

Hidrolik Formüller



İçerik

- 1. Birimler arasındaki ilişki**
- 2. Sıvı basıncıyla ilgili bilinmesi gereken önemli değerler**
- 3. Genel hidrolik bağıntılar**
 - a. Piston basınç gücü
 - b. Piston gücü
 - c. Hidrolik presler
 - d. Süreklilik denklemleri
 - e. Pistonların hızı
 - f. Basınç iletimi
- 4. Hidrolik sistem parçaları**
 - a. Hidrolik Pompa
 - b. Hidrolik Motor
 - Hidrolik Motor değişkenleri
 - Hidrolik Motor sabitleri
 - Hidrolik Motor frekansı
 - c. Hidrolik Silindir
 - Diferansiyel silindir
 - Eş eksen girişli silindir
 - Diferansiyel devrede silindir
 - Diferansiyel silindirde frekans
 - Eş eksenli silindirlik pistonlarda frekans
 - Milli pistonlarda frekans
- 5. Boru iletimi**
- 6. Pozitif ve negatif yükler altındaki basınç silindirlerin kullanım örnekleri**
 - a. Pozitif yüklü diferansiyel silindir çıkarken
 - b. Pozitif yüklü diferansiyel silindir girerken

- c. Negatif yüklü diferansiyel silindir çıkarken
- d. Negatif yüklü diferansiyel silindir girerken
- e. Eğimli düzlemde pozitif yüklü diferansiyel silindir çıkarken
- f. Eğimli düzlemde pozitif yüklü diferansiyel silindir girerken
- g. Eğimli düzlemde negatif yüklü diferansiyel silindir çıkarken
- h. Eğimli düzlemde negatif yüklü diferansiyel silindir girerken
- i. Pozitif yüklü hidrolik Motor
- j. Negatif yüklü hidrolik Motor

7. Farklı sistemlerde indirgenmiş kütleyi belirleme

- a. Doğrusal itmeler
 - Birincil kullanım (enerji metodu)
 - Doğrusal hareketlerde noktasal kütleler
 - Doğrusal hareketlerde dağılmış kütleler
- b. Rotasyon
- c. Dairesel ve doğrusal hareketlerin kombinasyonu

8. Hidrolik dirençler

- a. Kısa süreli kesit daralmasında debi denklemi
- b. Uzun süreli kesit daralmasında debi denklemi

9. Hidrolik akü

10. Eşanjör (yağ-su)

11. Valflerin konumlandırılması

1. Birimler arasındaki bağlantı

Nicelik	Birim	Sembol	İlişki
Uzunluk	Mikrometre	μm	$1\mu m=0,001mm$
	Milimetre	mm	$1mm=0,1cm=0,01dm=0,001m$
	Santimetre	cm	$1cm=10mm=10.000\mu m$
	Desimetre	dm	$1dm=10cm=100mm=100.000\mu m$
	Metre	m	$1m=10dm=100cm=1.000mm=1.000.000\mu m$
	Kilometer	km	$1km=1.000m=100.000cm=1.000.000mm$
Alan	Santimetrekaire	cm^2	$1cm^2=100mm^2$
	Desimetrekaire	dm^2	$1dm^2=100cm^2=10.000mm^2$
	Metrekaire	m^2	$1m^2=100dm^2=10.000cm^2=1.000.000mm^2$
	Ar	A	$1a=100m^2$
	Hektar	Ha	$1ha=100a=10.000m^2$
	Kilometrekaire	km^2	$1km^2=100ha=10.000a=1.000.000m^2$
Hacim	Santimetreküp	cm^3	$1cm^3=1.000mm^3=1ml=0,001l$
	Desimetreküp	dm^3	$1dm^3=1.000cm^3=1.000.000mm^3$
	Metreküp	m^3	$1m^3=1.000dm^3=1.000.000cm^3$
	Mililitre	ml	$1ml=0,001l=1cm^3$
	Litre	L	$1l=1.000ml=1dm^3$
	Hektolitre	hl	$1hl=100l=100dm^3$
Yoğunluk	Gram/Santimetreküp	$\frac{g}{cm^3}$	$1\frac{g}{cm^3}=1\frac{kg}{dm^3}=1\frac{t}{m^3}=1\frac{g}{ml}$
Kuvvet	Newton	N	$1N=1\frac{kg\cdot m}{s^2}=1\frac{J}{m}$
Ağırlık kuvveti			$1daN=10N$
Dönme Momenti	Newtonmetre	Nm	$1Nm=1J$
Basınç	Pascal	Pa	$1Pa=1N/m^2=0,01mbar=1\frac{kg}{m\cdot s^2}$
	Bar	Bar	$1bar=10\frac{N}{cm^2}=100.000\frac{N}{m^2}=10^5Pa$
	$psi=\frac{pound}{inch^2}$	Psi	$1psi=0,06895bar$
	$\frac{kp}{cm^2}$		$1\frac{kp}{cm^2}=0,981bar$

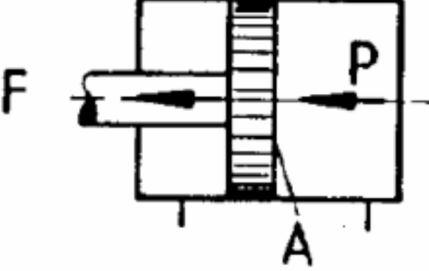
Nicelik	Birim	Sembol	İlişki
Kütle	Milligram	mg	1mg=0,001g
	Gram	g	1g=1.000mg
	Kilogram	kg	1kg=1.000g=1.000.000mg
	Ton	t	1t=1.000kg=1.000.000g
	Megagram	Mg	1Mg=1t
İvme	Metre/Saniyekare	$\frac{m}{s^2}$	$1\frac{m}{s^2}=1\frac{N}{kg}$
			1g=9,81 m/s ²
Açısal Hız	1/Saniye	$\frac{1}{s}$	$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$
	Radyan/Saniye	$\frac{rad}{s}$	
Güç	Watt	W	$1W=1\frac{kg \cdot m}{s^2} \cdot \frac{m}{s}=1\frac{J}{s}=1\frac{Nm}{s}$
	Newtonmetre/Saniye	Nm/s	
	Joule/Saniye	J/s	
İş/Enerji/Isı	Wattsaniye	Ws	$1Ws=1Nm=1\frac{kg \cdot m^2}{s^2}=1J$
	Newtonmetre	Nm	1kWs=1.000Wh=1.000 · 3600Ws
	Joule	J	=3,6 · 10 ⁶ Ws=3,6 · 10 ³ kJ=3600kJ=3,6MJ
	Kilowattsaat	kWh	
	Kilojoule	kJ	
	Megajoule	MJ	
Mekanik Gerilim	Newton/Milimetrekare	$\frac{N}{mm^2}$	$1\frac{N}{mm^2}=10bar=1MPa$
Açı	Saniye	''	1''=1'/60
	Dakika	'	1'=60''
	Grad	°	1°=60'=3600''= $\frac{\pi}{180^\circ} rad$
	Radyan	Rad	1rad=1m/m=57,2957°= $\frac{180^\circ}{\pi}$
Dönme Sayısı	1/Saniye	1/s	$\frac{1}{s} = s$
	1/Dakika	1/min	

2. Sıvı basıncıyla ilgili bilinmesi gereken önemli değerler

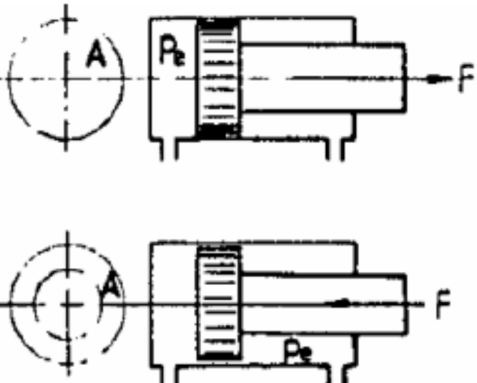
	HLP	HFC	HFA (%3)	HFD
20°C'de yoğunluk (kg/cm³)	0,00087	0,00105-0,00108	0,0001	0,000115
40°C'de kinematik viskozite (mm²/s)	10-100	36-50	0,7	15-70
50°C'de kompres modülü E (bar)	12000-14000	20400-23800	15000-17500	18000-21000
20°C'de spesifik ısı (kJ/kgK)	2,1	3,3	4,2	1,3-1,5
20°C'de ısı iletkenliği (W/mK)	0,14	0,4	0,6	0,11
Optimal sıcaklık (°C)	40-50	35-50	35-50	35-50
Su oranı (%)	0	40-50	80-97	0
Kavitasyon eğilimi	Az	fazla	çok fazla	Az

3. Genel hidrolik başıntılar

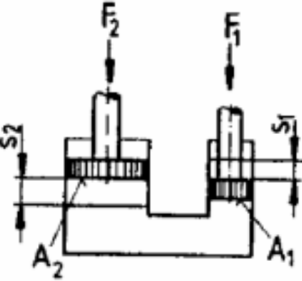
Piston basınç gücü

Şekil	Denklem	Gösterimler/Birimler
	$F=10 \cdot p \cdot A$ $F=p \cdot A \cdot \eta \cdot 10$ $A=(d^2 \cdot \pi)/4$ $d^2=(4 \cdot F \cdot 0,1)/(\pi \cdot p)$ $p=0,1 \cdot (4 \cdot F)/(\pi \cdot d^2)$	F =pistonun basınç kuvveti (N) p =sıvı basıncı (bar) A =pistonun alanı (cm ²) d =pistonun çapı (cm) η =silindirin etki derecesi

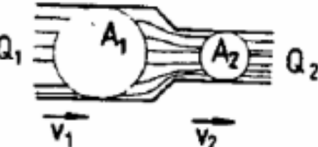
Piston gücü

Şekil	Denklem	Gösterimler/Birimler
	$F=p_e \cdot A \cdot 10$ $F=p_e \cdot A \cdot \eta \cdot 10$ $A=(d^2 \cdot \pi)/4$ Halka alanı için A $A=(D^2-d^2) \cdot \pi/4$	F = pistonun basınç kuvveti (N) p_e =pistona etki eden basınç (bar) A =etki eden piston alanı (cm ²) d =pistonun çapı (cm) η =silindirin etki derecesi

