sık sık "ayarlamadan önceki hız" olarak anılır.Eşdeğer paralel kontrolörün türev zamanı, T_d , eşdeğer paralel kontrolörün bütün zamanı, T_i ,nin dörtte birinden daha büyük yapılamaz, çünkü seri kontrolörün bütün zamanı, T_i^1 ,arttırıldığında, T_i T_d den daha hızlı artar. T_d $1/4T_i$ den daha büyük olamayacağından dolayı,kontrolörün transfer fonksiyonunun sıfırları gerçek olacaktır.Eşdeğer paralel kontrolörlerin mod ayarları aşağıdaki eşitlikleri kullanarak seri kontrolörlerin mod ayarlarından hesaplanabilir.

$$I_c = \frac{T_i^1}{(T_i^1 + T_d^1)}$$

I_c = kontrolör modu karşılıklı etkileşim faktörü

PB= paralel kontrolörün oransal bandı

T_i = paralel kontrolörün bütün zamanı

T_d =paralel kontrolörün türev zamanı

PB¹=seri kontrolörün oransal bandı

T_i^1 =seri kontrolörün bütün zamanı

T_d^1 =seri kontrolörün türev zamanı

olduğunda;

$$PB = PB^1 * I_c \quad (4.5.2.a)$$

$$T_i = \frac{T_i^1}{I_c} \quad (4.5.2.b)$$

$$T_d = T_d^1 * I_c \quad (4.5.2.c)$$

olarak ifade edilir.

Yukarıdaki eşitlikler bir üç mod(PID)kontrolör için,eşdeğer paralel kontrolörün oransal bandının ve türev zamanının daha küçük olduğunu,fakat bütün zamanın seri kontrolörün uygun mod ayarlarından daha büyük olduğunu gösterir.

Foxboro, T_d yi $1/4T_i$ ye ve PB yi $1/2PB'$ ne eşit kabul eden, onun kontrolü üzerinde T_i' nü T_d' ne eşit ayarlamayı tavsiye eder (Shinskey, 1979). Toplam hata için eşitlik 4.5.2.a ve 4.5.2.b nin eşitlik 4.5.2.d de yerine konması kontrolör modu etkileşim faktörü, I_c nin hem payda hemde paydada ortaya çıkmasıyla sonuçlanacaktır.

Eşitlik 4.5.2.a ve 4.5.2.b yi eşitlik 4.5.2.d de yerine koyar ve sadeleştirirsek;

$$E_i = \frac{PB}{100 * K_m} * T_i * \Delta C$$

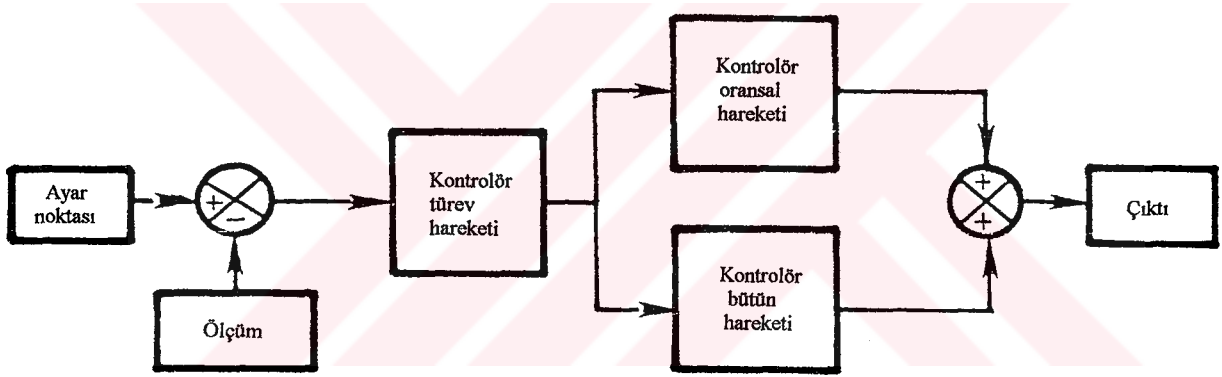
$$E_i = \frac{PB' * I_c}{100 * K_m} * \frac{T_i'}{I_c} * \Delta C \quad (4.5.2.d)$$

$$E_i = \frac{PB'}{100 * K_m} * T_i' * \Delta C$$

elde edilir.

Bereket versinki kontrolör modu etkileşim faktörü iptal edilebilir, öyleki toplam hata için önceden geliştirilmiş eşitlikler hem paralel hemde seri kontrolörler için kullanılabilir.

Pekçok endüstriyel analog ve digital kontrolörler seri kontrolörlerdir.



Şekil.4.5.2 Seri kontrolör algoritması

4.5.3 Analog kontrolörler

Analog kontrolörler kontrolör çıktısını hesaplamak için devamlı sinyaller kullanırlar. Pekçok firma kontrol yerine getirmede yeterince önemli çevrimlerde pnömatik kontrolörlerden daha çok elektronik kontrolörler kullanırlar. Bir endüstriyel elektronik analog kontrolörün açık çevrim zaman cevabının otoritesi tarafından yapılan ölçümler aşağıdaki karakteristikleri göstermiştir.

1. Ölçülen oransal band katranın işaret ettiğinden %0'dan %25'e kadar daha büyüktü.
2. Ölçülen bütün zamanı katranın işaret ettiğinden yaklaşık %100 daha büyüktü.
3. Ölçülen türev zamanı katranın işaret ettiğinden %40'dan %70'e kadar daha küçüktü.
4. Ölçülen bütün zamanı türev katran ayarındaki bir değişim ile değişmedi. Bu bölümdeki seri kontrolör algoritmaları için verilen eşitliklere göre, bütün zamanı türev zaman arttığında artmalıydı. Ölçülen türev zamanı ve ölçülen oransal band büyük katran

ayarlamaları için ölçülen değişimin hesaplanan değişimden daha küçük olması dışında yaklaşık olarak eşitliklere uydu.

Tablo.4.5.3.a Analog kontrolör oransal band test sonuçları

Katran PB,%	Ölçülen PB,%
20	25
40	48
60	70
80	87
100	103
200	246
400	410
600	667
800	800
1000	1000

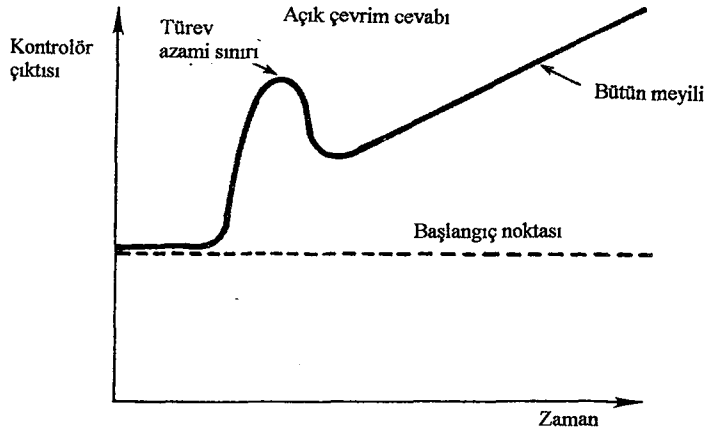
Tablo.4.5.3.b Analog kontrolör bütün zaman test sonuçları

Katran T_i ,dakika	Ölçülen T_i ,dakika
0.2	0.5
0.1	0.2
0.05	0.1

Tablo.4.5.3.c Analog kontrolör türev zaman test sonuçları

Katran T_d ,dakika	Ölçülen T_d ,dakika
0.05	0.03
0.1	0.03
0.2	0.08
0.5	0.12

5. Ölçülen kontrolör çıktısı her değer için bir türev ayarı kullanıldığı her zaman bir azami sınır(en yüksek nokta)gösterdi,oyşa bir seri kontrolör algoritmasının simülasyon sonuçları



Şekil.4.5.3 Analog kontrolör açık çevrim test sonuçları

sadece eğer türev zaman bütün zamanın dörtte birinden daha büyük ayarlandıysa bir azami sınır gösterdi.

Bütün elektronik analog kontrolörler yukarıdaki karakteristikleri göstermez. Bununla beraber, analog kontrolörlerin mod ayarlarının doğruluğunun digital kontrolörlerinki kadar iyi olmadığını söylemek uygundur. Analog pnömatik kontrolörler 1970 den beri üstün olarak kullanıldı ve analog elektronik kontrolörler 1980 den beri üstün olarak kullanıldı. 1980 den sonra dizayn edilen büyük projeler tipik olarak yayılmış bir kontrol sisteminin parçası olarak digital kontrolörleri kullanmaktadırlar.

4.5.4 Digital kontrolörler

Digital kontrolörler kontrolör çıktısını hesaplamak için ihtiyatlı(örnek ve tutma) sinyalleri kullanırlar. Yayılmış kontrol sistemlerinde microprocessor temelli kontrolörler "gerçek" üç mod analog kontrolörlere benzemeye çalışan algoritmali digital kontrolörlerdir. Onlar hatta ileri kontrol besleme ve sinyal veya mod karakterizasyonu için bilişimsel(computational) yeteneğini arttırdılar. Eğer örnek zaman, T_s , esas periyod, T_u nun yarısından küçük ise, sonra örnekleme etkisi çevrim için bir ölü zaman TD ilavesi içindir yani ölü zamanın yarısına eşittir. Genelleştirici(extrapolator) yazılımı örneklemede kullanılan alışlagelmiş sıfır durum(zero order) tutma için bu etkili ölü zamanı düşürmek için önerilmiştir. Genelleştirici(extrapolator) örnekleme sabitini sürenin başlangıcında ölçülen değerden daha orta yerde istenilen değerde tutar(Yekutieli, 1980).

Sıfır durum tutma için;

$$T_s < \frac{T_u}{2} \text{ ise,}$$

$$TD = \frac{T_s}{2} \quad (4.5.4.a)$$

olarak ifade edilir.

Hatta örnekleme frekansının uyumlarını dışarıya süzmede kullanılan analog süzgeç zaman sabiti için bir bilişimsel ölü zaman vardır ve türev mod hesaplamasında kullanılan zaman sabiti için türev gürültüyü azaltmada(hız sınırlama) kullanılan bir ölü zaman vardır. Bu ölü zamanların hepsinin toplamı aşağıdaki gibi tahmin edilebilir.

Digital kontrolörler için;

TD= çevrime ilave edilen etkili ölü zaman
 T_s = digital kontrolörün örnek zamanı
 T_C = analog örnek süzgecinin zaman sabiti
 T_d = türev zaman ayarı
 a = türev zaman için hız sınırlama faktörü
 Y = etkili ölü zaman faktörü

olduğunda,

$$T_s < \frac{T_u}{2} \text{ ise,}$$

$$TD = \frac{T_s}{2} + \frac{T_s}{5} + Y*TC + Y* \frac{T_d}{a} \quad (4.5.4.b)$$

olarak ifade edilir.

Hatta ölü zamanın eşdeğer bir miktarını ilave eden bir ayarlanabilir zaman sabitli bir digital yazılım süzgeci vardır. Bir ayarlanabilir (adaptive) gecikme digital süzgeci dizayn edilebilir ki süzgeç zaman sabitini azaltmak için bir çift yönlü ayırıcı (farklandırıcı) ile digital sinyalleri düzeltir ve bu nedenle, büyük sinyal değişimleri için bir 16 çarpanı vasıtasıyla, eşdeğer ölü zaman düzeltilir (Loeber, 1980). Bu ayarlanabilir gecikme sinyalinin gürültü oranı için ayırım yapmada yeterli olduğunu farzeder. İlave ölü zamanın etkisi 4.0 saniyeden daha az bir esas periyod için, eğer örnek zamanı 0.1 saniye veya daha az ise ihmal edilebilir. Minimum mevcut türev ve bütün zaman ayarlaması genellikle örnek zamanla orantılıdır. Çok hızlı örnek zamanlarının haricinde, digital kontrolörlerin minimum türev ve bütün zaman ayarlamaları bu analog kontrolörlerinkinden biraz büyüktür.

Eğer bir kontrolörün türev zamanı $0.125 * T_u$ ya eşit olarak ayarlanırsa, daha sonra üç mod kontrol için minimum esas periyod 0.1 saniye veya daha fazla bir örnek zamanlı bir digital kontrolör için yaklaşık 6.0 saniyedir. Maksimum bütün zaman ve türev zaman da örnek zamana orantılıdır. Bu maksimumlar genellikle digital kontrolörlerde analog kontrolörlerinkinden daha büyüktür, onun için daha büyük esas periyodlar kontrol edilebilir.

Pekçok akış çevrimi hızlı olmasına rağmen, ilave ölü zamandan ileri gelen çevrim performansındaki kötüleşme ve digital kontrolörlerin mod ayarlamalarındaki düşük sınırlar önemli değildir ve genellikle farkedilir ölçüm gürültüsü tarafından gizlenir.

Eğer örnek zamanı, T_s , esas periyod, T_u nun yarısından büyükse, yukarıda tartışılan ölü zaman yaklaşımı doğru olmayabilir ve diğer tanımlama (aliasing) ortaya çıkabilir. Bu diğer tanımlama girdi frekansı ve örnekleme frekansı veya onun uyumu arasındaki farklılıklara tekabül eden kontrolör çıktısı sinyali içinde düşük frekans elemanlarını üretir (Goff, 1966). Eğer bir zaman sabiti çevrim içinde esas periyod süresinden daha büyük ise, diğer tanımlama tarafından üretilen düşük frekans elemanları süzülür, bunun için onlar çevrim performansını etkilemezler ve tartışılan ölü zaman yaklaşımı tekrar geçerlidir (Moore, 1969). Bununla beraber, eğer zaman sabiti ölçüm gürültüsü için tipik olan frekans kaynağının kaynak yanı (alt eğilimi) ise, o zaman diğer tanımdan düşük frekans bileşenleri proses çıktısı onun büyük zaman sabitinden dolayı etkili olmayabilse bile, kontrol valfini veya onun donanımını iyice eskitebilir. Çevrim kazancı diğer tanımın genliğini önemli ölçüde arttırabilir. Bir bütün proses, 18 kazançlı bir kontrolör, dakikada on tekrarlı bir ayar ayarlaması, 10 hertz (Hz) bir örnek frekansı ve 9.75 Hz'lik sinyalin bir %0.5 gürültülü bir çevrim 0.25 Hz diğer tanımın bir %17 sini üretecektir (diğer tanım frekansı = örnek frekans-gürültü frekansı). Bir Bessel ölçüm süzgeci gürültü ve diğer tanımın zayıflaması için bir Butterworth ölçüm süzgecinden daha iyidir, çünkü Bessel süzgecinin ölü zamanı ve zaman sabiti verilen bir zayıflama için azdır. Örneğin, Frequency Devces Inc., den bir dört kutuplu Bessel süzgeç 1 Hz de 3 desibel zayıflama için, 0.17 saniyelik bir ölü zamana ve 0.22 saniyelik bir zaman sabitine sahip olacaktır, oysa bir dört kutuplu Butterworth 0.22 saniyelik bir ölü zamana ve 0.30 saniyelik bir zaman sabitine sahip olacaktır. Hatta, dört kutuplu Butterworth'un açık çevrim cevabı biraz çınlama gösterir (açık çevrim kararsızlığı). Digital yazılım süzgeçler diğer tanımlamayı (aliasing) önleyemezler. Diğer tanımlama sadece digital kontrolör için sinyal girdisi üzerine bir analog süzgeç

yerleştirerek önlenebilir. Yaygınlaşmış bir kontrol sisteminin CRT'si üzerinde yön planı displayleri hızlı çevrimlerin hassas ayarlamaları için kullanılmamalıdır. Yavaş raporlama hızı, açık çevrim ilk sipariş-artı-ölü zaman metodu için doğru olmayan ölü zaman tahminlerine veya kapalı çevrim esas titreşim metodu için düşük frekans diğer tanıma sebep olabilir (Heider, 1982).

Digital kontrolörler doğrulukta ve mod ayarlarının çözümünde(kararlılığında)analog kontrolörlerden üstündürler.Digital kontrolörler hatta sinyal doğruluğu(linearization)ve sinyal telafisi(compensation)gibi yardımcı hesaplamaların doğruluğunda analog kontrolörlerden üstündürler.Sonuç olarak,digital kontrolör çevrim performansını iyileştirmek için dizayn esnasında her fazladan gayret yapmayı reddetmez(sağlanan örnek zaman yeteri kadar hızlıdır).Bir proje maliyeti bakımından,digital kontrolörlerin iletişimde ve fonksiyonunda esneklik başlangıç dizaynları için ve özellikle her sonraki değişiklikler için düşürülmüş tesisat ve panel maliyetlerinde zaman ve para kazandırabilir. Bununla beraber,esneklikteki artış hatta mühendis için sorumluluktaki bir artış ile sonuçlanır,çünkü fazla seçenek hata yapma olasılığını artırır.

4.6 Hassas Ayarlama Mekanığı

Kontrol odalı analog kontrolörlerin ayarlanması,kontrolörün yanındaki küçük katranları veya düğmeleri ayarlayarak yerine getirilir.Alan kontrolörlerinde katranların veya düğmelerin ayarı havalandırıcı meskenlerin açılmasını gerektirir.Katranlar veya düğmeler devamlı veya kesikli ayarlamalara sahiptirler.Ayarlamaların derecesi kontrolör imalatçısına ve modele bağlıdır.Kontrolör hatta ayarlamaları 10 katı arttırabilen anahtara sahip olabilir.Mod ayarını katranların veya düğmelerin büyüklükleri,ara ölçekli skalaların olmaması ve mod ayarlarının doğru olmamaları yüzünden araştırmak zordur.

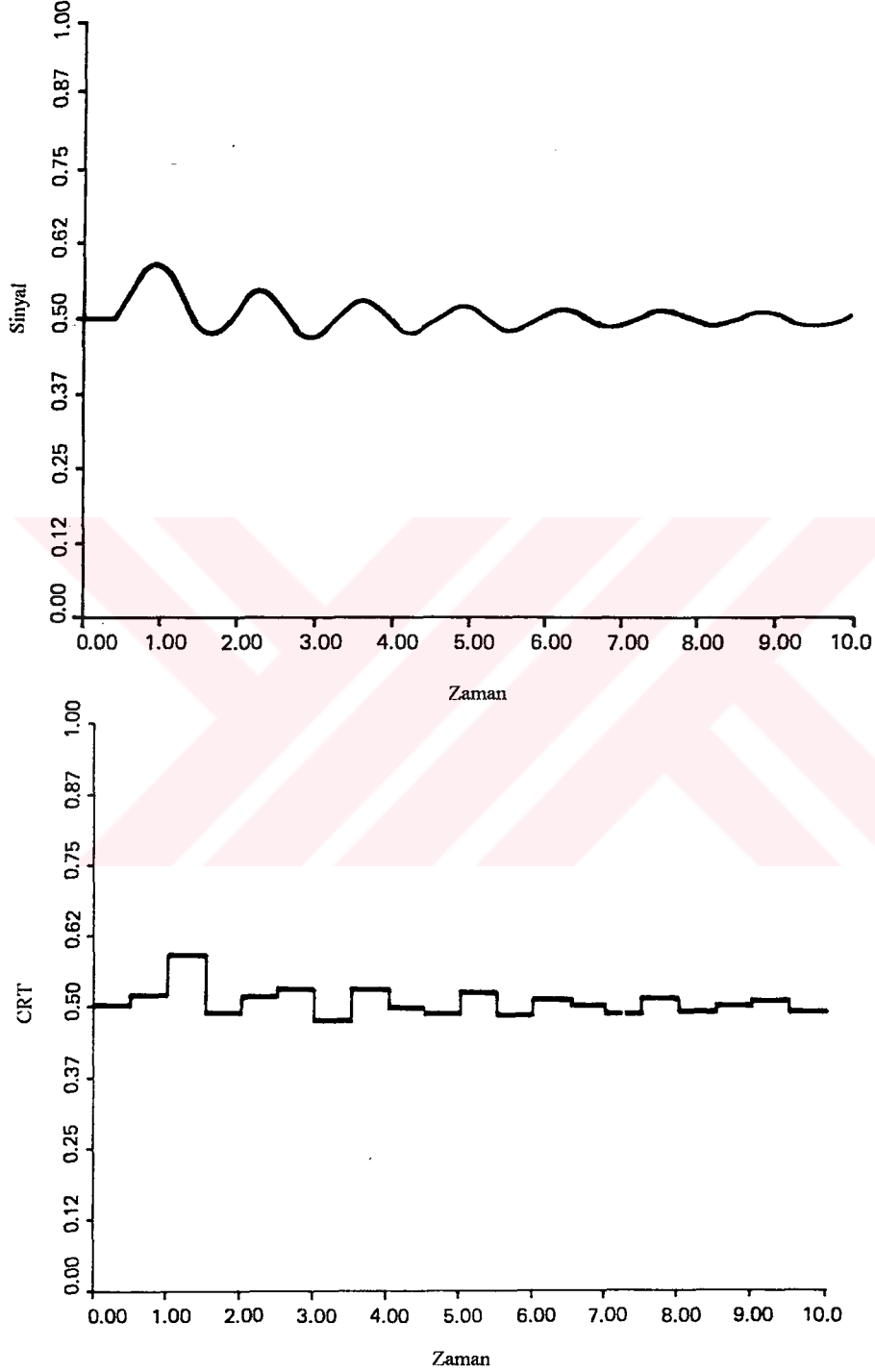
Digital kontrolörler yaygınlaşmış kontrol sistemlerinde tipik olarak digital numaraların bir klavye yolu ile bir konsol veya bir küçük manuel ayar tertibatı üstünde girilmesi ile ayarlanırlar.Mod ayarları kesikli artış miktarlarında değiştirilirler,fakat artış miktarının büyüklüğü tipik olarak öyle küçüktürki mod ayarlarının kararlılığı analog kontrolörlerinkinden çok büyüktür.Mod ayarı digital olarak üç veya daha fazla rakamlara kadar display edilir.

Mod ayarlarının birimleri kontrol edilmeli ve yön planı displayi ile mukayese edilmelidir.Oransal mod birimleri oransal band için hem yüzdendir hemde artış(kazanç)için boyutsuzdur.Bütün mod birimleri hem zamanın her birimi için tekrarlanmalıdır hemde her tekrar için zamanın birimleridir.Türev mod birimleri zamanın birimleridir.Zaman birimi hem bütün hemde türev modlar için tipik olarak dakikadır.

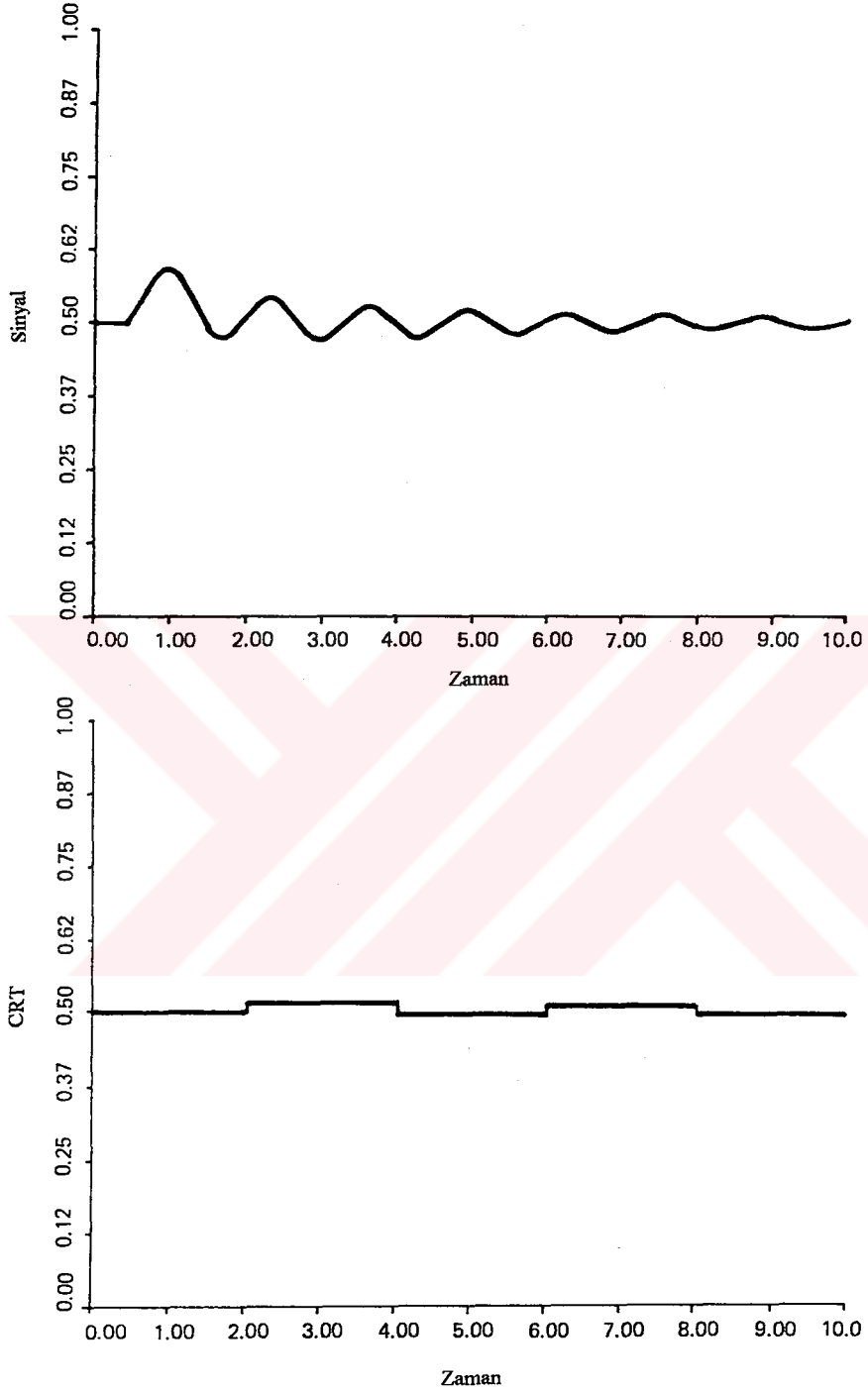
Panel şerit grafik kaydedicilerin hızı ve CRT display için bilgi anayollarının raporlama zamanı hızlı çevrimler için çok yavaş olabilir.Eğer hızlı çevrimin performansı önemli ise, bir yüksek hız kaydedici veya bilgi kaydedici esas periyod veya çevrim ölü zamanını göstermek için bir yön planı üretmek için kullanılmalıdır.Thermal veya fotometrik duyarlı kağıtlı osilografik kaydediciler ayarlama için ve önemli hızlı çevrimler için faydalı bir aygıt olmak için yeteri kadar esnek ve güvenilirlerdir.Dianachart Corporation tarafından son olarak geliştirilmiş olan Dianachart grafik çizme ve hızlı olay analizi sağlayan microprocessor temelli,yüksek hız bilgi kaydedicilerin yeni bir üretiminin iyi bir örneğidir. Bu bilgi kaydediciler osilografik kaydedicilerden daha güçlü,daha portatif ve az pahalıdır.

Şekil.4.6.a ve Şekil.4.6.b bir CRT display üzerinde bir sönmülmüş kontrol çevrimi salınıminin(kararsızlığının)yön planı üzerinde bilgi anayolu raporlama zamanının etkisini

gösterir. Raporlama zamanının ölü zaman tahminini nasıl uzattığına dikkat etmelidir (adım yük karmaşıklığı sıfır zamanda meydana gelir). Salınımın (kararsızlığın) örneği hatta gürültüden az ayırdedilebilir ve az farkedilebilir. Şekil.4.6.b bir diğer tanım düşük frekans üretimini gösterir.



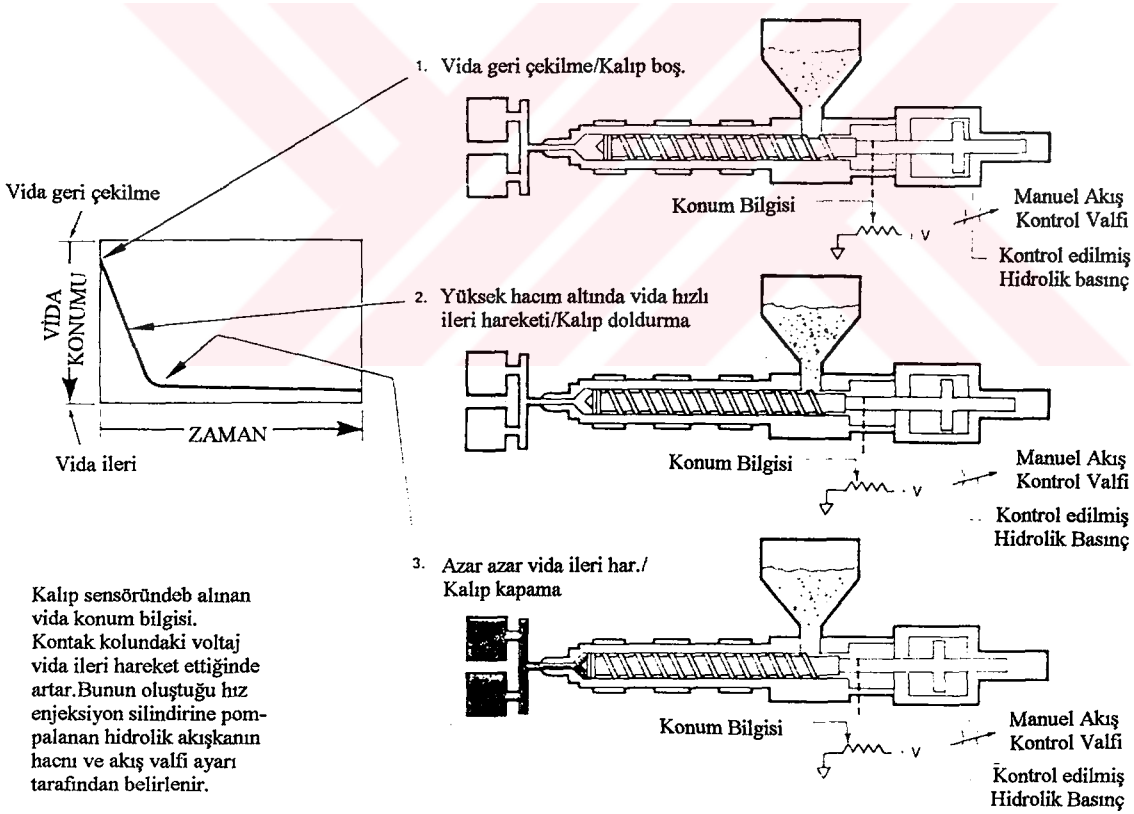
Şekil.4.6.a Çevrim periyodunun yarısından daha küçük raporlama zamanı için CRT displayi



Şekil.4.6.b Çevrim periyodunun yarısından daha büyük raporlama zamanı için CRT displayi

4.7 Plastik Enjeksiyon Proses Kontrol Teknikleri

Bu bölümde parça kararlılığını devam ettirmek için seçilmiş kritik kalıplama değişkenlerinin ölçüldüğü ve kontrol edildiği bir kontrol sistemi (Barber Colman sistemi) incelenecektir. Plastik enjeksiyon kalıplama proses kontrolü için olan bu yaklaşım iki kritik kalıplama parametresinin kontrolünü ve ölçümünü kapsar; bunlar kalıp dolması ve enjeksiyon çevriminin kapanma evresi esnasındaki, koç konumu ve kalıp içi basıncıdır (Şekil.4.7.a). Dolma ve kapanma evresi esnasında, kalıplama koşullarındaki pek çok değişiklikler kendi kendilerini belli ederler ve bu yüzden, kolayca duyulabilirler. Örneğin, malzeme viskozitesindeki bir değişim koç hızındaki bir değişim olarak yansıtılır ve zamana göre koç konumunun ölçülmesi ile duyulabilir. Malzeme viskozitesindeki bir değişim hatta kendini plastik basıncındaki bir değişim olarak yansıtır ve zamana göre kalıp ve kalıp içi basıncının ölçülmesi ile duyulabilirler. Hidrolik basınç, yağ sıcaklığı, eriğik sıcaklığı, vs. gibi kalıplama koşullarındaki diğer değişiklikler kendilerini benzer şekilde display ederler ve zamana göre koç konumunu ve plastik basıncını monitörleyerek duyulabilirler. Kalıplama koşullarındaki değişimleri duyulamak mümkün olduğundan dolayı, bu değişimleri telafi etmek veya düzeltmek de mümkündür.



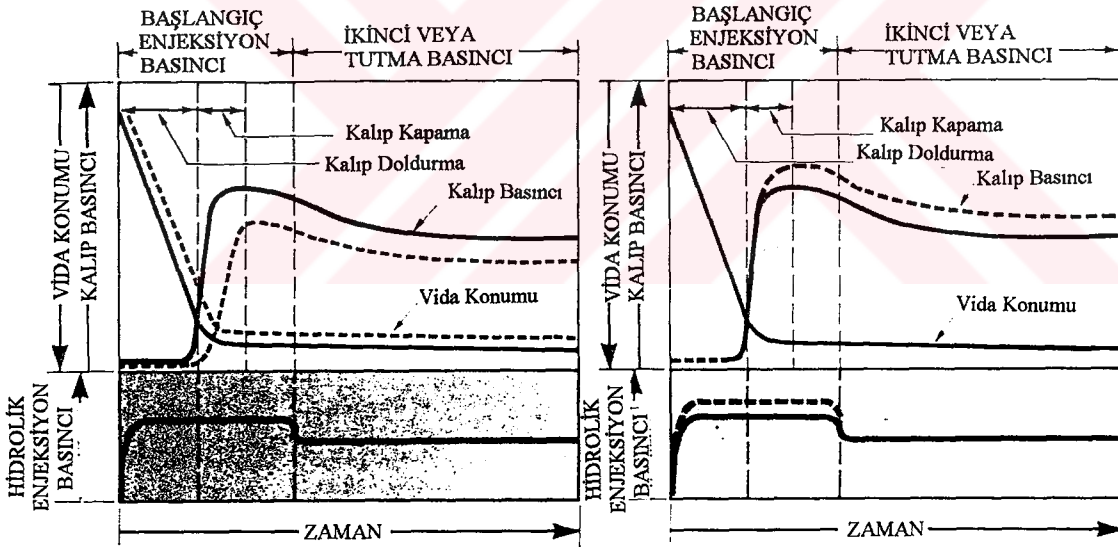
Şekil.4.7.a Dönme esnasında vida hareketi

Esas enjeksiyon basıncı iki önemli evreye ayrılabilir; kalıp doldurması ve kalıp kapanması. Şekil.4.7.b de gösterildiği gibi, hafif basınç arttırımı kalıp kapanma evresinde meydana gelirken, vida hareketi ilk önce kalıp doldurma evresi esnasında oluşur. Kalıp

doldurması ile vida hareketinin birlikteliği ve kalıp kapanma ile kalıp basıncının birlikteliği önemlidir ve hatırlanmalıdır.

Kalıplama prosesini kontrol etmek için sadece koç konumunun veya sadece kalıp basıncının ölçülmüş değişken olarak kullanımı ve kontrol fonksiyonu olarak esas enjeksiyon basıncının ayarlanması teşebbüsü yeterli değildir, çünkü hem kalıp doldurma ve hemde kalıp kapanma aynı enjeksiyon basınç değerine göre meydana gelir. Esas enjeksiyon basıncındaki değişim enjeksiyon çevriminin her iki evresini etkiler. Örneğin düşük ergime indeksli bir malzemenin yeni bir miktarının besleme haznesinin içine konulduğunu farzedelim. Ergime indeksi düşük olduğundan dolayı (besbelli viskozite yüksektir), verilen bir esas enjeksiyon basıncı altında koç vida hızı azalacaktır. Bunun anlamı kalıbın çok yavaşça dolacağı ve kalıp basıncı arttırımının daha sonra oluşacağıdır. Malzemedeki değişime bağlı olarak, kalıp basıncı da azalacaktır. Koç vidası hızında ve kalıp basıncında malzeme değişiminin etkisi Şekil.4.7.b de gösterilmektedir.

Malzeme değişimini telafi etmek için ve ortalama enjeksiyon hızını normale getirmek için, esas enjeksiyon basıncı arttırılabilir. Esas enjeksiyon basıncının artışı ortalama enjeksiyon hızını arttıracaktır, fakat aynı zamanda malzemeye uygulanmış makaslama gerilimi/makaslama hızının (oranının) etkisi ile belli viskoziteyi düşürür. Dinamik olarak, bu belli düşük viskozite artmış kalıp basıncı, aşırı kapanma ve baskı ile ağırlaşmış bir parça ile sonuçlanacak olan bir noktaya doğru kapanma evresi etkisini sürdürür. Arttırılmış enjeksiyon basıncının etkileri Şekil.4.7.c de gösterilmektedir.



Kalın çizgiler malzeme değişiminden önceki sinyalleri gösterir. Kesik çizgiler malzeme değişiminden sonraki (Şekil.4.7.b) veya düzeltmeden sonraki (Şekil.4.7.c) sinyalleri gösterir.

Şekil.4.7.b Vida konumunda ve kalıp basıncında ergime indeksinin etkisi

Şekil.4.7.c Vida konumunda ve kalıp basıncında enjeksiyon basıncının etkisi

Koç eğrisi ve böylece ortalama enjeksiyon hızı (oranı) orijinal değerlerine dönerler, fakat kalıp basıncı belli malzeme viskozitesindeki değişim için bir aşırı kapanmış, çok fazla yoğun biçimde kalıplanmış parçanın sonucu olarak yüksek bir değerden aşağı düşer.

Bütün ihtimallerde parça hatta kalıp içinde yapışacaktı.

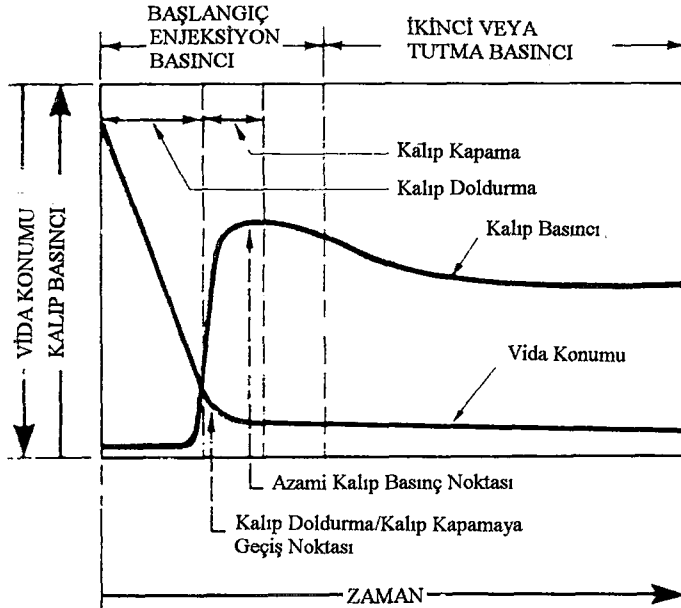
Böylece ortalama enjeksiyon hızının kontrolünün malzeme viskozitesindeki bir değişimi uygun biçimde telafi edemeyeceği ve kabul edilir bir kalıplanmış parçayı üretemeyeceği görülebilir. Detaya gitmeksizin, yalnız ölçüme dayanan bir kontrol sisteminin ve azami kalıp basıncı kontrolünün her ikisi de işi başarılı bir şekilde yapmayacaktır. Düşük ergime indeksli bir malzeme durumunda, azami kalıp basıncı kontrolü hafif ve az yoğun kapanmış bir parçayı üretecektir. Diğer bir deyişle, sadece koç konumunun kontrolü ile başarılmanın tersidir.

Barber Colman Kalıplama Proses Kontrolörlerinin kontrol felsefesi, enjeksiyon esnasındaki vida koç hareketinin ve kalıp basıncının bağımsız ölçülmesine dayanır. Bu değişkenlerin her ikisinin saptması, ayar sınırlarının önayarının mukayesesi yapıldığı zaman, tolerans dışı değişkenleri sınırlar yakınına geri getirmek için kontrol hareketine başlar. Bu diğer değişken üzerinde en az etkiye sahip bir değişkenin düzeltilmesi gibi bir yolla yerine getirilir.

Bağımsız koç konumu ve kalıp basıncı kontrolünü sağlamak ve bu ikisi arasındaki etkileşimi bertaraf etmek için, enjeksiyon çevriminin kalıp doldurma ve kalıp kapama evreleri ayrılmış olmak zorundadır. Diğer bir deyişle, biz kalıp doldurma esnasında kalıp kapanma basıncında bir değişime sebep olmaksızın ortalama enjeksiyon hızını kontrol edebilmek zorundayızdır.

Kontrolü yerine getirmedeki ilk adım kalıp doldurmadan kalıp kapamaya geçiş meydana geldiği andaki noktayı teşhis etmektir. İkinci adım uygun kalıp kapanma basıncına ulaşıldığı andaki noktayı teşhis etmektir. Bu noktalar Şekil.4.7.d de koç konumu ve kalıp basıncı eğrilerinde gösterildiği gibi kolayca teşhis edilir. Bu noktaların oluşturulmasının teşhis edilmesi kontrol sınırlarının tamamlanmış olması gerektiğiydi. Kontrolün herbir noktası bir yüksek ve düşük sınıra sahiptir, böylece bir çalışma bandı genişliği sağlanması, küçük değişimlere izin verir ve hatta gerektiği kadar artan veya azalan kontrol basınçları için yön denetim kontrolü sağlarlar.

Kalıp doldurma ve kalıp kapanma evrelerini ayırmak ve etkileşimi önlemek için, herbir evre için esas enjeksiyon basıncı değerini kontrol edebilmek zorundayızdır.



Şekil.4.7.d Doldurmadan/kapanmaya geçiş ve azami kalıp basıncı noktaları

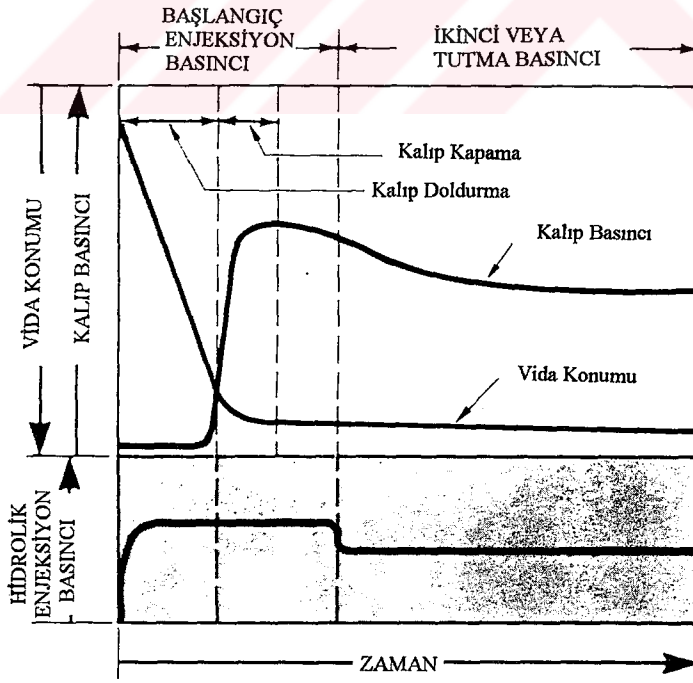
Bunu yerine getirmek için, esas enjeksiyon basıncını yeni bir ayar noktası değerine transfer etmek için ayarlanabilen kronometrede bir yapı sağlanır. Bu yolla kalıp kapanma ayar noktası değerinden bağımsız olan kalıp doldurma ayar noktası değerine veya tersine kontrol hareketi uygulanmış olabilir.

Şekil.4.7.e yeniden vida konumu ve kalıp basıncı eğrilerini gösterir. Bu durumda, ayrıca esas enjeksiyon basıncı zamanının, doldurma basıncı zamanı ve kapanma basıncı zamanı dilimlerine ayrıldığı da gösterilir.

Herbir dilimin kontrolü, hem vida konumunun hemde kalıp basıncının anındaki noktada örneklenmesi ve ayarlanabilir yüksek ve düşük sınırlar için örneklenmiş sinyallerin değerinin mukayese edilmesi yolu ile başılır. Enjeksiyon basıncındaki bir değişimin artması suretiyle, kendi sınırlarının her bir değişken tarafından ihlali, kontrolörün uygun ayar noktasına ilave edilecek veya çıkarılacak bir düzeltme sinyali üretmesine sebep olacaktır. Basıncı değişimi, ayrıca sadece ihlalin olduğu yerde bu zaman dilimine uygulanır. Bazı durumlarda, ihlaller her iki değişkende meydana gelir ve bir düzeltme her bir dilim için üretilmiş olacaktır.

Örneğin, daha düşük bir ergime indeksli yeni bir malzeme miktarının hazneye konulduğu yerde, aynı koşulların daha önceden olduğu gibi mevcut olduğu farzedilir. Vida çok yavaş hareket ettiğinden dolayı, kendisinin en üst sınırını zorlar. Kalıp basıncı, aynı azami değere erişmediğinden dolayı, kendisinin en düşük sınırını zorlayacaktır. Her iki koşul enjeksiyon basıncında bir artış için istenir. Koç konumundaki ve kalıp basıncındaki etki eğrileri Şekil.4.7.f de gösterilmektedir.

Herbir basınç ayar noktasına uygulanan düzeltme miktarı bağımsız olarak ayarlanabilir, böylece farklı enjeksiyon basıncı değerleri ile meydana gelen kalıp doldurma ve kalıp kapanması olanağı elde edilir. Doldurma basıncı zamanı esnasındaki artan basıncın uygulanması koç vidası hızını orijinal değere yaklaştırmaya sebep olacaktır.

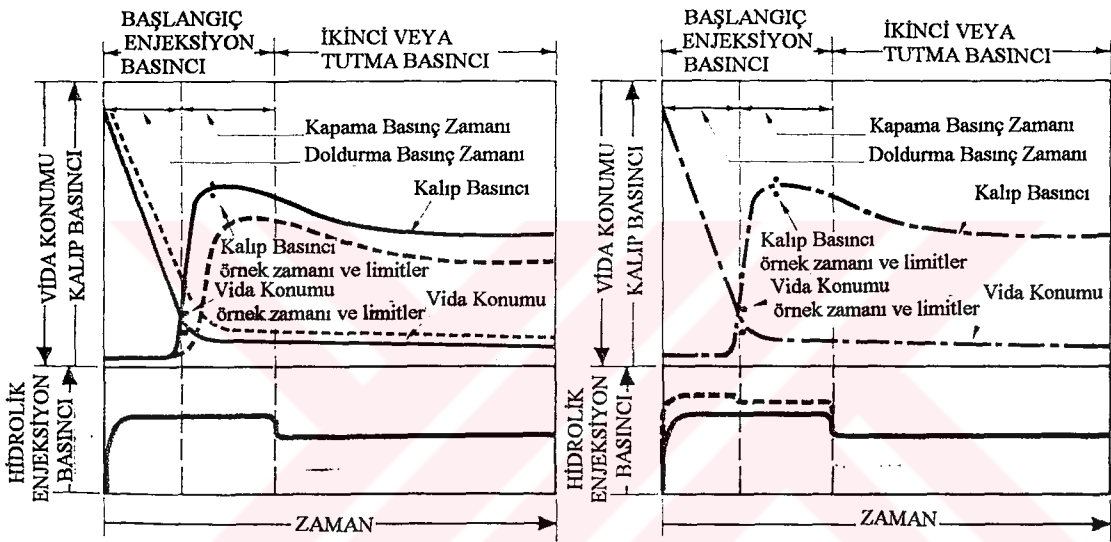


Şekil.4.7.e Koç konumu/kalıp basıncı kontrol noktaları

Gerçekten onun orijinal vida hızına yaklaşımının ne kadar hızlı olduğu iki faktöre bağlıdır; bu faktörler sapmanın miktarı ve kontrolör tarafından uygulanan düzeltmenin miktarıdır.

Kalıp basıncı düşük sınır zorlaması kapanma basıncı zamanı esnasında enjeksiyon basıncındaki bir artış için istenmiştir. Burada yine onun orijinal değerine döndüğü hızı, sapmanın miktarına ve kontrolör tarafından uygulanan düzeltmenin miktarına bağlanmıştır. Bağımsız düzeltme sinyali uygulamasının etkileri Şekil.4.7.g de gösterilir.

Biz kalıp doldurma ve kalıp kapanma evrelerini ayrı ayar noktaları ve bir kronometre kullanarak dilimlere ayırmış olsak bile, makina dinamiğinin sebep olduğu etkileşim etkilerini tamamen gideremeyiz. Hidrolik sistemin ve makina mekanik parçalarının cevabı, bilhassa doldurma basıncından/kapanma basıncına transfer noktası ayarında gözönünde bulundurulmak zorundadır. Bu normal olarak, koç konumu örnek noktasından hemen önceki transferi, hidrolik sistemin dinamiğine uyuşturmak için olan ayardır.



Kalın çizgiler malzeme değişiminden önceki sinyalleri gösterir. Kesik çizgiler malzeme değişiminden sonraki (Şekil.4.7.f) veya düzeltmeden sonraki (Şekil.4.7.g) sinyalleri gösterir.

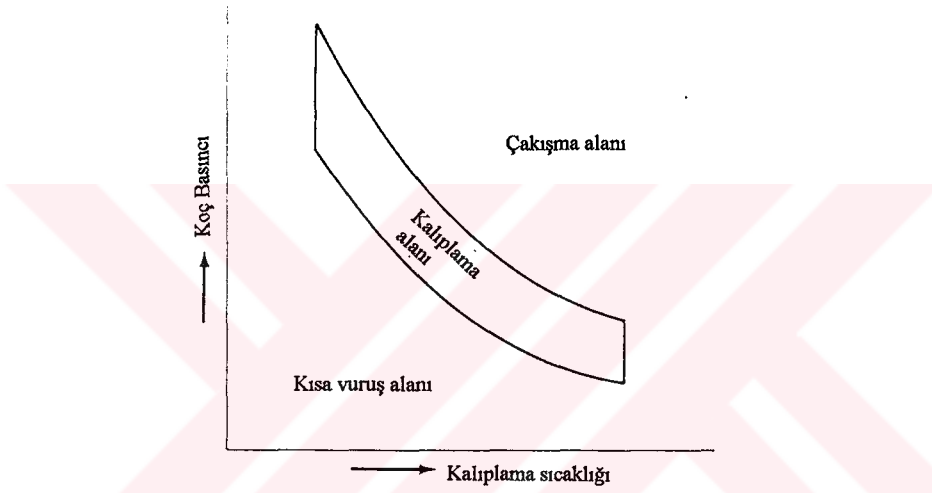
Şekil.4.7.f Koç konumundaki ve kalıp basıncındaki artan viskozitenin etkisi

Şekil.4.7.g Koç konumu ve kalıp basıncına uygulanan basınç düzeltmesinin etkisi

Basınç düzeltmesi kendi proses değişkenini (ortalama enjeksiyon hızı veya kalıp basıncı) ani bir oldukça büyük adımdan daha küçük artan adımda onun orijinal değerine dönüştüren gibi değişkenlere uygulanmalıdır. Ayarlanabilir artan adımlarda kontrol yaklaşımı kontrol noktalarının altında ve üstünde çevrim ihtimalini bertaraf etmek ve cevap vermek için makina dinamiği için zamana müsaade eder. Kalıp doldurmasının ve kalıp kapanmasının bağımsız kontrolü her bir dilime karşılıklı etkileşim olmaksızın zamanın en az miktarı içinde diğerinden bağımsız olarak kontrolde geriye dönmüş olmaya müsaade eder.

4.8 Plastik Enjeksiyon Kalıplama Diyagramı Teknikleri

Enjeksiyon basıncı(koç basıncı)değişkenliği,kalıp sıcaklığı grafiği çizilerek,bir kalıplama alanı diyagramı(MAD)(Molding Area Diagram)geliştirilmiştir ki kaliteli parçalar üretecek en iyi basınç ve sıcaklık bileşimini gösterir.Diyagramın boyutu(Şekil.4.8.a)iyi parçaların üretilmesinde kalıpcının serbestliğini gösterir.En düşük çevrim zamanında parçaları kalıplamak için,kalıplama makinası bu iki boyutlu diyagram(MAD)üzerinde en düşük sıcaklık ve en yüksek basınç bölgesinde ayarlanmış olacaktır.Eğer makina ve plastik değişkenleri sayesinde hurda miktarı artarsa,o zaman makina kontrollerine başvurulur, öyleki yüksek ısı ve/veya düşük basınçlar sadece kaliteli parçalar üretmek için ayarlanır.Bu kaliteli parçaların üretimi için basitleştirilmiş bir yaklaşımdır,çünkü sadece iki değişken kontrol edilmektedir.(Bu MAD yaklaşımı örneği bir thermoplastik kullanır;bir thermoset ile çevrim zamanını düşürmek için yüksek sıcaklık ve basınç kullanılacaktır.)



Şekil.4.8.a İki boyutlu kalıplama alanı diyagramı(MAD)

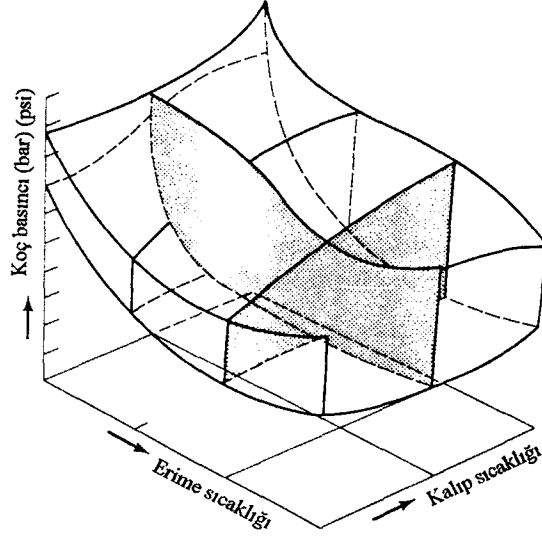
MAD,enjeksiyon basıncı(koç basıncı)değişkenliği,kalıp sıcaklığı grafiğini çizer.Bu alan sınırında bütün parçalar performans gereksinimlerini karşılarlar.Bununla beraber, diyagramın ucunda hurda miktarı makina ve kalıp değişimlerinden dolayı artabilir.

Kalıplama alanı tekniğinde,bir sonraki adım bir üç boyutlu diyagram kullanmaktır (Şekil.4.8.b).Erişik sıcaklığı değişkenliği,enjeksiyon basınçları değişkenliği,kalıp sıcaklığı grafiği çizilerek,makina kontrolünde çok doğru kontrol sağlanarak,bir kalıplama hacim diyagramı(MVD)(Molding Volume Diagram)elde edilir

Güncel bilgilerin gelişmesi kalıbın tam olarak dolduğu yerde bir değer elde edilene kadar yavaşça koç(enjeksiyon)basıncının artışı içerir.Bu,malzemenin bu bileşimi için minimum doldurma basıncında kalıp sıcaklığı ve erişik sıcaklığı ile ilişkilendirilir.Sonra koç basıncı kalıp çakışmasına kadar arttırılır.Bu maksimum çakışma basıncı olarak kaydedilir.Bu iki basınç değeri, sonra bir erişik ve kalıp sıcaklıkları bileşimi için bilgi noktalarının bir grubunu temsil eder.

Daha sonra,erişik sıcaklığı değiştirilir(kalıp sıcaklığı sabitinden ayrılarak) ve yeni bir minimum ve maksimum basınç grubu belirlenir.Bu maksimum ve minimum erişik sıcaklıkları bulunana kadar devam ettirilir.

Sonra,kalıp sıcaklığı değiştirilir ve maksimum ve minimum kalıp sıcaklıkları bulunana kadar üsttekilerin tümü tekrarlanır.İlk önce bilgiler elde edilir,üç boyutlu kalıplama hacim diyagramları oluşturulur.



Şekil.4.8.b Üç boyutlu kalıplama hacim diyagramı(MVD)

MVD oluşturulduktan sonra,erişim sıcaklığı,kalıp sıcaklığı ve enjeksiyon basıncının(koç basıncının)uygun bileşimini bulmak için onu analiz etmek mümkündür.

Kalıplama hacim diyagramları enjeksiyon kalıplama plastikleri için erişim sıcaklığının iki boyutlu kalıplama alanı diyagramlarında belli olmayan önemli bir değişken olduğunu gösterir.MVD ler her termoset ve termoplastiklerde kullanılır.

MVD yaklaşımının önemi,insanın enjeksiyon kalıplama için çok önemli değişkenlerin üçünü,yani enjeksiyon basıncını,kalıp sıcaklığını(veya termoplastikler için ocak sıcaklığını)ve erişim sıcaklığını analiz etmede bir anormal ve kolayca kavranan görülebilir yardım ile sonuçlandırması gerçeğinde yatmaktadır.

Kalıplama diyagramları yapmak için bu iki ve üç boyutlu yaklaşımı kullanarak, enjeksiyon hızını,kalıp içi basıncını,vs. analiz edebiliriz.Hatta manuel veya otomatik proses kontrollerinin kullanılıp kullanılmayacağını gözönüne alır.Bu bölümde ve daha önceki bölümlerde tartışıldığı gibi,otomatik kontrollerin kullanımı,kontrolleri ayarlamayı ve kaliteyi temin etmeyi kolaylaştırır.Elbette bazı kalıplar şimdi manuel kontroller ile kaliteli parçalar üretirler;ABD'de 70.000 enjeksiyon kalıplama makinasının pekçoğu sadece manuel kontroller kullanır.Fakat önemli değişimler oluşmaktadır,çünkü otomatik kontroller maliyeti önemli şekilde düşürebilirler ve sıfır hata sağlayabilirler(veya pratik olarak sıfır hata).

4.9 Plastik Enjeksiyon Makinasının Kontrolü

Plastik enjeksiyon makinası kontrol sistemleri,açık çevrim kontrol,kapalı çevrim kontrol ve adaptive(ayarlanabilir)kontrol olmak üzere üçe ayrılır.Bu bölümde bu üç kontrol sistemi incelenecektir.

4.9.1 Açık çevrim kontrol sistemleri

Çıktının kontrol hareketi üzerinde hiç etkisinin olmadığı bu sistemler açık çevrim kontrol sistemleri olarak isimlendirilirler. Diğer bir deyişle, bir açık çevrim kontrol sisteminde çıktı girdi ile mukayese edilmek için ne ölçülür ne de geri beslenir.

Hiçbir açık çevrim kontrol sisteminde çıktı referans girdi ile mukayese edilmez. Böylece, her referans girdi için burada bir sabitlenmiş koşul tekabül eder; sonuç olarak, sistemin doğruluğu kalibrasyona bağlıdır. Hataların varlığında, bir açık çevrim kontrol sistemi istenilen görevi yerine getirmeyecektir. Açık çevrim kontrol pratikte, sadece eğer girdi ve çıktı arasındaki ilişki biliniyorsa ve eğer ne iç ne de dış hatalar yoksa, kullanılabilir. Açıkça, böyle sistemler geribesleme kontrol sistemleri değildir. Dikkat çekicidir ki, bir zaman temelinde çalışan her kontrol sistemi bir açık çevrimdir.

Alışıl gelmiş bir "açık çevrim" makina sıralama kontrol sisteminde, giriş komutları ayarlanır ve bir bilinmeyen makina çıkış cevabı vardır.

Makina hidrolik basıncının ve koç konumunun monitörlenmesi;

1. Vida dönüş profili kararlılığı
 2. Hidrolik basınç profili kararlılığı
 3. Koç enjeksiyon hızı kararlılığı
- arasında mantıksal bir ilişki kurar.

Bir açık çevrim makina kontrol sistemi malzeme viskozitesindeki değişimleri telafi edemez. Malzeme viskozitesi değişimleri;

1. Arttırılmış viskozite (azaltılmış katılık)
 - a) Yüksek başlangıç (esas) hidrolik basınç profili
 - b) Yavaş koç enjeksiyon hızı
 - c) Kalıp malzeme basıncında düşük sonuç
2. Düşük viskozite (çok akıcı)
 - a) Düşük başlangıç (esas) hidrolik basınç profili
 - b) Hızlı koç enjeksiyon hızı
 - c) Kalıp malzeme basıncında yüksek sonuç

ile sonuçlanır.

Koç enjeksiyon hızı, hidrolik enjeksiyon koç silindiri içindeki yağın ölçülmesi ile kontrol edilir. Malzeme viskozitesi kalıbın dolması esnasında hidrolik basınç profilini oluşturur. Hidrolik basınç profili oluşturulan kalıp/makina kararlılığını monitörlemek için değerli bir parametredir.

4.9.2 Kapalı çevrim kontrol sistemleri

Geribesleme kontrol sistemleri genellikle kapalı çevrim kontrol sistemleri olarak bilinir. Pratikte, geribesleme kontrol ve kapalı çevrim kontrol terimleri birbirinin yerine kullanılır. Bir kapalı çevrim kontrol sisteminde harekete geçen giriş sinyali ve geri besleme sinyali arasındaki fark olan hata sinyali (kendiliğinden çıktı sinyali veya bir çıktı sinyalinin fonksiyonu ve onun türevleri olabilir), hatayı azaltacak ve sistemin çıktısını istenen bir değere getirecek şekilde kontrolöre geribildirilir. Kapalı çevrim kontrol terimi genellikle sistemin hatasını azaltmak için geribesleme kontrol hareketinin kullanımını içerir. Bir "kapalı çevrim" makina sıralama kontrolü sisteminde, giriş komutları ayarlanır ve

makina çıkış cevabı için düzeltmeler yapılır.Düzeltilme aşağıdakilerden herhangi biri olabilir:

1. Gerçek zaman:Duyulanmış bir sapma çevrim içinde makina elektrohidrolik valfi ve akışkan sistemin cevap verebileceği kadar hızlı düzeltilir.
2. Adaptive(ayarlanabilir):Duyulanmış bir sapma bir sonraki çevrim için ayarlanır.Ayarlama için sistemin yeteneği kalıplama prosesinin ne kadar hassas olduğuna ve sapmayı düzeltmek için kontrolörün kapasitesine bağlıdır.

Bir kapalı çevrim makina kontrol sistemi, malzeme viskozitesindeki değişimleri telafi edebilir.Bu kapasite başlangıç kalıp doldurma kararlılığını iyileştirir,fakat kalıp içinde son kalıp kapama basıncını tamamen belirlemez.

Koç konumu kalıbın içine malzeme doldurma hızını oluşturmak için programlanır.Hidrolik basınç kalıbın boşluğunun,yolluğunun kontrollu doldurulması esnasındaki malzeme viskozitesi değişimlerini telafi eder.

Son kalıp kapama basıncı bir hidrolik kalıp kapama basıncı için koç konumu(hız) profilinden anahtarlanarak kontrol edilir.

Kalıplama prosesinin kontrolü çok iyidir,fakat üründeki gerçek iyileşme her zaman gerçekleştirilmiş değildir.Kalıplama sisteminin monitörlenmesi bize;

1. Kalıp ayar kararlılığını iyileştirmek
2. Kalıplama problemlerini gidermek
3. Ekipmanın etkinliğini belirlemek
4. Prosesin çalışmasını görmek için yardım edebilir.

4.9.2.1 Microprocessor avantajları

Microprocessor temelli proses kontrolörleri onların maliyetleri ucuzladığında,çok yaygın olarak kabul edildiler.Halbuki,birkaç yıl önce bu kontroller sadece onların belli (doğru)kontroluna ihtiyaç duyan uygulamalar için kullanıldı,şimdi biz hemen hemen her işte onların uygulamasında avantajlar buluyoruz.

1. Ayarlama zamanının düşürülmesi:Ayarlam zamanı kaydetme için olan yetenek ile ve kademeli kronometre ayarı,sınır anahtar konumu(limit switch position)ve basınç seviyeleri ile çokça azaltılmış olabilir.Sonra bilgiler yeni ayar için makinayı ön ayarlama için saniyede kontrolöre gönderilmiş olabilir.
2. Kolay operatör "hassas ayar":Microprocessor girdileri operatör istasyonunda bulunmuş olabileceğinden dolayı,ayarlar makina etrafında gezinmeksizin yapılabilir.
3. En düzgün operasyon:Bu kontrol sinyallerinin eğimi sayesinde başarılı.Biz şimdi makina sıcaklığı değiştiğinde,basitçe bu çalışma koşulları altında,zamanın cevaptan daha uzun olduğuna benzer eğimleri ayarlayarak gerekli birçok yeniden ayarlamayı bertaraf edebiliriz.Sinyal şimdi valf cevabından daha yavaş olduğundan,sinyal her zaman çok birbirine benzer çevrim vererek,kontrolüdür.
4. Daha az boş zaman:Bu sistemlerle mümkün olan makina performansının değişmez monitörlenmesi düşük basınçlara müsaade eder ve sarsıntının azami sınırını bertaraf eder, o oranda uzayan komponent ömrü elde edilir.Uygun olarak uygulanmış bir sistem bir problem ortaya çıktığında,arızayı gidermek için daha az komponente sahip olacaktır ve bu bu sistemler arızayı teşhis edici programları da kapsayabilirler.
5. Girdi enerjisi azaltılması:Devrenin değişen taleplerine cevap vermek için,hidrolik sistemi programlayarak,girdi güç ihtiyaçlarını azaltmak için yeterliliğe sahibizdir.

İdeal olarak, biz birkaç komponentten oluşan bir sistem isteriz ve bu komponentler tamir edilebilir, endüstriyel çevre koşullarına dayanabilen ve genel bakım personeli tarafından tamir edilebilir olmalıdır.

4.9.3 Açık çevrim kontrol ve kapalı çevrim kontrol sistemlerinin mukayesesi

Kapalı çevrim kontrol sisteminin bir avantajı gerçekten geribeslemenin kullanımının sistem cevap vermesini nispeten dış hatalara ve sistem parametrelerindeki değişimlere duyarsız yapmasıdır. Bu böylece nispeten doğru olmayan ve pahalı olmayan komponentlerin verilen bir projenin doğru kontrolünü elde etmek için kullanımına olanak verir, halbuki açık çevrim durumunda yapılması olanaksızdır.

Kararlılık bakımından, açık çevrim kontrol sistemi tesis edilmek için daha kolaydır, çünkü sistem kararlılığı çok önemli bir problem değildir. Diğer taraftan, kararlılık kapalı çevrim kontrol sisteminde önemli bir problemdir, devamlılığın kararsızlıklarına veya genliğin değişimine sebep olabilecek doğrunun çok üstündeki hatalara meyledebilir.

Girdilerin zamandan önce bilindiği ve hataların hiç olmadığı sistemler için açık çevrim kontrol kullanımının tavsiye edildiği vurgulanmalıdır. Kapalı çevrim kontrol sistemleri sadece önceden tahmin edilmeyen hatalar ve/veya önceden tahmin edilmeyen değişimler sistem komponentlerinde mevcut olduğunda avantajlara sahiptir. Çıktı gücü değerlendirmesinin kısmen maliyeti, ağırlığı ve bir kontrol sisteminin boyutunu belirlediği dikkat çekicidir. Bir kapalı çevrim kontrol sisteminde kullanılan komponentlerin sayısı bir açık çevrim kontrol sistemindeki karşılığında daha fazladır. Böylece, kapalı çevrim kontrol sistemi genellikle maliyet ve güçte daha yüksektir. Bir sistemin gerekli gücünü azaltmak için, açık çevrim kontrol uygulanabilir olduğu yerde kullanılabilir. Uygun bir açık çevrim ve kapalı çevrim kontrollerinin birleşimi genellikle az pahalıdır ve sistem performansının tümünde yeterliliği verecektir.

4.9.4 Adaptive(ayarlanabilir)kontrol sistemleri

Birçok kontrol sisteminin dinamik karakteristikleri zaman geçtiğinde veya parametrelerde ve çevredeki değişimlerde komponentlerin bozulması gibi birkaç sebepten dolayı sabit değildir. Dinamik karakteristikler üzerinde küçük değişimlerin etkileri bir geribesleme kontrol sisteminde hafifletilmiş olmasına rağmen, eğer sistem parametrelerindeki ve çevredeki değişimler önemli ise, yeterli bir sistem, adaptasyon yeteneğine sahip olmak zorundadır. Adaptasyon, çevre koşullarındaki veya yapıdaki önceden tahmin edilemeyen değişikliklere göre kendiliğinden ayar(self adjust)veya kendiliğinden değiştirme(self modify) yeteneği anlamına gelir. Adaptasyonun gerçek bir yeteneğine sahip olan kontrol sistemi(yani, kontrol sistemi kendiliğinden tasarım parametrelerindeki değişimleri keşfeder ve en iyi performansı devam ettirmek için kontrolör parametrelerine gerekli ayarlamaları yapar), adaptive(ayarlanabilir)kontrol sistemi olarak isimlendirilir.

Bir adaptive kontrol sisteminde, dinamik karakteristikler kontrolör parametrelerinin en iyi performansı devam ettirmesi için ayarlanabilmeleri için her zaman tanımlanmış olmak zorundadırlar. (Böylece, bir adaptive kontrol sistemi sabit olmayan bir sistemdir.) Adaptive kontrol kavramı, sistem tasarımcıları için pek çok hoşgörüyeye sahiptir, çünkü bir adaptive kontrol sistemi, çevresel değişimlere uyumun yanında, hatta makul mühendislik hatalarına

veya kesin olmayan şeylere uyacak ve küçük sistem komponentlerinin yetersizliğini telafi edecektir,o suretle sistemin her yerinde güvenilirlik artacaktır.

Plastik enjeksiyon kalıplama prosesi üretim asnasında değişmeye yönelen malzeme ve makina koşullarında birkaç değişkene sahiptir.Bütün bu değişkenler kalıplanmış parçanın kritik özelliklerini etkiler.Malzeme özellikleri değiştiğinde veya makina ideal olarak önceden ayarlanmış çalışma parametrelerinin dışına çıktığında,operatör parçayı yapmak için en iyi uygun olan koşulları yeniden oluşturmak zorundadır.Operatör makina fonksiyonlarının birbirine bağlılığı gibi karmaşık bir durumla karşı karşıyadır ve malzeme koşulları,prosesin mükemmel bir kavrayışını gerektirir ve makina üzerinde bir seri karmaşık ayarlamalar,parça kalitesini devam ettirmek için yapılmış olmak zorundadır.Çoğu kez değişkenler,gerekli dereceler için kontrol edilebilir değillerdir ve operatör hatalı üretim ve yüksek bir enjeksiyon hızıyla uğraşmalıdır.

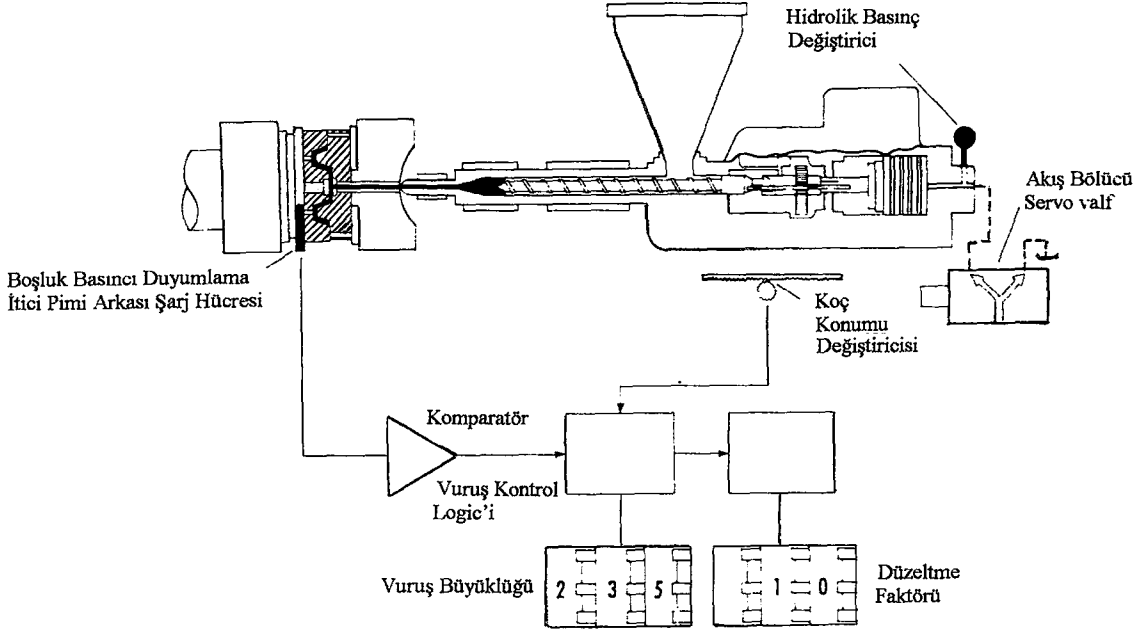
Hemen hemen 20 yıl önce gelişmiş olan Spencer ve Gilmore eşitlikleri şimdi parça kalitesi devamlılığını etkileyen kritik fonksiyonları yerine getirmek için devam ettirilmek zorunda olan ilişkileri tahmin etmek için yaygın biçimde kullanılır.Bu eşitlik,eğer sıcaklık (veya malzeme viskozitesi)sabit ise,plastik basıncı ve hacminin ters orantılı olduğunu gösterir.Kalıplama,doldurma ve kapama esnasında,kısa zaman aralıkları istendiğinden dolayı,plastik sıcaklığı yalnızca biraz düşer.Malzeme viskozitesi,bununla birlikte,bileşimin bir fonksiyonu veya makinanın uzun dönem sıcaklık koşullarının bir fonksiyonu olarak değişmeye yönelir.

Kalıbın soğuması esnasında plastiğin çekmesi,esasen verilen bir basınçta verilen bir kalıp boşluğunun içindeki moleküllerin sayısı ile belirlenir.Bu sebepten dolayı,kalıp boşluğu basınç kontrolleri bir denemede parçanın çekme parametresini kontrol etmek için kullanılmıştır.Viskozite değiştiği zaman,bununla birlikte,plastik hacmini ayarlamak için çekme önemlidir,öyleki bir kalıp boşluğu içindeki doldurulmuş moleküllerin sayısı sabit kalacaktır.Bunu başarmak için,kalıp boşluğundaki istenilen basınç karşı yönde hareket ettirildiğinde önceden sıkıştırılmış vuruş büyüklüğü ayarlanmış olmak zorundadır,koçun uç kısmı ile kalıp boşluğu arasında bulunan basınç altındaki toplam hacim sabit tutulacaktır. İki parametre olarak,basınç ve hacim,çok fazla birbirine bağlı olduğunda,devamlı ayarlamalar(her vuruşta)malzeme parametrelerindeki eğilimleri takip ederek yapılmak zorundadır.

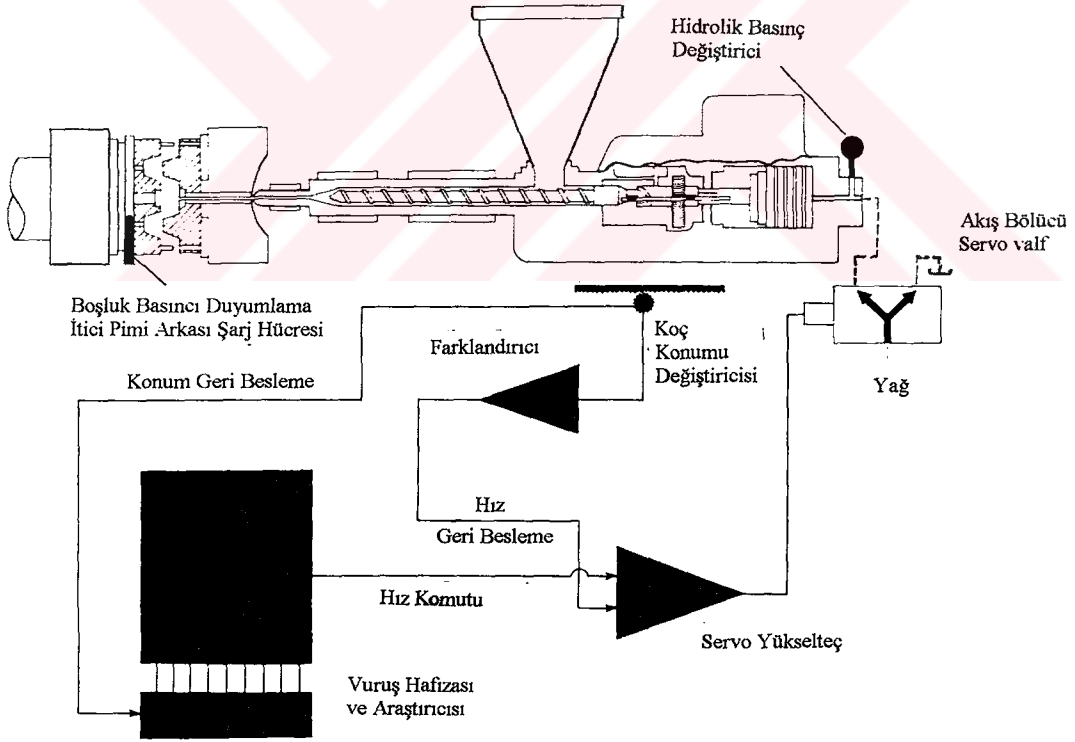
Devam ettirilmesi gereken diğer önemli koşul,plastik malzeme akış hızıdır.Akışkan akışı için Poiseuille eşitliği akış hızlarında basıncın önemini gösterir.Plastik viskozitesi akış esnasında sabitten epeyce uzaklaşır.Sonuç,akış davranışını basınca bağlı yapmaktır. Operatör plastik kararlılığı için akış yüzey hızını devam ettirmek istediğinde veya kalıbın gereksinimlerine göre akışı ayarladığında,malzeme hacmi ile beraber enjeksiyon hızı ve basınç,parça kalitesini devam ettirmek için kontrol edilmek zorunda olan çok önemli parametreleri oluşturur.