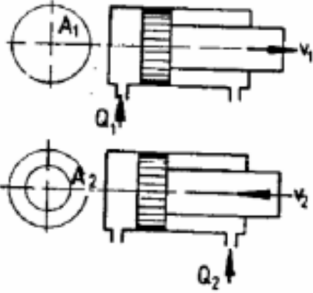
Hidrolik presler

Şekil	Denklem	Gösterimler/Birimler
	$F_1/A_1 = F_2/A_2$ $F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$ $\varphi = F_1/F_2 = A_1/A_2 = s_2/s_1$	F_1=piston pompadaki kuvvet (N) F_2=piston pompadaki kuvvet (N) A_1=piston pompanın alanı(cm²) A_2=piston pompanın alanı(cm²) s_1=piston pompanın aldığı yol(cm) s_2=piston pompanın aldığı yol(cm) φ=transmisyon davranışı

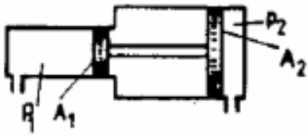
Süreklilik denklemleri

Şekil	Denklem	Gösterimler/Birimler
	$Q_1 = Q_2$ $Q_1 = A_1 \cdot v_1$ $Q_2 = A_2 \cdot v_2$ $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$	$Q_1 = Q_2$=Debi (cm³/s, dm³/s, m³/s) $A_1 = A_2$=kesit alanı (cm², dm², m²) $v_1 = v_2$= akım hızı (cm/s, dm/s, m/s)

Pistonların hızı

Şekil	Denklem	Gösterim/Birim
	$v_1 = Q_1 / A_1$ $v_2 = Q_2 / A_2$ $A_1 = d^2 \cdot \pi / 4$ $A_2 = (D^2 - d^2) \cdot \pi / 4$	$v_1 = v_2 = \text{piston hızı (cm/s)}$ $Q_1 = Q_2 = \text{debi (cm}^3/\text{s)}$ $A_1 = \text{etkin alan (daire) (cm}^2\text{)}$ $A_2 = \text{etkin alan (halka) (cm}^2\text{)}$

Basınç iletimi

Şekil	Denklem	Gösterim/Birim
	$p_1 \cdot A_1 = p_2 \cdot A_2$	$p_1 = \text{küçük silindirdeki basınç (bar)}$ $A_1 = \text{piston alanı (cm}^2\text{)}$ $p_2 = \text{büyük silindirdeki basınç (bar)}$ $A_2 = \text{piston alanı (cm}^2\text{)}$

4. Hidrolik sistem parçaları

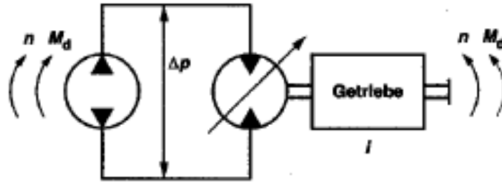
Hidrolik pompa

$Q = \frac{V \cdot n \cdot \eta_{vol}}{1000} [l/min]$ $P_{an} = \frac{p \cdot Q}{600 \cdot \eta_{ges}} [kW]$ $M = \frac{1.59 \cdot V \cdot \Delta p}{100 \cdot \eta_{mh}} [Nm]$ $\eta_{ges} = \eta_{vol} \cdot \eta_{mh}$	$Q = \text{debi (l/min)}$ $V = \text{hacim (cm}^3\text{)}$ $n = \text{pompanın dönme sayısı (1/min)}$ $P_{an} = \text{itme gücü (kW)}$ $p = \text{uygulanan basınç (bar)}$ $M = \text{itme momenti (Nm)}$ $\eta_{ges} = \text{toplam etki derecesi (0,8-0,85)}$ $\eta_{vol} = \text{hacimsel etki derecesi}$ $\eta_{mh} = \text{hidromekanik etki derecesi (0,9-0,95)}$
---	---

Hidrolik motor

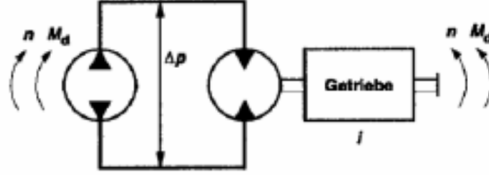
$Q = \frac{V \cdot n}{1000 \cdot \eta_{vol}}$ $n = \frac{Q \cdot \eta_{vol} \cdot 1000}{V}$ $M_{ab} = \frac{\Delta p \cdot V \cdot \eta_{mh}}{20 \cdot \pi} = 1,59 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \eta_{mh} \cdot 10^{-2}$ $P_{ab} = \frac{\Delta p \cdot Q \cdot \eta_{ges}}{600}$	Q=debi(l/min) V=hacim(cm³) n=pompanın dönme sayısı(1/min) η_{ges}=toplam etki derecesi (0,8-0,85) η_{vol}=hacimsel etki derecesi (0,9-0,95) η_{mh}=hidro mekanik etki derecesi(0,9-0,95) Δp=motorun giriş ve çıkıştaki basınç farkı (bar) P_{ab}=motorun itme gücü(kW) M_{ab}=dönme momenti (Nm)
---	---

Hidrolik motor değişkenleri



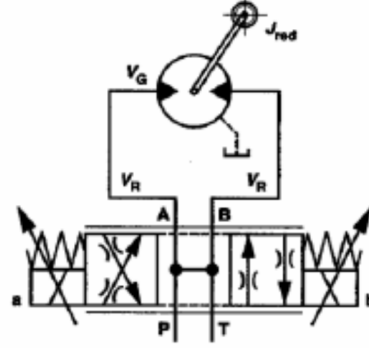
$M_d = \frac{30000}{\pi} \cdot \frac{P}{n}$ $P = \frac{\pi}{30000} \cdot M_d \cdot n$ $n = \frac{30000}{\pi} \cdot \frac{P}{M_d}$ $M_d = \frac{M_{dmax}}{i \cdot \eta_{Getr}}$ $n = \frac{n_{max}}{i}$ $\Delta p = 20\pi \cdot \frac{M_d}{V_g \cdot \eta_{mh}}$ $Q = \frac{V_g \cdot n}{1000 \cdot \eta_{vol}}$ $Q_p = \frac{V_g \cdot n \cdot \eta_{vol}}{1000}$ $P = \frac{Q \cdot \Delta p}{600 \cdot \eta_{ges}}$	M_d=dönme momenti(Nm) P=güç(kW) n=dönme sayısı(1/min) M_{dmax}=maksimum dönme momenti(Nm) i=transmisyon geçişi η_{Getr}=transmisyon etki derecesi η_{mh}=mekanik/hidrolik etki derecesi η_{vol}=hacimsel etki derecesi V_g=istenilen hacim
---	--

Hidromotor sabitleri



$M_d = \frac{30000}{\pi} \cdot \frac{P}{n}$ $P = \frac{\pi}{30000} \cdot M_d \cdot n$ $n = \frac{30000}{\pi} \cdot \frac{P}{M_d}$ $M_d = \frac{M_{dmax}}{i \cdot \eta_{Getr}}$ $n = \frac{n_{max}}{i}$ $\Delta p = 20\pi \cdot \frac{M_d}{V_g \cdot \eta_{mh}}$ $Q = \frac{V_g \cdot n}{1000 \cdot \eta_{vol}}$ $Q_P = \frac{V_g \cdot n \cdot \eta_{vol}}{1000}$ $P = \frac{Q \cdot \Delta p}{600 \cdot \eta_{ges}}$	M_d=dönme momenti(Nm) P=güç(kW) n=dönme sayısı(1/min) M_{dmax}=maksimum dönme momenti(Nm) i=transmisyon geçişi η_{Getr}=transmisyon etki derecesi η_{mh}=mekanik/hidrolik etki derecesi η_{vol}=hacimsel etki derecesi V_g=istenilen hacim
---	--

Hidromotor frekansı

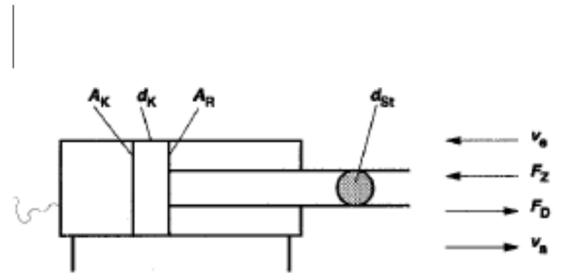


$\omega_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot E}{J_{red}} \cdot \frac{(V_G)^2}{(\frac{V_G}{2} + V_R)^2}}$ $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}$	V_G=emilen hacim(cm³) ω_0=dairenin açısal hızı(1/s) f_0=frekans(Hz) J_{red}=taşıma momenti(kgm²) $E_{öl}$=1400 N/mm² V_R=hacim(cm³)
---	--