Şimdiye kadar,kalıp boşluğu basıncı,koç yağ basıncı ve koç hızı gibi özel parametreler ölçülmekteydi ve hatta kontrol edilmekteydi.Bu üç fonksiyonun birbirine bağımlılığı,bununla birlikte,tüm üç parametreyi eşzamanlı olarak kontrol edebilecek bir kontrol sisteminin kullanılmasını gerektirir ve kalıplama prosesi esnasında eşitliği dengede tutmak için karar vermeye ve otomatik ayarlama mukteldir.

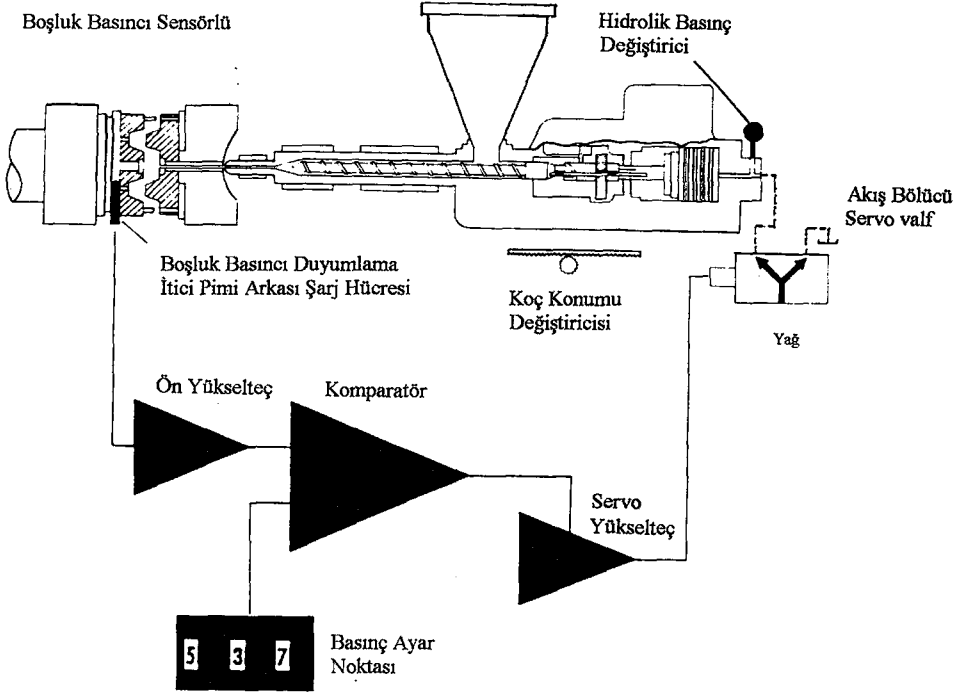
Hunkar Model 315 ayarlanabilir ram programlayıcı(adaptive ram programmer)sistem bu fonksiyonları tamamen otomatik olarak,devamlı olarak ayarlanan önemli parametrelerin yeteneğine sahip olarak ve proses sabitini devam ettirerek yapmak için dizayn edilmiştir.Şekil.4.9.4 a,b,c,d,e de bazı kontrol fonksiyonları açıklanmaktadır.



Şekil.4.9.4.a Vuruş kontrol fonksiyonu



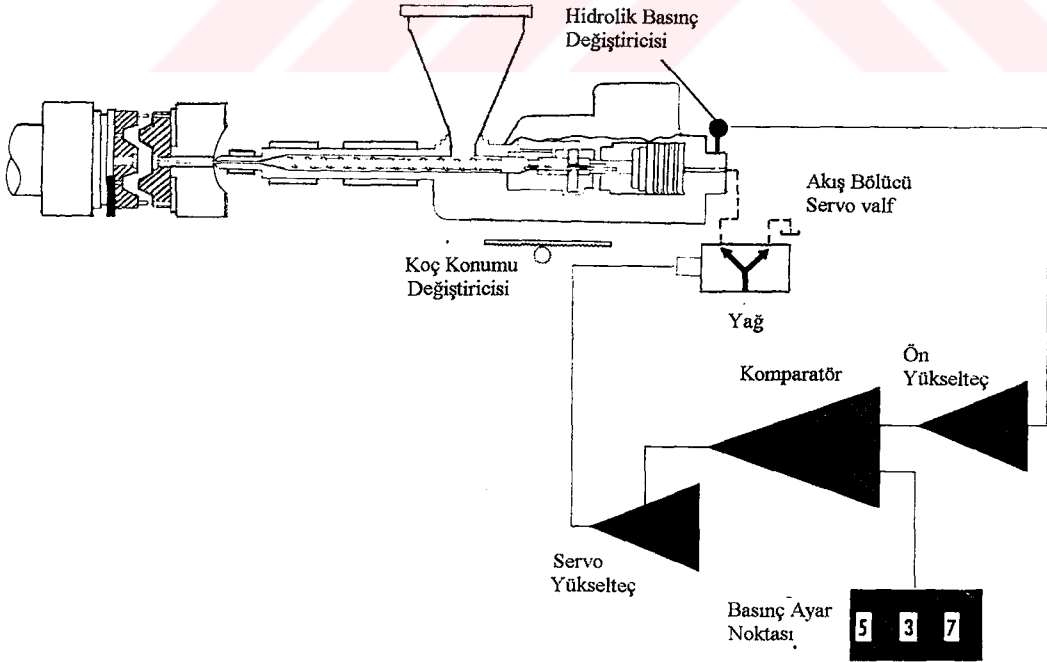
Şekil.4.9.4.b Enjeksiyon hız kontrolü



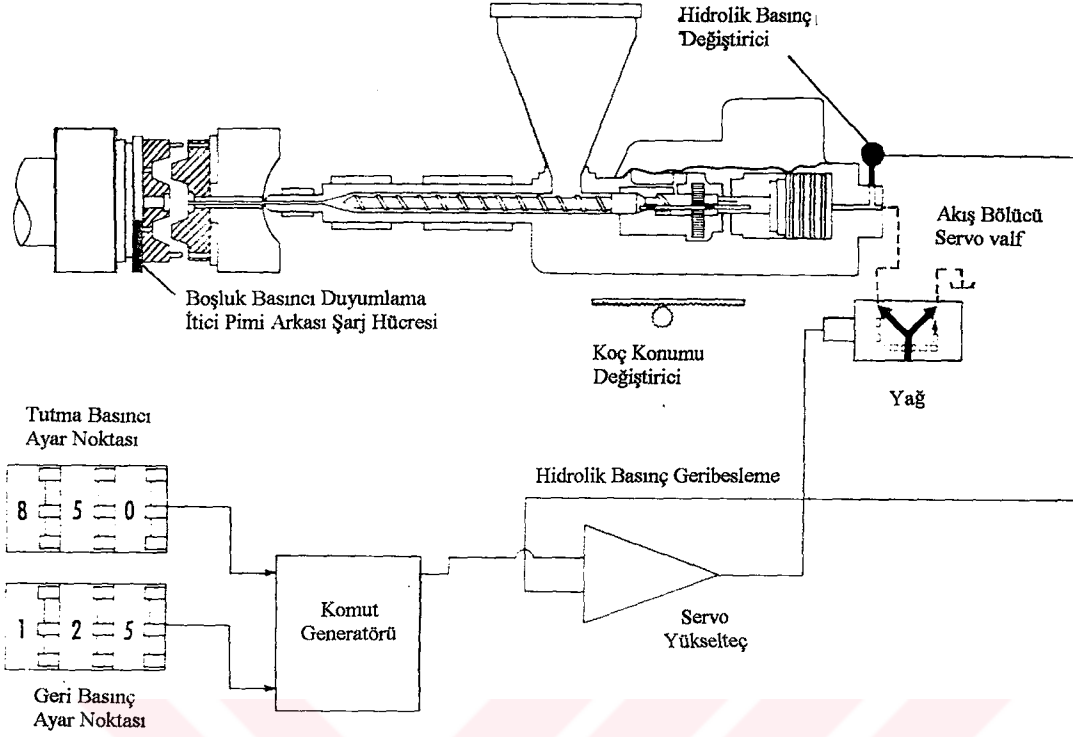
Şekil.4.9.4.c Enjeksiyon basıncı kesme kontrolü

Sistem,hatta parçanın yanmasını önlemek için bir otomatik hız iptalini içerir ve programlanabilir bir basınç değişimi koçun fırlamasını önlemeye meyleder,böylece parça boyunca uniform bir gerilim profili sağlanır.

Hidrolik Basıncı Sensörlü



Şekil.4.9.4.d Enjeksiyon basıncı kesme kontrolü



Şekil.4.9.4.e Tutma ve plastikleştirme basınç kontrolü

4.10 Ölçüm Aygıtları

Bu bölümde, plastik enjeksiyon proses kontrolünde ve makina kontrolünde kontrol edilmesi gereken kontrol parametrelerinin ölçümünde kullanılan aygıtlar açıklanacaktır.

Bir kapalı çevrim kontrolde, kontrol edilen değişkenlerin ölçümü bilhassa kesinlikle önemlidir. Ölçüm noktası ile referans noktası arasında geribeslemede meydana gelen her hatanın etkileri hesaba katılarak, tam olarak kontrol edilen değişkenlere uygulanır, bunun anlamı, kontrol edilen değişkenlerin kendiliklerinden asla onların ölçüm aygıtlarından daha fazla doğru olamayacağıdır. Aşağıdaki kriter ölçüm prosedürü ve ölçüm değiştiricisi (transducer) seçimi esnasında uygulanmak zorundadır:

1. Ölçülen değişken (mesafe, hareket, devir hızı, doğrusal hız, basınç vs.),
2. Ölçüm doğruluğu (kararlılık, doğrusallık, üretilebilirlik),
3. Ölçüm noktası (doğrudan veya dolaylı ölçüm, örneğin kuvvet veya basınç),
4. Dinamiklik (iletilmiş ölçüm frekansı).

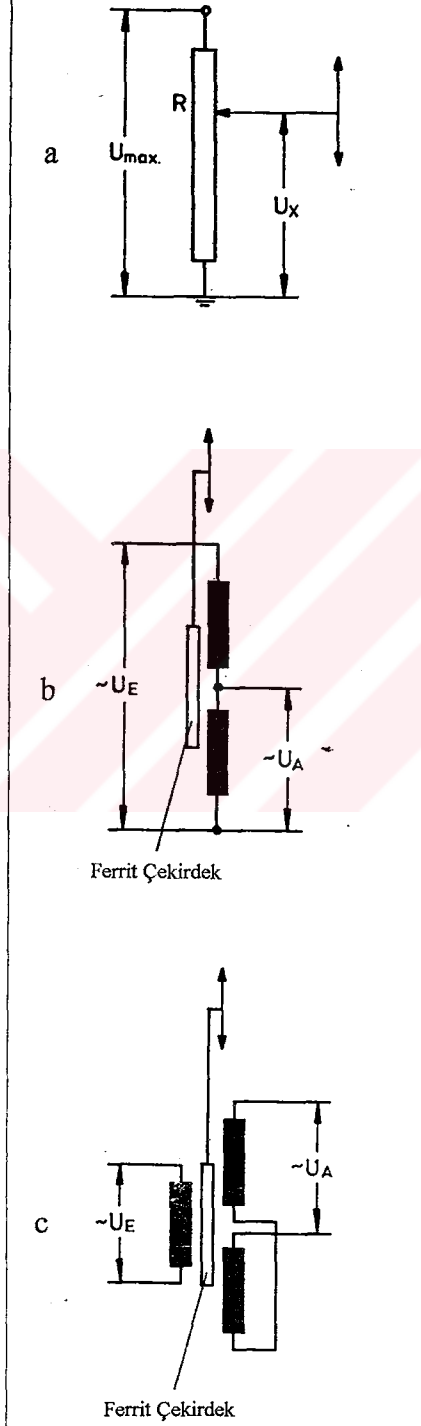
Aşağıda elektriksel çıktı sinyalli birçok değiştirici (transducer) açıklanacaktır.

4.10.1 Yerdeğiştirme veya konum ölçümü

1. Potansiyometre: Potansiyometreler açısal ölçüm ve konum ve yerdeğiştirme ölçümü için yaygın olarak kullanılırlar. Onlar uygun fiyatta, belirgin iyi doğrusallıkta ve pek çok çeşitli dizayn ve tipte mevcuttur. Telli potansiyometrelerle (wire wound potentiometer), kararlılık tel kalınlığına bağlıdır ve filmli potansiyometrelerle (film potentiometer) kararlılık kontak hareketine bağlıdır. Sinyalin dışında açılmanın doğruluğu doğrudan kaynak voltajı kararlılığı ile orantılıdır. Oysa potansiyometrelerle birlikte birçok dezavantajlar vardır.

Örneğin, kontak teması aşınması ve olumsuz ortamlarda ve yüksek kontak hızlarında kantağın zayıf teması bu dezavantajlardan biridir.

2. İndükleyici voltaj ayırıcı: Bu indükleyici biçimde temassız veya yakınlık prensibini kullanarak çalışır ve 100 mm stroğa kadar uygulanır. Esasen o merkez açmalı bir bobini ve bobinin içine doğru hareket ettirilen bir ferrite çekirdeği içerir. Bir AC güç kaynağı gereklidir ve ölçüm sinyali düzeltilmiş olmak zorundadır.

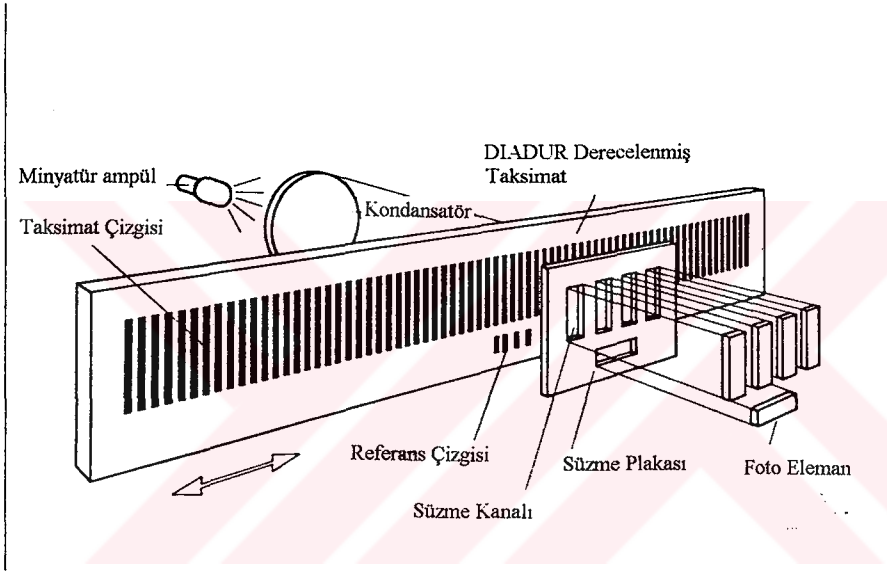


Şekil.4.10.1.a Potansiyometre, b İndükleyici voltaj ayırıcı, c Lineer değişken diferansiyel değıştirici(LVDT)

3. Lineer değişken diferansiyel değiştirici(LVDT):Çalışma prensibi indükleyici voltaj ayırıcıya benzer,buradaki farklı oluşum,bir ferrite çekirdeğin bir birinci ve bir ikinci bobin arasında hareket ettirilmesidir.

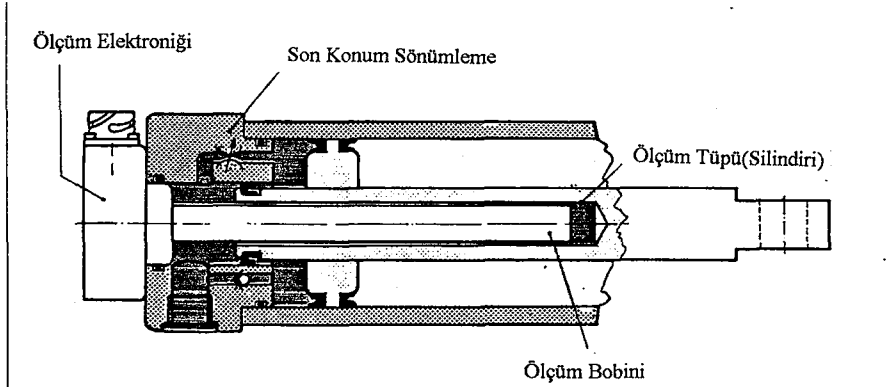
4. Fotoelektrik digital sensör:Bu değerli ölçüm aygıtı ile,ışıklı ve karanlık bir seri belirti (bir skala üzerinde veya bir disk üzerinde)fotoelektriksel olarak gözlenir.Sonuçlanan çok gönderme(pulse)veya hareket değerleri daha sonra bir elektronik sayaca depolanır ve değerlendirilir.

Anahtarlama açık olduğunda,yönelim özellikleri için,bu değerli ölçüm aygıtları bir referans noktasına ihtiyaç duyarlar.Digital mutlak sistemler bir referans noktası olmaksızın yapmalarına rağmen,onlar yine de değerlendirme özellikleri için oldukça karmaşık elektronik devreye ihtiyaç duyarlar.Bugün,derecelere ayrılmış cam skalalar üzerindeki gözleme çizgileri 8 ve 100 μ m arasındaki aralıklarla üretilir.1 μ m civarındaki bir kararlılık ışıklı çok göndermenin çoklu elektronik değerlendirmesi tarafından ulaştırılır.



şekil.4.10.1.d Fotoelektrik digital sensör

5. Birleşik yerdeğiştirme veya konum ölçüm sistemleri:Mevcut mesafe miktarı ve çevre koşulları ile ilgili olarak,ölçüm aygıtının silindir üzerine doğrudan yerleştirilmesi bazen problemleri ortaya çıkarır.



şekil.4.10.1.e Birleşik yerdeğiştirme veya konum ölçüm sistemleri

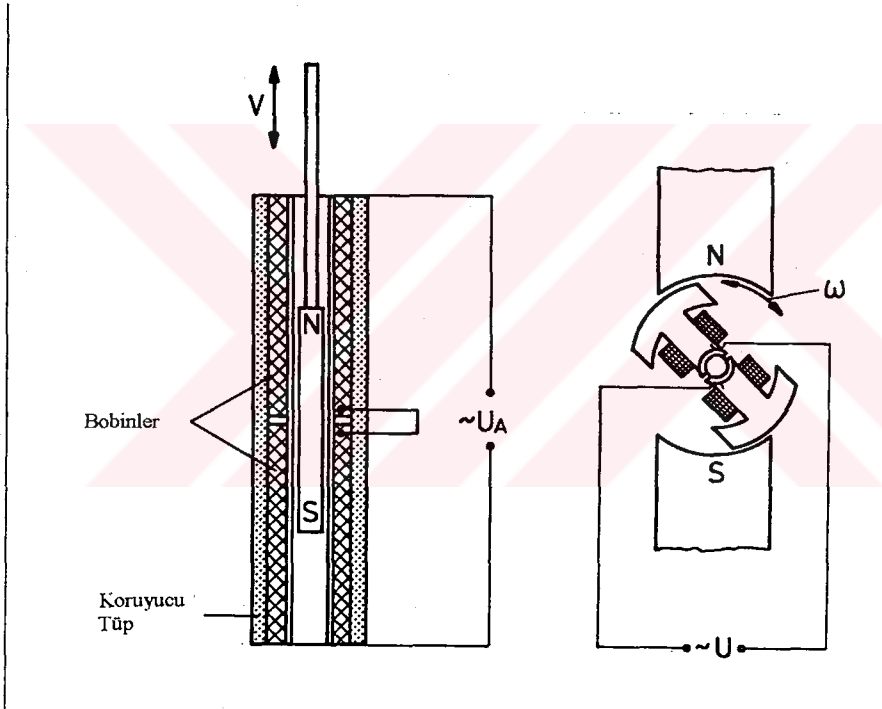
Diğer bir deyişle,silindir piston kolunda birleşik sistemler çok küçük mesafelere ihtiyaç duyarlar ve çevreden korunurlar.Potansiyometrik ve indükleyici sistemler bu tür uygulamalar için uygundurlar.

6. Diğer ölçüm sistemleri:Üstteki sistemlere ilave olarak,bu akustik metodların kullanımı(ultrason)sistemlerin laser ölçüm metodlarına uygun olduğunun söylenmesini hak eder.

4.10.2 Devir hızı veya doğrusal hız ölçümü

Devir hızı veya doğrusal hız,genellikle elektronik olarak zaman alan hareketlerin mesafesinin karşılaştırılması ile dolaylı olarak ölçülür.Genellikle,sürekli olarak tahrik edilen DC jeneratörlerin formlarında devir sayacı(tachometer)jeneratörleri devir hızının doğrudan ölçümü için kullanılır.

Doğrusal hızın doğrudan ölçümü için,sensörler bir rod şekilli sürekli magnetin iki bobin içerisinde hız bağımlı voltaj üretmesi esnasında kullanılırlar.



Şekil.4.10.2 Devir hızı veya doğrusal hız ölçümü

4.10.3 Basınç ve kuvvet ölçümü

Genellikle,sensörlerin gerilim,(yük,tazyik)ölçü prensibinden yararlanması basınç ölçümü için kullanılır.Bir genişleme veya eğilme elemanının deformasyonu vasıtasıyla kuvveti doğrudan ölçmek bile mümkündür.Bu ilişkide,kuvvetin bir kuvvet ölçüm civatası vasıtasıyla doğrudan ölçümü(Elektronik Ani çekiş Kontrolü)(Electronic Hitch Control) (EHC),anılan bir değer olarak ilgi çekici bir uygulamadır.



Şekil.4.10.3 Basınç ve kuvvet ölçümü

4.10.4 Diğer ölçüm aygıtları ve ölçüm elektroniği

Devir hızı, doğrusal hız, ivme, güç v.s, gibi ölçülen değişkenler genellikle mesafe, konum, zaman v.s olarak temel değerler gibi değerlerin ölçülmesi ile dolaylı olarak oluşturulurlar. Böyle yapmak için, bu sık sık elektronik devre için önemli maliyetleri gerektirir ki, bununla bir özel problem, bir minimuma eğilim gösteren sıcaklığın korunmasıdır.

4.10.5 Ocak sıcaklık kontrol ve ölçüm sistemleri

Plastik malzemenin eritilmesinin önemli bir parçası, enjeksiyon ünitesi ocağı etrafına yerleştirilmiş ısıtıcı bandlardan malzemeye verilen ısıdır. Vidanın içinde bulunduğu bölgede gruplanmış bu ısıtıcı bandlar, enjeksiyon ünitesi ocağında yerleştirilmiş thermocouplardan sıcaklık bilgisi alan yüksek ısı ölçerler(pyrometer) tarafından kontrol edilirler ve pyrometer ayar noktasıyla ilişkili olan belirtilen sıcaklığın olduğu yere bağlı olarak ısıtıcı bandları aç/kapa konumuna getirirler. Büyük microprocessor sistemlerinde, sıcaklık kontrol kapasitesi ayrı pyrometerlere olan ihtiyacı ortadan kaldıran, softwarelerde oluşturulur.

5.0 PROSES KONTROLU İLE ÜRETİM PERFORMANSININ İLİŞKİSİ

Kalıplama sisteminin monitörlenmesi mekanik ve thermal yükün etkilerini gösterebilir. Yükler(gerilmeler),malzeme makina ve kalıp içerisinde iletildiğinde,malzemeye mal edilir.Duyum için olan aygıt kullanımı,ölçüm ve kalıplama parametrelerindeki değişimlerin displayi proses kararlılığının belirlenmesine yardım eder.

Monitörleme üretim ile ilgili olarak prosese yardım eder.Duyumlanmış kalıplama parametreleri proses esnasındaki basınç,sıcaklıklar ve konum(hareket)arasındaki ilişkiyi gösterebilirler.

Monitörleme hatta ilave makina kontrolunun gerekli olup olmadığını kanıtlayabilir. Kalıplama prosesinin tabiatının hoşgörülmesi ve serbest ürün boyutları pekçok parçanın alışılacağımiş "açık çevrim" makina kontrol sistemleriyle üretilmiş olmasına müsaade eder. Ürün,hem boyutsal olarak ve hemde fiziksel olarak,çok ince olmayı gerektirirse, "kapalı çevrim" makina kontrolu avantajlı olabilir.

5.1 Sensör Gereksinimleri

Her sensör bir güç kaynağına ve bir yükseltece(amplifier)gereksinim duyar.Bir sensör bir giriş voltajı tarafından tahrik edilir,genellikle bir "ikaz" voltajı olarak isimlendirilir.Bir bileşke çıkış sinyali monitörlenmiş parametreye sensör tepki gösterdiği zaman üretilir.Bir yükselteç çıkış sinyalinin şiddetini yükseltmek için kullanılır.Yükseltilmiş sinyal şiddeti veya genliği,kaydetme yeteneği için gereklidir.

Sensörler ve elektriksel sistemler gerçek kullanımdan önce kalibre ve test edilmiş olmalıdır.Değişiklikler(farklar)aynı tip sensörler arasında meydana gelir.Eğer kesin monitörleme ve ölçüm tamamlanmalı ise,sensörler bir "sıfır" referansta tutulmuş olmalıdır.Elektriksel "sapma" elde edilmekte olan bilginin doğruluğunu yok eder.

5.2 Kalıplama Parametreleri

5.2.1 Basınç

Makina hidrolik basınç değiştirici: Bir hidrolik basınç değiştiricisi bir sinyal üretmek için kullanılır.Hidrolik basınç profilinin monitörlenmesi birçok makina probleminin teşhis edilmesine yardım edebilir.Hidrolik basınç değiştiricisi mümkün olduğunca enjeksiyon koçuna yakın yerleştirilmelidir;bu yer oldukça doğru basınç profili verir.Hidrolik basınç profilleri aşağıdakileri belirleyebilir:

- 1 Hidrolik basınç emniyet valfi ayar noktası kararlılığı
2. Basıncı kesme anahtarlaması için kronometre doğruluğu
3. Vida geri dönmesi esnasında hidrolik geri basınç ayarı
4. Vida geri dönmesi zaman kararlılığı
5. Enjeksiyon esnasında,malzeme viskozite değişimlerini yansıtan hidrolik basınç değişimleri

Makina malzeme basınç değiştirici:Malzeme basıncı monitörlenmesi,makina nozulünde bir değiştirici ile yapılabilir.Malzeme basınç profili,makina hidrolik basınç profiline benzer olacaktır.Makina ergitme ocağı içinde malzemenin basıncı ve hidrolik basıncı kalıp dolduğunda benzer olur.Makina nozulünde malzeme basıncının duyulanması yapılabilir, fakat onun faydası tartışılabilir.

Kalıp malzeme basıncı:Malzeme basınç değıştiricileri kalıbın çalışan sistemi içinde ve kalıp boşluğunda yerleştirilebilir.Doğrudan olmayan ve doğrudan malzeme sensörleri mevcuttur.Değıştirici tipinin seçimi,kalıp içindeki ürün konfigürasyonuna,kalıp konstrüksiyonuna ve çalışma sisteminin tipine bağlıdır.Pim yüklemeli tip malzeme basınç değıştiricileri dikkatlice dizayn edilmiş ve yerleştirilmiş olmalıdır.Malzeme basıncını iletmek için pimlerin kullanımı hatalara sebep olabilir;pimler bozulabilir,eğilebilir ve vulkanizasyon zamanı esnasında thermal etkilere sebep olabilir.Yer ve pim çapı monitörleme için gözönünde bulundurulmak zorundadır. "Seçim noktası" basınç duyumlamasından dolayı,değıştirici çıktıları zayıf olabilir.

Doğrudan malzeme basınç değıştiricileri şimdi mevcuttur.Basınç duyumlamasının doğruluğu oldukça iyidir,fakat malzeme basıncını monitörlemek ve duyulamak için yer seçiminde bir problem vardır.Boşluğun ortasında bulunan bir noktada monitörleme iyi bir genel kuraldır.Değıştiricilerdeki yapının bakımı(devamlılığı)bir kalıbın dizaynı esnasında gözönünde bulundurulmalıdır.

Kalıp malzeme basınç profili aşağıdakileri belirleyebilir:

1. Malzeme dolma zamanı
2. Malzeme azami basınç kararlılığı
3. Makina nozül kirlenmesi veya donmaması

5.2.2 Sıcaklık

Makina ocak sıcaklığı:Ocak sıcaklıkları thermocoupllarla(TC)kontrol edilir ve duyulanır.Bir TC kontrol ediliyor olan her bölge için gereklidir.Ekseriyetle üç bölge(ön, orta ve arka)duyulanır ve kontrol edilir.Nozül ekseriyetle kendine ait kontrole sahiptir.Doğru sıcaklık kontrolü ve sıcaklık ayar noktası için,aç/kapa tip sıcaklık ayar noktası kontrolörleri değil,akım oranlamalı kontrolörler kullanılmalıdır.

Ocak sıcaklıklarının monitörlenmesi;

1. Sıcaklık kontrolörü performansını
2. Ocak ısıtıcı yetersizliğini

belirleyebilir.

Kalıp sıcaklığı:Kalıp sıcaklığının kontrolü ekseriyetle bir bağımsız ısıtıcı/soğutucu ünitelerle yapılır.Kontrolör sıcaklık ayar noktalarına sahiptir ve kalıp ekseriyetle ayar noktası civarındaki herhangi bir sıcaklığın dışında dengede tutulur.Eğer kontrolör teçhizatları,kalıp su hatları ve basınç kayıpları minimize edilirse,kontrolör uygundur.

Kalıpsıcaklığının monitörlenmesi ekseriyetle TC lar ile yapılır.Onların doğrulukları TC nin yerine bağlıdır.TC yeri optimum yeri belirlemek için araştırılmış olmak zorundadır.Kalıptaki monitörleme sıcaklığının bu alanı ısıtıcıdaki/soğutucudaki/kalıp sistemindeki yüksek thermal ataletten dolayı zordur.

Malzeme sıcaklığı:Malzeme sıcaklığı makina nozülünde ölçülebilir.Malzeme ergime sıcaklığını ölçmek için ticari TC sensörler mevcuttur.TC aygıtlar çok basit ve yerleşim için çok değışmezdirler;enfraruj(kızılaltı) ve ultrasonik(ses ötesi)sistemler de mevcuttur,fakat çok fazla karmaşıktırlar.

Vida karıştırmasından,ocak ısıtmasından ve ocak oranına değışen bir girdiden dolayı,eriğikte malzeme sıcaklık farkları oluşabilir.Nozül eriğiyinin duyulanması;

1. Malzeme ergime kararlılığını
2. Makina plastikleşirmesindeki bir değışimi
3. Ocaktaki ısıtıcı yetersizliğini

gösterebilir.

5.2.3 Konum

Makina koç konumu:Koç konumu makina üzerine monte edilmiş,hem lineer hemde döner bir potansiyometreden monitörlenir.Sensör kalıplama prosesi esnasında koçu gösterir ve aşağıdakileri gösterebilir:

1. Kalıba malzemenin enjeksiyon hızını
2. "Açık çevrim"veya "kapalı çevrim"makina kontrolu esnasındaki koç profilinin kararlılığını
3. Geri konuma dönüş esnasındaki vida konumunu
4. Vida dönüş zaman kararlılığını

Makina bağlantı kolları:Makina bağlantı kolları kalıp kapatıldığında "gerilir(uzar)". Bu mekanik gerilme veya uzama gerilme ölçerler,ölçme saatleri ve lineer değişken sapma değiştiricileri(LVDT)ile ölçülebilir.LVDT ler küçük gösterim aygıtlarda bağlantı kolları içine veya mengeneye kanal açma ihtiyacını bertaraf eder.Bağlantı kolu gerilmesini monitörlmek aşağıdakileri gösterebilir:

1. Mengene kapama esnasındaki bağlantı kolunun dengesini
2. Kalıp mengene kapama tonajını
3. Makina çevrimi ve kalıp ısıtma ve soğutmasının thermal etkilerinden dolayı, makina/kalıp mengene kapama tonaj değişimlerinin oluşumunu

Kalıp parça bölme yüzeyi:Kalıp parça bölme yüzeyi ayırımı ibreli ölçerler ve LVDT ler ile ölçülebilir.Malzeme kalıba doldurulduğunda,parça bölme yüzeyi açık olabilir.Kalıp üzerinde makina mengene kapanması ile malzeme viskozitesi ve malzeme enjeksiyon hızı arasında doğrudan bir ilişki vardır.Bir kalıbın parça bölme yüzeyi ayırımını monitörleme aşağıdakileri gösterebilir:

1. Üründeki boyutsal değişimler
2. Kalıp çakışması(mold flashing)

5.3 Proses Kontrol Kullanılması Çok Kolay Bir Çözüm Değildir

Çok kısa çevrim zamanları ve çok ince veya çok karmaşık parçalar devamlı olarak plastik enjeksiyon kalıplamada doğru(hassas)kontrol için ihtiyacı artırır.Bu yüksek üretim oranlarında,aşırı hurda ve redler her zamankinden daha az istenir hale gelir ve kalıpcı bu seviyeleri düşürmek için kendi kendine çareler bulur.

Kalıplama iyileştirmesi,ürünleri doğrudan kalıplama makinasından montaj istasyonuna nakleden son derece otomatikleşmiş operasyonlar ile daha fazla karmaşılaştırılır.Etkili proses kontrol,bu yüzden,modern proses teknolojisinin yararlarını devam ettirmek için zorunludur.

Çok gelişmiş bir proses kontrol sisteminin satın alınması kalıplama kalite problemleri için gerçi çok kolay bir çözüm değildir.Parça red problemlerinin çözümü ilk ortaya çıktığı gibi aşikar olmayabilen,gerçek sebeplerin tam bir anlaşılmasını gerektirir.Yardımcı faktörleri tanımlamadaki hata "mükemmel parça" için kalıpcıyı bir zaman tüketimi araştırmasına mecbur edebilir.

Bir problemin arızasını gidermeye başlamak için alışlagelmiş yer,erişik sıcaklığı ve

basınctır.Fakat sık sık,problem çözümü çok zordur;o kalıp dizaynını,kontrol aygıtlarının bozulmasını,dığer makina elemanlarını kapsayabilir. Bazen, doğrudan prosesle ilgili olmayan, bir operatörün kontrol aygıtlarını rastgele ayar yapması gibi faktörler kaliteyi etkiliyor olabilir.Proses kontrol sistemleri doğrudan ilgili olamayan koşullar gibi koşulları telafi edemezler.

5.3.1 Kontrol

Bütün prosesler bir dereceye kadar kontrol altındadırlar.Bütün plastik enjeksiyon kalıplama makinaları kontrolun bir türü ile donatılır.Bununla beraber,bu kontrollerin pekçoğu bir açık çevrim tip kontroldür.Onlar sadece bazı çalışma sıcaklığını,basıncı, zamanı veya piston hareketi için bir mekanik veya elektriksel aygıtı ayarlarlar.Ayarlamalar kaliteli parçaların yapımı için artık uygun olmasa bile onlar kendilerinin ayar noktalarında çalışmaya devam edeceklerdir.Problem, açık çevrim kontroller ile telafi edilmeyen karmaşıklıkları gözleme güçlüğüünün bir türü ile bütün prosesin karşı karşıya olduğudur.

Proses kontrol karmaşıklıklarının etkilerini bertaraf etmek için bazı proses parametresi ve uygun bir makina kontrol aygıtı arasında çevrimi birleştirir.

Proses kontrol gelişiminin çeşitli seviyeleri vardır;herbiri farklı kontrol parametrelerini kullanır.Bir seviye enjeksiyon kalıplama için yalnızca çok faydalı kontrol parametresi olan, kalıp boşluğu basıncı ölçümünü kullanır.

Proses kontrol stratejisinin oldukça etkili uygulaması proses değişiminin muhtelif yönlerinin ve ürün kalitesi ile olan ilişkilerinin bir anlaşılmasını gerektirir.

Bir kalıplama kalite probleminin çözümü için iki temel yaklaşım vardır:

1. Temel problemi düzeltmek veya,
2. Temel problemi uygun bir proses kontrol stratejisi ile yenmek.

Seçilmiş olan yaklaşım proses probleminin niteliğine bağlıdır ve zaman ve paranın var olması problemin düzeltilmesi içindir.Proses kontrol,bazı durumlarda çok ekonomik bir çözüm sağlayabilir.Birine karar vermek için sistematik olarak bu normal proses karmaşıklıklarının büyüklüğünü her ne zaman mümkünse onları ürün kalitesiyle ilişkilendirerek ve sebebi tanımlayarak ölçmek zorunludur.

Çok pahalı bir sistemde inceleme yapmadan önce,kalıpçı "en iyi" kontrol sisteminin problemi çözüp çözemeyeceğine karar vermek için problemin gerçek niteliğini metodik olarak belirlemek zorundadır.

5.3.2 Bağlama çubuğu uzaması

Performans için kalıbı doğrudan etkileyebilen,bağlama çubukları üzerindeki ısı etkisine sebep olmayı pekçok kontrolun dikkate almaması bir problem örneğidir.Aşağıdaki bilgi bağlama çubuğu uzaması ve kalıp thermal genleşmesi için hesaplamaları sağlar.

1. Bağlama çubuğu uzaması:Bağlama çubuğu uzunluğundaki değişme,e;

F= Her bağlama çubuğu için kuvvet

L= Çubuk uzunluğu

E= Elastiklik modülü

A= Çubuğun kesit alanı

olduğunda,

$$e = \frac{F \times L}{E \times A} \quad (5.3.2)$$

olarak hesaplanabilir.

Bir bağlama çubuğu çapı 15.24 cm(6 inc) veya bir kesit alanı 182.41 cm²(28.27 inc²) olan bir 500 ton enjeksiyon kalıplama makinasında maksimum kalıp yüksekliği 452.12 cm(178 inc) olduğunda,bağlama çubuğu uzaması:

$$e_{\max} = \frac{113400 \text{ kg} \times 452.12 \text{ cm}}{2.10921 \cdot 10^6 \text{ kgf/cm}^2 \times 182.41 \text{ cm}^2} = 0.133096 \text{ cm}(0.0524 \text{ inc}) \text{ e eşittir.}$$

Minimum kalıp yüksekliği 370.84 cm(146 inc) olduğunda uzama:

$$e_{\min} = \frac{113400 \text{ kg} \times 370.84 \text{ cm}}{2.10921 \cdot 10^6 \text{ kgf/cm}^2 \times 182.41 \text{ cm}^2} = 0.10922 \text{ cm}(0.0430 \text{ inc}) \text{ e eşittir.}$$

Bir bağlama çubuğundaki kuvvet ve uzamadaki bir küçük değişimin etkisini hesaplamak için,biz F i çözeriz:

$$F = \frac{eEA}{L}$$

Maksimum kalıp yüksekliğinde,her 0.00254 cm(0.001 inc)uzama için kuvvetteki değişim:

$$F_{\max} = \frac{0.00254 \text{ cm} \times 2.10921 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2 \times 182.41 \text{ cm}^2}{452.12 \text{ cm}} = 2160.9504 \text{ kg}(4764 \text{ pound}) \text{ dir.}$$

Minimum kalıp yüksekliğinde,aynı uzama için kuvvetteki değişim:

$$F_{\min} = \frac{0.00254 \text{ cm} \times 2.10921 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2 \times 182.41 \text{ cm}^2}{370.84 \text{ cm}} = 2634.5088 \text{ kg}(5808 \text{ pound}) \text{ dir.}$$

2. Thermal kalıp genişmesi:Eşit olmayan(değişken)kalıp genişmesi kalıp ortasında bir sıcaklık farkı ile ortaya çıkabilir.Kalıp genişmesi G,aşağıdaki formül ile hesaplanır:

G = Kalıp boyu x Lineer genişleme katsayısı x Kalıp sıcaklığı

Sıcaklıklar 100 ve 120 °F olduğu yerde,bir 50.8 cm(20 inc) uzunluğundaki kalıpta, kalıp genişmesi:

$$G_{100} = 50.8 \text{ cm} \times 6 \times 10^{-6} \times 100 \text{ } ^\circ\text{F} = 0.03048 \text{ cm}(0.0120 \text{ inc})$$

$$G_{120} = 50.8 \text{ cm} \times 6 \times 10^{-6} \times 120 \text{ } ^\circ\text{F} = 0.03657 \text{ cm}(0.0144 \text{ inc}) \text{ e eşittir.}$$

Kalıbın farklı taraflarında genişmedeki fark,sonra;

$$G_{120} - G_{100} = 0.03657 - 0.03048 = 0.00609 \text{ cm}(0.0024 \text{ inc}) \text{ olarak bulunur.}$$

6.0 PROSES KONTROL ANLAYIŞI İÇİN BASİTLEŞTİRİLMİŞ YAKLAŞIM

Bir plastik enjeksiyonla kalıplanmış plastik parça imalatının prosesi başarılı bir sonuç için uygun biçimde bir araya gelmek zorunda olan birçok dinamik kısma sahiptir. Bu kısımların herbirinin sonuna kadar yeter derecede kontrolden yoksun olması, istenilen üründen daha az ürün ile sonuçlanacaktır. Plastik enjeksiyon kalıplama prosesinin iyi bir ürün yapma zorunluluğu için üç anahtar madde (bileşen) vardır.

1. Yeterli dinamik performans
 2. Yeterli tekrarlanabilirlik
 3. Uygun kontrol parametrelerinin seçimi
- Bu maddelerden (bileşenlerden) birinin olmaması;

1. Yüksek hurda oranları
 2. Uzun çalışma zamanları
 3. Yüksek parça maliyetleri
- ile sonuçlanabilir.

Bu incelemenin amacı;

1. Hangi değişkenlerin plastik enjeksiyon kalıplama makinasının bir yeteneği olduğu ve kendilerini nasıl belli ettiklerini göstermektir.
2. Kontrol için değişkenliği en iyi ortadan kaldıracak parametreleri seçmek ve bunu neden yaptıklarını anlamaktır.
3. Kontrol edilebilirliğe neyin imkan verdiğini ortaya çıkarmaktır.
4. Temel bir proses kontrolün hangi özelliklere sahip olması gerektiğini ortaya çıkarmaktır.

İncelemenin son bölümü bu temel özelliklerin uygulamalarına ayrılmıştır.

6.1 Değişkenler Nelerdir?

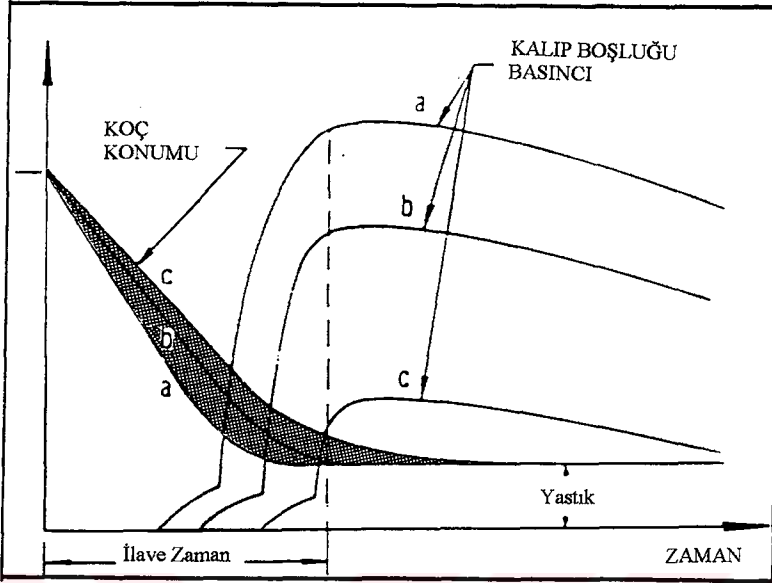
Performansı tahmin edebilmek için, performans karşıtını ölçmek için bir referans olmak zorunluluğu vardır. Bir plastik kalıp durumunda, kalıp boşluğu basınç profili proseste değişimler ile kolayca etkilenen bir parametredir. O bu tartışma için referans olarak seçilir. Bu bölüm değişkenlerin bu parametreyi nasıl etkilediğini ve onların kalıplanan parça üzerindeki etkilerini gösterir.

Bir araya getirildiklerinde benzer etkilere sahip olan değişkenlerin dört grubu vardır.

6.1.1 Grup-1: Erişik viskozitesi ve doldurma hızı

Tipik proses kontrolü olmayan makinalar koç pistonuna sabit bir enjeksiyon hidrolik basıncı uygularlar. Dönüşte bileşke kuvvet, viskoz plastik erişik içinde koçun hızı tarafından yok edilir (karşılanır). Sonuç, erişiyin viskozitesi ile ters orantılı ve hidrolik basınç ile doğru orantılı bir doldurma hızıdır. Düşük viskozite ve/veya yüksek hidrolik enjeksiyon basıncı, hızlı doldurma hızı. Sabit bir ilave zaman ile doldurma hızı değişimleri Şel. 6.1.1 de gösterilir. Eğer doldurma hızı çok hızlı ise (eğri a), kalıp boşluğu basıncı ilave zaman bitmeden önce uzun süre artar. Sonuç parçanın önceden kapanmasıdır (overpacking). Etkilerin bazıları aniden görünür ve/veya (+) yönde parça toleransının dışındadır. Eğer doldurma hızı çok yavaşsa (eğri c), tamamen karşıtı olur; kalıp boşluğu basınçları yetersiz yüzey bitirme, boşluk (dolmama) ve/veya boyutsal problemlerle sonuçlanan yetersiz kapanan parçayı gösterir (underpacked). Grup-1 değişkenleri (enjeksiyon basınçları, erişik

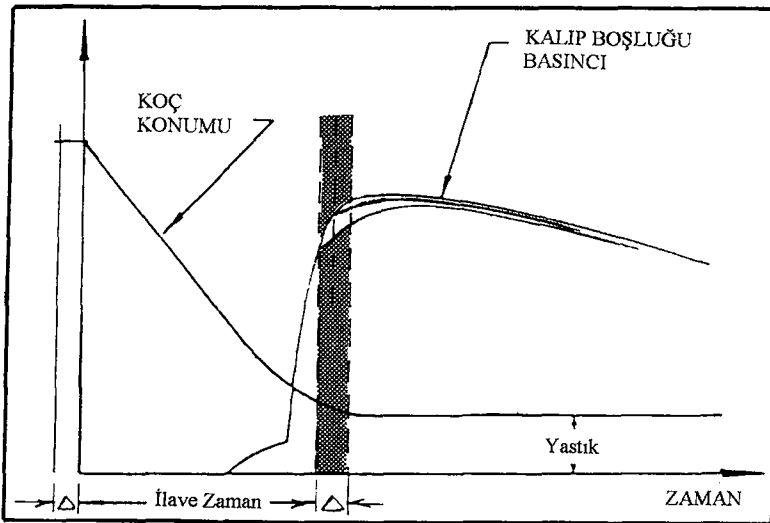
sıcaklıkları ,eriğik viskozitesi ve doldurma hızı)açıkça karşılıklı olarak ilgilidirler ve Şekil. 6.1.1 in kalıp boşluğu basınç değişimleri tarafından ispatlandığı gibi parça karakteristikleri üzerinde çok fazla etkilere sahiptirler.



Şekil.6.1.1 Farklı eriğik viskoziteleri ve farklı doldurma hızlarından ileri gelen kalıp boşluğu basınç değişimleri

6.1.2 Grup-2: İlave zaman

Tipik proses kontrolü olmayan makinalar doldurma ve kapanma (pack) çevrimini bitirmek için bir ilave zaman kronometresine sahiptirler.Hatta iyi doldurma hızı tekrarlanabilirliği ile,azami kalıp boşluğu basınçlarındaki değişimler koçun ilave modda olduğu zamandaki değişimlerden ileri gelebilirler(Şekil.6.1.2).Bu değişimler tipik olarak valften ve bir çevrimden diğerine,bu komponentlerin uzun dönem sapmaları gibi solenoid cevap zamanlarından ileri gelir.



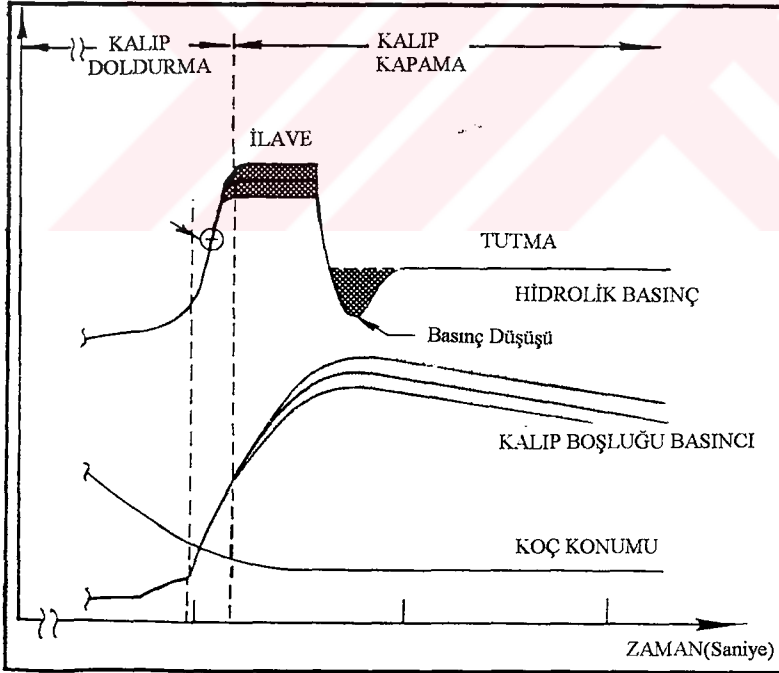
Şekil.6.1.2 İlave zaman değişimlerinden ileri gelen kalıp boşluğu basınç değişimleri

Kalıp boşluğu basınç değişimleri ilave Grup-1 değişimleri olarak parçalar üzerinde aynı etkiye sahip olmadan çıktığı zaman ortaya çıkar. Problem burada ayrı ayrı başlatılır, çünkü onun çözümü Grup-1 değişimleri çözümünden farklıdır.

6.1.3 Grup-3: Kapama ve tutma basınçları

Tipik proses kontrolü olmayan makineler kalıbın dolması esnasında kullanılmış olan aynı koç basınç ayarını kalıbın kapatılması esnasında kullanırlar. Basınç ayarının seviyesi kalıp çakışması (flashing) olmaksızın iyi kalıp doldurması veren seviyedir. Bu kapanma basıncındaki değişimler kalıp boşluğu basıncı profili değişimi ile sonuçlanır (Şekil.6.1.3). Bu kalıp boşluğu basınç değişimleri boyutsal ve yüzey bitirme problemlerine sebep olabilen bir kararsızlığı gösterir. Bu basınç değişimleri vuruştan vuruşa değişimler gibi valf aşınması ve sıcaklık koşullarının sebep olduğu emniyet valfi tekrarlanabilirlik problemlerinin bir sonucudur. İlave olarak, son kapama basıncı ayarı zaman-en uygun parça doldurma yeterliliğinden daha az olarak bizi sınırlandırıyor olabilir.

Parça kalıplandıktan sonra, ilave zaman kronometresi uygulanmış hidrolik basıncı parça soğurken bir tutma basıncı için düşürür. Bu noktada kalıp boşluğu basıncı sensörü kayıp kesin plastik basıncı okunuşları için hareket eder, çünkü parça yüzeyi katılaşmaya başlıyordur. Bu sinyalden yapılan düşümlerin daha fazlası hatalı olabilecektir. Bununla beraber, deneyim kapamadan tutmaya kadar anahtarlamada, bir basınç düşüşünün parça yüzeyinde çöküntülere sebep olabileceğini göstermiştir (Şekil.6.1.3).



Şekil.6.1.3 İlave basınç değişimlerinden ileri gelen kalıp boşluğu değişimleri

6.1.4 Grup-4: Geri alma veya plastikleştirme

Geri alma esnasında içerilen değişkenler, kalıp boşluğu basınç profilinde diğer doldurma çevrimine kadar ortaya çıkmaz. Geri alma eriğiyin viskozitesini kullanmak zorundadır (Grup-1 değişkenlerine bakınız). Bununla beraber, geri alma değişkenleri tanımlanmış olabilir. Bu değişkenler plastik malzemeye ilave edilen ne kadar enerjiyi kullanmak zorundadır; bu enerji ve bileşke viskozite değişecektir.

Önemli siparişlerin geçmişinde üç ana değişken;

1. Vida torku kadar hızlı üretim
2. Geri basınç kadar koç geri alma üretim hızı
3. Ocak sıcaklığıdır.

Tipik olarak bu değişkenlerin kontrolü için olan teşebbüsler kendilerinin kısa ve uzun dönem problemlerine sahip olan, akış ve/veya emniyet valflerini kullanmak zorunluluğundadır.

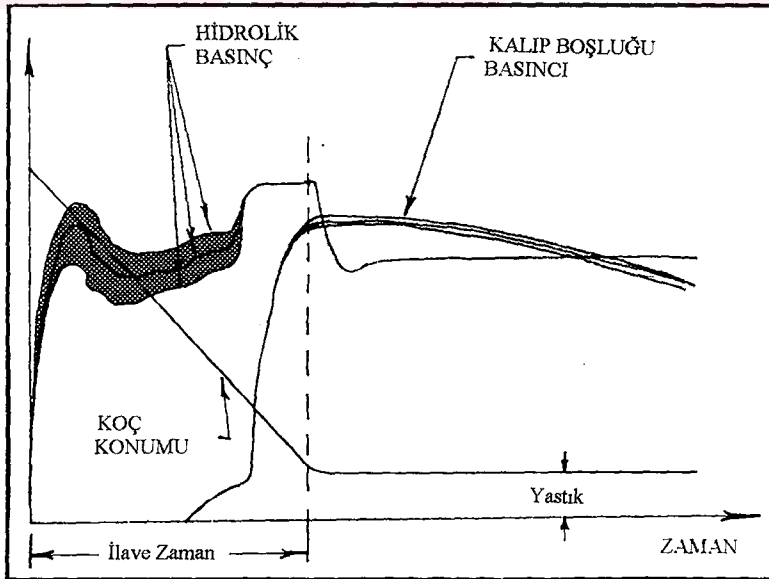
6.2 Proses Kontrol Neden Yapılmalıdır?

Basitçe belirli bir proses kontrolör için üç sebep vardır:

1. Proses değişkenlerinin başından sonuna kadar kontrolünü elde edecek bir grup kontrol edilmiş parametreleri seçmek
2. Parametre tekrarlanabilirliğini iyileştirmek
3. Parametre ayarlanabilirliğini iyileştirmek

6.3 Hangi Parametrelerin Kontrolü Değişkenliği En İyi Bertaraf Edebilir?

1. Doldurma çevrimi: Grup-1 değişkenlerinin hepsinden ileri gelen kalıp doldurmanın değişimlerini bertaraf etmek için, viskozite değişimleri ve kalıp tepki kuvvetleri oluşumu istenir olacak olduğunda, bir kontrol düzeni hidrolik basıncı ayarlar. Bu doldurma hız kontrolü olarak bilinir. Hız bağımsız parametredir ve hidrolik basınç bağımlı değişkendir.

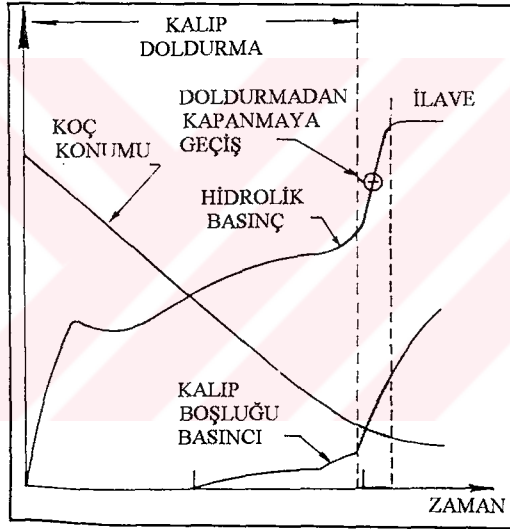


Şekil.6.3. a Farklı eriğik viskozitesine rağmen, kapalı çevrim kontrolün bir sonucu olarak kalıp boşluğu basınç kararlılığı

Şekil.6.3.a hidrolik basıncın bilinen seviyede bağımsız hızın(koç pozisyon değişiminin hızı)yönetilmesini nasıl çeşitlendirmek zorunda olabileceğini gösterir.

Sonuç,kalıbın çok uygun(devamlı/kararlı)bir dolması ve çok uygun bir kalıp boşluğu basınç profilidir.İlave bir yarar,eğer istenilen bir doldurma hızını başarmak gerekli ise, enjeksiyon basınçlarının kapama basınçlarını geçebileceğidir.

2.Doldurmadan kapanmaya: İlave zaman değişiminin bertaraf edilmesi,ilave zaman kronometresinin basitçe yerinin değiştirilmesi ile mümkündür.Bununla beraber,bazı şey onun yerine geçmelidir ki bu doldurmayı takibeden operasyonun oluşumuna duyarlıdır. Çevrimin bu kısmında kalıp zorunlu olarak dolmuş olacaktır ve her daha fazla dolma plastik eriğiyin geniş ölçüde sıkışması ile sonuçlanacaktır.Plastik sıkışması iyi parça kaliteleri için gereklidir ve sıkışmanın ölçüsü uygun olarak kontrol edilmiş olmalıdır.Bu olay oldukça yakın olduğunda hidrolikteki çok fazla artış ve kalıp boşluğu basıncı Şekil.6.3.b de görüldüğü gibi,bilinendir.Hidrolik basınçtaki çok fazla artışın duyulanması,bir kronometre kullanmadan onun uygun zamanda dolmasının sonuna yerleştirilecektir.Özel bir bölge için bu olayın meydana çıkmasının irtibatlanması,eğer gerekli ise,doldurma esnasında yüksek enjeksiyon basınçlarına müsaade eder (Şekil.6.3.b).



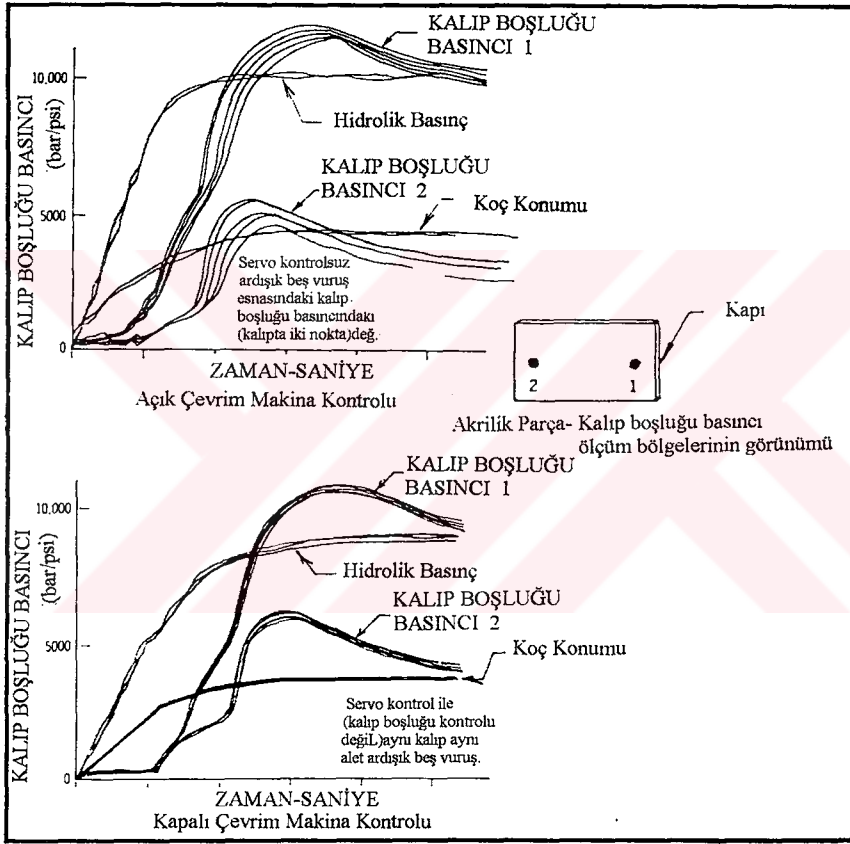
Şekil.6.3.b Doldurmadan kapanmaya geçiş

3.Kapanma ve tutma: Kapanma ve tutma durumunda uygun parametre önceden seçilmiş basınçtır.Bununla beraber,basınç kontrol metodu iyileştirilmiş olabilir.Kapanma veya tutmadaki basınç seviyesi ve dinamik performans önemlidir ve onları iyileştirme yolları daha sonra tartışılır.

4.Plastikleşme: Uygun eriğik viskozitesi bir makina çevriminin plastikleştirme evresi için istenilen amaçtır.Eğer plastikleştirme evresi işini sonraki parça yapılarına kadar uygun olarak yaptıysa,söylenecek iyi bir yöntem henüz yoktur.Bu vida hızı ve geri basıncın kontrolü için bir algoritmaya,geri besleme olarak vidanın ucunda viskoziteyi ölçmek için bir değiştiricinin gelişimi için verimli bir alan olabilir.Böyle bir aygıtın eksikliğinde,çalışmalar plastikleştirmeye ilave edilen enerjinin mümkün olduğu kadar tekrarlanabilirliğini muhafaza etmek için yapılır.Eriğik için enerji ilavesinde kontrol edilebilen üç parametre vardır ki bunlar vida hızı, geri basınç ve ocak sıcaklığıdır.

Standart makinalarda hız ve basınç kontrolü akış ve basınç valfleri gerektirir ve bu aygıtların herbiri onlarla birlikte kısa ve uzun dönem değişimlere sebep olur. Akış ve basınç kontrolü iyileştirmek için olan metodlar daha sonra tartışılır. Üçüncü kontrol edilebilir parametre olan sıcaklık, yetenekli aygıtların durumları ile birlikte yeterli kontrole sahip olmak için görünürler.

Özetle, birçok değişken iki parametrenin kullanılması sayesinde bertaraf edilebilir, hız ve basınç. Daha çok tekrarlanabilir, daha çok dinamik olarak kontrol edilebilir bu parametreler, görevi bitip serbest kalmaları için oluşturulurlar, en iyi yetenekli bir enjeksiyon kalıplama makinası bir parçayı kalıplamak zorunda olacaktır. Şekil 6.3.c iyileştirilmiş parametre kontrolü ile bir parçanın yapımının tekrarlanabilirliğinin yerine getirilmesini açıklar gibi görünür. Bu şekil, açık çevrim ve kapalı çevrim makina kontrolü ile kalıp boşluğu basıncı tekrarlanabilirliğindeki farkı gösterir.



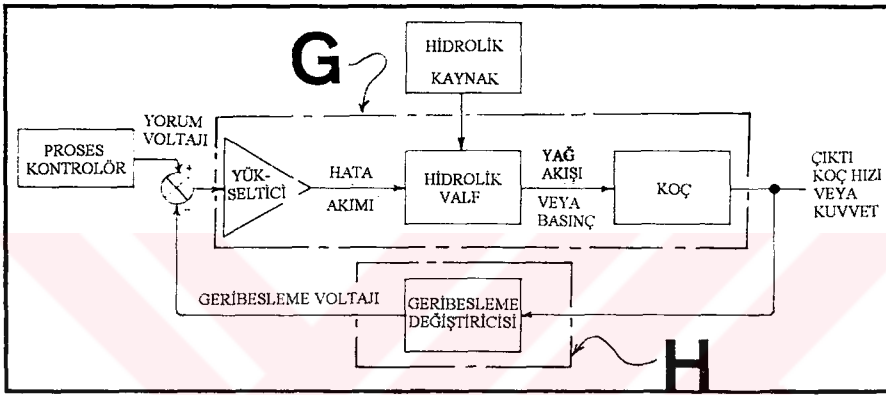
Şekil.6.3.c Tekrarlanabilirlik bilgileri (beş vuruş)

6.4 Parametre Kontrol Edilebilirliğine Ne İmkân Verir?

Kapalı çevrim servo kontrol bir parametreyi kontrol etmek için en iyi bilinen yoldur. Kapalı çevrim teorisi bir parametrenin yeterince doğru bir değiştirici ile ölçüldüğünü söyler. Değiştiriciden sinyal, parametrenin değerini göstererek, parametre için istenilen bir sinyal seviyesi ile mukayese edilir. Fark veya hata parametrenin düzeltilmesi için bir kontrol elemanının gönderiliyor olmasından önce mümkün olduğunca çok artırılır. Şekil.6.4.a koç hızının veya basıncın (kuvvetin) bir kapalı çevrim kontrolünü gösterir. Bir değiştirici (bir hız için ve bir basınç için) kontrol altındaki parametreyi ölçer. O herbir ünite basınç voltu veya herbir ünite hız voltundaki onun transfer fonksiyonu (H) gereğince bir geri besleme

voltajı oluşturur. Bir özetleme birleştirilmesi proses kontrolör tarafından yönlendirilen biri için olan geri besleme voltajını mukayese eder. Farklılık herbir volt için hız üniteleri ve herbir volt için basınç ile birleştirilmiş parametre transfer fonksiyonu G nin olduğu çevrim elemanlarına (yüksekteç, kontrol valfi ve koç pistonu) doğru gönderilir. Birleştirilmiş parametre transfer fonksiyonlarını kullanarak, servo çevrim transfer fonksiyonu eşitlik 6.4 deki gibi matematiksel olarak ifade edilebilir. Diferansiel matematik kullanılarak, G çok büyük olduğunda, servo çevrim transfer fonksiyonunun değiştirici ile ilgili olarak bu olduğu gösterilebilir.

$$\frac{\text{ÇIKTI}}{\text{GİRDİ}} = \frac{G}{1+GH} \quad \left| \lim_{G \rightarrow \infty} = \frac{1}{H} \right. \quad (6.4)$$



Şekil.6.4.a Kapalı çevrim kontrol

Bu önemli bir kavramdır, çünkü o sapma ve lineer olmama gibi ileri çevrim elemanlarının bütün anormalliklerini bertaraf eder. Kontrol edilmiş parametrelerin değeri şimdi değiştiricinin kullandığı bir fonksiyondur, ileri çevrimin elemanlarının kontrol edilmesi değildir. Bu, sonra diğerleri kadar iyi, burada kullanılmayan hız ve basınç parametrelerinin başından sonuna kadar en iyi kontrolü iyileştirme yetenekli kapalı çevrim kontrol sağlayanın ne olduğudur.

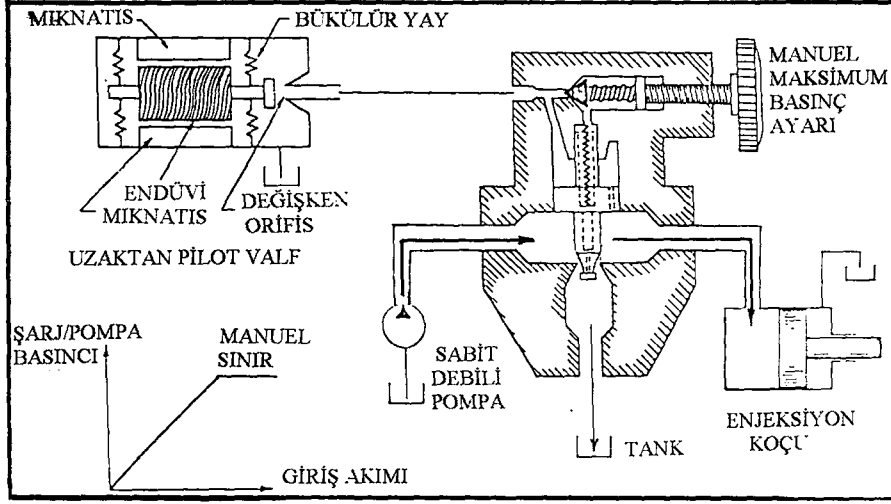
G yi daha büyük yapma yeteneği üç faktöre bağlıdır:

1. Şarj doğal rezonant frekansı
2. Valf cevabı ve şarj akış karakteristikleri
3. Yükselteçde kullanılan frekans telafisinin tipi

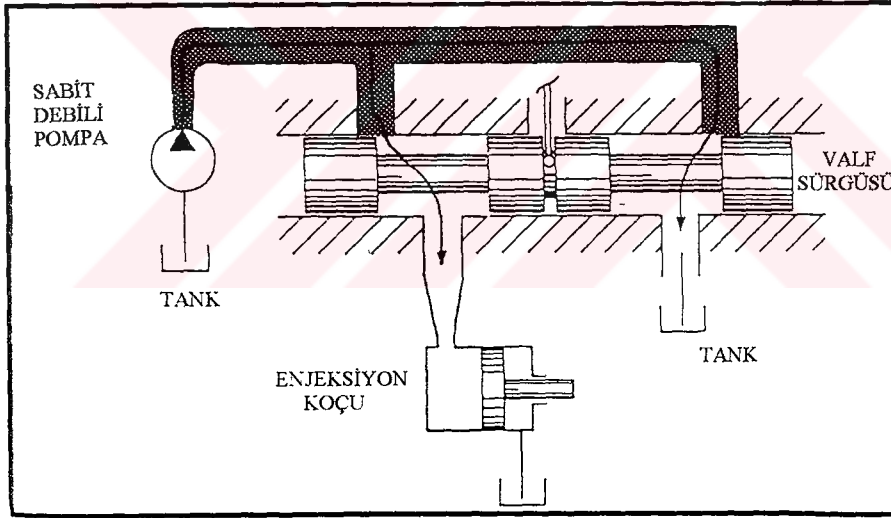
6.4.1 Şarj rezonansı

Şarj doğal rezonant frekansı bir hidrolik yağ yayı ile koç pistonu ve vida kütesinin karşılıklı etkileşiminden ileri gelen bir fiziksel olaydır. İstenir koşul, yüksek şarj rezonansının biridir. Az rezonant frekansını iyileştirme kütlelerin kapsanması ile yapılabilir, fakat yağ yayı etkilenebilir. Yağ yayı bütün yağ hacminin doğrudan koç pistonunu etkilesiyle kurulur. Şekil.6.4.1.a ve Şekil.6.4.1.b pilot emniyet ve akış bölücü valf kullanan hidrolik şematik açıklamalardır. Koç pistonu basıncı, kontrol amaçları için koç pistonu basıncı yükseltildiği veya düşürüldüğü zaman, bütün yağ hacmi pompadan pistonu

basılmış veya emilmiş olmak zorundadır. Yağın bu çok büyük hacmi, maksimum mümkün şarj rezonansından daha azına sebep olarak sona erer.

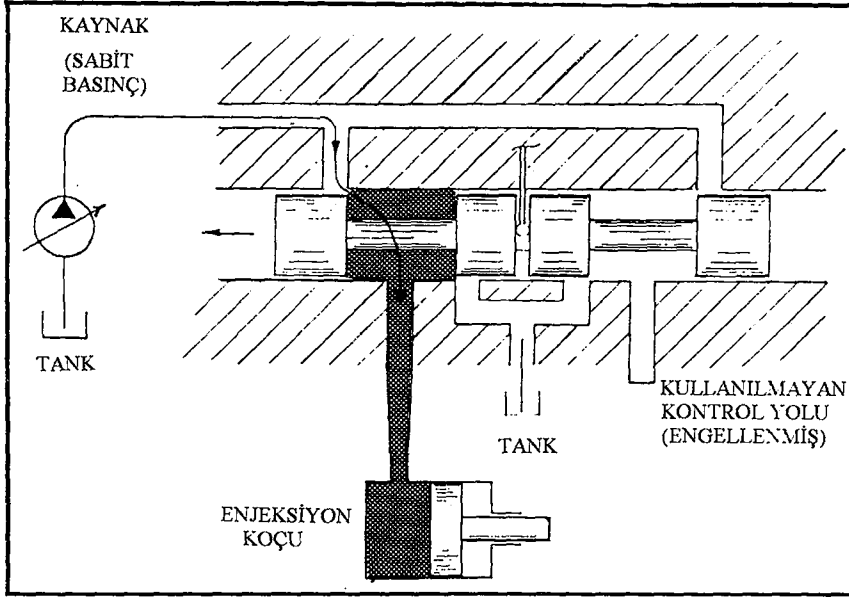


Şekil.6.4.1.a Pilot uyarılı basınç emniyet valfi



Şekil.6.4.1.b Akış bölücü

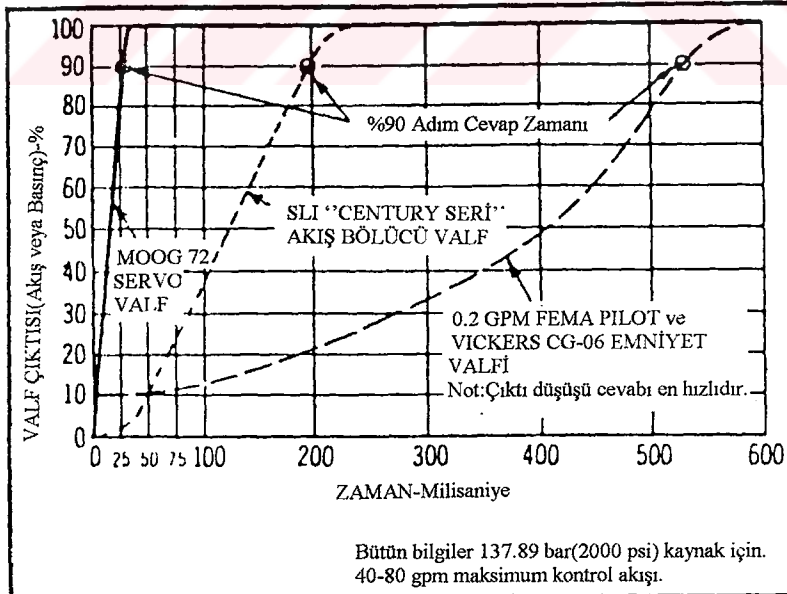
Kapalı merkez servovalf, Şekil.6.4.1.c de şematik olarak gösterilmiştir. Bu kapalı merkez servovalf, yüksek şarj rezonansı sağlar, çünkü sadece valf ve piston arasındaki yağ, şarj basıncı değişimini görmek içindir. En iyi sonuçlar valf koç pistonuna en yakın monte edildiği zaman elde edilir. En yüksek şarj doğal rezonant frekansı, en iyi dinamik performans servo ile ortaya konur. Hangi metodun kullanıldığı, performansın hangi tip olduğu, yani makinanın ihtiyacının hangisi olduğu için çözümdür.