Hidrolik silindir

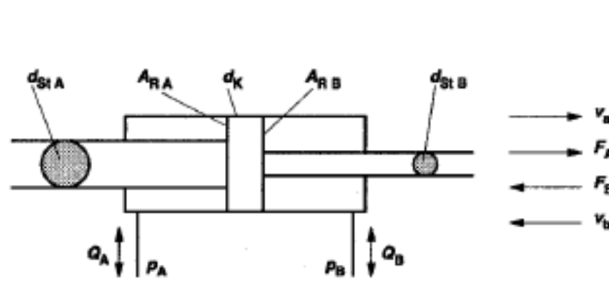
$A = \frac{d_1^2 \cdot \pi}{400} = \frac{d_1^2 \cdot 0,785}{100} [cm^2]$ $A_{st} = \frac{d_2^2 \cdot 0,785}{100} [cm^2]$ $A_R = \frac{(d_1^2 - d_2^2) \cdot 0,785}{100} [cm^2]$ $F_D = \frac{p \cdot d_1^2 \cdot 0,785}{10000} [kN]$ $F_z = \frac{p \cdot (d_1^2 - d_2^2) \cdot 0,785}{10000} [kN]$ $v = \frac{h}{t \cdot 1000} = \frac{Q}{A \cdot 6} [m/s]$ $Q_{th} = 6 \cdot A \cdot V = \frac{V}{t} \cdot 60 [l/min]$ $Q = \frac{Q_{th}}{\eta_{vol}}$ $V = \frac{A \cdot h}{10000} [l]$ $t = \frac{A \cdot h \cdot 6}{Q \cdot 1000} [s]$	d_1=pistonun çapı (mm) d_2=piston çubuğunun çapı (mm) p=uygulanan basınç (bar) v=pistonun hızı (m/s) V=hacim değişimi (l) Q=debi (sızıntıyı göz önünde bulundurarak) (l/min) Q_{th}=debi (sızıntıyı önemsemeden) (l/min) η_{vol}=hacimsel etki derecesi (yaklaşık 0,95) h=pistonun aldığı yol (mm) t=pistonun hareket süresi (s)
---	---

Diferansiyel silindir



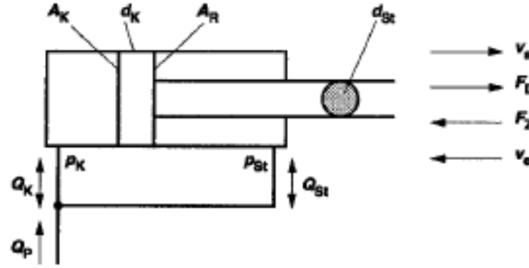
$d_K = 100 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot F_D}{\pi \cdot p_K}}$ $p_K = \frac{4 \cdot 10^4 \cdot F_D}{\pi \cdot d_K^2}$ $p_{St} = \frac{4 \cdot 10^4 \cdot F_Z}{\pi \cdot (d_K^2 - d_{St}^2)}$ $\varphi = \frac{d_K^2}{(d_K^2 - d_{St}^2)}$ $Q_K = \frac{6 \cdot \pi}{400} \cdot V_a \cdot d_K^2$ $Q_{St} = \frac{6 \cdot \pi}{400} \cdot V_e \cdot (d_K^2 - d_{St}^2)$ $V_e = \frac{Q_{St}}{\frac{6 \cdot \pi}{400} \cdot (d_K^2 - d_{St}^2)}$ $V_a = \frac{Q_K}{\frac{6 \cdot \pi}{400} \cdot d_K^2}$ $Vol_p = \frac{\pi}{4 \cdot 10^6} \cdot d_{St}^2 \cdot h$ $Vol_F = \frac{\pi}{4 \cdot 10^6} \cdot h \cdot (d_K^2 - d_{St}^2)$	d_K=pistonun çapı (mm) d_{St}=piston sapının çapı (mm) F_D=basınç kuvveti (kN) F_Z=çekme kuvveti (kN) p_K=piston yüzeyine uygulanan basınç (bar) φ=alan davranışı Q_K=piston yüzeyindeki debi (l/min) Q_{St}=piston sapının yüzeyindeki debi (l/min) V_a=çıkış hızı (m/s) V_e=giriş hızı (m/s) Vol_p=pedal hacmi (l) Vol_F=doldurulan hacim (l) h=alınan yol (mm)
---	---

Eş eksen girişli silindir



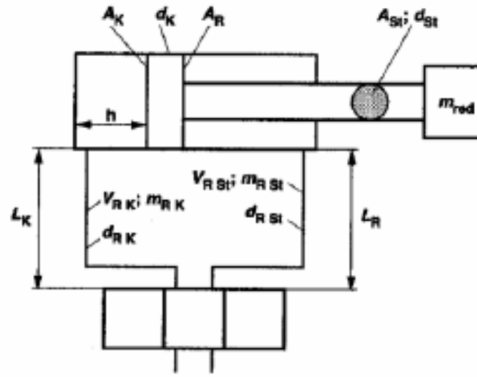
$p_A = \frac{4 \cdot 10^4}{\pi} \cdot \frac{F_A}{(d_K^2 - d_{StA}^2)}$ $p_B = \frac{4 \cdot 10^4}{\pi} \cdot \frac{F_B}{(d_K^2 - d_{StB}^2)}$ $Q_A = \frac{6 \cdot \pi}{400} \cdot V_a \cdot (d_K^2 - d_{StA}^2)$ $Q_B = \frac{6 \cdot \pi}{400} \cdot V_b \cdot (d_K^2 - d_{StB}^2)$ $V_e = \frac{Q_{St}}{\frac{6 \cdot \pi}{400} \cdot (d_K^2 - d_{St}^2)}$ $V_a = \frac{Q_{St}}{\frac{6 \cdot \pi}{400} \cdot d_K^2}$ $Vol_p = \frac{\pi}{4 \cdot 10^6} \cdot d_{St}^2 \cdot h$ $Vol_{FA} = \frac{\pi}{4 \cdot 10^6} \cdot h \cdot (d_K^2 - d_{StA}^2)$ $Vol_{FB} = \frac{\pi}{4 \cdot 10^6} \cdot h \cdot (d_K^2 - d_{StB}^2)$	d_K=pistonun çapı (mm) d_{StA}=piston sapının a yüzeyindeki çapı (mm) d_{StB}=piston sapının b yüzeyindeki çapı (mm) F_A=kuvvet A (kN) F_B=kuvvet B (kN) p_A=A yüzeyindeki basınç (bar) p_B=B yüzeyindeki basınç (bar) Q_A=A yüzeyindeki debi (l/min) Q_B=B yüzeyindeki debi (l/min) V_a=a'daki hız (m/s) V_b=b'deki hız (m/s) Vol_p=pedal hacmi (l) Vol_{FA}=A'ya dolan hacim (l) Vol_{FB}=B'ye dolan hacim (l)
--	--

Diferansiyel devrede silindir



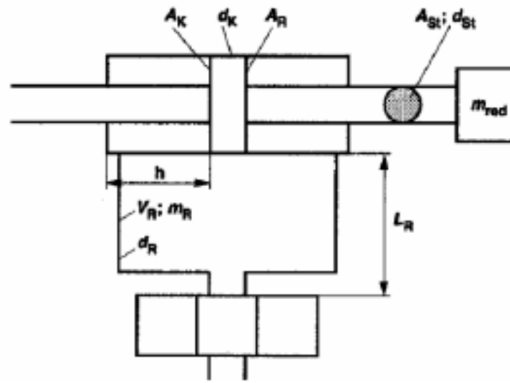
Çıkış:	$d_{st} = 100 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot F_D}{\pi \cdot p_{St}}}$ $p_K = \frac{4 \cdot 10^4 \cdot F_D}{\pi \cdot d_{St}^2}$ $p_{St} = \frac{4 \cdot 10^4 \cdot F_Z}{\pi \cdot (d_K^2 - d_{St}^2)}$ $Q = \frac{6 \cdot \pi}{400} \cdot V_a \cdot d_{St}^2$	d_K=piston çapı (mm) d_{St}=piston sapının çapı (mm) F_D=basınç kuvveti (kN) F_Z=çekme kuvveti (kN) p_K=piston yüzeyindeki basınç (bar) p_{St}=piston sapının yüzeyindeki basınç (bar) h=alınan yol (mm) Q_K=piston yüzeyindeki debi (l/min) Q_{St}=piston sapının yüzeyindeki debi (l/min) Q_P=pompadaki debi (l/min) V_a=çıkıştaki hız (m/s) V_e=girişteki hız (m/s) Vol_p=pedal hacmi (l) Vol_F=doldurulan hacim (l)
Giriş:	$V_e = \frac{Q_P}{\frac{6 \cdot \pi}{400} \cdot (d_K^2 - d_{St}^2)}$ $Q_{St} = Q_P$ $Q_K = \frac{Q_P \cdot d_K^2}{(d_K^2 - d_{St}^2)}$ $Vol_p = \frac{\pi}{4 \cdot 10^6} \cdot d_{St}^2 \cdot h$ $Vol_F = \frac{\pi}{4 \cdot 10^6} \cdot h \cdot (d_K^2 - d_{St}^2)$	

Diferansiyel silindirde frekans



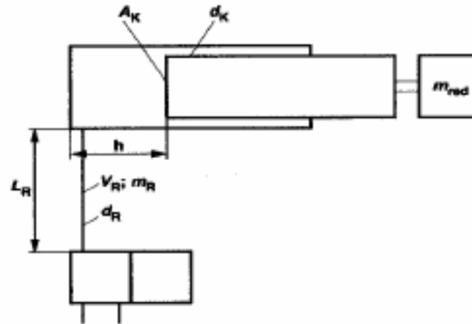
$A_K = \frac{d_K^2 \cdot \pi}{4}$ $A_R = \frac{(d_K^2 - d_{St}^2) \cdot \pi}{4}$ $V_{RK} = \frac{d_{RK}^2 \cdot \pi}{4} \cdot \frac{L_K}{1000}$ $V_{RSt} = \frac{d_{RSt}^2 \cdot \pi}{4} \cdot \frac{L_{St}}{1000}$ $m_{RK} = \frac{V_{RK} \cdot \rho_0}{1000}$ $m_{RSt} = \frac{V_{RSt} \cdot \rho_{öl}}{1000}$ $h_k = \frac{\left(\frac{A_R \cdot h}{\sqrt{A_R^3}} + \frac{V_{RSt}}{\sqrt{A_R^3}} + \frac{V_{RK}}{\sqrt{A_R^3}} \right)}{\left(\frac{1}{\sqrt{A_R}} + \frac{1}{\sqrt{A_K}} \right)}$ $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{m} \cdot \left(\frac{A_K^2 \cdot E_{öl}}{\frac{A_K \cdot h_K}{10} + V_{RK}} + \frac{A_R^2 \cdot E_{öl}}{\frac{A_R \cdot h - h_k}{10} + V_{RSt}} \right)}$ $f_0 = \frac{\omega_0}{2 \cdot \pi}$ $m_{ölred} = m_{RK} \left(\frac{d_K}{d_{RK}} \right)^4 + m_{RSt} \left(\frac{1}{d_{RSt}} \sqrt{\frac{400 \cdot A_R}{\pi}} \right)$	A_K=pistonun alanı (cm²) A_R=halka şeklindeki pistonun alanı (cm²) d_K=piston çapı (mm) d_{St}=piston sapı çapı (mm) d_{RK}=piston yüzeyinin genişliği (mm) L_K=piston yüzeyinin uzunluğu (mm) d_{RSt}=piston yüzeyinin genişliği (mm) L_{St}=piston yüzeyinin uzunluğu (mm) h=alınan yol (cm) V_{RK}=pistonun ilettiği hacim (cm³) V_{RSt}=piston sapının ilettiği hacim (cm³) m_{RK}=piston tarafından iletilen yağın kütlesi (kg) m_{RSt}=piston sapının ilettiği yağın kütlesi (kg) h_k=minimum frekanstaki konum (cm) f_0=frekans (Hz) ω_0=dairenin frekansı $\omega_{01} = \omega_0 \cdot \sqrt{\frac{m_{red}}{m_{ölred} + m_{red}}}$ $f_{01} = \frac{\omega_{01}}{2 \cdot \pi}$
--	---