Şekil.6.4.1.c Kapalı merkez servovalf

6.4.2 Kontrol valfi cevabı ve şarj akışı

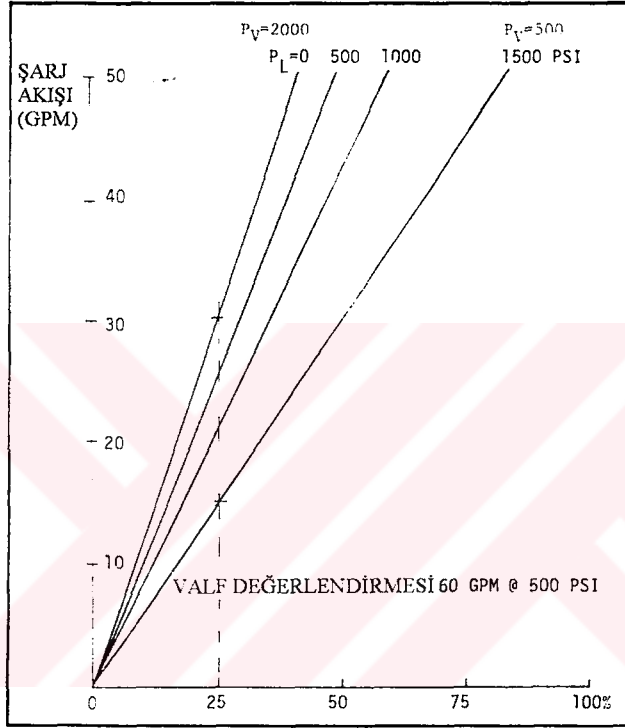
İleri çevrim yükselteciden(amplifier) bir girdiye karşılık vermek için bir kontrol valfinin yeteneği doğrudan bir servo çevrime ilave olabilecek ileri çevrim kazancının (G) miktarını etkiler.Farklı performanslar elde eden çeşitli valf imalatçıları olduğundan dolayı, valf seçimi servo çevrimden beklenen yeterli performansa sahip olmalıdır.Şekil.6.4.2.a üç farklı valf imaltçısı için cevap verme yeteneğini gösterir.



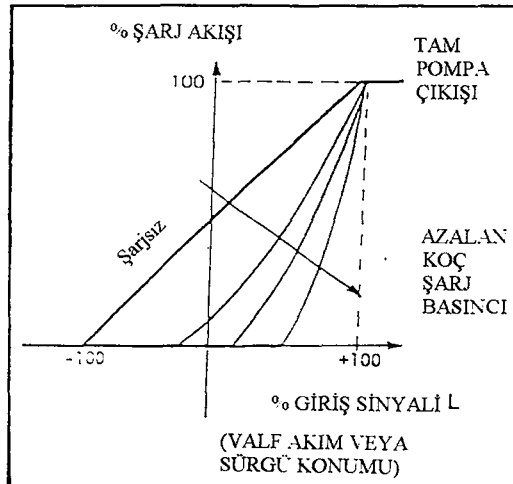
Şekil.6.4.2.a Üç valfin cevap verme yeteneği

Şarj akışı kontrol valfi ortaya konuşunun tipi, verilen bir servo çevrimde başarılabilen ileri çevrim kazancının (G) miktarını da sınırlayabilir. Valf akışı koça tahliye etmek için gerekli

olduğunda, onun akış kazancı (giriş komutunun bir değişimi için şarj akışının değişimi) şarj basıncı değişimleri olarak değişecektir. Bu karakteristik Şekil.6.4.2.b de bir kapalı merkez servovalf için gösterilir. Şarj basıncı 0 dan 103.42 bar'a (1500 psi) yükseltildiğinde, valf düşüşü 137.89 bar'dan (2000 psi) 37.47 bar'a (500 psi) gider. Bu 4:1 oranındaki mevcut valf basıncındaki düşüğe valf akışındaki 2:1 oranındaki bir düşüş ile eşlik edilir (Şekil.6.4.2.b nin nokta nokta hattına bakınız). O bir karekök ilişkilidir. Şarj basıncı artarsa ve valf düşüşü azalır, valf akış kazancı valf düşüşündeki değişimin karekökü kadar düşer. Bu valfin ileri çevrim kazancına (G) doğru katkısını azaltır, fakat bir kararsızlık etkisi değildir.



Şekil.6.4.2.b Kapalı çevrim servovalf eğrisi



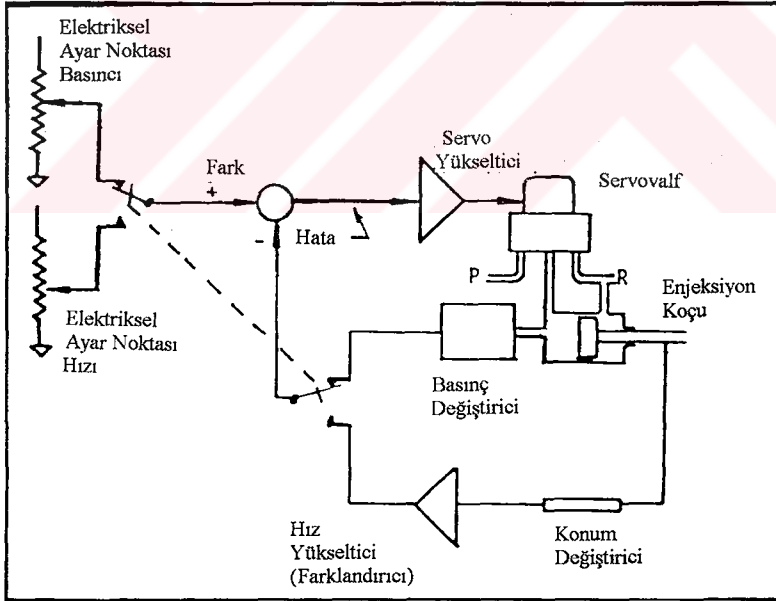
Şekil.6.4.2.c Akış bölücü valf şarj akışı v.s nin giriş sinyali

Şekil.6.4.2.c de açıklanan karakteristiklerin akış bölücü durumunda, karıştı gerçektir. Koç şarj basıncı artarsa, akışın v.s nin girdi eğrilerinin eğimleri artar. Bu görünüşe göre, akış kazancı artışı servo çevrim üzerinde bir kararsızlık etkisine sahip olur ve düşük şarjlarda ileri çevrim kazancını (G) sınırlandırır, çünkü maksimum çevrim kazancı yüksek şarjlarda kararlı operasyon için ayarlı olmak zorundadır.

Kapalı merkez servovalf ilave performansı favori bir aygıt olması gereken bir servo çevrim önerileri için sağlanabilir. Bugünün teknolojisi ile, kapalı merkez servovalf ve akış bölücü arasında az bir maliyet farkı vardır.

Yükselteç (Amplifier): Servo çevrim yükselteç ileri çevrim kazancının (G) geri kalan miktarının ilave edildiği yerdedir, çünkü o ayarlama için en kolayıdır. O hatta, ileri çevrimin diğer elemanlarına sadece gerekli olduğu kadar çok kazanç vermek için iyi bir uygulamadır ve yükseltece geri kalanları ilave eder, çünkü o sapma, kararlılık, tekrarlanabilirlik, cevap verme ve ayarlanabilirlik ile en az problemlere sahiptir. O hatta, integrasyon gibi frekans ilavesi için en iyi yerdir. İntegrasyon, hız çevrimine yüksek statik kazanç ilave eder. Yükseltece bu özelliğin ilave edilmesi integrasyon ölü bandının problemine, tesadüfen bu özellik kontrol valfine ilave edildiğinde katkıda bulunmayacaktır. Diğer frekans telafisi basınç servo çevriminin performansını iyileştirmek için de yükseltece ilave edilir.

Şekil.6.4.2.d hız ve basınç kontrol için iki servo çevrim konfigürasyonunu gösterir. İleri çevrimin her bir elemanı gösterilir ve değiştirici de her bir çevrim ile birleşmiştir. Her bir servo çevrim konfigürasyonunun diğerine değişimi ayar noktasının elektriksel anahtarlanması ve geribesleme kaynaklarıyla yapılır.

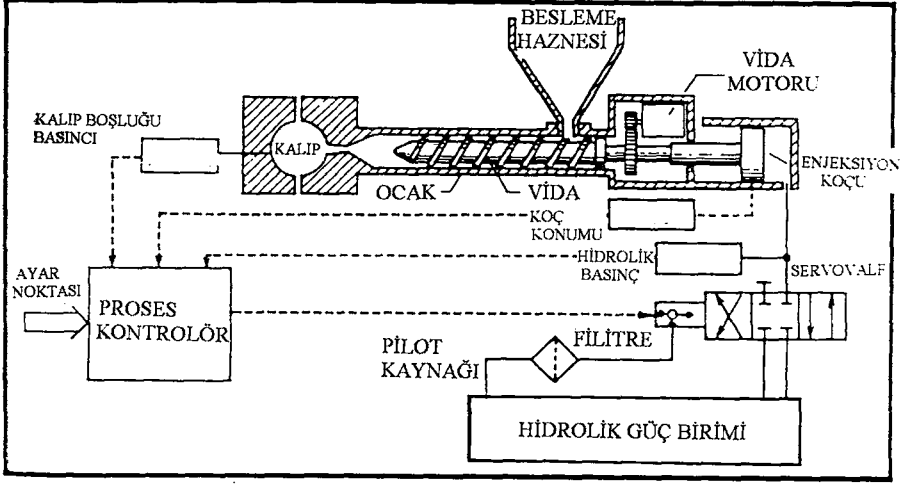


Şekil.6.4.2.d Çevrim kontrol diyagramı

6.5 Proses Kontrolörler Nereye Gider?

Şimdi bu değişkenlerin tümünün kontrolünün kontrol parametrelerinin uygun seçimi ve kapalı çevrim servo kontrol sayesinde başarılı olmuş olması, her bir değer için bir proses kontrolörü olabilir mi? Kendi kendine o henüz çok basit bir şeydir, fakat teknoloji ile

birleştğinde şimdi onun çok değerli olabileceği görülmüştür. Şekil.6.5 makina bağlantı şemasının ayrıntısında proses kontrolörün nerede teçhiz edildiğini gösterir. Proses kontrolörler içlerinde değiştiricilerle ve makinanın servo valfleri ile birleşmek için servo çevrim elektroniğe sahiptirler. Proses kontrolörler şimdi girdi ayar noktasını almak ve değişkenlerin kontrolunun anlamlı bir görevini yapmak için ayarlanırlar.



Şekil.6.5 Plastik enjeksiyon kalıplama makinası kontrol şeması

6.6 Bir Proses Kontrolörün Sahip Olması Gereken Temel Özellikler Nelerdir?

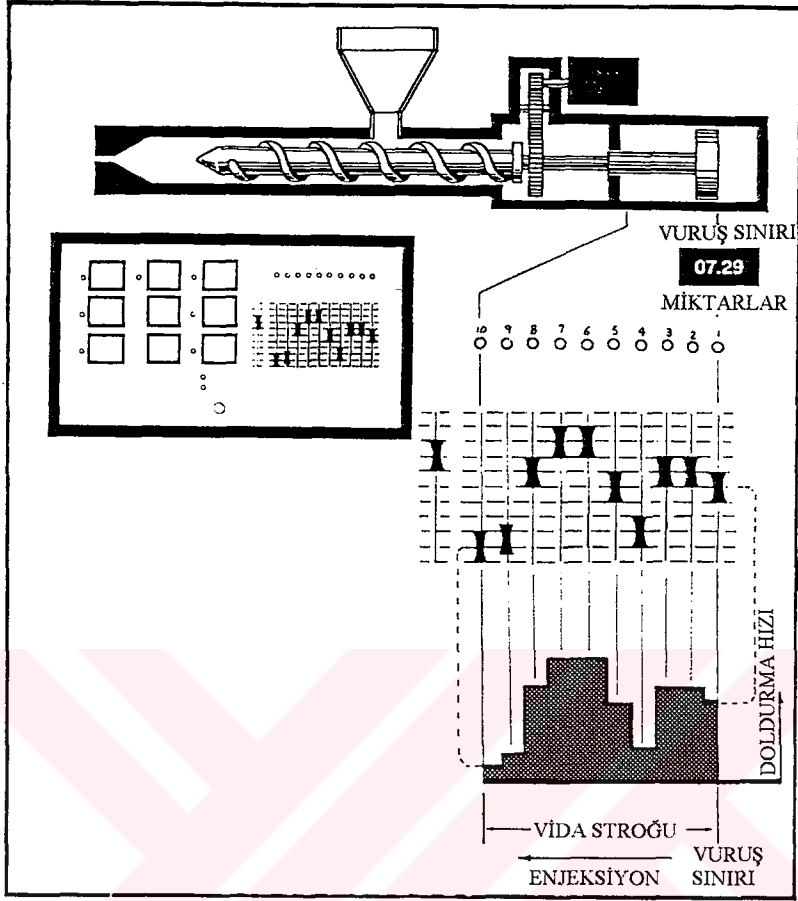
Bir plastik enjeksiyon kalıplama makinası çevriminin enjeksiyon operasyonunda kullanmak zorunda olduğu dört bölümü vardır:

1. Doldurma
2. Doldurmadan kapanmaya geçiş
3. Kapanma ve tutma
4. Plastikleştirme

Bu bölümlerin herbirinin gelişmelerinin birçok seviyeleri vardır ve bunlar, birçok ayar noktalarına, operatör gösterme arabirimine ve kalıp boşluğu basıncı yükü indirimi veya ayarlanabilir (adaptive) vuruş boyutu kontrolü gibi ilave kontrol edilebilirliğe sahip olabilirler. Aşağıdakiler başlıcalarıdır.

6.6.1 Doldurma kontrolü

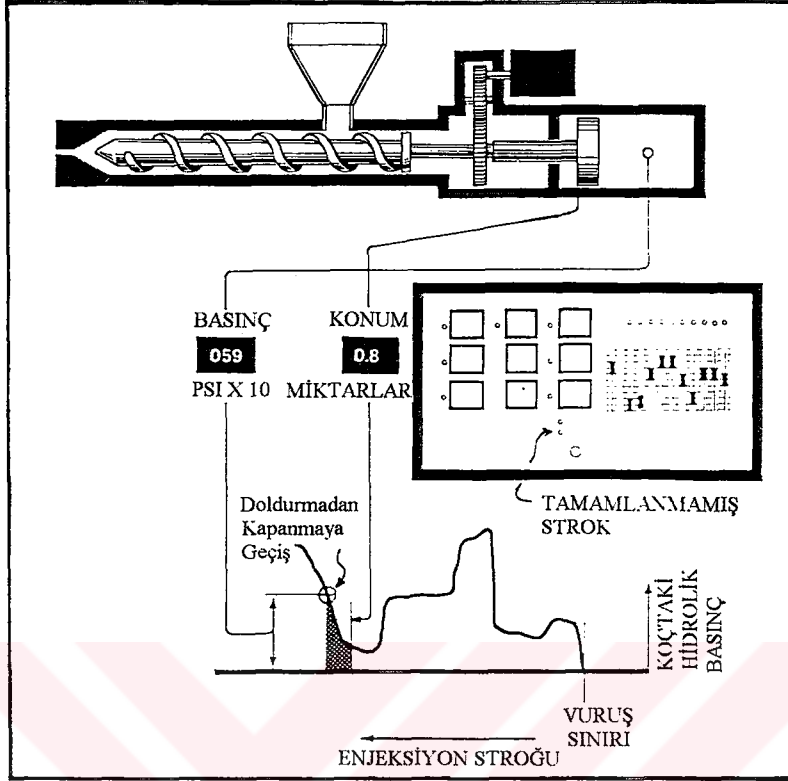
Şekil.6.6.1 de açıklandığı gibi, bir doldurma kontrolü muhtelif parçalara vurmayı durdurmalıdır. Herbir parça için enjeksiyon hızı kolayca ve tekrar edilebilir şekilde ayarlanabilir olmalıdır. Bu özellikle, kalıbın herbir alanı için en iyi hız, başka yerde hızlı ve yavaş enjeksiyon seviyelerinin ne olduğuna bakmadan ayarlanabilir olacaktır. Bu özellik önemlidir, çünkü o kalıbın mümkün olduğunca hızlı dolmuş olmasına müsaade eder ve yine yanma, yayılma, akış çizgisi ve boşluk (dolmama/eksik çıkma) problemlerini bertaraf eder. Hızlı doldurma kalıp içinde çok sıcak malzemeye sahip olmayı mümkün yapar ki bu, kapanma bölümü içinde daha sonra yüzey bitirme, birleşme çizgisi ve boyutsal kontrola yardım eder. Hatta, işe yardım eden enjeksiyon evresinde programcının olduğu yeri göstermede bir grup gösterge (indicator) olacaktır, bu bir grup gösterge gibi bu verilen bir bölümün gösterimi programlanmış hıza uymaz.



Şekil.6.6.1 Doldurma kontrolü

6.6.2 Bir halden diğer hale (doldurmadan kapanmaya) geçiş kontrolü

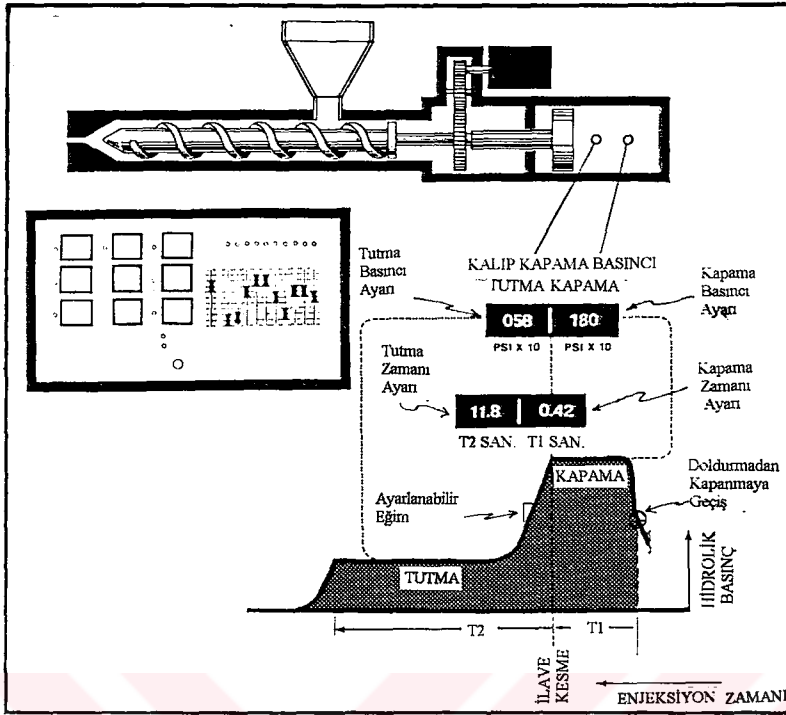
Kalıp esasen doldurulduğu zaman, o bir kapama kontrolünü anahtarlama için istenir, çünkü doldurma doldurma kontrolü ile birlikte kalıbın dolmasına her daha fazla teşebbüs aşırı kalıp boşluğu basınçları ile sonuçlanabilecektir. Şekil.6.6.2 de açıklanan bir halden diğer hale geçiş (transition) kontrolü yüksek enjeksiyon basınçlarının beklenmediği vuruş stroğu içinde ayarlanabilir bir konum sağlamalıdır. Bu husus kolon mili (bağlama çubuğu) basınç duyumlama sistemine yardım eder, öyleki o koç basıncındaki hızlı bir artışı kalıbın esasen dolduğunu göstererek keşfedebilir. Bu özellik ihtiyaç olduğu yerde doldurma çevriminde en erken en yüksek enjeksiyon basınçlarına müsaade edecek ve bir kapama operasyonu için servo çevrim konfigürasyonunu anahtarlama süresinde yeterli bir gösterim sağlayacaktır. Bir halden diğer hale geçiş ayarlama (başlangıç) koşullarının veya kalıp içinde devamlı bir boşluğun sonucu olarak oluşmamalıdır, bir halden diğerine geçişin diğer bir yolu enjeksiyon çevrimini tamamlamak için zaman gibi şeylere hakim olmasıdır. Bu koşul bir tamamlanmamış strok olarak gösterilmelidir ve bu mantık koşulu uygun hareketleri başlatmak için makina sıralama kontrolörlerine çıktı olmalıdır.



Şekil.6.6.2 Bir halden diğer hale (doldurmadan kapanmaya) geçiş kontrolü

6.6.3 Kapanma ve tutma kontrolü

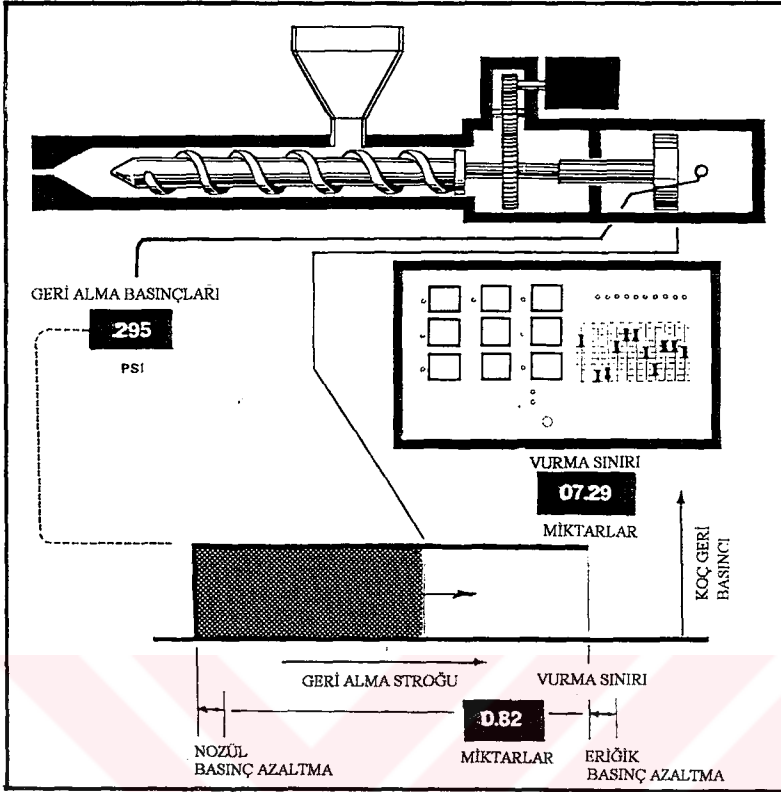
Eskiden bir halden diğer hale geçiş çevrimin doldurmadan kapanmaya bölümünde meydana gelmiştir, o yüzey özellikleri ve yoğunluk için tamamen parçayı doldurmak için kapama basıncını ayarlama yeteneğinde olduğu için istenir. Kapamada harcanan zamanın miktarı da ayarlanabilir olmalıdır. Şekil.6.6.3 bu özellikleri açıklar. Kapama zamanından (T1) sonra o, kapama basıncından bağımsız bir tutma basıncını değiştirmek için istenir olacaktır. Kapamadan tutma basıncına olan bir halden diğer hale geçişin hızı da ayarlanabilir olmalıdır. Bu özellik soğuma esnasında kapamadan tutma basıncına olan ani değişimlerden ileri gelen parça yoğunluklarındaki ani değişimlerin sebep olabileceği kontrol sapmasına yardım edecektir. Tutma basıncı uygulanan zamanı kapama zamanından bağımsız olarak ayarlanabilir olmalıdır.



Şekil.6.6.3 Kapama ve tutma kontrolü

6.6.4 Plastikleşme kontrolü

Plastikleşme prosesi için enerji girdisinin üç kaynağı vardır. Sıcaklık önceden iyi kontrol edilir. Geri kalan ikisi ile ilgili olarak, o geri basıncı kontrol etmek için çok uygun olacaktır, çünkü burada bu amaç için bir kontrol çevrimi önceden mevcuttur. Kapama ve tutma basıncı kontrolü de yine geri basıncı kontrol etmek için de kullanılabilir. Basit elektronik anahtarlama bu özelliği yerine getirebilir. Şekil.6.6.4 enjeksiyon çevriminin bu bölümü için neyin uygun olabileceğini açıklar. Geri basıncın miktarı ayarlanabilmelidir ve plastikleşme evresinin tamamı için uygulanmalıdır. Bu evre uygun vuruş sınırına geldiği zaman sona erdirilir. Bu vuruş sınırı vuruş hacmi-artı- istenilen yastıklama miktarını kontrol edecektir. Bir basınç azaltıcı özellik de istenilir ve ayarlanabilirliğin çok hassas bir derecesine sahip olmalıdır. Pekçok durumda, ayarlamalar 0.127 cm (0.05 inc) ile 0.508 cm (0.20 inc) arasında olacaktır. Aşırı basınç azaltma hava ocağı girdiğinde ve kalıba püskürtüldüğünde izlere ve yayılmaya sebep olabilir.



Şekil.6.6.4 Plastikleşme kontrolü

6.7 Proses Kontrol Uygulamaları

Bir proses kontrolörün dört temel özelliğini en iyi şekilde açıklamak için, her verilen uygulama prosesini iyileştirmede bu özelliklerin birinden daha fazlasını oldukça uygun kullanabilmesine rağmen, bir özel kalıplama probleminin çözümünde herbirinin yardımcı olduğu yerde örneklerin hatırlanması sunulmuş olacaktır. Bütün durumlarda kontrol, çevrimin belli bir kısmını etkileme yeteneğine sahiptir; onu hassas ayarlar ve ayar noktalarını operatörün panelinde gösterildiği gibi doğru olarak ve defalarca tutar.

6.7.1 Doldurma kontrolü / Hız profillemeye

Bir optik parça; bir kenarı-girişli akrilik kolimator-lens birbirine benzemeyen konveks yüzeylere sahip olarak, hassas yüzey kavisi ve odak noktası toleransını korumak için gerekiyordu. Kalıpların doğru olduğunu sağlamak için büyük çaba harcandı ve gerçekten kabul edilebilir, fakat birbirine uymayan parçalar üretilmiştir. Bir kontrol ile, o bulunmuştur ki, en iyi doldurma çok yavaş bir doldurmadır [0.033 cm/saniye (0.013 inc/saniye) devamlı enjeksiyon]. 0.010 cm/saniye (0.0054 inc/saniye) kadar az değişiklik odak uzunluğunu spesifikasyon dışına atmak için görünüyor olabilir. Uygulamanın başarısı bir tek püskürtme ile 100 parçanın kalıplanması ile gösterilmiştir. Enjeksiyon hızının kapalı çevrim kontrolü olmaksızın, bu kadar kararlılığın başarılması tamamen imkansız olacaktır.

Doldurma hızı kontrolünün bir ikinci örneği bir kimyasal fabrikada kullanmak için bir tamamen plastik valftir. Bir parça gövde ABS küre etrafında kalıplanmış ve Teflon contalı sapın oluşumu göbeğin uzatılması ile desteklenmiştir. Kürenin yüzeyindeki bir küçülme, ergiyiğin çarpmasından dolayı, girişin (yolluğun) karşısında, doldurma istenirliğinin düşük bir hızını yapar. Bununla beraber, eğer enjeksiyon bir soğuk eriğik cephesini önlemek için yeteri kadar hızlı yerine getirilmediyse, girişten, göbeğin diğer tarafında bir birleşme çizgisine varılır. Çözüm, enjeksiyona oldukça yavaşça başlamak ve sonra parçayı tamamlamak için çabukça ivmelendirmektir. Bu şekillendirme için, küreyi arkadan gelen malzemenin ısısından izole ederek bir kabuğa izin verir. Birleşme çizgisi vuruşun geri kalan süresince bir yüksek doldurma hızının devamıyla şimdi önlenmiş olabilecektir. Kusurlu bir küre yüzeyinden sızıntı hep vardı, fakat bertaraf edilmiştir ve patlama basıncı göbek etrafındaki malzemenin birleşimini iyileştirerek üç kattan daha fazla arttırılmıştır.

6.7.2 Doldurmadan kapanmaya geçiş

Hassas doldurmadan kapanmaya geçiş gerektiren bir parçanın örneği bir iki zamanlı motor için bir karbüratör gövdesidir. Bir mineral dolgulu naylon ile kalıplanmıştır. O diğer problemlerin arasında boğaz alanında iki küçük deliğin çakışmasından dolayı %100 muayene gerektirmiştir. Malzemenin bir karakteristiği olarak, o kalıp boşluğunu doldurmak için basıncın büyük bir miktarını gerektirmiştir, fakat hemen dolmuştur, naylon boğaz göbeğine karşı hafifçe değmenin uzağında, kolayca pime çakışmıştır. Doldurmadan kapanmaya geçiş basıncı (transfer basıncı) yükseltildiği anda kısa zamanda aşırı kapanma olmadan doldurmayı durdurmak için, burada hız çevriminin dışarıdan kontrol anahtarı gerekliydi. Bu durumda, doğru geçiş her vardiyada bir defa QC (Quality Control) (Kalite Kontrol) muayenesi içinde bir indirime izin vermiştir ve kapama tonajında bir indirim gerekliydi, çünkü o çakışmaya karşı tutmak için artık gerekli değildi.

Geçiş kontrolünün anormal bir gösterimi birçok yüksek doldurma hızı gerektirerek bir polyamide-imide gibi malzemelerin çalıştığı muhtemelen bir hidrolik akümülatör ile desteklenen makinalar üzerinde bulunmuştur. Etkili doldurma hızlarına yetenekli olmalarına karşın, onlar vuruş boyutlarında tekrarlanan bir noktada doldurmayı durdurmak için yeteneksizliklerinden dolayı geniş bir değişime maruzdurlar. Deneyim 500 gpm den daha fazla hidrolik akışkan ile 101.6 cm/dakika (40 inc/dakika) üzerinde enjeksiyonlu makinalar üzerinde olmuştur; ve doldurmadan kapanmaya geçiş özelliğinin çok uç bir örneği iken, burada erişilen kararlılık vuruşların veya çakışmanın üzerinde sıkı bir kontrol tutmaya uğraşan her kalıpcı için faydalı olabilir.

6.7.3 Kapama ve tutma kontrolü

Proses kontrolleri standart kalıplama makinalarından daha fazla ilave esnekliğe izin verirler, çünkü kalıpcılar kalıp boşluğunun dolduğu gerçek noktayı duyumlayabilirler. Bu şimdi çevrimde çok önemli olay olur, çünkü o kalıp boşluğunun dolması ve parçanın yoğunluk özelliği arasındaki ayrılığı bildirir. Standart makina kontrolünde, destek basıncı kalıp boşluğunu doldurmak için kullanılır, fakat sadece kalıp boşluğu tamamen dolduktan sonra bu basınç gerçekten malzeme tarafından hissedilir. Doldurma zamanı değiştiği zaman, böyle destek basıncındaki zamanın uzunluğu kalıp boşluğunda ergiyiğin koyulaşması için uygulanır. Bu parça ağırlığı kararsızlığının en önemli bir kaynağıdır.

Proses kontrolleri zamanın çok özel bir uzunluğu için birkaç bar (psi) civarında kapama tutması ve tutma basınçlarına yeteneklidirler.

Karbüratör gövdesi örneğinin sonucuna gelindiğinde,parça ağırlığı;hidrolik akışkan sıcaklığı,çevre,malzeme miktarı v.s deki değişimlere rağmen sabit tutulmuştur.

Yaygın bir problemin diğer örneği;yani proses kontrol tarafından kolayca çözülen, koç fırlamasıdır.Oysa koç üzerindeki baskı azalmasının girişteki malzemenin geri çekilme süresince olmasına sebep olmasının sonucu olarak,parçaya gerilim vererek ve belki uygun kapama bitimini etkileyerek,daha yüksek destek basıncından çok düşük tutma basıncına gitmek istenilebilir.Deformasyona hassas her ince düz parça basıncı azar azar değiştirmek için bir kontrolün yeteneğinden faydalanabilir.

6.7.4 Plastikleştirme

Daha önceden belirtildiği gibi,bir proses kontrol hidrolik basıncı ayar noktasının birkaç bar (psi) civarında devam ettirilebilmelidir.Bununla beraber,o enerjinin ergiyiğe veriliyor olmasının çok fazla kontroluna izin verebilir.Birçok kalıbın makinanın manifoldlarından tanka farklı bir yoldan geri dönüş sağlamasından dolayı,bir proses kontrol standart makinada bulunandan daha fazla düşük geri basınçlara izin verebilir.Bu son derece doldurulmuş malzemeler ile yararlı olabilir.

Onlar ilk defa bütün kalıpçıların problemleri için bir genel çare olarak üstün çözüm olmuş olabilmelerine rağmen,proses kontrolleri teknolojinin ve uygulamanın olgunluğu içindeki süreçten gelmişlerdir ve endüstrinin gelişen bir parçası olarak anlaşılan çoğu proses kontrolleri olarak adlandırılanlar performanstan daha çok,gerçek olmayan çözümdür.Kontrollerin en son kuşağı kalıpçının verebileceği fiyatta kalıpçılara performans ve tekrarlanabilirlik sunar ve yeteri kadar anlaşılır olmak ve kullanılır olmak için basittir.

7.0 PLASTİK ENJEKSİYON MAKİNASININ HİDROLİK TAHRİK SİSTEMİ VE DEVRE UYGULAMALARI

7.1 Plastik Enjeksiyon Makinası Hidrolik Tahrik Sistemi

Plastik enjeksiyon kalıplama makinasındaki hidrolik sistem mengenyi kapatmak için, tonajı oluşturmak ve tutmak için, malzemenin plastikleştirilmesi için vidayı döndürmek için, plastik malzemeyi kalıbın içine püskürtmek v.s için güç temin eder. Pompaları, valfleri, hidrolik motorları, hidrolik tesisatı, hidrolik boruları ve hidrolik depoyu içeren bir takım hidrolik elemanlar bu gücü temin etmek için gereklidir.

7.1.1 Depolar

Depo veya tank makinayı enerjilendirmede kullanmak için sisteme hidrolik yağ temin eder. Depo sistem için yeterli bir yağ miktarının mevcut olmasını temin etmek için boyutlandırılmış olmalıdır ve hatta, yağı depoya döndürmek için sistem için yeter kapasiteye müsaade etmelidir.

Emme hatları kafi bir yağ miktarını temin etmek için deponun üstüne yakın yerleştirilmelidir. Sistemden dönüş hatları havanın içine püskürtmeden ve köpürmeden kaçınmak için yağ seviyesi altında tahliye edilmelidir ve antisiphon aygıtlarının bazı tipleri servis için bir elemanın yerinden sökülmesi veya hat kırılması (çatlaması) durumunda yağın dönüş hattı içerisinden geriye akışını durdurmak için kullanılmalıdır. Bir deponun boyutlandırılması için standart bir sevk hattı bir dakikada pompa çıktısının üç katıdır, fakat tüm sistem gereksinimleri son depo boyutu belirlenmeden önce dikkatlice hesaba katılmalıdır.

7.1.2 Emme filitreleri

Bir emme filitresi pompaya hasar verecek yeterli büyüklükteki parçacıkların ayrılacağından emin olmak için pompa girişinden önce yerleştirilmelidir. Hangi büyüklükteki filitrenin kullanılacağı belirlenirken pompa imalatçısına danışılmalıdır. Hem akış kapasitesinin hem de maksimum ayrılan parçacık boyutunun doğru olması için filtre önemlidir.

7.1.3 Pompalar

Hidrolik pompa yağı düşük basınçta tanktan alır ve sistem tarafından gerekli basınca yükseltir. Pompa sisteme hidrolik akışkan ve basınç temin eder.

Hidrolik pompaların birkaç değişik tipi kullanılır. En yaygın olanı çeşitli basınçlarda hemen hemen sabit bir çıktı (debi) sağlayan, sabit deplasmanlı tip pompadır. Bu sabit çıktıyı sağlamak için çeşitli dizaynlar mevcuttur, en yaygın oluşumlar:

1. Dişli pompa
 2. Paletli pompa
 3. Pistonlu pompa
- olarak sıralanabilir.

Değişken hacim ve basınç karşılayan pompalar enerji korumak için bir teşebbüs içinde oldukça sık sık kullanılmaktadırlar. Bu pompalar belirli bir akış gereksinimini karşılamak

için çıktılarının değişimine yeteneklidir veya belirli bir basınç gereksinimini geliştirmek için sadece yeterli akışkanı dışarı atacaktır.

7.1.3.1 Dişli pompalar

Dişli pompalar dıştan dişli pompalar ve içten dişli pompalar olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Bunlar aşağıda açıklanmaktadır.

1. Dıştan dişli pompa: Bu bir çift dişliden veya gövdenin iç çapı ve dişlilerin ucu arasında çok küçük toleranslarla çalışan birbirine geçen dıştan dişli formun, çok sayıdaki çiftlerinden meydana gelir. Hem basınç hemde yay yüklü olan kenar kapakları dişli yüzeylerini kapatarak sızdırmazlık sağlar. Düz dişliler 210 bar civarındaki basınçlara kadar kullanılabilir, fakat onlar gürültülü çalışmaya meylederler. Gürültü seviyesi helisel dişliler kullanılarak azaltılabilir, fakat sızdırmazlık zorluklarından dolayı volumetrik verim düşer ve bundan dolayı üniteler en düşük bir maksimum çalışma basıncına sahip olurlar. Dıştan ve içten dişli pompaların karakteristik akış/basınç eğrileri Şekil. 7.1.3.1. a da gösterilmektedir. Belirli bir dişli boyutu için, çeşitli yerdeğişirmeler (debiler) farklı genişlikteki gövdelerin ve çalışma elemanlarının kullanılması ile sağlanır. Her çeşitte kenar kapakları, rulmanlar, contalar v.s ler gibi pekçok sayıdaki komponent yaygın olarak kullanılacaktır. Genellikle mevcut dıştan tip dişli pompalar her devirde 0.2 cm^3 den 400 cm^3 arasında değişen debilere sahiptirler ve hız 500 devir/dakika dan 6000 devir/dakika arasında değişir, özel dizaynlarda daha yüksek olabilir. Toplam verim imalat toleranslarına ve dizayn detaylarına bağlı olarak önemli ölçüde değişir, fakat bazı modeller %90'ı aşabilir ve maksimum çalışma basıncı 300 bar'a kadar olabilir.

Dıştan dişli tip bir pompanın teorik debisi (her devirdeki süpürülen hacim) (D_p):

d_a = dış daire çapı (cm)

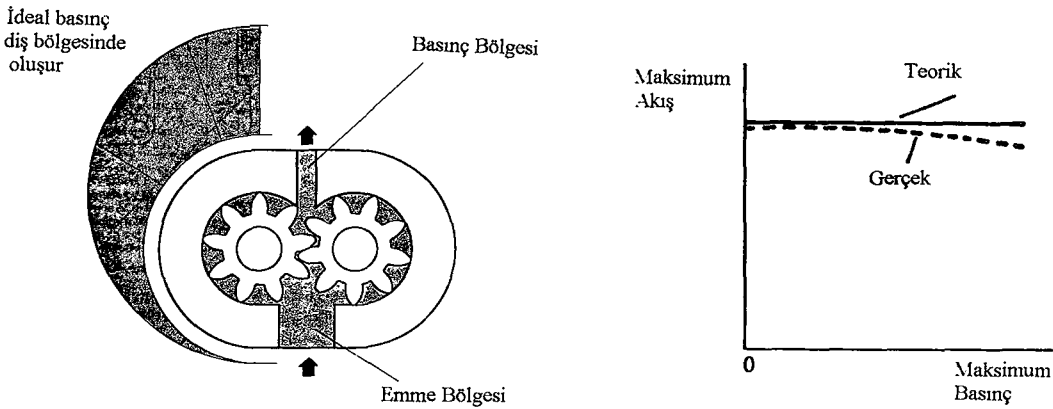
d_d = iç daire çapı (cm)

w = dişlilerin yüzey genişliği

olduğunda,

$$D_p = \frac{\pi}{4} (d_a - d_d) w \text{ (cm}^3\text{)} \quad (7.1.3.1)$$

olarak ifade edilir.