Eş eksenli silindirik pistonlarda frekans



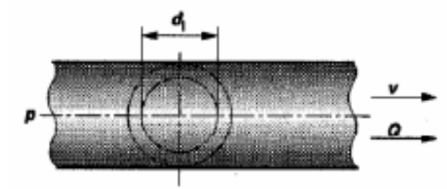
$A_R = \frac{(d_K^2 - d_{St}^2)\pi}{4 \cdot \frac{100}{1000}}$ $V_R = \frac{d_{RK}^2 \cdot \pi \cdot L_K}{4 \cdot \frac{1000}{1000}}$ $m_R = \frac{V_R \cdot \rho_{öl}}{1000}$ $\omega_0 = 100 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot E_{öl}}{m_{red}} \cdot \left(\frac{A_R^2}{\frac{A_R \cdot h}{10} + V_{RSt}} \right)}$ $f_{01} = \frac{\omega_{01}}{2 \cdot \pi}$ $m_{ölrred} = 2 \cdot m_{RK} \left(\frac{1}{d_R} \sqrt{\frac{400 \cdot A_R}{\pi}} \right)^4$ $\omega_{01} = \omega_0 \cdot \sqrt{\frac{m_{red}}{m_{ölrred} + m_{red}}}$	A_R=halka piston alanı (cm²) d_K=piston çapı (mm) d_{St}=piston sapının çapı (mm) d_R=genişlik (mm) L_K=piston yüzeyinin uzunluğu (mm) V_R=performans hacmi (cm³) m_R=performanstaki yağın kütlesi (kg) f_0=frekans ω_0=dönme frekansı
---	---

Milli pistonlarda frekans



$A_K = \frac{d_K^2 \cdot \pi}{4}$ $V_R = \frac{d_K^2 \cdot \pi}{4} \cdot \frac{L_K}{1000}$ $m_R = \frac{V_R \cdot \rho_{öl}}{1000}$ $\omega_0 = 100 \cdot \sqrt{\frac{E_{öl}}{m_{red}} \cdot \left(\frac{A_K^2}{A_K \cdot h + V_{RSt}} \right)}$ $f_0 = \frac{\omega_0}{2 \cdot \pi}$ $m_{ölred} = 2 \cdot m_R \left(\frac{d_K}{d_R} \right)^4$ $\omega_{01} = \omega_0 \cdot \sqrt{\frac{m_{red}}{m_{ölred} + m_{red}}}$ $f_{01} = \frac{\omega_{01}}{2 \cdot \pi}$	A_K=piston alanı (cm²) d_K=piston çapı (mm) d_{St}=piston sapı çapı (mm) d_R=piston yüzeyinin genişliği (mm) L_K=piston yüzeyinin uzunluğu (mm) h=alınan yol (mm) V_R=iletilen hacim (cm³) m_R=iletilen yağın kütlesi (kg) f_0=frekans ω_0=dairenin frekansı
--	---

5. Boru iletimi

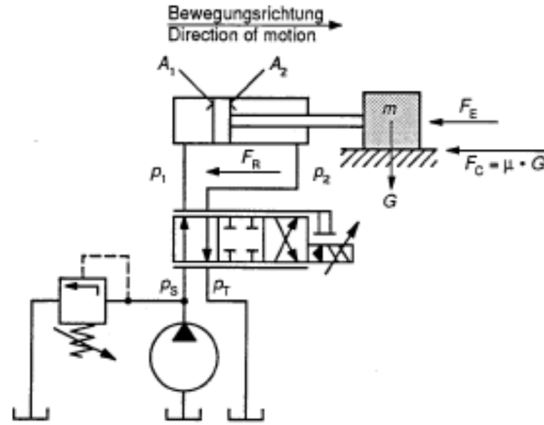


$\Delta p = \lambda \cdot \frac{1 \cdot \rho \cdot v^2 \cdot 10}{d \cdot 2}$ $\lambda_{lam} = \frac{64}{Re}$ $\lambda_{turb} = \frac{0.316}{\sqrt[4]{Re}}$ $Re = \frac{v \cdot d}{\nu} \cdot 10^3$ $v = \frac{Q}{6 \cdot d^2 \cdot \frac{\pi}{4}} \cdot 10^2$ $d = \sqrt{\frac{400 \cdot Q}{6 \cdot \pi \cdot v}}$	Δp=düz iletimde kaybedilen basınç (bar) ρ=yoğunluk (kg/dm^3) (0,89) λ=sürtünme katsayısı λ_{lam}=laminar akım için sürtünme katsayısı λ_{turb}=türbülanslı akım için sürtünme katsayısı l=iletim uzunluğu (m) V=iletim içindeki akım hızı (m/s) d=borunun iç çapı (mm) ν=kinematic viskozite (mm^2/s) Q=debi (l/min)
--	---

6. Pozitif ve negatif yükler altındaki basınç silindirlerin kullanım örnekleri

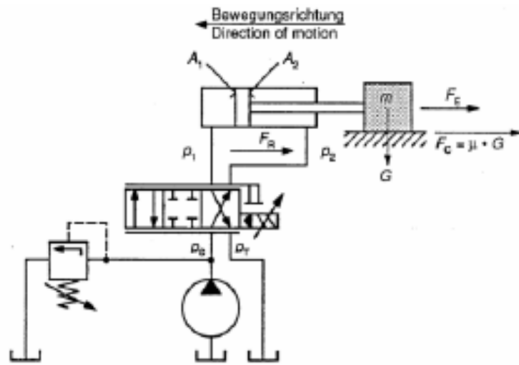
Parametre	Sembol	Birim
İvme	A	m/s^2
Silindir alanı	A_1	cm^2
Halka alanı	A_2	cm^2
Alan oranı	$\varphi = A_1/A_2$	-
Toplam kuvvet	F_T	daN
İvme kuvveti	$F_a = 0,1 \cdot ma$	daN
Dış kuvvetler	F_E	daN
Sürtünme kuvveti	F_C	daN
Sızdırmazlık sürtünmesi	F_R	daN
Ağırlık kuvveti	G	daN
Kütle	$m = \frac{G}{g} + m_K$	Kg
Piston kütlesi	m_K	Kg
Debi	$Q = 0,06 \cdot A \cdot V_{max}$ V_{max}	l/min cm/s
Dönme momenti	$T = \alpha \cdot J \cdot T_L$	Nm
Yük momenti	T_L	Nm
Açısal ivme	α	Rad/s ²
Taşınabilir kütle momenti	J	kgm ²

Pozitif yüklü diferansiyel silindir çıkarken



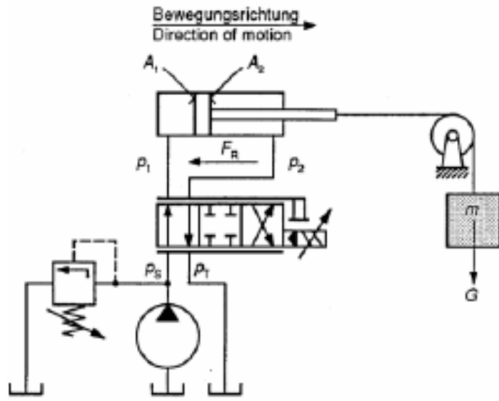
$F_T = F_a + F_R + F_C + F_E$ [daN]	Hesaplama:
Verilenler: $F_T=4450$ daN $P_S=210$ bar $P_T=5,25$ bar $A_1=53,50$ cm² $A_2=38,10$ cm² $\varphi=1,40$ $V_{max}=30,00$ cm/s $\Rightarrow p_1$ ve p_2 $p_1 = \frac{p_S \cdot A_2 + R^2[F_T + (p_T \cdot A_2)]}{A_2(1 + \varphi^3)} \text{ bar}$ $p_2 = p_T + \frac{p_S - p_1}{\varphi^2} \text{ bar}$ Silindir ölçülerinin ve hacimsel debi hesaplamalarının yük basıncına bağlı olarak kontrolü	$p_1 = \frac{210 \cdot 38,1 + 1,4^2[4450 + (5,25 \cdot 38,1)]}{38,1(1 + 1,4^3)}$ $= 120 \text{ bar}$ $p_2 = 5,25 + \frac{210 - 120}{1,4^2} = 52 \text{ bar}$ $Q = 0,06 \cdot 53,5 \cdot 30 = 96 \text{ l/min}$ $Q_N = 96 \sqrt{\frac{35}{210 - 120}} = 60 \text{ l/min}$
$Q = 0,06 \cdot A_1 \cdot v_{max} \text{ l/min}$ $Q_N = Q \sqrt{\frac{35}{p_S - p_1}} \text{ l/min}$	Hesaplanan hacimsel debiden %10 daha büyük servo valf seçilir.