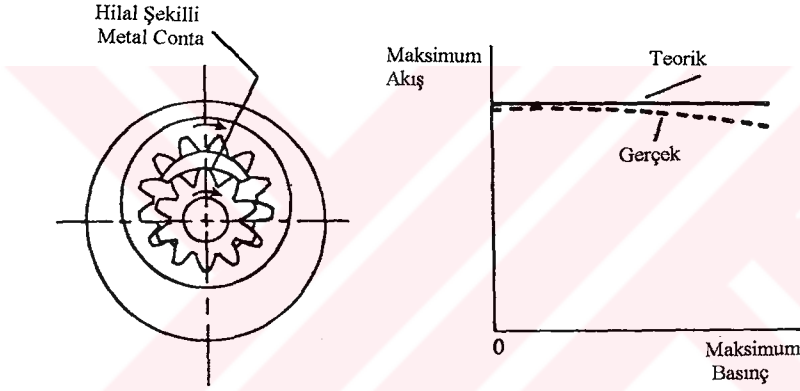


Şekil. 7.1.3.1.a Dıştan dişli pompa ve akış/basınç karakteristik eğrisi

Gerçek debi dişlilerin üzerinden kaçaklardan dolayı ve dişlerin dibinde akışkan hacmi hapsolmesinden dolayı düşük olacaktır.

2.İçten dişli pompa:Bu pompada bir içten dişli bir dıştan dişli tarafından tahrik edilir.İki dişlinin merkezleri bir yönde telafi edilir ve pompanın girişi ile çıkışı arasında yerleştirilmiş bir sabit hilal şeklinde parça bir sızdırmazlık elemanı olarak iş görür.Dişler birbirine geçmeden çıktıklarında,bir emme bölgesi oluşturulur.Çünkü bu birkaç diş boyunca yayılmış akış hızları ve bunun sonucu olan gürültü bir alışlagelmiş dıştan dişli pompa ile olandan önemli ölçüde düşüktür.Pompadan tahliyenin meydana gelişi dişler birbirine geçtiği zaman,hatta birkaç diş boyunca yayılmıştır.Bir içten dişli pompanın emme ve basınç bölgelerinin boyu yaklaşık olarak bir dıştan dişli pompaninkinden üç kat daha büyüktür.

Hilal contalı tip içten dişli pompalar,100 bar basınç,200 lt/dakika debiye kadar mevcuttur.İki veya daha fazla içten dişli pompanın birleşmesi ile gerçekten daha yüksek çalışma basınçlarına erişmek mümkündür(bugünkü modeller 125 lt/dakika debi ile 300 bar'a kadar çıkarılırlar).Çok kademeli içten dişli pompalar mevcut en sessiz pompaların bazılarında biridir.



Şekil.7.1.3.1.b İçten dişli pompa ve akış/basınç karakteristik eğrisi

7.1.3.2 Paletli pompalar

Paletli pompalar basit paletli pompa,dengelenmiş paletli pompa ve değişken debili paletli pompa olarak üç gruba ayrılmaktadır.Burada herbiri açıklanmaktadır.

1.Basit paletli pompa: Bir sabit debili basit paletli pompa Şekil.7.1.3.2.a da şematik olarak gösterilmektedir.O radyal olarak içe ve dışa kayabilen paletler taşıyan bir yarık kanallı rotora sahiptir.Rotor grubu eksantrik olarak bir daire yuvası içine monte edilir ve kenar yüzeylerin sızdırmazlığı kapaklarla sağlanır.Rotor döndüğü zaman bir pompalama hareketinin sonucu olarak daire ile komşu paletler arasında hapsolan hacim değişir.Paletler merkezkaç kuvveti tarafından daire gövdeye doğru ileri sürülür ve bu kuvvet sızdırmazlık karakterini artırarak paletlerin alt tarafına uygulanmış basınçlı yağ tarafından artırılır. Paletli pompalar gövdede etkili olarak sızdırmazlığı sağlayan paletler için yeterli merkezkaç kuvveti üretmek için minimum 600 devir/dakika'lık çalışma hızına sahiptirler.

Bir paletli pompanın paletlerinin kalınlığı ihmal edilerek her devirdeki yaklaşık debisi:

D = yuvanın iç çapı (cm)

e = yuvaya göre rotorun eksantrikliği (cm)

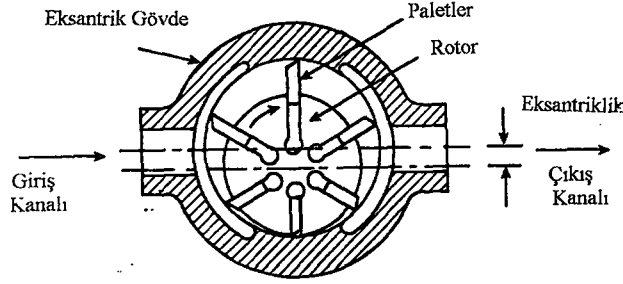
w =paletin genişliği (cm)

olduğunda,

$Q = 2\pi D e w$ (cm³)

olarak ifade edilir.

(7.1.3.2)

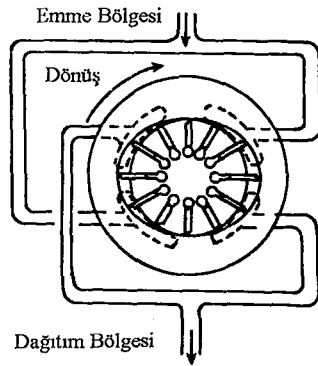


Şekil.7.1.3.2.a Sabit debili basit paletli pompa

2.Dengelenmiş paletli pompa:Eğer paletli pompa yuvası şekil olarak oval yapılırsa, paletler rotorun bir devri esnasında iki defa aşağı yukarı(ileri geri) hareket eder,böylece her devirde iki pompalama hareketi oluşur.Bu iki misli hareket rotor üzerinde basınç kuvvetlerinin dışında dengelenimin avantajına sahiptir ve bir "dengelenmiş paletli pompa" olarak bilinen bu pompa Şekil.7.1.3.2.b de gösterilmektedir.

Dengelenmiş paletli pompa için daha fazla bir geliştirme "içten paletli"(intra vane) kuralıdır.Basınç yağı,o sızdırmazlık için en yüksek basınca sahip iken;diğer zamanlarda bir en düşük kuvvet uygulandığında,maksimum kuvvet palet üzerinde olduğu durum gibi bir durumda paletin alt tarafına beslenir.Bu aşınmayı azaltır ve pompa ömrünü uzatır.

Dengelenmiş paletli pompalar sık sık asıl yerinde pompalama kovanının doğrudan değiştirilmesiyle tamir edilebilirler.Kovan normal olarak aşınmaya maruz parçalar olan rotoru,paletleri ve eksantrik yuvayı içine alır.



Şekil.7.1.3.2.b Dengelenmiş paletli pompa

3. Değişken debili paletli pompa: Eğer bir dengelenmemiş paletli pompada yuva rotora bağlı olarak hareket ettirilirse, eksantriklik değiştirilir, fakat rotor ve yuvayı merkezileştirmek için pompalama boşlukları yakınlarında basınç için doğal bir eğilim vardır. "Basınç telafisi" olarak bilinen alışılmış kontrol metodu, bir yay vasıtasıyla bu harekete engel olmak içindir. Basınç arttığında yay sıkıştırılır; eksantriklik ve bu nedenle akış uygun olarak azaltılır. Maksimum debi ve bazı durumlarda minimum debi, eksantrikliği sınırlandıran ayarlanabilen vidalı durdurucular ile kontrol edilebilir. Bu tipin değişken debili paletli pompaları normal olarak 350 lt/dakika debi ile 70 bar maksimum çalışma basıncına sınırlandırılırlar.

Bazı basınç telafili değişken debili paletli pompalarda yay bir piston ve basınç kontrol valfi tarafından yer değiştirilir. Sistem basıncı kontrol valfinin ayarına ulaştığında, o yuva ve rotoru merkezleştirerek, pompa debisini sıfıra düşürerek pistonu uygulanır. Hem basınç hemde akış duyarlı ve içten ve dıştan pilot uyarılı oransal (proportional) ve adım (basamak) cevabını içeren kontrol aygıtlarının birçok çeşidi mevcuttur.

7.1.3.3 Pistonlu pompalar

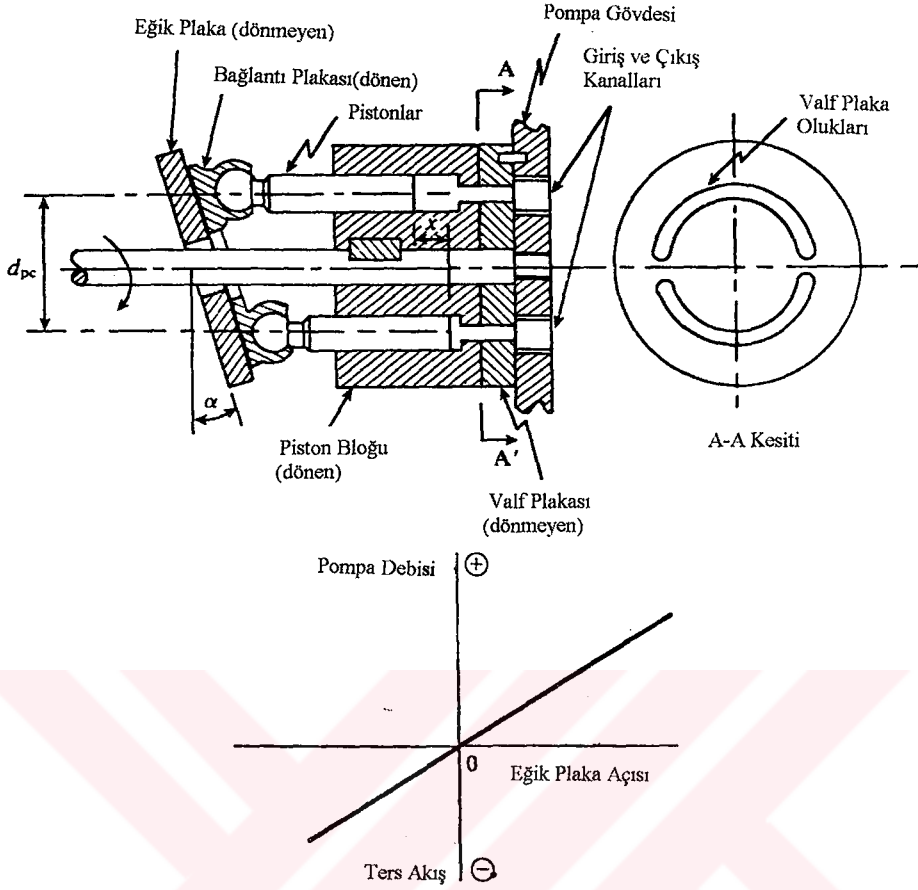
Pistonlu pompalar aksiyal pistonlu pompa ve radyal pistonlu pompa olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Burada her iki tip pistonlu pompa açıklanmaktadır.

1. Aksiyal pistonlu pompa: Bunlar tahrik mili ile bağlantılı piston bloğunu açıldırarak veya eğik bir plakanın izafi dönmesi ile ileri geri harekete sebep olan çok sayıda pistonlardan oluşur. Uygun valflerin veya bir valf plaka grubunun kullanımıyla, pistonlar akışkanı emme bölgesinden basma bölgesine pompalayabilirler.

Şekil 7.1.3.3.a akışkanı hareket ettirmek için bir yarık kanallı valf plakası ile bir aksiyal pistonlu pompanın çalışma elemanlarını göstermektedir. Pistonların ileri geri hareket etmesine sebep olan eğik eksantrik plaka dönmez ve bir eğik plaka (swash plate) olarak bilinir. Bazı konfigürasyonlarda silindir bloğu sabittir ve eksantrik plaka tahrik mili ile birlikte döner; böyle durumlarda o genellikle salınım plakası (wobble plate) olarak tanımlanır.

Eğer eğik plakanın eğimi değiştirilirse, pistonun değişmesiyle mesafe değişir ve bu kadar akışkan miktarı pompalanır. Bu bir değişken debili aksiyal pistonlu pompanın prensibidir. Tahrik milinin dönüş yönü değişmeden kalsa bile, eğim plakasının sıfır eğim plakası açısını (yani merkezde) geçmesini seçmek akışın yönünü tersine çevirir.

Yerleştirilmiş (oturtulmuş) valflere sahip olan aksiyal pistonlu pompalar hareket plakası (port plate) kullanılanlardan daha fazla yüksek basınçlarda çalışmaya yeteneklidirler, fakat tersine çalışmazlar. Genellikle mevcut modeller 700 bar basınca kadar uygundur ve diğerleri 640 lt/dakika akış hızlarına uygundur. Hareket plakası (port plate) kullanan modeller 1400 lt/dakika kadar akışa (debiye) veya 350 bar basınca kadar basınca sahiptirler.



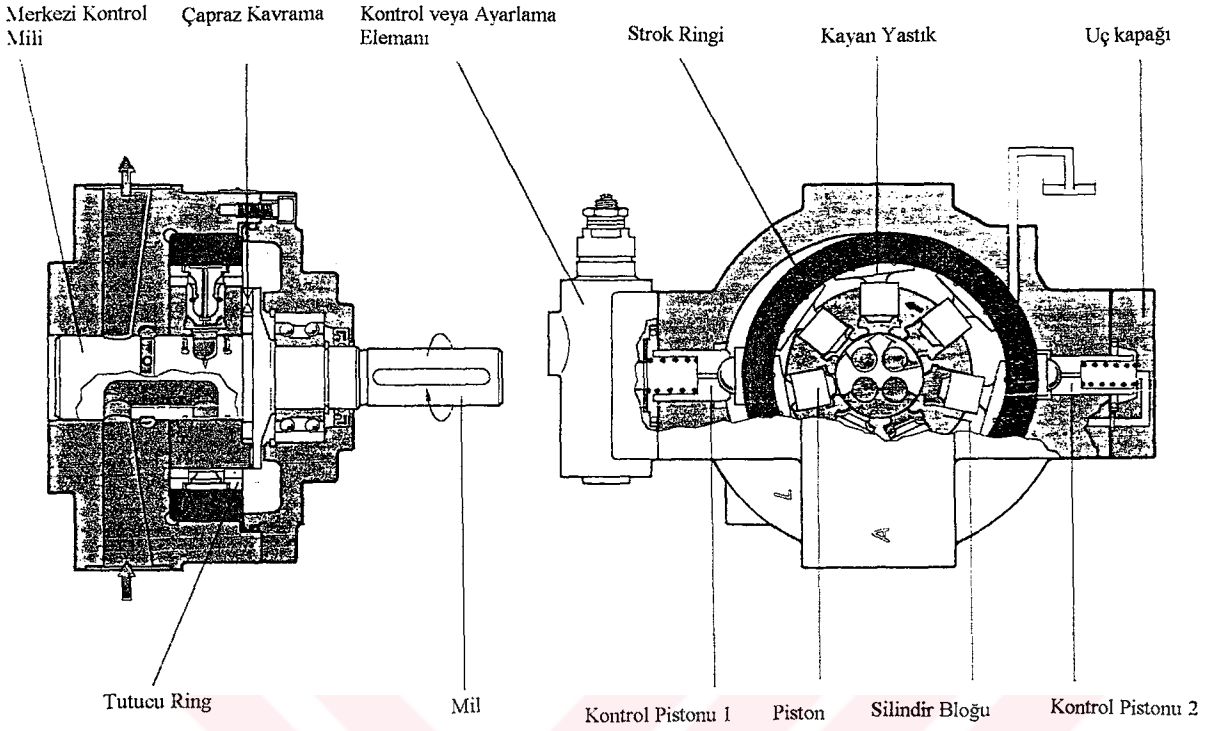
Şekil.7.1.3.3.a Aksiyal pistonlu pompa ve akış karakteristiği

2.Radyal pistonlu pompa:Şekil.7.1.3.3.b de gösterilen pompa ana yuvaya radyal olarak monte edilmiş pistonlara ve tahrik mili üzerinde eksantrik yatak üzerinde konumlanmış yaylara sahiptir.Akışkan geri dönüşsüz valflerin vasıtasıyla pistonlardan beslenir ve bu belirli dizaynda özel pistonlardan çıktılar ayrı ayrı kullanılabilir.

Radyal pistonlu pompanın diğer bir formu bir eksantrik dairede dönen bir blok yakınında yerleştirilmiş pistonlara sahiptir. Akışkan merkezi mil içinden veya enjektör memeden hareket ettirilirlir ve değişken debiye dairenin eksantrikliğini değiştirerek ulaşılabilir.

Bazı modeller 1700 bar basınca kadar ve akış hızı oranları 1000 lt/dakika'ya kadar çalışırlar.

Çift basınçlı radyal pistonlu pompalar aynı eksantrik tarafından ileri geri çalıştırılan büyük düşük-basınç pistonlardan ve küçük yüksek-basınç pistonlardan oluşur.Onlar bir yavaş hız-yüksek basınç operasyonu tarafından takip edilen bir yüksek hız-alçak basınç ilerlemeyi sağlamak için özel olarak pres uygulamaları için geliştirilmişlerdir.



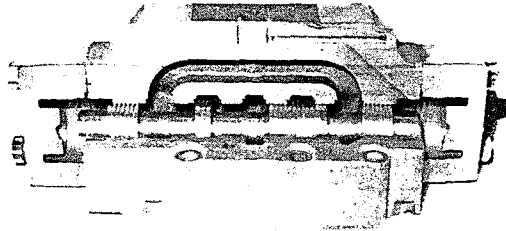
Şekil.7.1.3.3.b Radyal pistonlu pompa

7.1.4 Yön denetim valfleri

Yön valfleri(directional valves)pompadan gelen hidrolik yağı gerekli olduğu yere yönlendirmek için kullanılır.Check,sürgülü ve kovan valfler bu kontrol için yaygın olarak kullanılır.

Sürgülü tip yön valfi enjeksiyon kalıplama makinalarında yaygın olarak kullanılır. Sürgülü valfler hem iki konumlu hemde üç konumlu olabilir.Bir iki konumlu valfte,bir solenoid(sarmal bobin)bir konum için enerjilendirilir ve normal olarak bir yay solenoid enerjilendirilmediğinde, sürgüyü ikinci konuma döndürecektir.Üç konumlu valf bir ikinci solenoid ilavesi ile elde edilir.

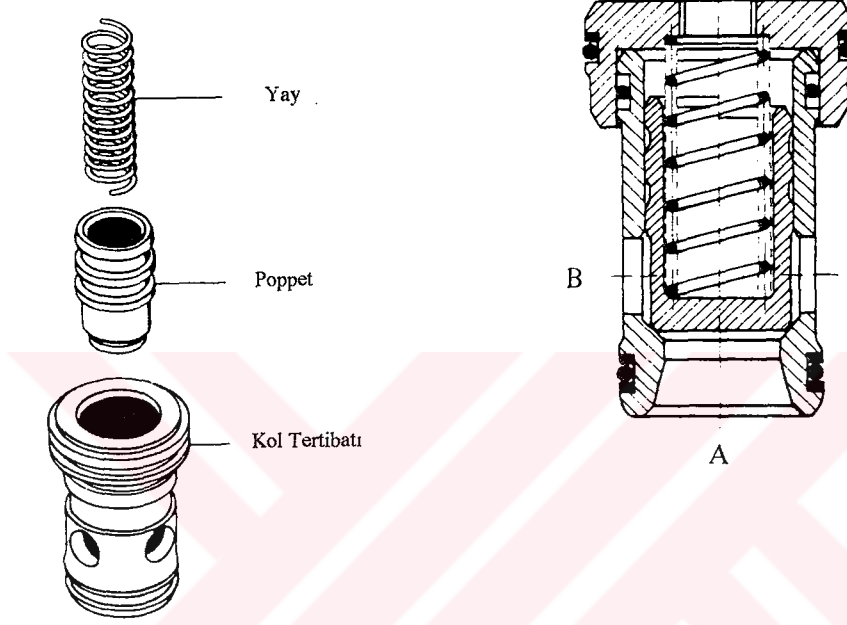
Küçük valfler solenoid tarafından doğrudan çalıştırılabilirler;büyük valflerde solenoid çalıştırmalı pilot valfler,pilot akışkanı çalışma süresi için ana sürgüye yönlendirir. Şekil.7.1.4.a bir yön denetim sürgülü valfin bir kesit görünüşünü gösterir.



Şekil.7.1.4.a Sürgülü yön valfinin kesit görünümü

Bir check valf sadece bir yönde akışa müsaade eden bir tek bir yönlü valftir.

Check valfin daha büyük kullanım bulmasının başlangıcı olan kovan valftir.Kovan valf esasen bir küçük sürgülü yön valfi tarafından normal olarak açık çalıştırılan bir check valftir.Kovan valfler sürgülü valfler olarak aynı yön akış kapasitesini sağlamak için gruplandırılırlar.Şekil.7.1.4.b bir kovan valfin şematik bir görünümünü gösterir;kol tertibatının ve onun iç parçalarının manifoldun yakınında monte edildiğine dikkat edilmelidir.



Şekil.7.1.4.b Kovan valfin şematik görünümü

7.1.4.1 Check valfler

Check valfler, küre tipi, poppet tip ve sürgülü tip check valfler olmak üzere üç gruba ayrılırlar.Herbiri ayrı ayrı açıklanmaktadır.

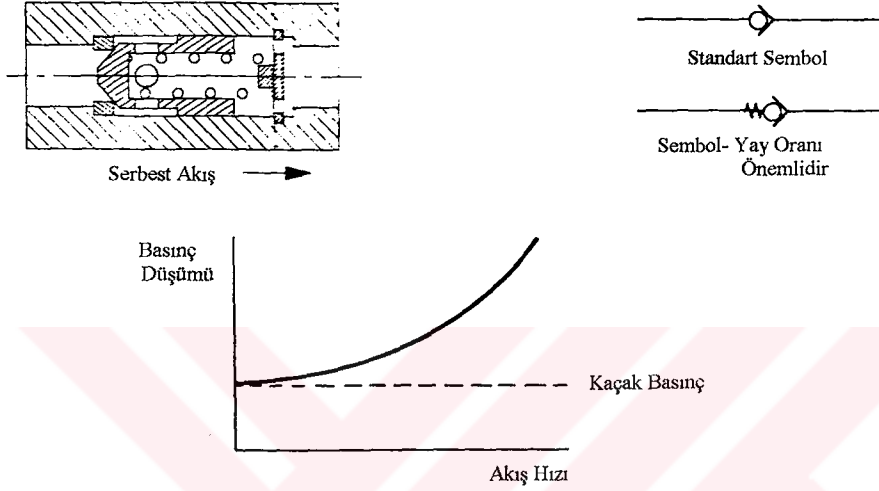
7.1.4.1.1 Küre tipi check valfler

Bir yönde akışa müsaade eden ve ters yönde akışı engelleyen en basit yön denetim valfi geri dönüşsüz valf veya check valftir.Bu tür bir valfin sembolü ve karakteristik eğrisi Şekil.7.1.4.1.1 da gösterilmektedir.

Check valfler belirli ayırma basınçlarını vermek için farklı yay oranlarında mevcutturlar.Ayırma basıncı(cracking pressure)check valfin açıldığı andaki basınçtır.Eğer özel bir ayırma basıncı devrenin bir fonksiyonu için zorunlu ise,check valf sembolünde bir yay göstermek alışkanlıktır.Check valf üzerinden basınç düşümü akış hızına bağlıdır,en yüksek akış hızı,daha büyük küre veya poppet onun oturmasını ve böylece yüksek yay kuvvetini uzaklaştırmak zorundadır.

Küre tipi check valfler yapının en az pahalı formudur,fakat küreye kılavuzluk edilmediğinde kaçak oluşması için bir eğilim vardır.İmalatçılar kendilerinin check

valflerinin akışın bir yönünde kaçığa serbest olduğunu ve ters yönde serbest akışa müsaade ettiğini şikayet etmelerine rağmen, ince bir çizik, aşınma etkisi veya poppet veya oturma üzerindeki kusur bazı kaçıklara izin verecektir. Yumuşak oturma check valfler için Delrin veya benzer polymer malzeme kullanılır ve %100 sızdırmazlık mümkündür, fakat valf ömrünün masrafı olur. Bununla beraber, genellikle 200 bar'ın üzerindeki basınçlar için veya 35 °C üzerindeki sıcaklıklar için onlar uygun değildir. Yüksek basınçta yeter derecede sızdırmazlık sağlayan valfler düşük basınçlarda sızdırabilir. Yüksek basınçta, poppet iyi bir sızdırmazlık sağlayarak, hidrolik olarak oturtmaya bastırılır; düşük basınçlarda, sızdırmazlık kuvveti azdır ve valf sızdırabilir.

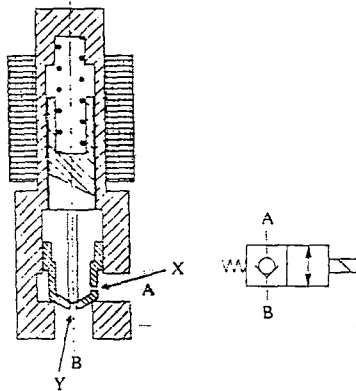


Şekil.7.1.4.1.1 Küre tipi check valf sembolü ve karakteristik eğrisi

7.1.4.1.2 Poppet tip check valfler

Poppet tip check valfler küre tipi check valflere benzerdirler, çünkü sızdırmazlık elemanı bir poppettir ve contadır, fakat onlar mekanik olarak veya elektriksel olarak hareket ettirililer. Konvansiyonel sürgülü tip yön denetimleri üzerindeki avantajları:

1. Kapalı konumda hakikaten sıfır kaçık sağlarlar.
2. Poppet elemanlar uzun süreler için basınç altında kalmaktan kurtulduktan sonra bile yapışmazlar.
3. Hızlı, kararlı cevap zamanlarına (15 ms'ye kadar) sahiptirler.



Şekil.7.1.4.1.2 İki port solenoid kontrollü normalde kapalı poppet valf

Dezavantajları:

1. Aksiyal basınç dengesi hemen hemen mümkün değildir ve yüksek basınçta poppeti akışa karşı açmak için önemli kuvvete ihtiyaç duyulabilir. Bu alçak akış işi için doğrudan mekanik harekete sahip olan valfleri sınırlar.
2. Genellikle özel poppetler multiport valflerin karmaşıklığını önemli ölçüde arttıran her akış yolu için gereklidir.

7.1.4.1.3 Sürgülü tip check valfler

Yön denetim valflerinin çok büyük ekseriyeti bu kategoriye girer. Konstrüksiyon bir kayar sürgülü bir valf gövdesinden oluşur. Sürgü aksiyal olarak hareket ettirildiğinde, valf gövdesinde kapılar (portlar) ve kanallar sürgüde daraltılan kısımlarda içten temasa geçerler.

Şekil.7.1.4.1.3 sürgü en uç konumlarında olduğu zaman bir beş kapılı valfte geçitlerin nasıl birleştiğini gösterir. Valf kapıları normal olarak gösterilir.

P: Basınç kapısındaki miktar (1)

T: Geri dönüş veya tank kapısı veya kapıları (3) ve (5). Hatta T1 ve T2 olarak belirtilebilir.

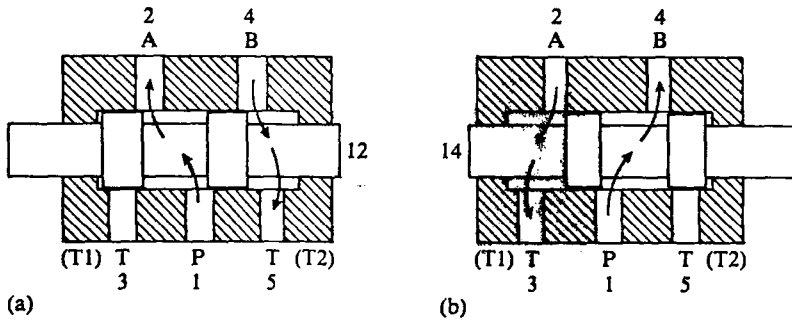
A, B: Silindir veya servis kapıları (2) ve (4).

Listede parantez içine alınmış ortaklaştırılmış numaralar CETOP kapı tanımlama numaralarıdır. Sürgünün en uç sağ taraf konumunda, P den B ye ve A dan T1 e bağlantı vardır. Sürgü sol taraf konumuna doğru hareket ettirildiğinde, P, A ile ve B, T2 ile birleşir.

Yön denetim valflerinin ekseriyetinde iki tank kapısı T1 ve T2 sadece bir yaygın tank kapısı T ile bir dört kapı valf üretmek için valf gövdesi veya temel plaka yakınında sürekli olarak içten birleştirilir.

Komponentler çok dar toleranslarla ve ince yüzey işleme ile işlenirler. Sızdırmazlık sürgü dış çapı ile valf iç çapı arasındaki yeterli sıkılığa bağlıdır. Elastomer contalar ve "O" ringler yüksek akış kuvvetleri ve basınçları içerdiğinden dolayı bu amaç için kullanılamazlar. Bazen sürgüler gerekli toleransları tamamen sağlamak için seçilerek uygun hale getirilirler. Sürgü üzerinden belirli bir miktar kaçak sürtünmeyi yenmek için yağlamak için gereklidir.

Harekete geçirme çeşitli yollarla yapılabilir; el manivelası, mekanik düğme, kam, solenoid, pilot basıncı veya pnömatik basınç.



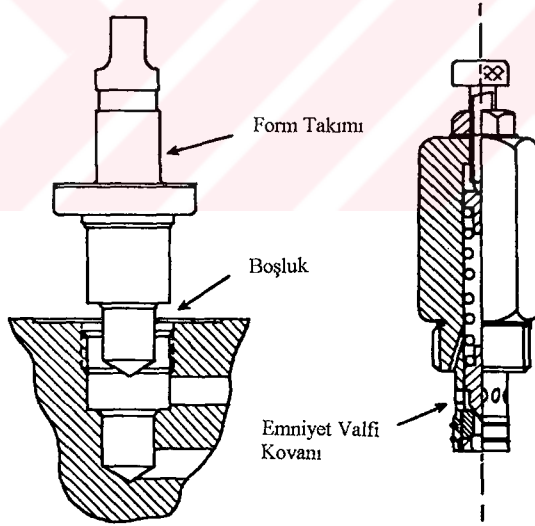
Şekil.7.1.4.1.3 Beş kapılı sürgülü tip check valf

7.1.4.2 Kovan (cartridge) valfler

Bunlar valf bloğu veya manifold içinde bir standart hücrede yerleştirilebilen bir valf kovanından oluşurlar. Konstrüksiyonun bu formu bilhassa basınç denetimleri, akış denetimleri ve check valfler için yıllarca kullanılmıştır, fakat hem poppet hemde sürgülü tip solenoid valfler mevcuttur. Delme ve delik genişletme takımları daha sonra kovana içine almak için kılavuz çekilecek standart boşlukları işlemek için kullanılır (Şekil.7.1.4.2). Makina imalçuları sürgülerin ve poppetlerin hareketi ve yay sınıfları v.s için düşünmek zorunda değildirler, çünkü bunlar hidrolik valf imalatçıları tarafından dikkate alınır. Sistem özel olarak yağın üretimi için avantajlıdır ve standartlaştırılmış gruplar veya birleştirilmiş devreler pahalı ve potansiyel olarak kaçak tesisatı ve bağlantıları bertaraf eder.

“Kovan valf” terimi son zamanlarda yön, check, akış ve basınç fonksiyonlarının kontrol edildiği (kovan mantık valfleri), pilot çalışmalı check valflerin prensip olarak bir çeşidi içinde genel isim olmuştur. Onlar bazen “mantık elemanları” olarak anılırlar ve belirgin bir karakteristikleri fiziksel boyutları ile bağıntılı olarak yüksek akış kapasiteleridir. Bu valfleri kabul eden standart kovanların çeşitleri DIN 24342 spesifikasyonunda detaylandırılır.

Valf kovana veya gövdesi bir poppet veya sürgü tarafından birleştirilen veya ayrılan iki ana kapıya (port) sahiptir (A ve B). “Poppet tip kovan valf” temel olarak birçok yoldan pilot uyarılı olarak çalışabilen bir check valftir, oysa “sürgülü tip kovan valf” kontrol hareketi tarafından hem normal olarak tam olarak açık ve kapalı olan değişken bir sınırlandırıcı olarak kullanılır. İki tip kovan valfin hareketi tamamen farklıdır ve ayrı olarak gözönünde tutulacaktır.



Şekil.7.1.4.2 Kovan valf

7.1.4.2.1 Poppet tip kovan valfleri

Bazı dizaynlarda poppet bütün pilot bağlantıları içeren bir kapak veya üst plaka tarafından konumda tutulur ve kovana uygundur. Diğerleri bazı konvensiyonel kovan valfler tarafından kullanılan standart kovanlara uygun olmak için dizayn edilirler (Şekil.7.1.4.2.1). Dengelenmiş poppetlere veya sürgülere sahip olan mantık elemanları ayarlanabilirler ve basınç denetimleri olarak genişçe kullanılırlar. Dengelenmemiş

poppetler ile olanlar öncelikle yön denetimleri veya akış denetimi olarak poppet hareketinin sınırlandırılabilceği yerler gibi yerlerde fonksiyonları anahtarlamak için kullanılırlar.

Poppet tip valflerin başlıca avantajları:

1. Küçük fiziksel boyutlarına göre çok yüksek akış hızları sağlanabilir.
2. Pozitif bir sızdırmazlık elde edilebilir.
3. Oldukça hızlı hareket edebilir, fakat zayıf anahtarlamaya da kolayca adapte olabilir.
4. Poppet veya sürgünün oturması ile birlikte, şekli valf grubu için farklı çalışma karakteristikleri vermek için çeşitlendirilebilir.

Dengelenmemiş poppetlerin en büyük dezavantajı bütün kanallardaki basınç değişimlerine duyarlı olması, basınç artışları sayesinde kusurların oluşmasıdır. Devre dizaynında emniyetli çalışmayı temin etmek için belirli dikkat gösterilmelidir.

Bir kovan valfte poppetin açılma ve kapanma hareketleri basınç bağımlıdır ve üç alandaki kuvvetlerin bir fonksiyonudur.

A_A = Kanal A daki poppetin etkili alanı

A_B = Kanal B deki poppetin etkili alanı

A_X = Kanal X deki poppetin etkili alanı

olduğunda,

$$A_X = A_A + A_B$$

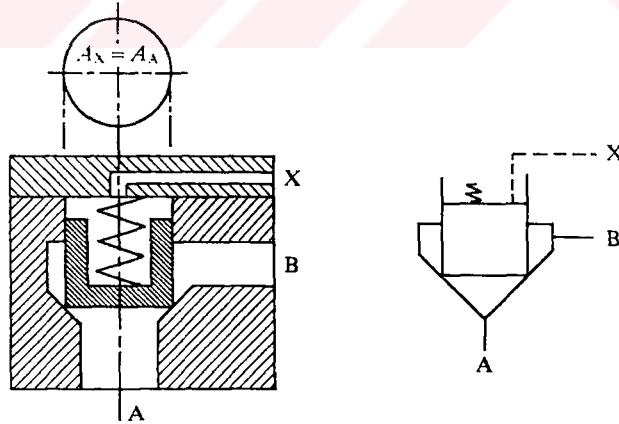
(7.1.4.2.1)

olarak ifade edilir.

Şekil.7.1.4.2.1 a da şematik olarak ve sembolik olarak gösterilen dengelenmiş poppet tip valfte;

$A_B = 0$ ve A_A alanı A_X alanına eşittir.

Pilot X valf fonksiyonunu kontrol eder. Eğer X kanal B ile birleştirilirse, valf poppetin açılması ile A dan B ye akışa müsaade ederek, fakat poppetin kapanması ile B den A ya akışı engelleyerek bir check valf olarak çalışır. Eğer X kanalı bir dış basınç ile birleştirilirse, valf basıncı kontrol etmek için kullanılabilir.



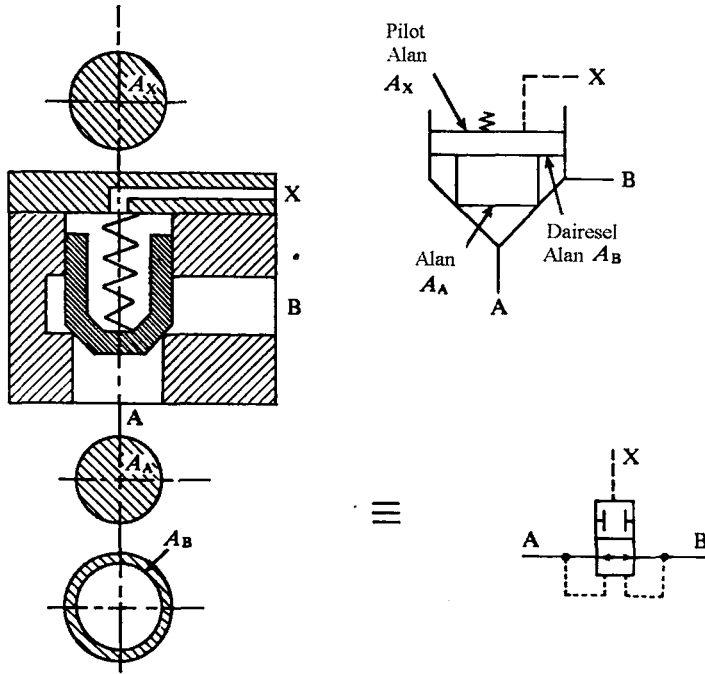
Şekil.7.1.4.2.1 a Dengelenmiş poppet tip kovan valf. Alan oranı $A_X = A_A$

Şekil.7.1.4.2.1.b de şematik olarak ve sembolik olarak gösterilen dengelenmemiş poppet tip valfte; farklı alan oranları elde etmek mümkündür, tipik olarak;

$A_B = 0.1A_A$ iken, $A_A : A_X = 1 : 1.1$

$A_B = 0.05A_A$ iken, $A_A : A_X = 1 : 1.05$

$A_B = A_A$ iken, $A_A : A_X = 1 : 2$ dir.