Pozitif yüklü diferansiyel silindir girerken



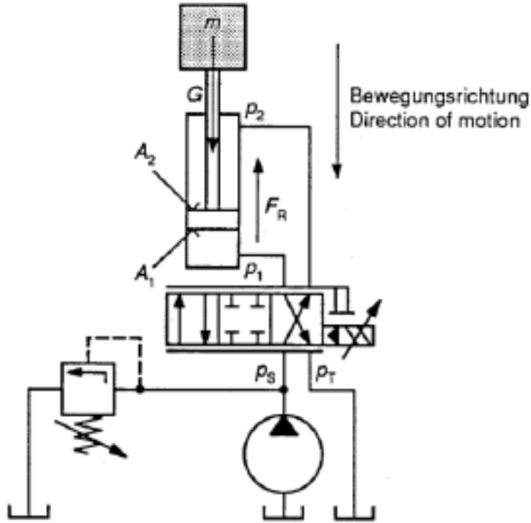
$F_T = F_a + F_R + F_C + F_E$	Hesaplama:
Verilenler: $F_T=4450$ daN $P_S=210$ bar $P_T=5,25$ bar $A_1=53,50$ cm² $\varphi=1,40$ $V_{max}=30,00$ cm/s $\Rightarrow p_1$ ve p_2 $p_2 = \frac{(p_S \cdot A_2 \cdot \varphi^3) + F_T + (p_T \cdot A_2 \cdot \varphi)}{A_2(1 + \varphi^3)}$ bar $p_1 = p_T + [(p_S - p_2) \cdot \varphi^2]$ bar Silindir ölçülerinin ve hacimsel debi hesaplamalarının yük basıncına bağlı olarak kontrolü	$p_2 = \frac{(210 \cdot 38,1 \cdot 1,4^2) + 4450 + (5,25 \cdot 38,1 \cdot 1,4)}{38,1 \cdot (1 + 1,4^3)}$ $= 187$ bar $p_1 = 5,25 + [(210 - 187) \cdot 1,4^2] = 52$ bar $Q = 0,06 \cdot 38,1 \cdot 30 = 69$ l/min $Q_N = 96 \sqrt{\frac{35}{210 - 187}} = 84$ l/min
$Q = 0,06 \cdot A_2 \cdot v_{max}$ l/min $Q_N = Q \sqrt{\frac{35}{p_S - p_2}}$ l/min	Hesaplanan hacimsel debiden %10 daha büyük servo valf seçilir.

Negatif yüklü diferansiyel silindir çıkarken



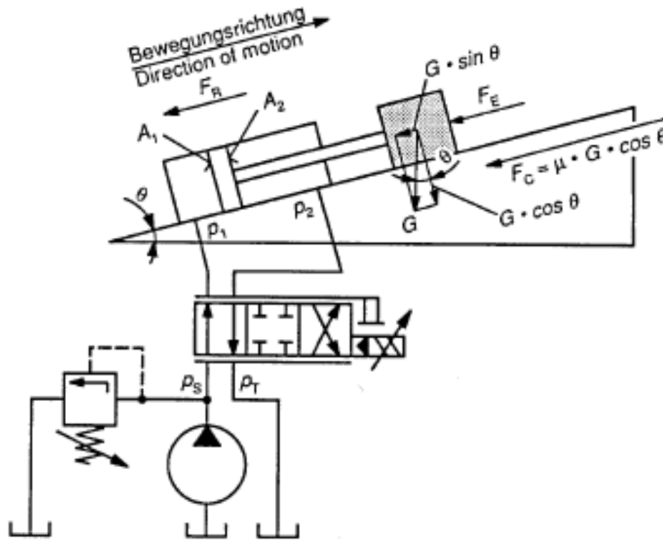
$F_T = F_a + F_R - G \text{ [daN]}$ Verilenler: $F_T = -2225 \text{ daN}$ $P_S = 175 \text{ bar}$ $P_T = 0 \text{ bar}$ $A_1 = 81,3 \text{ cm}^2$ $A_2 = 61,3 \text{ cm}^2$ $\varphi = 1,3$ $V_{max} = 12,7 \text{ cm/s}$ $\Rightarrow p_1 \text{ ve } p_2$ $p_1 = \frac{p_S \cdot A_2 + \varphi^2 [F_T (p_T \cdot A_2)]}{A_2 \cdot (1 + \varphi^3)} \text{ bar}$ $p_2 = p_T + \frac{p_S - p_1}{\varphi^2} \text{ bar}$ Silindir ölçülerinin ve hacimsel debi hesaplamalarının yük basıncına bağlı olarak kontrolü	Hesaplama: $p_1 = \frac{175 \cdot 61,3 + 1,3^2 [-2225 + (0 \cdot 61,3)]}{61,3 \cdot (1 + 1,3^3)}$ $= 36 \text{ bar}$ $p_2 = 0 + \frac{175 - 36}{1,3^2} = 82 \text{ bar}$ $Q = 0,06 \cdot 81,3 \cdot 12,7 = 62 \text{ l/min}$ $Q_N = 62 \sqrt{\frac{35}{175 - 36}} = 31 \text{ l/min}$
$Q = 0,06 \cdot A_1 \cdot v_{max} \text{ l/min}$ $Q_N = Q \sqrt{\frac{35}{p_S - p_1}} \text{ l/min}$	Hesaplanan hacimsel debiden %10 daha büyük servo valf seçilir.

Negatif yüklü diferansiyel silindir girerken



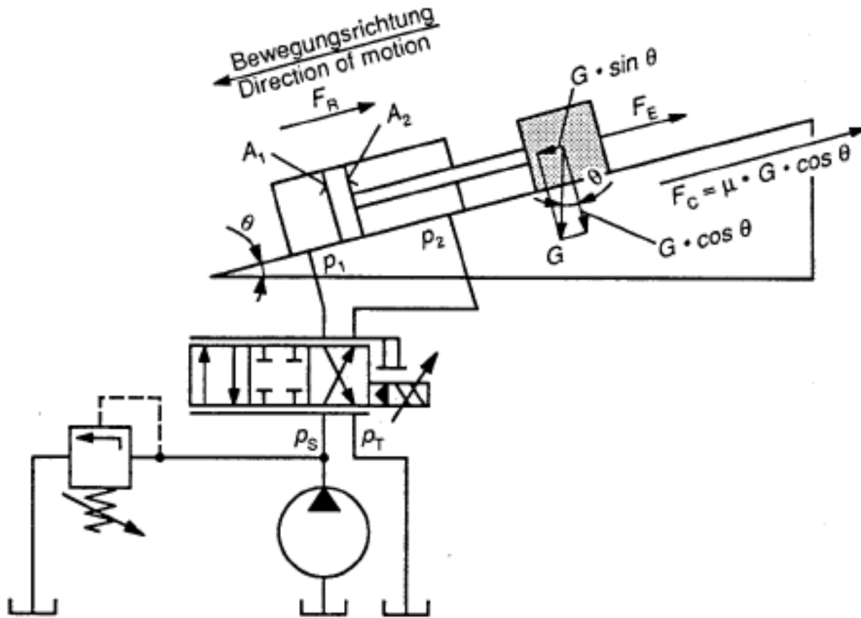
$F_T = F_a + F_R - G \text{ [daN]}$ Verilenler: $F_T = -4450 \text{ daN}$ $p_S = 210 \text{ bar}$ $p_T = 0 \text{ bar}$ $A_1 = 81,3 \text{ cm}^2$ $A_2 = 61,3 \text{ cm}^2$ $\varphi = 1,3$ $v_{max} = 25,4 \text{ cm/s}$ $\Rightarrow p_1 \text{ ve } p_2$ $p_2 = \frac{(p_S \cdot A_2 \cdot \varphi^3) + F_T + (p_T \cdot A_2 \cdot \varphi)}{A_2(1 + \varphi^3)} \text{ bar}$ $p_1 = p_T + [(p_S - p_2) \varphi^2] \text{ bar}$ Silindir ölçülerinin ve hacimsel debi hesaplamalarının yük basıncına bağlı olarak kontrolü	Hesaplamalar: $p_2 = \frac{(210 \cdot 61,3 + 1,3^2) + [-4450 + (0 \cdot 61,3 \cdot 1,3)]}{61,3(1 + 1,3^3)}$ $= 122 \text{ bar}$ $p_1 = 0 + [(210 - 122) \cdot 1,3] = 149 \text{ bar}$ $Q = 0,06 \cdot 61,3 \cdot 25,4 = 93 \text{ l/min}$ $Q_N = 93 \sqrt{\frac{35}{210 - 122}} = 59 \text{ l/min}$
$Q = 0,06 \cdot A_2 \cdot v_{max} \text{ l/min}$ $Q_N = Q \sqrt{\frac{35}{p_S - p_2}} \text{ l/min}$	Hesaplanan hacimsel debiden %10 daha büyük servo valf seçilir.