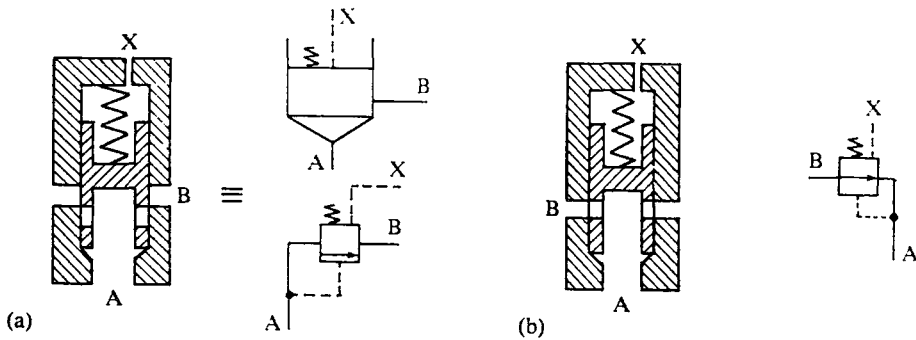


Şekil.7.1.4.2.1.b Dengelenmemiş poppet tip kovan valf. Alan oranı $A_X=A_A+A_B$

7.1.4.2.2 Sürgülü tip kovan valfler

Sürgülü tip kovan valfler basınç ayarlaması ve basınç telafisi için kullanılırlar. Onlar normal olarak kapalı veya normal olarak açık valf konfigürasyonuna göre akış yolunu azar azar açmak veya kapamak için valf gövdesinde dengelenmiş sürgüleri (1:1 alan oranı) çalıştırırlar (Şekil.7.1.4.2.2). Valfin fonksiyonu sürgünün kontrol edildiği şekil tarafından belirlenir. Pekçok basınç ayarlama fonksiyonları kovan valfler tarafından yerine getirilebilir. Normal olarak, kapalı sürgüler basınç emniyet, sıralama, tahliye, karşı dengeleme ve bypass tip akış ayarlayıcılarda (regülatörlerde) dengeleyici olarak kullanılır.

Normal olarak açık sürgüler basınç düşürme valflerinde kullanılırlar ve sınırlayıcı tip akış denetimlerinde basınç dengeleyici olarak kullanılırlar.



Şekil.7.1.4.2.2 Sürgülü tip kovan valf. a) normalde kapalı b) normalde açık

7.1.5 Servo ve oransal (proportional) valfler

Proses kontrol ile oldukça ilerlemiş microprocessor kontrol sistemi ile aynı oranda büyük fayda oransal valfler ve servo valflerin oluşumudur.Valfler akışı ve basıncı kontrol etmek için kullanılabilir.Oransal ve servo valfler arasındaki performanstaki ana farklılık cevabın hızıdır,servo oluşum ile hız,bir oransal valften daha hızlıdır.

7.1.5.1 Oransal (proportional) valfler

Oransal valfler bir devamlı değişken elektriksel giriş sinyalini bir oransal hidrolik çıkış sinyaline dönüştürür.Belirli(özel)uygulamalara bağlı olarak bir ayırım aşağıdaki temel fonksiyonlar arasında yapılır.

7.1.5.1.1 Fonksiyonlarına göre oransal valfler

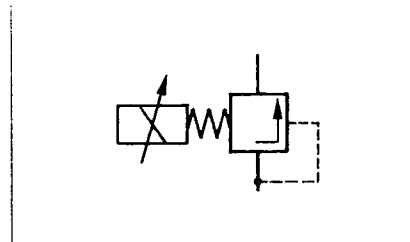
Fonksiyonlarına göre oransal valfler dört gruba ayrılırlar. Bunlar aşağıda tanımlanır.

1.Oransal basınç valfleri:Temel olarak konuşulan,bunlar oransal solenoid olarak adlandırılan,bir elektriksel konumlama tahriği tarafından değiştirilen manuel ayarlama aygıtında elektriksel ayarlanabilir basınç kontrol valfleridirler.

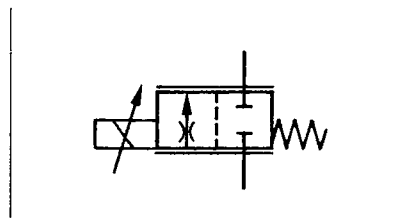
2.Oransal kısma (throttle) valfleri:Bunlar kesin ölçüm kayıtları ile kayar sürgülü valf temelinde dizayn edilmiş elektriksel ayarlanabilir kısma valfleridir.Klasik sembol genellikle bir yön denetim valfi için olandan türetilmiş olan bir sembol tarafından değiştirilir.Sembolün üstündeki ve altındaki çift çizgiler devamlı olarak değişken bir halden diğer hale geçiş karakteristiğini gösterir.

3.Oransal akış kontrol valfleri (basınç telafili):Yük telafili(dengelemeli)akış kontrol valfleri basınç dengeleyicileri ile birleşimde oransal kısma valfleri ve yön denetim valflerinden oluşmuşlardır.

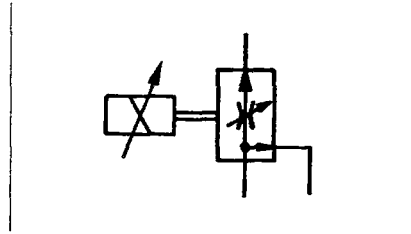
4.Oransal yön denetim valfleri:Bunlar sürgününün her bir ucunda ölçüm kayıtları ile olan sürgülü valflerdir.Onlar bir valfte yön denetimini ve hız denetimini birleştirir.Onlar 2 çalışma sınıfına göre,2 oransal solenoid tarafından kontrol edilirler.Bu valfler bir yay yüklü merkezi veya orta konumu gösterirler ve burada da sembolün üstündeki ve altındaki çift çizgi,farklı anahtarlama konumları arasındaki kademesiz bir halden diğer hale geçişi gösterir.



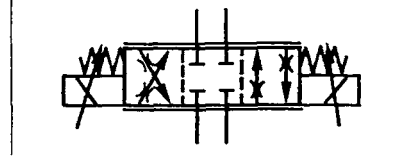
Şekil.7.1.5.1.1.a Oransal basınç valfi



Şekil.7.1.5.1.1.b Oransal kısma valfi



Şekil.7.1.5.1.1.c Oransal akış kontrol valfi (basınç telafili)



Şekil.7.1.5.1.1.d Oransal yön denetim valfi

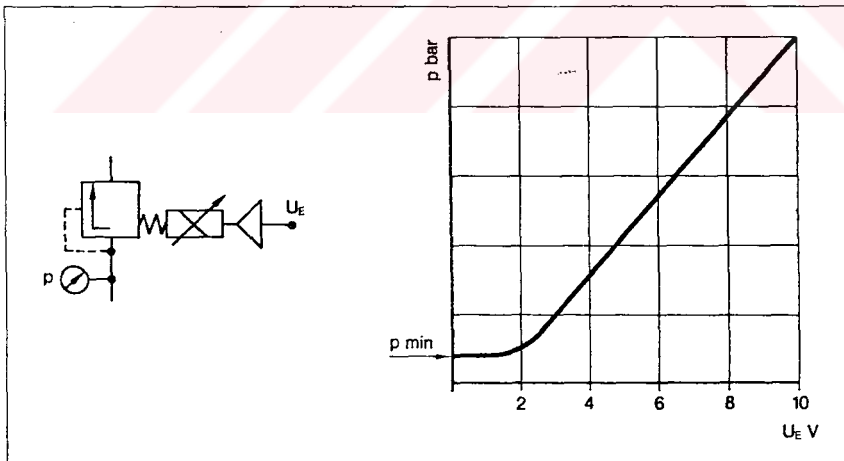
7.1.5.1.2 Oransal valflerin karakteristik eğrileri

Karakteristik eğriler hidrolik çıktı sinyali p (veya Q) ile elektriksel girdi sinyali U_E arasındaki karşılıklı ilişkiyi gösterir.

Not:Girdi sinyali U_E , solenoid'deki sinyali değil,elektronik valf yükseltedeki girdiyi ifade eder.

İdeal durum iki faktör arasında tam anlamıyla lineer bir karşılıklı ilişkinin olması olacaktır,diğer bir deyişle,bir doğrusal karakteristik.Oysa,pratikte karakteristik genellikle küçük sinyal sınıflarında en iyi kararlılığa erişmek için hafifçe eğilmiştir.

1.Basınç valfleri(basınç sinyal fonksiyonu):Karakteristik eğrinin alt bölgesi eğimlidir ve tamamen "0" a ulaşmaz.Bu pilot uyarılı sistemlerin durumunda ana kademe yay basıncı tarafından arttırılan,akış direncinin bir sonucudur.



Şekil.7.1.5.1.2.a Basınç valfi basınç sinyal fonksiyonu

2.Kısma valfleri(volumetrik akış sinyal fonksiyonu):Bu karakteristik eğri her iki uçta eğridir.Eğrinin alt bölgesinde,valf açılması geciktirilir ve üst bölgede,hidrolik doyma belli olur.

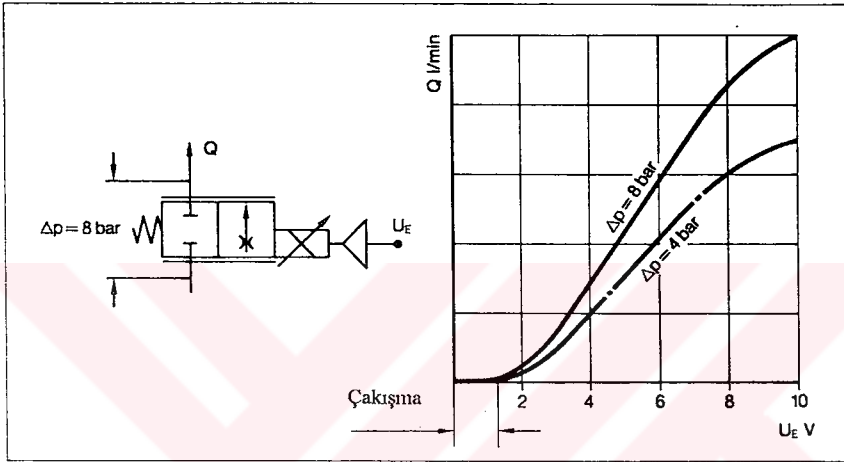
Not:Bütün kısma valfleri durumunda,volumetrik akış,basınç düşümü Δp ye bağlıdır.

Bir kural olarak, nominal akış hızı ve bu nedenle karakteristik eğri $\Delta p=8$ bar'a aittir. Bu valfin sadece $\Delta p=8$ bar da çalışabileceği anlamına gelmez. Diğer basınç düşümü hesapları için akış hızı kare kök fonksiyonuna göre hesaplanır.

$$Q \approx \sqrt{p} \quad (7.1.5.1.2.a)$$

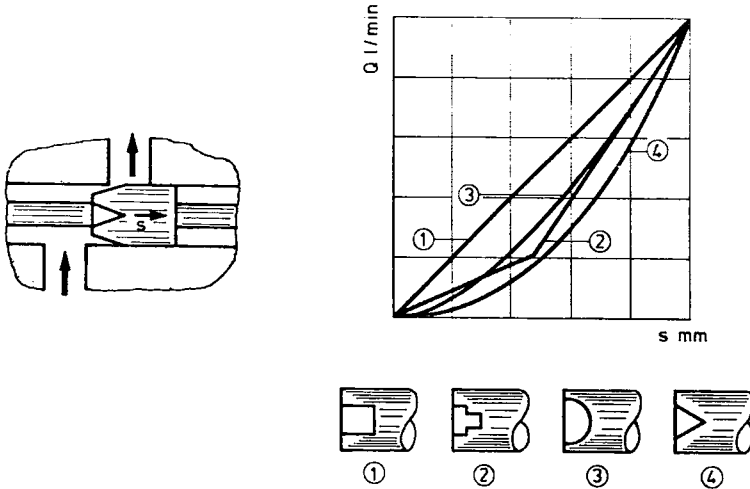
$$Q_x = Q_{n\text{ om}} \sqrt{\frac{\Delta p_x}{\Delta p_{n\text{ om}}}} \quad (7.1.5.1.2.b)$$

Pratikte, basınç dengeleyicileri basınç düşümünü sabit tutmak için kullanılır.



Şekil.7.1.5.1.2.b Kısmalı valfi volumetrik akış sinyal fonksiyonu

Eğrinin alt bölümündeki eğrilik değişken kısma kesit bölgelerinin geometrik şekline bağlıdır. Bunlar sürgüdeki faturaların formunda veya valf yuvası veya sürgü kovani içindedir. Bir düz eğri genellikle açılmanın başlangıcı için olan özel koşulu belirler (sinyal kararlılığı).



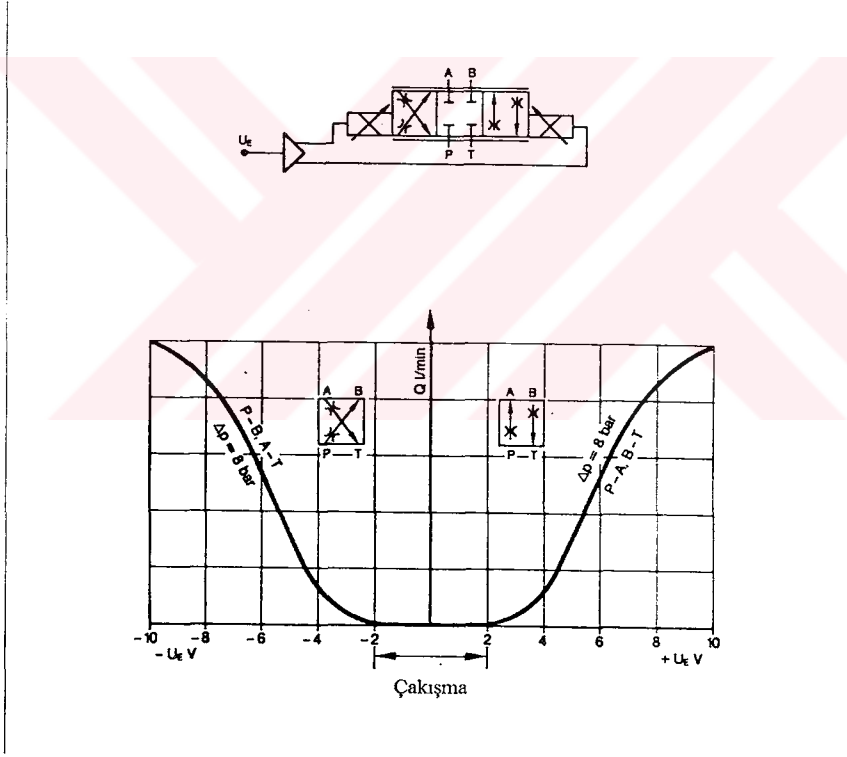
Şekil.7.1.5.1.2.c Kısmalı kesit şekilleri

Eğrinin en üst bölgesindeki eğrilik hidrolik doyma ile oluşturulur yani, valfteki değişmeyen kısma elemanları da sonuç olarak gerçek kısma kesitine ilaveten etkili olur.

Açılmanın başlaması valf sürgüsündeki kısma kesitinin çakışmasına bağlıdır. Bu çakışma yaklaşık olarak toplam sürgü hareketinin %20'nden oluşur ve başlangıç konumunda verilen bir sızdırmazlık derecesi için garantidir. Açılmanın başlaması elektronik valf yükseltecinin sıfır-nokta ayarlaması tarafından değiştirilebilir.

3. Yön denetim valfleri (volumetrik akış sinyali fonksiyonu): 2 çalışma sınıfına ait olan bu valf tipinin karakteristik eğrisi 2 dördte bir çember boyunca uzanır. Eğrilerin herbiri diğerine hem yanyana olarak hemde köşegen olarak terstir ve hatta, "eğri" kısma valfi eğrisine benzerdir ve her ölçüm kayıdı (metering notch) için $\Delta p = 8 \text{ bar}$ 'ı ifade eder. Eğer PA ve PT nin (veya PB ve AT nin) kanallarının kısma kesitleri özdeş ise, bir tek eğri yeterlidir, aksi takdirde onlar ayrı eğriler yardımıyla gösterilmek zorundadırlar.

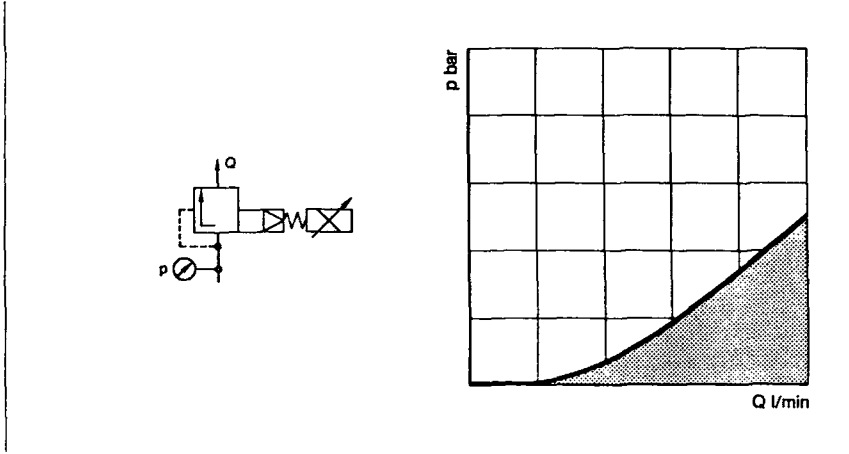
Valfin bu tipi ile merkezde veya orta konum alanında sürgü hareketinin yaklaşık $\pm\%20$ sinin genellikle bir "pozitif çakışma" vardır. O genellikle elektronik yükselteçde bir telafi devresi (compensation circuit) tarafından düşürülmesine rağmen, sızdırmazlığın belirli bir derecesi bu "ölü bölge" tarafından garanti edilir. Bu sürgü hareketi ve girdi sinyali U_E için farklı skalalar kullanılmasının sebebidir.



Şekil.7.1.5.1.2.d Yön denetim valfi volumetrik akış sinyali fonksiyonu

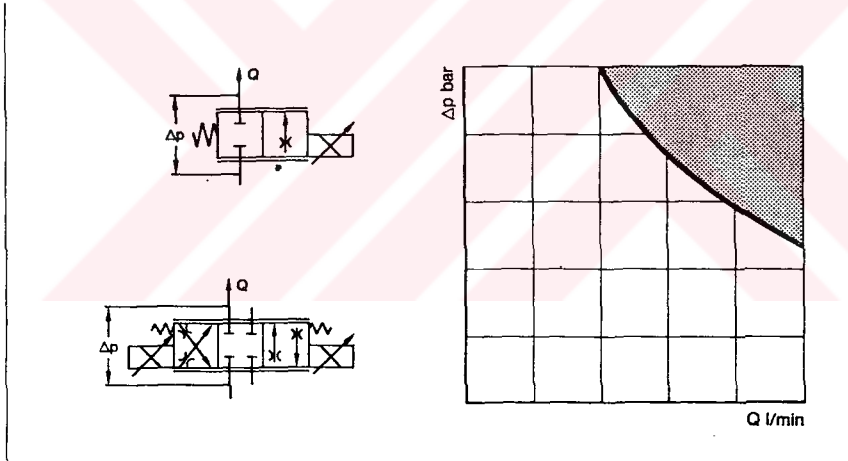
7.1.5.1.3 Oransal valflerin çalışma sınırları

1. Basınç valfleri: Basınç valfleri ile, volumetrik akış sınırlandırılır ve Q_{max} olarak adlandırılır. Konvansiyonel basınç emniyet ve basınç düşürme valflerine benzer olarak, akış hızının bir fonksiyonu olarak ayar basıncı kararlılığı bir diyagram formunda ifade edilir.



Şekil.7.1.5.1.3.a Basınç valfi çalışma sınırları

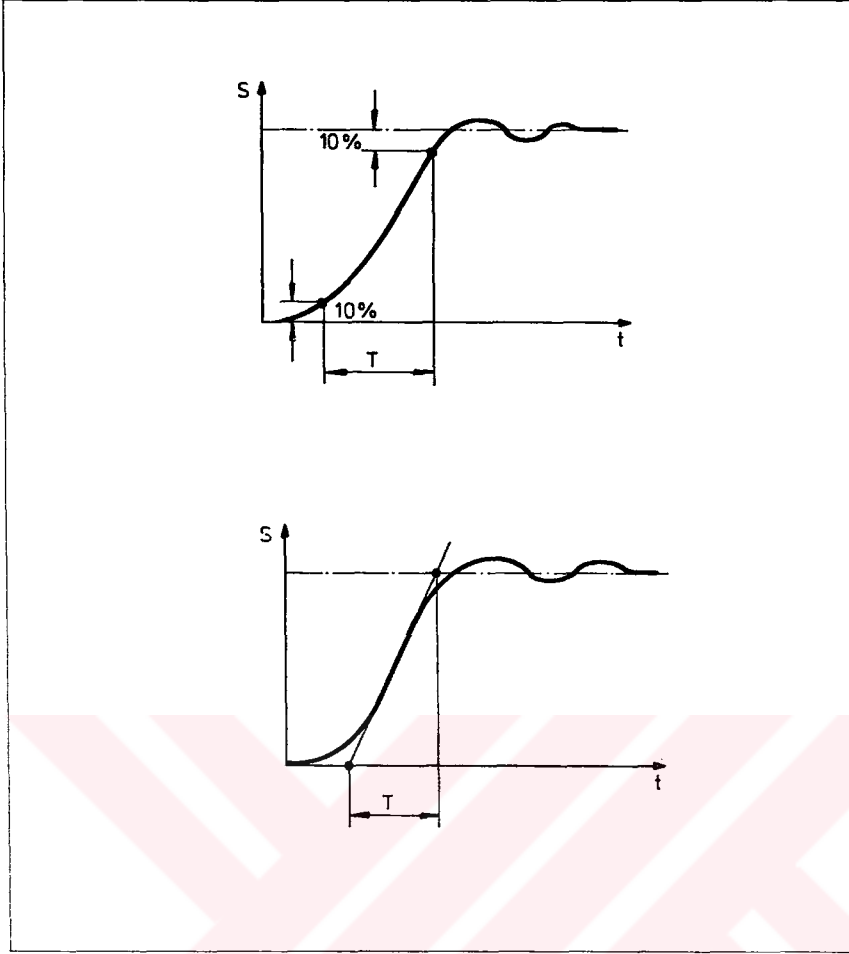
2.Kısma valfleri ve yön denetim valfleri:Bu valfler basınç dengeleyicileri olmadan çalıştırıldıkları zaman,düşük yükleme ve yüksek girdi basınçlarında bir yüksek Δp oluşur ve bu nedenle $Q \approx \sqrt{\Delta p}$ ye uygun olarak yüksek bir volumetrik akış oluşur.Müsaade edilebilir değerler bir $\Delta p/Q$ diyagramında verilmektedir.Eğer bu değerler geçilirse,valf sürgüsündeki akış kuvvetleri konumlama kuvvetlerini yener ve valf kontrol edilemez hale gelir.



Şekil.7.1.5.1.3.b Kısma valfi ve yön denetim valfi çalışma sınırları

7.1.5.1.4 Oransal valflerin cevap zamanı

Cevap zamanı bir oransal valfin dinamik karakteristiğinin basit bir işareti olarak görev yapar.O girdideki ani bir sinyal değişimine cevap olarak tanımlanır ve solenoid bobin veya valf sürgü hareketi ile ilişkilendirilir.Osiloskopik zaman ölçümünün başlangıcında ve sonunda bir halden diğer hale geçiş genellikle kabul edilmez.Amacına uygun cevap zamanı değerleri 25...60 ms dir.



Şekil.7.1.5.1.4 Oransal valflerin cevap zamanı

7.1.5.1.5 Oransal valflerde manyetik gecikme,tersine çevrilen hata,cevap duyarlılığı (hysteresis,reversal error,response sensitivity)

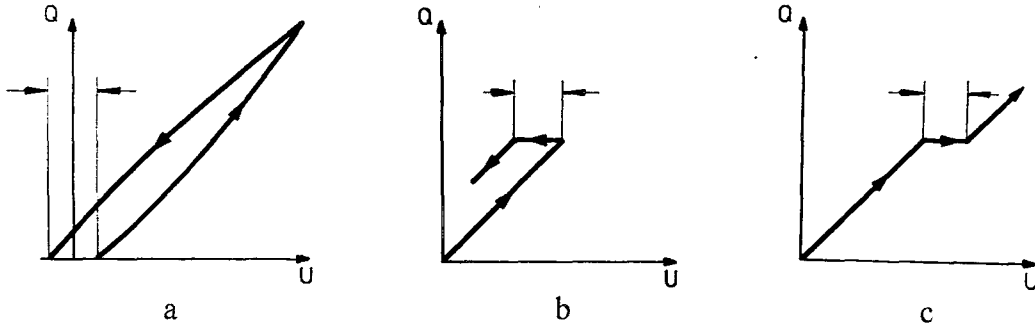
Bu üç değer birbiri ile çok yakından ilgilidir.Onlar elektromagnetik sinyal dönüştürücüsüne(magnetic hysteresis),mekanik sürtünmeye,transfer elemanlarındaki hareket serbestliği/toleranslara ve herşeyden önce oransal solenoidin konum kontroluna katılıp katılmadığına bağlıdır.Valfler için amaca uygun değerler:

- 1.konum kontrolu ile < %1 ve valf için
- 2.konum kontrolsuz yaklaşık %5.

1.Manyetik gecikme(hysteresis):Bu,bir tam sinyal oranı içinden geçirildiği zaman aynı çıktı sinyali için girdi sinyalindeki maksimum farklılık olarak tanımlanır(Şekil.7.1.5.1.5.a).

2.Tersine çevrilen hata(reversal error):Bu,verilen bir durma noktasından,ters yönde, bir değişim yapıldığında,çıktı sinyalinde ölçülebilir bir değişimin üretilmesinin gerekli olduğu,girdi sinyalindeki bir değişim olarak tanımlanır(Şekil.7.1.5.1.5.b).

3.Cevap duyarlılığı(response sensitivity):Bu,verilen bir durma noktasından,aynı yönü devam ettirerek,bir değişim yapıldığında,çıktı sinyalinde ölçülebilir bir değişimin üretilmesinin gerekli olduğu,girdi sinyalindeki bir değişim olarak tanımlanır (Şekil.7.1.5.1.c).



Şekil.7.1.5.1.5.a) Manyetik gecikme b) Tersine çevrilen hata c) Cevap duyarlılığı

7.1.5.2 Kapalı çevrim oransal valfler

Kapalı çevrim oransal valfler oransal yön denetim valfleri ile mukayese edilebilirler ve genellikle bir 4/3 fonksiyona sahiptirler. O negatif çakışmaya sahip olsa bile, merkez ve orta konum her zaman kilitlenmiş moda gösterilir. Solenoid enerjilendirmeme ile, valf tanımlanmamış bir konum alır. Doğrudan kontrol edilen kapalı çevrim oransal valfler solenoid enerjilendirilmediğinde geri dönüş yayı tarafından belirlenen ilave bir 4. konuma sahiptirler (emniyet konumu).

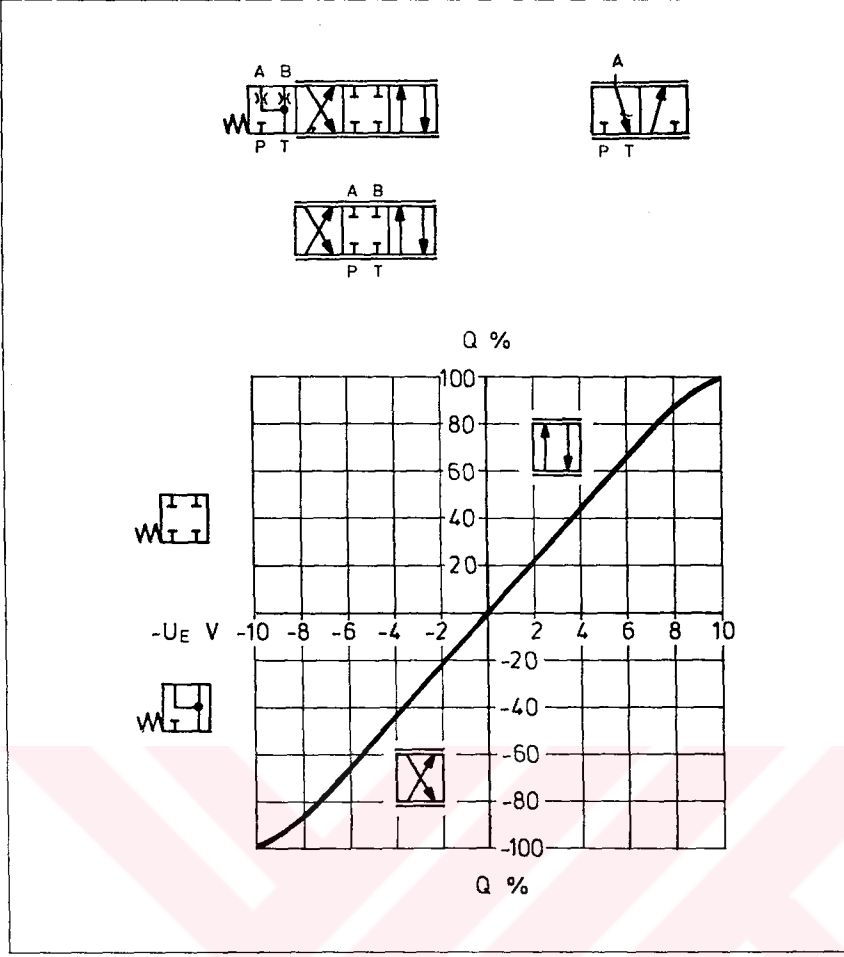
4/3 fonksiyonlu valflere ilave olarak, 3 yollu valfler devamlı bir halden diğer hale geçişin üzerinde duran, hatta "iki ölçüm kayıtlı kontrol" diye adlandırılanlar mevcuttur.

7.1.5.2.1 Kapalı çevrim oransal valflerin akış karakteristiği

Bu eğri valf yükseltisinde elektriksel girdi sinyalinin bir fonksiyonu olarak volumetrik akışı gösterir. Oransal yön denetim valflerinin karakteristik eğrilerine tezat olarak, kapalı çevrim oransal valf eğrileri onların "sıfır çakışmasına" göre sıfır noktası içinden geçerler. Eğri, hatta çok düzdür, diğer bir deyişle, girdi ve çıktı sinyalleri arasında çok mutlak bir lineerlik vardır. Bu ölçüm kayıdı (notch) geometrisinin ve çok yüksek basınç düşümünün bir sonucudur. Oransal yön denetim valfleri için karakteristik eğri normal olarak $\Delta p = 8$ bara ait olmasına rağmen, (Şekil.7.1.5.1.2.b) kapalı çevrim oransal valfler ve servo valfler ölçüm kayıdları (metering notch) yardımı ile $\Delta p = 35$ bar temelindedir. Burada yine, diğer basınç düşüm rakamları için akış hızı;

$$Q_x = Q_{n\ om} \sqrt{\frac{\Delta p_x}{\Delta p_{n\ om}}} \quad (7.1.5.1.2.b)$$

formülü ile hesaplanır.



Şekil.7.1.5.2.1 Kapalı çevrim oransal valflerin akış karakteristiği

7.1.5.2.2 Kapalı çevrim oransal valflerin uygulama sınırları

Akış kuvvetleri doğrudan uyarılı kapalı çevrim oransal valf durumunda maksimum volumetrik akışı sınırlar. Pilot uyarılı valfler onların çok yüksek konumlama kuvvetleri sayesinde bu konuda sınırlamalara maruz değillerdir.

7.1.5.2.3 Kapalı çevrim oransal valflerde manyetik gecikme, tersine çevrilen hata, cevap duyarlılığı (hysteresis, reversal error, response sensitivity)

Bu değerler oransal valfler için olanla aynı şekilde tanımlanır (Şekil.7.1.5.1.5.a,b,c). Kapalı kontrol çevriminde yerleştirilmiş çok ciddi gereksinimler tarafından kabul ettirilmiş olan uygun değerler; %0.2 ... 0.5 dir.

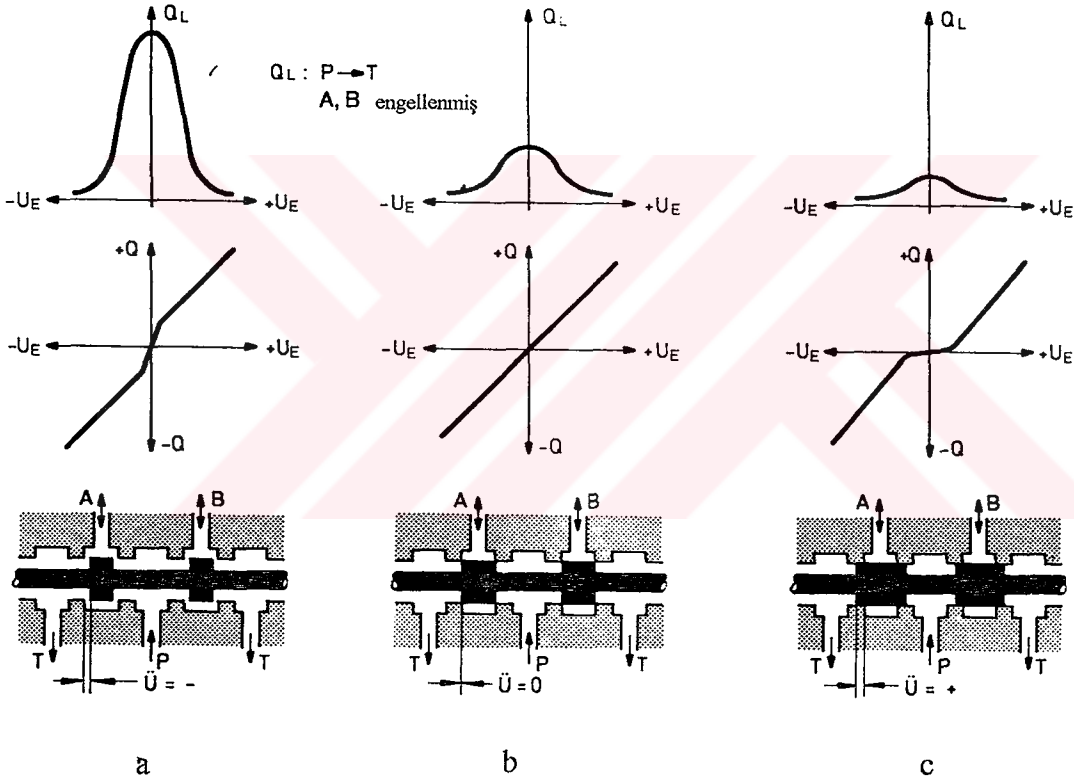
7.1.5.2.4 Kapalı çevrim oransal valflerde merkez-konum çakışması

Merkez konumda kapalı çevrim oransal valflerin sıfır çakışması bir konum kontrol çevriminde onun uygulaması için önceden gerekli olan bir zorunluluktur. Pozitif çakışma bir kontrol elemanı ölü bölgesi ile sonuçlanır ve karışık bir etkiye sahiptir. Diğer taraftan negatif çakışma, kaçak yağ akışında açıkça görünen bir artış ile sonuçlanır.

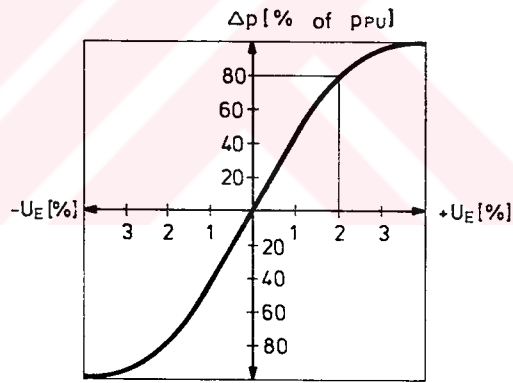
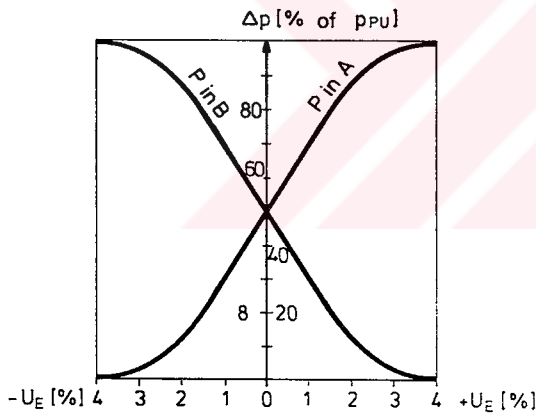
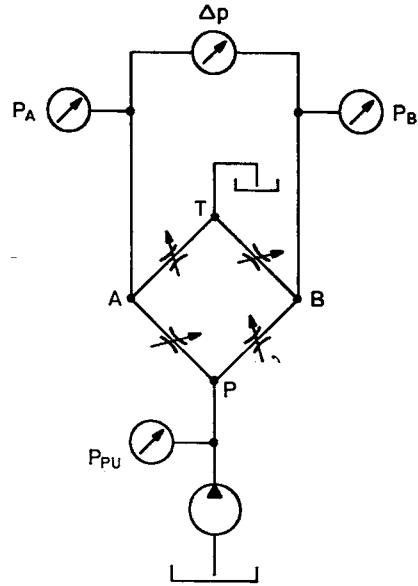
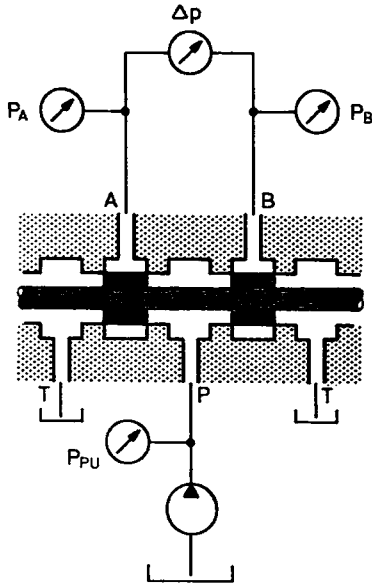
Çakışma hususunda,kapalı çevrim oransal valfler ve oransal valfler önemli ölçüde farklıdır.Merkez veya orta konumda ölçüm kaydı çakışması da transfer fonksiyonundan sonuçlandırılabilir.

Valf sürgüsü ve yuva veya sürgü kolu gözönüne alınarak,negatif çakışma yerleri aşınmaya dayanıklı malzemelerin kullanımının kabul ettirilmesi kadar ciddi olarak doğru imalatı gerektirir.Elbette,bu uygun olarak maliyetlerin artışıyla sonuçlanır.

Valfin sıfır çakışmasının sınıfı(kalitesi) ve başlangıç durumunda onun sızdırmazlığı, "basınç kazancı" diye adlandırmayla açıklanır.Bu kapalı kullanıcı/yük bağlantılarında %80 bir sistem basıncı farkına ulaşmak için yüzde kaç ayar noktası sinyali gerektiğini belirler.Bu değerler %1...3 oranındadır. "Basınç kazancı"terimi,aynı anda değişebilen mekanik olarak içten bağlanmış 4 değişken kısma için 4 ölçüm kaydının ne zaman hesaba katıldığını anlamak için çok kolaydır.



Şekil.7.1.5.2.4 Çakışma çeşitler a)Negatif çakışma b)Sıfır çakışma c)Pozitif çakışma



Şekil.7.1.5.2.4.d Merkez-konum çakışması

7.1.5.2.5 Kapalı çevrim oransal valflerin dinamik karakteristiği

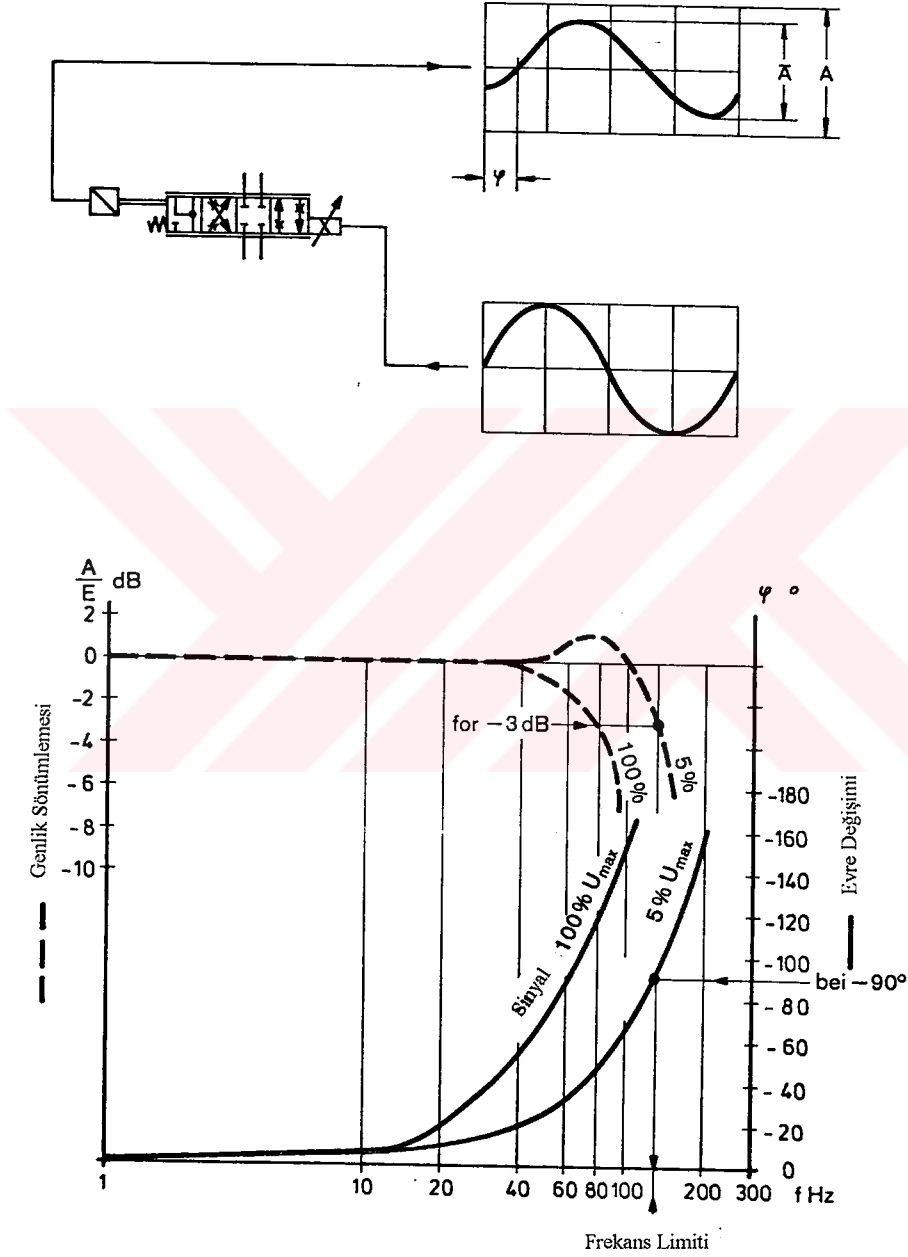
Bu, valfin sinyal değişimlerine çabukça cevap verme yeteneği hakkında bilgi sağlar. Bu çok basitçe "harekete geçirme zamanını" kullanarak açıklanabilir; yani onun girdisinde bir sinyal atlamasına cevap vermek için kabul edilen zaman. Kontrol mühendisliğinde kullanılan sistemlerin durumunda böyle olmasına rağmen, "harekete geçirme zamanı" her zaman valfin dinamik karakterini tanımlamaya yetmez. Frekans cevabı bu nedenle genellikle kapalı çevrim oransal valflerin durumunda kullanılır ve bir Bode gösterim planı

formunda gösterilir. Bu metod diğer transfer elemanlarının değerlendirilmesi için de kullanılır.

Frekans cevabı Bode gösterim planı: Bir sinusoidal girdi sinyali test altındaki valfe uygulanır. Sinusoidal çıktı sinyali eğrisi;

1. faz (evre) değişimi ve

2. genlik sönümlenme A:E nin frekans artışı olduğunda meydana geldiğini gösterir.



Şekil.7.1.5.2.5 Frekans cevabı Bode gösterim planı

Bode gösterim planı faz değişimi bir 360° periyodu için derece olarak verilir ve bir logaritmik skalada genlik sönümlenmesi;

$$dB=20 \log \frac{U_A}{U_E} \quad (7.1.5.2.5)$$

olarak ifade edilir.

Frekans sınırı bir - 90 ° faz değişiminin olduğu frekans olarak tanımlanır. Daha ileri bir tanımlama -3 dB lik bir genlik sönümlemesine ilişkindir. Bu tanımlamalar aşağı yukarı aynı frekans sınırı ile sonuçlanır; yani hem -90 ° faz değişimi hemde -3 dB genlik sönümlemesi hemen hemen aynı frekansta meydana gelir. Valf kontrol çevriminin lineer olmamasından (nonlineer) dolayı, frekans cevabı sinyal genliğinin bir fonksiyonudur. Sinyal genliği bir parametre olarak tanımlanmak içindir. Bir valfin dinamik cevabı bilhassa küçük sinyal bölgesinde ilgi çekicidir ve genellikle $U=U_{max}$ ın %5 i için araştırılır.

7.1.6 Enjeksiyon vidası tahrik hidrolik motoru

Enjeksiyon plastikleştirme vidası için en yaygın tahrik ünitesi hidrolik motordur. O basınçlı akışkanı hidrolik pompalardan alır ve dönerken bu enerjiyi tork olarak ve devir/dakika olarak hidrolik motor tahrik miline iletir.

Enjeksiyon sisteminin en yaygın tipi bir doğrudan tahrik hidrolik motor kullanır. Bu motor doğrudan vidaya bağlanmıştır; böylece hidrolik motor torku ve hızı, hatta plastikleştirme vidasının torku ve hızıdır. Enjeksiyon ünitesinin ikinci bir tipi bir hidrolik motor ile birleşmede bir dişli kutusu kullanır. Bu yöntemde bir en küçük hidrolik motor dişli kutusunun hızı düşürmesi ve torku arttırması ile, bir yüksek hızda çalışmada kullanılabilir. Dişli kutusu ile, vida için güç temin etmek için bir değişken hızlı elektrik motoru kullanmak da mümkündür.

7.1.7 Hidrolik sistem montajı

Hidrolik sistemin montajı ve montaj için kullanılan komponentler hidrolik sızıntının azaltılmasında çok önemlidir. Manifoldlar yön valflerinin monte edilmesi için mümkün olan her yerde kullanılmalıdır. Manifold içinde içten delinmiş kanallar hidrolik akışkanı uygun valflere ve ünitelere gönderir. Doğrudan dişli O-ring tesisatlar manifoldlar ve hidrolik regülatör (actuator) arasında rakor (connector) olarak kullanılmalıdır. Bu tesisatlar diş çekilmiş rakorlarda bir pozitif O-ring contaya sahiptirler, böylece eskimiş boru dişli tesisatlarda bulunan metalden metale contalara güvenme ihtiyacı bertaraf edilir.

7.1.8 Bakım ve servis

Birçok plastik enjeksiyon kalıplama makinası eğer onlar uygun olarak işletilir ve bakım yapılırsa güvenli şekilde çalışacaktır. Planlanmış bir bakım programının oluşturulmuş olması önemlidir. Makinalardaki yaygın problemler, yağlama yetersizliği, teterli olmayan soğutma suyu, filtre değiştirmede hata ve genel işletmecilik hatalarıdır.

7.2 Plastik Enjeksiyon Makinası Hidrolik Devre Uygulamaları

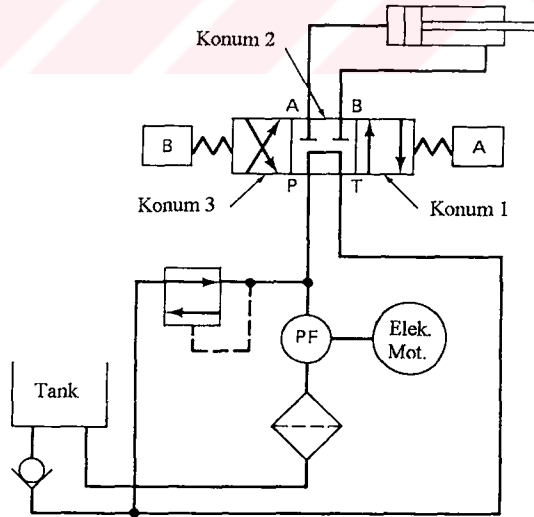
Plastik enjeksiyon kalıplama makinalarında hidrolik elemanların önemli kullanımıyla, insanın bazı temel devre sembollerini ve bir devrenin nasıl oluşturulacağını öğrenmesi önemlidir. Aşağıda bu uygulamalardan örnekler verilmektedir.

Uygulama 1: Şekil.7.2.a da bir mafsal kapamalı makinayı açmak ve kapamak için bir devrenin nasıl oluşturulduğu açıklanır.

Devre boşta (rölantide) çalışma modunda gösterilir (Şekil.7.2.a). Pompadan çıkan akışkanın yön valfi içinden geçerek (P den T ye) tanka gitmesi konum 2 durumunda belirtilir. Eğer solenoid A enerjilendirilirse, yön valfindeki sürgü konum 1 e kayar, böylece silindirin ana alanının içine ve P den A ya akışa müsaade edilir. Geriye çekilen alan sonra yön valfi içinden (B den T ye) tanka yönlendirilmiş olacaktır. Silindirin ana alanına yönlendirilmiş akışkan ve tanka yönlendirilmiş geriye çekilen taraf ile, silindir ileri gidecektir. Eğer solenoid B enerjilendirilirse, sürgü pompanın geri çekilen alana akışa müsaade etmesi ile konum 3 e kayacaktır ve ana alan tanka yönlendirilecektir. Bu silindirin açılmasına müsaade edecektir. Basitleştirilmiş bir formda, bu devre bir mafsal mengenyeyi kapatabilir.

Hidrolik devrenin normal olarak çalıştırdığı enjeksiyon kalıplama makinasının temel kısımları;

1. Mengene
2. Püskürtücü (ejector)
3. Enjeksiyon grubu
4. Plastikleştirme vidası
5. Ocak
6. Enjeksiyon silindiri

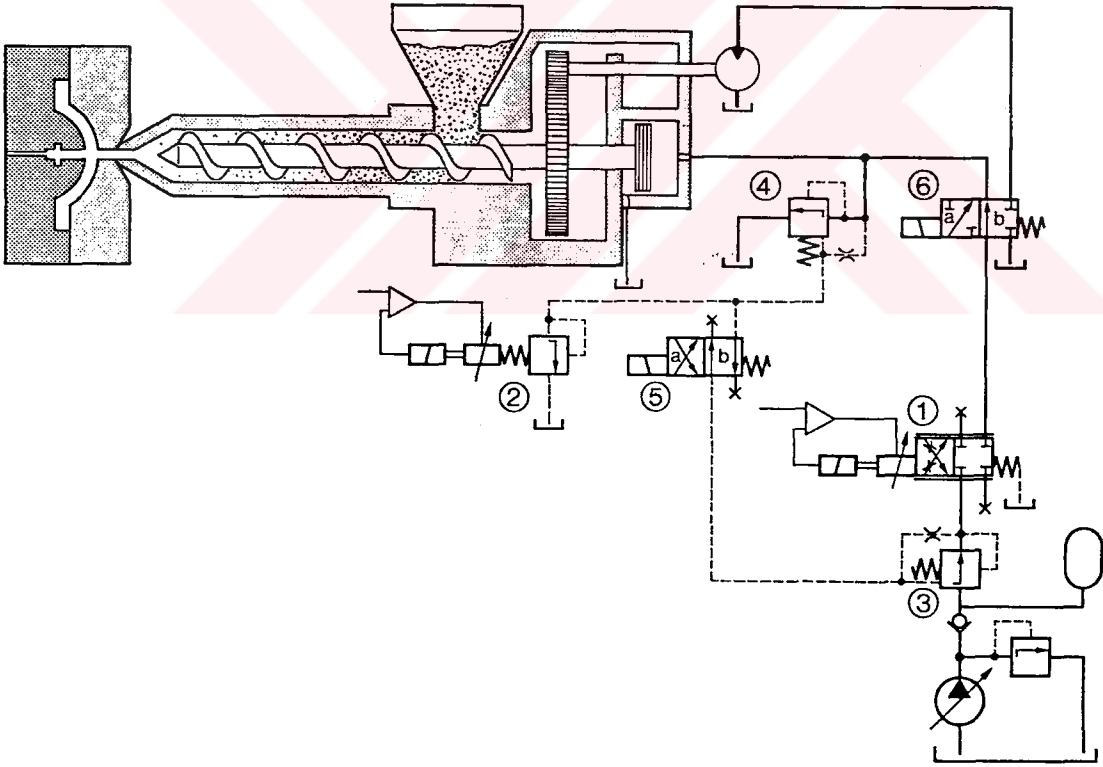


Şekil.7.2.a Bir mafsal açma kapamalı plastik enjeksiyon makinası için basitleştirilmiş bir hidrolik devre

Uygulama 2:Aşağıda bir enjeksiyon kalıplama makinasının plastikleştirme vidasının hareketi gösterilmektedir(Şekil.7.2.b).Beslemenin ve vidanın dönmesinin kontrolü için ve kuvvetin ve hızın doğru kontrolunu temin etmek için oransal basınç valfleri ve oransal kısma valfleri kullanılmaktadır.

Plastik malzeme ısıtılır ve vidanın dönmesiyle plastikleştirilir.Vida bir hidrolik motor tarafından tahrik edilir ve onun dönme hızı yön denetim valfi 6 nın "a" yı anahtarlaması ile oransal kısma valfi 1 tarafından belirlenir.Vida aksiyal olarak sağa doğru hareket eder ve enjeksiyon silindiri basınçlandırılmış yağı 4 ve 2 den oluşan bir pilot uyarılı basınç emniyet valfi üzerinden yerdeğiştirir.Karşı basınç pilot valf 2 tarafından belirlenir, "geri basınç" olarak adlandırılır. Yön denetim valfi 5 "b" ye anahtarlanır.

Plastikleştirilmiş malzeme,basınç enjeksiyon silindirine uygulandığında ve vida ileri doğru hareket ettiğinde,kalıba püskürtülür. "Enjeksiyon basıncı" 3 ve 2 den oluşan bir pilot uyarılı basınç düşürme valfi tarafından belirlenir,bununla yön denetim valfi 5 "a" ya anahtarlanır.Enjeksiyon hızı,yön denetim valfi 6 nın "b" ye anahtarlanması ile,oransal kısma valfi tarafından kontrol edilir.Enjeksiyon prosesinin tamamında,2 deki basınç özettele "tutma basıncı"nın seviyesini artırır.



Şekil.7.2.b Plastik enjeksiyon makinası enjeksiyon vidası hareketi hidrolik devresi

Uygulama 3:Enjeksiyon kalıplama makinasının en önemli kısmı,kalıplama ünitesi hareketi aşağıdaki devre şemasında gösterilmektedir(Şekil.7.2.c).Bu makinada,kontrol hareketi enjeksiyon hızına ve enjeksiyon silindirin konumuna,gerçek enjeksiyon prosesi esnasındaki muhtelif basınçlarda uygulanır.A blok grubu 3/2 kontrol valfi muhtelif kontrol fonksiyonları için regülatör (actuator) olarak kullanılır.Bu kapalı çevrim oransal valf ana evre 9 ve pilot valf 9.1 den oluşur.

Enjeksiyon hızının kontrolü için,gerçek değer sinyali bir konum ölçüm sistemi 9.5 tarafından sağlanır.Volumetrik akış kovan valf 9 un P→A ya ölçüm kaydı (metering notch) tarfindan kontrol edilir.

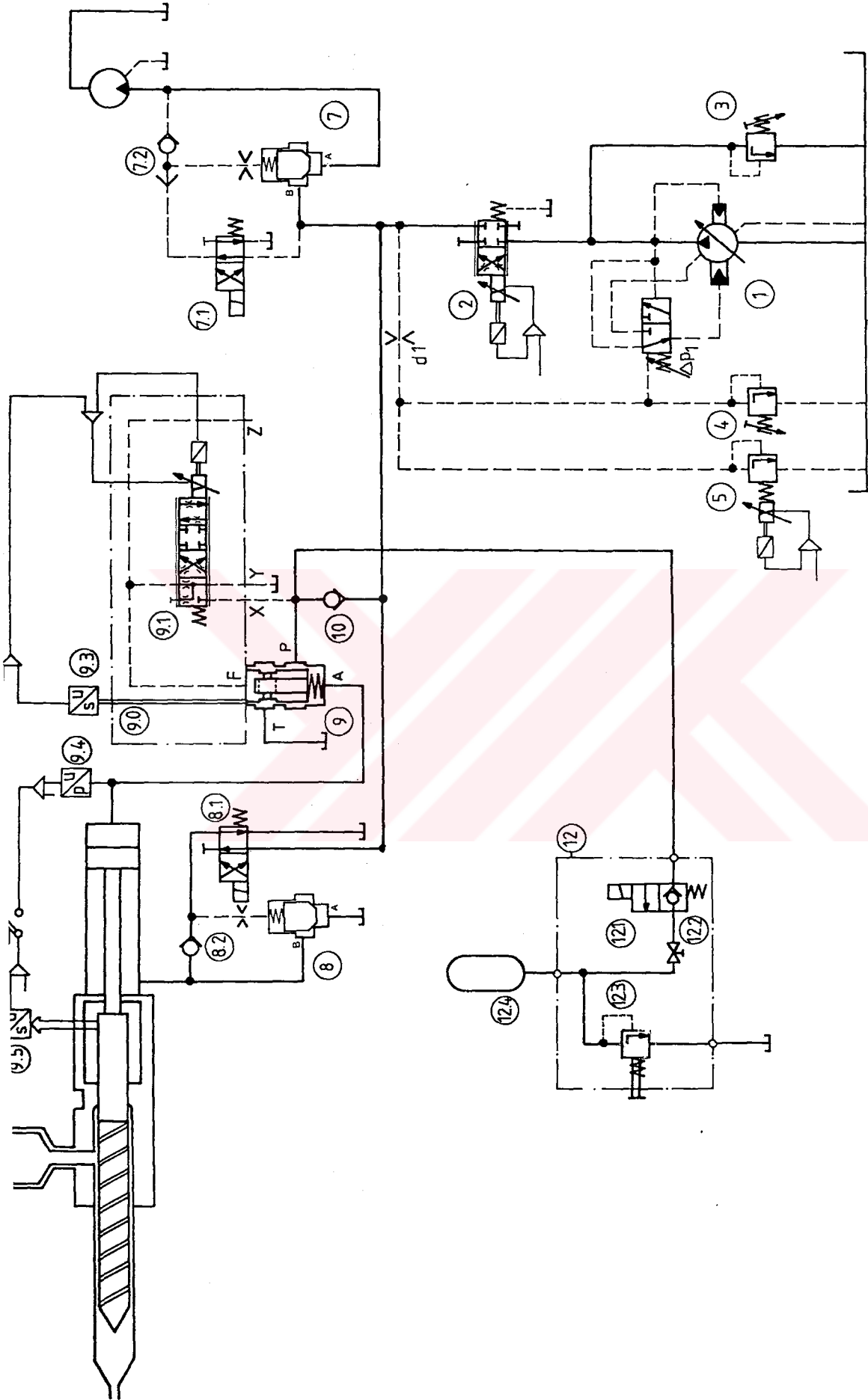
Basınç sensörü 9.4 "enjeksiyon basıncı", "tutma basıncı" ve "geri basınç" için gerçek değer sinyallerini sağlar.Basınçlar kovan valf 9 un A→T ye ölçüm kaydı tarfindan sınırlandırılır.

Bir çalışma çevrimi periyodu esnasında değiştirilen volumetrik akışlar ve basınçlar pompa 1 tarafından üretilir ve oransal valfler 2 ve 5 tarafından kontrol edilirler.

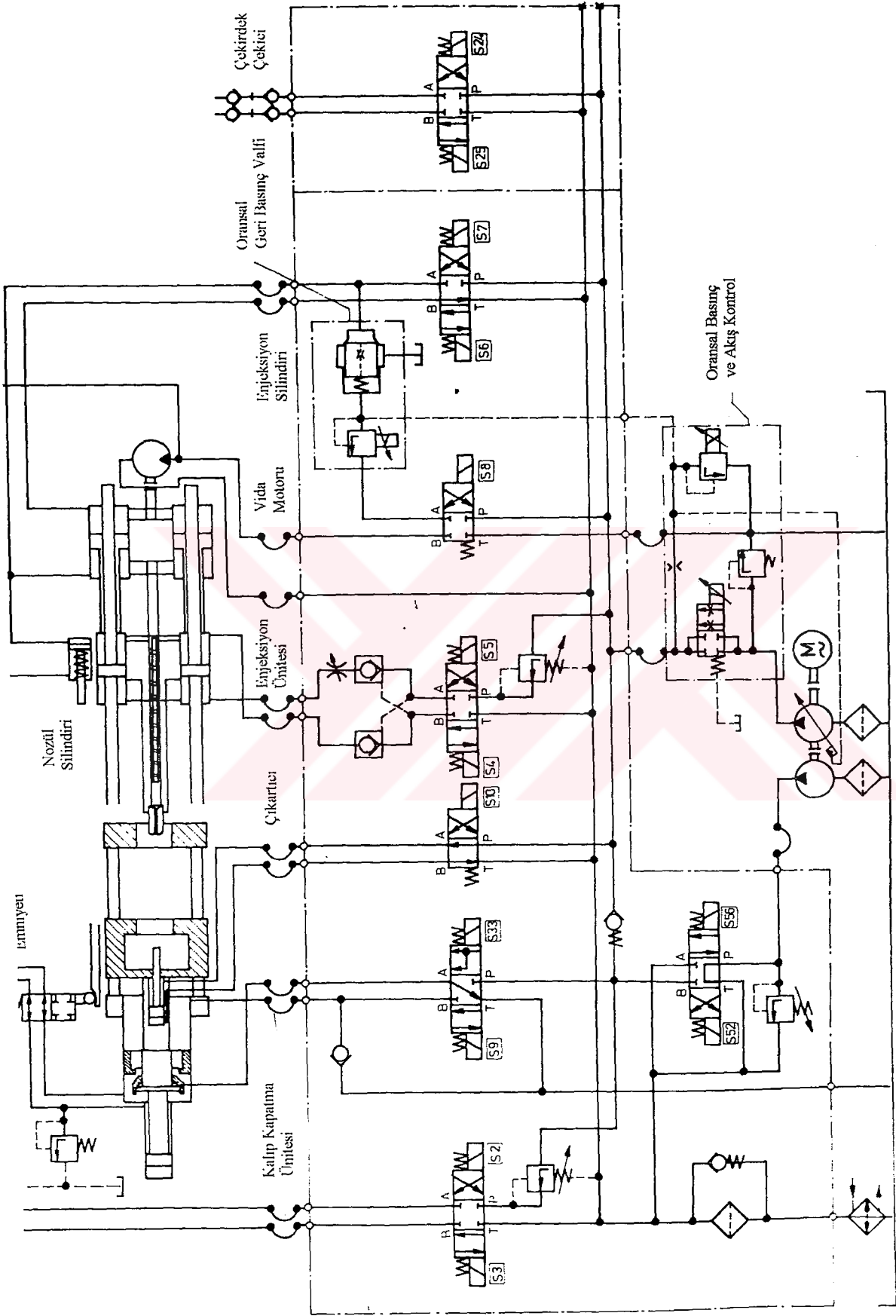
Uygulama 4:Burada plastik enjeksiyon makinasının kalıp kapama (mengene) grubu,enjeksiyon grubu ve enjeksiyon silindirin hareketinin kontrolü için bir hidrolik devre oluşturulmuştur(Şekil.7.2.d).

Kontrolde yine oransal geri basınç valfi,oransal basınç ve akış kontrol valfleri kullanılmıştır.

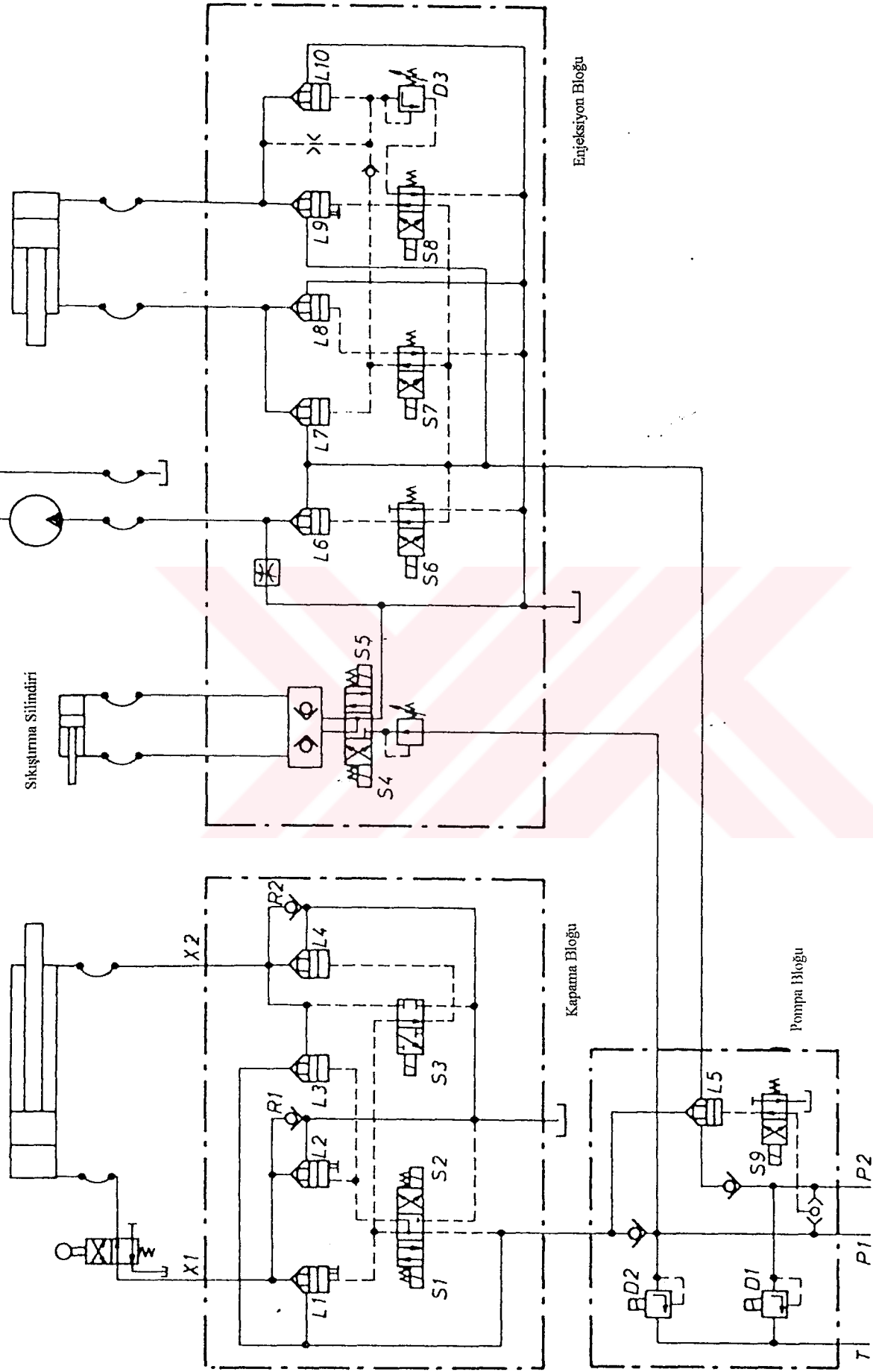
Uygulama 5: Burada ise plastik enjeksiyon makinasının kalıp kapama (mengene) grubu, hidrolik motor ve enjeksiyon silindirin hareketinin kontrolü için oluşturulan hidrolik devrede kovan valfler kullanılmıştır(Şekil.7.2.e).



Şekil 7.2.c Plastik enjeksiyon makinası kalıplama ünitesi hareketi hidrolik devresi



Şekil.7.2.d Plastik enjeksiyon makinası hidrolik devresinde oransal valflerin kullanımını



Şekil. 7.2.e Plastik enjeksiyon makinası hidrolik devresinde kovan valflerin kullanımı

8.0 SONUÇ

“Plastik Enjeksiyon Makinalarının Tahrik Sistemlerinin Tasarımı” konusunun incelendiği bu yüksek lisans tez çalışmasında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Doğrudan hidrolik mengene dizaynı yıllar boyunca uzun süre güvenilirliğe sahip olmuştur. Düşük basınç kalıp korumasının mükemmel kontrolünü ve tonajın kesin kontrolünü sağlamıştır. Yüksek enjeksiyon kuvvetlerinden dolayı mengenenin aşırı tazyikli olmasına müsaade etmez.

Mafsalsal mengene son derece hızlı kapama ve açma hareketlerine sahiptir ve tipik olarak maliyeti doğrudan hidrolik mengeneden düşüktür. Sağlanan tonajı tutmak için enerji gereksinimi doğrudan hidrolik mengene için olandan azdır, fakat bu enerji makinanın toplam enerji kullanımını içinde önemsizdir. İyi yağlama ile, mafsal yatak burcu ve pimler gayet iyidir, fakat onlar hala çalışmanın birkaç yılından sonra tekrar işlenmek zorundadırlar. Mafsalsal dizayn, hatta eğer mengene enjeksiyon amacıyla veya kalıp içinde sıcaklığın oluşmasından dolayı aşırı güçlendirilmiş ise, kilitleme tonajından daha yüksek tonaj sağlayacaktır.

Hidromekanik mengene dizaynı doğrudan hidrolik mengene dizaynı avantajlarına sahip olmasına rağmen, mafsal blok hareketi gereksiniminden dolayı oldukça karmaşıktır.

2. Oransal /artış (proportional/gain) kontrol tipinde, kontrol çıktısının büyüklüğü, hata sinyalinin büyüklüğü ile orantılıdır. Eğer oransal band çok geniş kurulursa, kontrolörler muhtemelen çevrimin bu parçasının zaman çerçevesi yakınlarında ayar noktasına erişmeye muktedir olamayacaktır. Diğer taraftan, eğer oransal band çok darsa, o ayar noktası etrafında, şiddetli makina titreşimi, hidrolik hortumların sarsılması ve valf sürgülerinin geri ve ileri hızlı hareketleri ile sonuçlanan, tümü plastik enjeksiyon makinasının hidrolik sistemi üzerinde kötü olan ve sistem elemanlarının ömrünü kısaltabilecek, basıncın şiddetli salınımına sebep olacaktır.

Bütün /ayarlar (integral/reset) kontrol tipi, devamlı durum hatasına veya “oransal düşüşe”, ayar noktasında prosesi kararlı yapacak şekilde oransal bandı yukarı veya aşağı basınç kademesinde değiştirilerek (bandın genişliğini değiştirilmeden) cevap verir.

Türev /hız (derivative/rate) tip kontrol faaliyeti, hatadaki değişimlere veya gerçek basıncın ayar noktasına yaklaştığı hıza cevap verir. Hatanın büyüklüğü içinde en hızlı değişim, en büyük hız kontrol sinyali ve tersine cevap verir. O oransal uygun faaliyetin etkisini arttırmaya, prosesi en hızlı olarak dengede tutmaya vesile olarak, yardımcı olur. Hız kontrolün temel etkisi oransal-artı-ayarlar kontrolle tek başına asla tamamen ortadan kaldırılamayacak olan alt/üst vuruş titreşimini önlemektir. Minimum ayar edilebilirliği birçok çevrim için çok büyük olduğundan dolayı, türev/hız modu sadece birkaç çevrimde kullanılır. Türev hareket gürültüyü artırır ve hassas ayarlar pek çok endüstriyel kontrolörde diğer modlar ile karşılıklı etkileşimin bir sonucu olarak çok karmaşıktır.

3. Analog kontrolörlerin mod ayarlarının doğruluğunun dijital kontrolörlerinki kadar iyi olmadığını söylemek uygundur. Analog pnömatik kontrolörler 1970 den beri üstün olarak kullanılmıştır ve analog elektronik kontrolörler 1980 den beri üstün olarak kullanılmıştır. 1980 den sonra dizayn edilen büyük projeler tipik olarak yayılmış bir kontrol sisteminin parçası olarak dijital kontrolörleri kullanmaktadırlar.

4. Kapalı çevrim kontrol sisteminin bir avantajı gerçekten geribeslemenin kullanımının sistem cevap vermesini nispeten dış hatalara ve sistem parametrelerindeki değişimlere duyarlı yapmasıdır.

Sistem kararlılığı çok önemli bir problem olmadığından dolayı, kararlılık bakımından, açık çevrim kontrol sistemi daha kolay oluşturulur. Diğer taraftan, kararlılık kapalı çevrim kontrol sisteminde önemli bir problemdir; devamlılığın kararsızlıklarına veya genliğin değişimine sebep olabilecek doğrunun çok üstündeki hatalar oluşabilir.

Girdilerin zamandan önce bilindiği ve hataların hiç olmadığı sistemler için açık çevrim kontrol kullanımının tavsiye edildiği vurgulanmalıdır. Kapalı çevrim kontrol sistemleri sadece önceden tahmin edilmeyen hatalar ve/veya önceden tahmin edilmeyen değişimler sistem komponentlerinde mevcut olduğunda avantajlara sahiptir. Bir kapalı çevrim kontrol sisteminde kullanılan komponentlerin sayısı bir açık çevrim kontrol sistemindeki karşılığından daha fazladır. Böylece, kapalı çevrim kontrol sistemi genellikle maliyet ve güçte daha yüksektir. Bir sistemin gerekli gücünü azaltmak için, açık çevrim kontrol uygulanabilir olduğu yerde kullanılabilir. Uygun bir açık çevrim ve kapalı çevrim kontrollerin birleşimi genellikle az pahalıdır ve sistem performansının tümünde yeterliliği verecektir.

Tablo.8.0 Plastik enjeksiyon makinasının tahrik sisteminin tasarımında çözüm seçeneklerinin aranması

ÇÖZÜM/FONKSİYON	1	2	3
Mengene Dizayını	Doğrudan hidrolik	Manivela veya mafsal	Hidromekanik
Kontrolör Modu	Proportional(oransal)	Integral(bütün)	Derivative(türev)
Kontrolör Çeşidi	Analog	Digital	-----
Kontrol Çevrimi	Açık çevrim	Kapalı çevrim	Adaptive çevrim

KAYNAKLAR

- 1- ROSATO V.Dominick,P.E, and ROSATO V.Donald,Ph.D.INJECTION MOLDING HANDBOOK ,VAN NOSTRAND REINHOLD-New York 1886.
- 2- MC.MILLAN Gregory,Tuning and Control Loop Performance,Instrument Society of America.1983.
- 3- OGATA Katsuhiko,Modern Control Engineering ,Prentice Hall International, Inc. . 1990.
- 4- PINCHES J.Michael,ASHBY G.John, POWER HYDRAULICS ,PRENTICE HALL, 1988.
- 5- GÖTZ Werner, Electrohydraulic Proportional Valves and Closed Loop Control Valves Theory and Application, Robert BOSCH GmbH,1989.
- 6- GÖTZ Werner, Hydraulics Theory and Application,Robert BOSCH GmbH,1984.



ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi: 07 Kasım 1965

Doğum Yeri : Gaziantep-Kilis

Eğitim : 1972-1977 Siyavuşpaşa İlkokulu

1977-1980 Kocasinan Ortaokulu

1980-1983 Kocasinan Lisesi

1983-1987 Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Konstrüksiyon Bilim Dalı

Deneyim : 1987-1988 İŞILDAR MAK.SAN.-Montaj Şefi

1990-1993 CİHAN ELEK.SAN. GRUNDIG-Konstrüksiyon Müh.-

Yan Sanayi İlişkileri Şefi

1995- OTOSAN A.Ş.FORD-Metod Mühendisi