Eğimli düzlemde pozitif yüklü diferansiyel silindir çıkarken



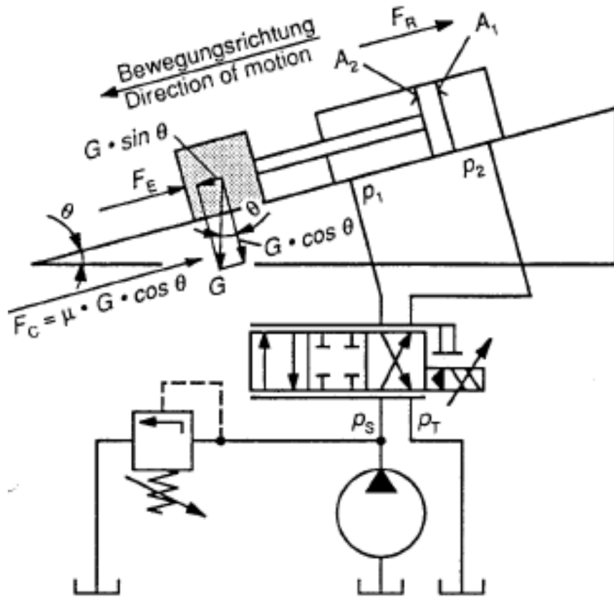
$F_T = F_a + F_E + F_S + [G \cdot (\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)]$ daN Verilenler: $F_T=2225$ daN $P_S=140$ bar $P_T=3,5$ bar $A_1=31,6$ cm ² $A_2=19,9$ cm ² $R=1,6$ $V_{max}=12,7$ cm/s $\Rightarrow p_1$ ve p_2 $p_1 = \frac{p_S \cdot A_2 + \varphi^2 [F + (p_T \cdot A_2)]}{A_2(1 + \varphi^3)}$ bar $p_2 = p_T + \frac{p_S - p_1}{\varphi^2}$ bar Silindir ölçülerinin ve hacimsel debi hesaplamalarının yük basıncına bağlı olarak kontrolü	Hesaplamalar: $p_1 = \frac{(140 \cdot 19,9) + 1,6^2 [2225 + (3,5 \cdot 19,9)]}{19,9(1 + 1,6^3)}$ $= 85 \text{ bar}$ $p_2 = 35 + \frac{140 - 85}{1,6^2} = 25 \text{ bar}$ $Q = 0,06 \cdot 31,6 \cdot 12,7 = 24 \text{ l/min}$ $Q_N = 24 \sqrt{\frac{35}{140 - 85}} = 19 \text{ l/min}$
$Q = 0,06 \cdot A_1 \cdot v_{max}$ l/min $Q_N = Q \sqrt{\frac{35}{p_S - p_1}}$ l/min	Hesaplanan hacimsel debiden %10 daha büyük servo valf seçilir.

Eğimli düzlemde pozitif yüklü diferansiyel silindir girerken



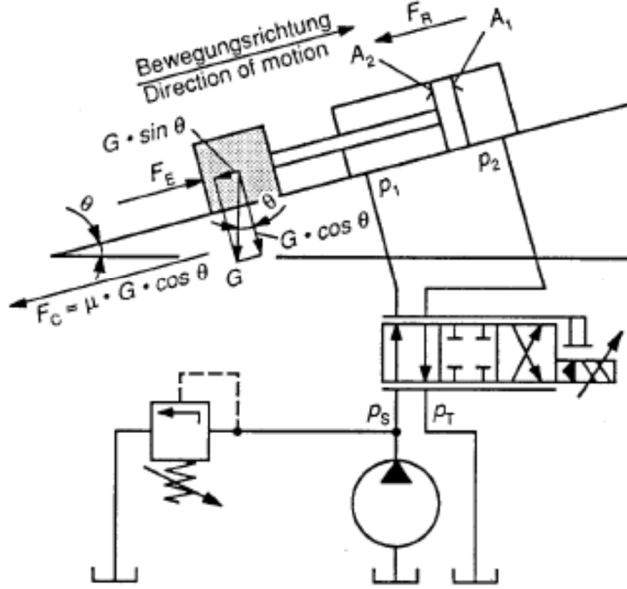
$F_T = F_a + F_E + F_S + [G \cdot (\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)] \text{ daN}$ Verilenler: $F_T=1780 \text{ daN}$ $P_S=140 \text{ bar}$ $P_T=3,5 \text{ bar}$ $A_1=31,6 \text{ cm}^2$ $A_2=19,9 \text{ cm}^2$ $\varphi=1,6$ $V_{max}=12,7 \text{ cm/s}$ $\Rightarrow p_1 \text{ ve } p_2$ $p_2 = \frac{(p_S \cdot A_2 \cdot \varphi^3) + F + (p_T \cdot A_2 \cdot \varphi)}{A_2(1 + \varphi^3)} \text{ bar}$ $p_1 = p_T + [(p_S - p_2) \varphi^2] \text{ bar}$ Silindir ölçülerinin ve hacimsel debi hesaplamalarının yük basıncına bağlı olarak kontrolü	Hesaplama: $p_2 = \frac{(140 \cdot 19,9 \cdot 1,6^3) + 1780 + (3,5 \cdot 19,9 \cdot 1,6)}{19,9(1 + 1,6^3)}$ $= 131 \text{ bar}$ $p_1 = 3,5 + [(140 - 131) \cdot 1,6^2] = 26 \text{ bar}$ $Q = 0,06 \cdot 19,9 \cdot 12,7 = 15 \text{ l/min}$ $Q_N = 15 \sqrt{\frac{35}{140 - 131}} = 35 \text{ l/min}$
$Q = 0,06 \cdot A_2 \cdot v_{max} \text{ l/min}$ $Q_N = Q \sqrt{\frac{35}{p_S - p_2}} \text{ l/min}$	Hesaplanan hacimsel debiden %10 daha büyük servo valf seçilir.

Eğimli düzlemde negatif yüklü diferansiyel silindir çıkarken



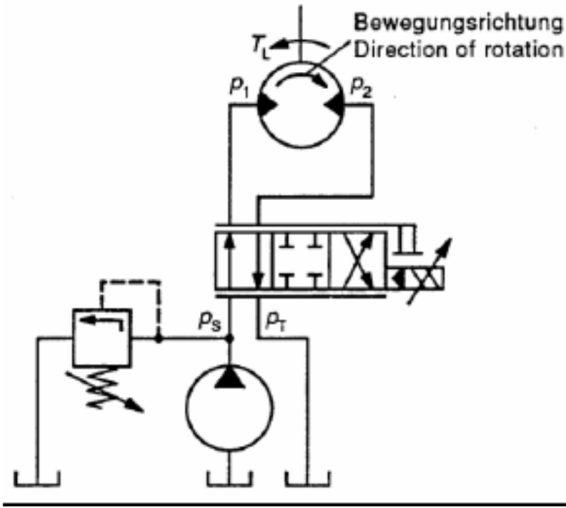
$F_T = F_a + F_E + F_R [G \cdot (\mu \cdot \cos \alpha - \sin \alpha)]$ daN Verilenler: $F_T = -6675$ daN $P_S = 210$ bar $P_T = 0$ bar $A_1 = 53,5$ cm ² $A_2 = 38,1$ cm ² $\varphi = 1,4$ $V_{max} = 25,4$ cm/s $\Rightarrow p_1$ ve p_2 $p_1 = \frac{p_s \cdot A_2 + \varphi^2 [F + (p_T \cdot A_2)]}{A_2 \cdot (1 + \varphi^3)}$ bar $p_2 = p_T + \frac{p_s - p_1}{\varphi^2}$ bar silindir ölçülerinin ve hacimsel debi hesaplamalarının yük basıncına bağlı olarak kontrolü	Hesaplama: $p_1 = \frac{(210 \cdot 106) + 1,2^2 [-6675 + (0 \cdot 106)]}{106(1 + 1,4^3)}$ $= 131$ bar Dikkat!!! Negatif yükleme kavitasyona yol açar. Verilen parametreler, silindir büyüklüğü veya sistem basıncının artması veya istenilen toplam kuvvetin azalmasıyla değişir. $A_1 = 126$ cm ² $A_2 = 106$ cm ² $R=1,2$ $p_2 = \frac{210 - 44}{1,2^2} = 116$ bar $Q = 0,06 \cdot 126 \cdot 25,4 = 192$ l/min $Q_N = 192 \sqrt{\frac{35}{210 - 44}} = 88$ l/min
$Q = 0,06 \cdot A_1 \cdot V_{max}$ l/min $Q_N = Q \sqrt{\frac{35}{p_s - p_1}}$ l/min	Hesaplanan hacimsel debiden %10 daha büyük servo valf seçilir.

Eğimli düzlemde negatif yüklü diferansiyel silindir girerken



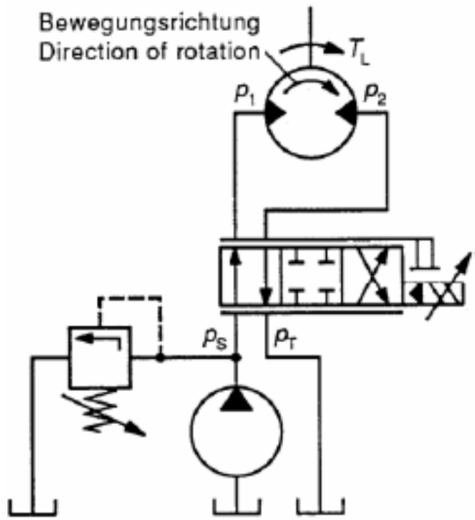
$F = F_a + F_E + F_R + [G \cdot (\mu \cdot \cos \alpha - \sin \alpha)] \text{ daN}$ Verilenler: $F = -6675 \text{ daN}$ $P_S = 210 \text{ bar}$ $P_T = 0 \text{ bar}$ $A_1 = 53,5 \text{ cm}^2$ $A_2 = 38,1 \text{ cm}^2$ $\varphi = 1,4$ $V_{max} = 25,4 \text{ cm/s}$ $\Rightarrow p_1 \text{ ve } p_2$ $p_2 = \frac{(p_s \cdot A_2 \cdot \varphi^3) + F + (p_T \cdot A_2 \cdot \varphi)}{A_2(1 + \varphi^3)} \text{ bar}$ $p_1 = p_T + [(p_s - p_2) \varphi^2] \text{ bar}$ silindir ölçülerinin ve hacimsel debi hesaplamalarının yük basıncına bağlı olarak kontrolü	Hesaplamalar: $p_2 = \frac{(210 \cdot 38,1 \cdot 1,4^3) + [-6675 + (0 \cdot 38,1 \cdot 1,4)]}{38,1(1 + 1,4^3)}$ $= 107 \text{ bar}$ $p_1 = 0 + [(210 - 107) \cdot 1,4^2] = 202 \text{ bar}$ $Q = 0,06 \cdot 38,1 \cdot 25,4 = 58 \text{ l/min}$ $Q_N = 58 \sqrt{\frac{35}{210 - 107}} = 34 \text{ l/min}$
$Q = 0,06 \cdot A_1 \cdot V_{max} \text{ l/min}$ $Q_N = Q \sqrt{\frac{35}{p_s - p_1}} \text{ l/min}$	Hesaplanan hacimsel debiden %10 daha büyük servo valf seçilir.

Pozitif yüklü hidromotor



$T = \alpha \cdot J + T_L \text{ [Nm]}$ Verilenler: $T = 56,5 \text{ Nm}$ $P_S = 210 \text{ bar}$ $P_T = 0 \text{ bar}$ $D_M = 82 \text{ cm}^3/\text{rad}$ $\omega_M = 10 \text{ rad/s}$ $\Rightarrow p_1 \text{ ve } p_2$ $p_1 = \frac{p_S + p_T}{2} + \frac{10\pi T}{D_M} \text{ bar}$ $p_2 = p_S - p_1 + p_T \text{ bar}$ silindir ölçülerinin ve hacimsel debi hesaplamalarının yük basıncına bağlı olarak kontrolü	Hesaplamalar: $p_1 = \frac{210 + 0}{2} + \frac{10 \cdot \pi \cdot 56,5}{82} = 127 \text{ bar}$ $p_2 = 210 - 127 + 0 = 83 \text{ bar}$ $Q_M = 0,01 \cdot 10 \cdot 82 = 8,2 \text{ l/min}$ $Q_N = 8,2 \sqrt{\frac{35}{210 - 127}} = 5,3 \text{ l/min}$
$Q_M = 0,01 \cdot \omega_M \cdot D_M \text{ l/min}$ $Q_N = Q_M \sqrt{\frac{35}{p_S - p_1}} \text{ l/min}$	Hesaplanan hacimsel debiden %10 daha büyük servo valf seçilir.

Negatif yüklü hidromotor



$T = \alpha \cdot J - T_L \text{ [Nm]}$ Verilenler: $T = -170 \text{ Nm}$ $P_S = 210 \text{ bar}$ $P_T = 0 \text{ bar}$ $D_M = 82 \text{ cm}^3/\text{rad}$ $\omega_M = 10 \text{ rad/s}$ $\Rightarrow p_1 \text{ ve } p_2$ $p_1 = \frac{p_S + p_T}{2} + \frac{10\pi T}{D_M} \text{ bar}$ $p_2 = p_S - p_1 + p_T \text{ bar}$ silindir ölçülerinin ve hacimsel debi hesaplamalarının yük basıncına bağlı olarak kontrolü	Hesaplamalar: $p_1 = \frac{210 + 0}{2} + \frac{10 \cdot \pi \cdot (-170)}{82} = 40 \text{ bar}$ $p_2 = 210 - 40 + 0 = 170 \text{ bar}$ $Q_M = 0,01 \cdot 10 \cdot 82 = 8,2 \text{ l/min}$ $Q_N = 8,2 \sqrt{\frac{35}{210 - 40}} = 3,6 \text{ l/min}$
$Q_M = 0,01 \cdot \omega_M \cdot D_M \text{ l/min}$ $Q_N = Q_M \sqrt{\frac{35}{p_S - p_1}} \text{ l/min}$	Hesaplanan hacimsel debiden %10 daha büyük servo valf seçilir.

7. Farklı sistemlerde indirgenmiş kütleyi belirleme

Bir hidrolik sistemde gerekli olan kuvvetlerin belirlenmesi için farklı hidrolik sistem parçalarının (silindir, motor...) ebatlarının belirlenmesi gerekir. Böylece kütlenin frenlenmesi ve ivmelenmesi doğru ve amaçlandığı şekilde gerçekleştirilir.

Silindirin ve motorun kabuğu mekanik sistemlerin yardımıyla belirlenir.

Hız ve kuvvet hesaplamaları yapılmış olmalıdır.

Bir sistemdeki indirgenmiş kütlenin belirlenmesiyle beraber ivme ve bunun sistem üzerindeki etkileriyle ilgili karara varılabilir.

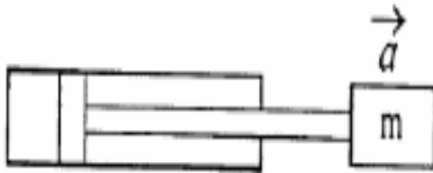
İndirgenmiş kütle (M), aynı kuvvet ve ivme parçalarının doğru sistem üzerine uygulanmış noktasal kütledir; normal kütleler gibi.

Rotasyon hareketi yapan sistemler için indirgenmiş moment dikkate alınmalıdır.

Bir kütleyi frenlemek için kullanılan sistemlerde öncelikle indirgenmiş kütle belirlenmelidir.

İvmeyi ve etki eden kuvveti bulmak için 2. Newton kanunu kullanılır.

$$F = m \cdot a$$



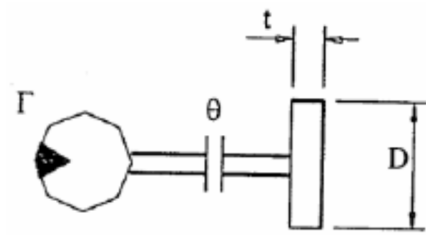
F= Kuvvet (N)

m= Kütle (kg)

a= İvme (m/s²)

Rotasyon hareketi için:

$$\Gamma = I \cdot \theta'$$



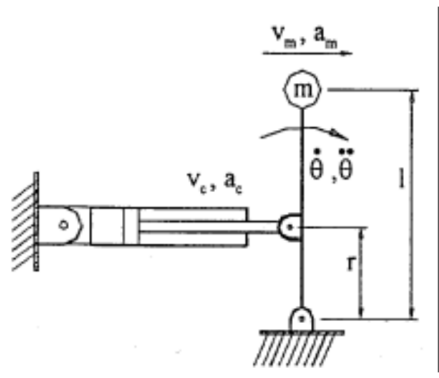
Γ =Dönme momenti (Nm)

I =Eylemsizlik momenti (kgm^2)

θ' =Açısal ivme (rad/s^2)

Doğrusal itmeler

Birincil kullanım (enerji metodu)



Şekildeki m kütlesi noktasal bir kütledir ve l uzunluğundaki çubuğun kütlesi olmadığı kabul edilmiştir. Silindir eksenine l çubuğu birbirine diktir.

Silindir ve çubuk arasındaki ilişki:

$$\theta' = \frac{v_c}{r} = \frac{v_m}{l}$$

$$\theta'' = \frac{a_c}{r} = \frac{a_m}{l}$$

Kütleyi ivmelendirmek için gereken dönme momenti:

$$\begin{aligned}
 \Gamma &= I \ddot{\theta} = F \cdot r & I &= m \cdot l^2 \\
 &= m \cdot l^2 \ddot{\theta} & \ddot{\theta} &= \frac{a_m}{l} \\
 &= m \cdot l^2 \cdot \frac{a_m}{l} \\
 &= m \cdot l \cdot a_m \\
 \Rightarrow F &= \frac{m \cdot l \cdot a_m}{r} = m \cdot i \cdot a_m & i &= \frac{l}{r}
 \end{aligned}$$

$m \cdot i$ m kütlesinin hareketi olarak görülebilir.

$$F = m \cdot i \cdot a_m = m \cdot i \cdot \frac{l \cdot a_c}{r} = m \cdot i^2 \cdot a_c = M \cdot a_c$$

$$\frac{a_c}{r} = \frac{a_m}{l}$$

F=Silindir Kuvveti

M=indirgenmiş kütle

a_c =silindir çubuğunun ivmesi

Genel olarak: $M=m \cdot i^2$

Aynı sonuca enerji metodu yardımıyla da (m kütlesinin kinetik enerjisi) ulaşılabilir. Kütlenin hareketi ve silindirin arasındaki bağlantı sistemin geometrisi kullanılarak bulunabilir.

Kütlenin enerjisi:

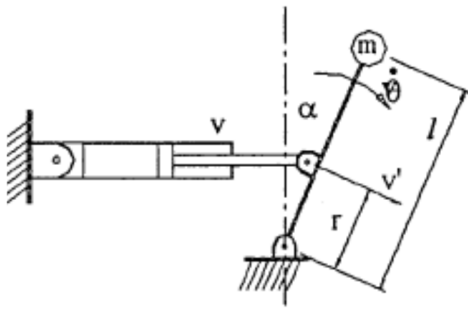
$$KE = \frac{1}{2} I \cdot \dot{\theta}^2 = \frac{1}{2} m \cdot l^2 \cdot \dot{\theta}^2 \quad (I = m \cdot l^2)$$

$$= \frac{1}{2} m \cdot l^2 \cdot \left(\frac{V_c}{r} \right)^2 \quad (V_c = r \cdot \theta')$$

$$= \frac{1}{2} m \cdot \frac{l^2}{r^2} \cdot V_c^2$$

$$= \frac{1}{2} M \cdot V_c^2 \quad M = m \cdot i^2 \quad \text{ve} \quad i = l/r$$

Doğrusal hareketlerde noktasal kütleler



v , v' 'nin yatay bileşenidir. v ile çubuk birbirine diktir.

Enerji metodu:

$$KE = \frac{1}{2} I \cdot \theta'^2 = \frac{1}{2} m \cdot l^2 \cdot \theta'^2$$

$$= \frac{1}{2} m \cdot l^2 \cdot \left(\frac{V'}{r} \right)^2 \quad (\theta' = V'/r)$$

$$= \frac{1}{2} m \cdot \frac{l^2}{r^2} \cdot v'^2$$

$$= \frac{1}{2} m \cdot i^2 \cdot v'^2$$

$$v = v' \cdot \cos \alpha$$

$$\Rightarrow KE = \frac{1}{2} m \cdot i^2 \cdot v'^2$$

$$= \frac{1}{2} \frac{m \cdot i^2}{(\cos \alpha)^2} \cdot v^2 = \frac{1}{2} M \cdot v^2$$

$$M = m \frac{i^2}{(\cos \alpha)^2} \Rightarrow M \text{ konuma bağılıdır}$$

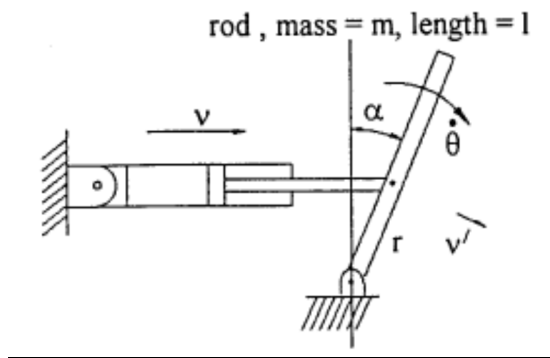
Eğer: $\alpha=0$ ise $\cos \alpha=1$ ve $M=m \cdot i^2$

$\alpha=90^\circ$ ise $\cos \alpha=0$ ve $M=\infty$

$\alpha=30^\circ$ ise $\cos \alpha=\pm 0,7$ ve $M=0$

Eğer bir silindir ve bir kütle önceki şekildeki gibi hareket ederse ve bu hareket -30° ve $+30^\circ$ arasındaysa, dönme noktasındaki hızlanma ve yavaşlama kuvvetleri başlangıç noktasına göre 2 kat daha ağır olan indirgenmiş kütleyle beraber hesaplanmalıdır.

Doğrusal hareketlerde dağılmış kütleler



Yukardaki şekilde çubuğun kütlesi indirgenmiş kütle olarak alınır.

$$KE = \frac{1}{2} I \cdot \theta'^2 = \frac{1}{2} X \cdot \frac{1}{3} m \cdot l^2 \cdot \theta'^2 \quad \frac{1}{3} \cdot m \cdot l^2$$

$$= \frac{1}{2} X \cdot \frac{1}{3} m \cdot l^2 \cdot \left(\frac{v'}{r} \right)^2 \quad (\theta' = v'/r)$$

$$= \frac{1}{2} X \cdot \frac{1}{3} m \cdot \frac{l^2}{r^2} \cdot v'^2$$

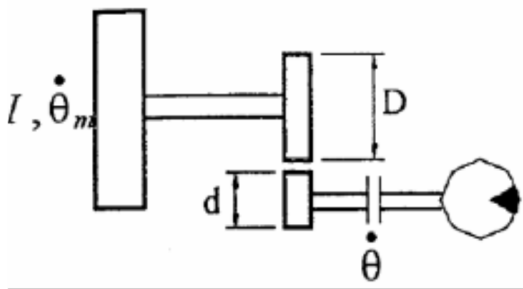
$$= \frac{1}{2} X \cdot \frac{1}{3} m \cdot i^2 \cdot v'^2$$

$$v = v' \cdot \cos \alpha$$

$$= \frac{1}{2} X \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{m \cdot i^2}{(\cos \alpha)^2} \cdot v^2 = \frac{1}{3} \cdot M \cdot v^2$$

$$M = \frac{1}{2} \cdot \frac{m \cdot i^2}{(\cos \alpha)^2}$$

Rotasyon



Rotasyon hareketi yapan, I eylemsizlik momenti olan, motor tarafından itilen kütle burada göz önünde bulundurulur. (oran D/d)

$$KE = \frac{1}{2} I \cdot \theta_m'^2 = \frac{1}{2} I \cdot \left(\theta' \cdot \frac{d}{D} \right)^2 \quad I = \text{eylemsizlik momenti (kgm}^2\text{)}$$

$$= \frac{1}{2} I \cdot \left(\frac{d}{D} \right)^2 \cdot \theta'^2 \quad \theta = \text{açısal ivme (rad/s}^2\text{)}$$

$$= \frac{1}{2} I \cdot i^2 \cdot \theta'^2$$

$$= \frac{1}{2} I_e \cdot \theta'^2$$

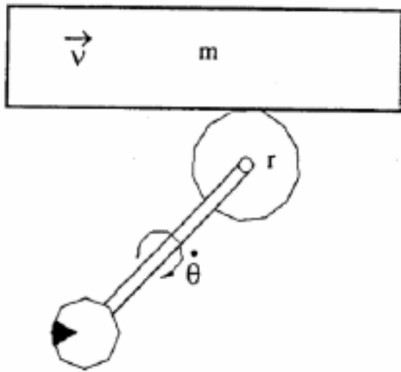
$$I_e = I \cdot i^2$$

$$i = d/D$$

Eğer dişli kutusu kullanılıyorsa, i dikkate alınmalıdır.

Eğer $i=D/d$ ise, $I_e=I/i^2$ 'dir.

Dairesel ve doğrusal hareketlerin kombinasyonu



m kütlesi burada r yarıçaplı bir çarkla hareket ettiriliyor. Çark kütsesizdir.

$$KE = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$= \frac{1}{2} m \cdot (r \cdot \theta')^2$$

$$v = r \cdot \theta'$$

$$= \frac{1}{2} m \cdot r^2 \cdot \theta'^2$$

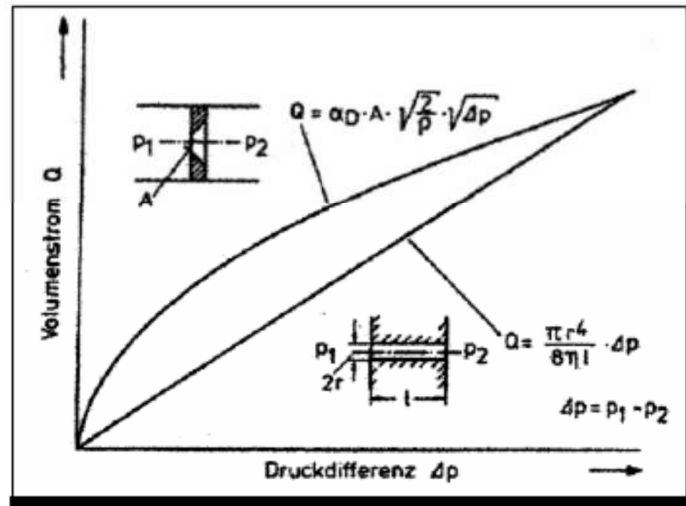
$$= \frac{1}{2} I_e \cdot \theta'^2$$

$$I_e = m \cdot r^2$$

8. Hidrolik dirençler

Kesit daralmasının direnci, debi değişiminden dolayı oluşan basınç farkından doğar.

$$R = \frac{d(\Delta p)}{dQ}$$



Kısa süreli kesit daralmasında debi denklemi

$$Q_{Blende} = 0,6 \cdot \alpha_K \cdot \frac{d_B^2 \cdot \pi}{4} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}$$

α_K = akış katsayısı (0,6 – 0,8)

ρ = 0,88 [kg/dm³]

d_B = açıklığın çapı [mm]

Δp = basınç farkı [bar]

Q_{Blende} = [l/min]

Uzun süreli kesit daralmasında debi denklemi

$$Q_{Drossel} = \frac{\pi \cdot r^4}{8 \cdot \eta \cdot l} \cdot (p_1 - p_2)$$

$$Q_{Drossel} = [m^3/s]$$

$$\eta = \rho \cdot \nu$$

$$\eta = \text{dinamik viskozite } [kg/ms]$$

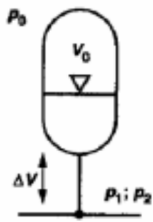
$$l = \text{kesit daralmasının uzunluğu} [m]$$

$$r = \text{yarıçap } [m]$$

$$\nu = \text{kinematik viskozite } [m^2/s]$$

$$\rho = 880 [kg/m^3]$$

9. Hidrolik AKÜ



$$\Delta V = V_0 \cdot \left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{1}{K}} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{K}}\right]$$

$$K=1,4 \text{ (adiyabatik yoğunluk)}$$

$$p_2 = \frac{p_1}{\left[1 - \frac{\Delta V}{V_0 \left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{1}{K}}}\right]^K}$$

$$\Delta V = k \cdot \text{ilanılan hacim } [l]$$

$$V_0 = \frac{\Delta V}{\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{1}{K}} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{K}}\right]}$$

$$V_0 = \text{depo büyüklüğü } [l]$$

$$p_0 = \text{faz basıncı [bar]}$$

$p_1 =$
 minimum çekme basıncı [bar] (vanadaki basınç düşüşü)

$$p_2 = \text{maksimum çekme basıncı [bar]}$$

$$p_0 \leq 0,9 \cdot p_1$$

Basınç pompalarında, basınç sirkülasyonunda bir depo tasarlanmalıdır.

Pompanın gidiş-geliş zamanı t_{SA} pompa kataloğundan

$$\Delta V = Q \cdot t_{SA}$$

10.Eşanjör (yağ-su)

$$ETD = t_{öl} - t_K$$

$$V_{öl} = \text{yağın debisi [l/min]}$$

$$p_{01} = \frac{P_V}{ETD}$$

$$P_V = \text{kaybedilen güç [kW]}$$

$$\Delta t_K = \frac{14 \cdot P_V}{V_K}$$

$$t_{öl} = \text{yağın ilk sıcaklığı [°C]}$$

$\Delta t_{öl}$ 'ün hesaplanması kullanılan
 sıvının türüne göre değişir.

$$\Delta t_{öl} = \text{yağın soğuması [K]}$$

$$t_K = \text{suyun ilk sıcaklığı [°C]}$$

$$\Delta t_K = \text{suyun ısınması [K]}$$

$$ETD = \text{baştaki sıcaklık farkı [K]}$$

$$p_{01} = \text{özel soğuma performansı [kW/h]}$$

HFA

HLP/HFD

HFC

$$\Delta t_{öl} = \frac{14,7 \cdot P_V}{V_{öl}}$$

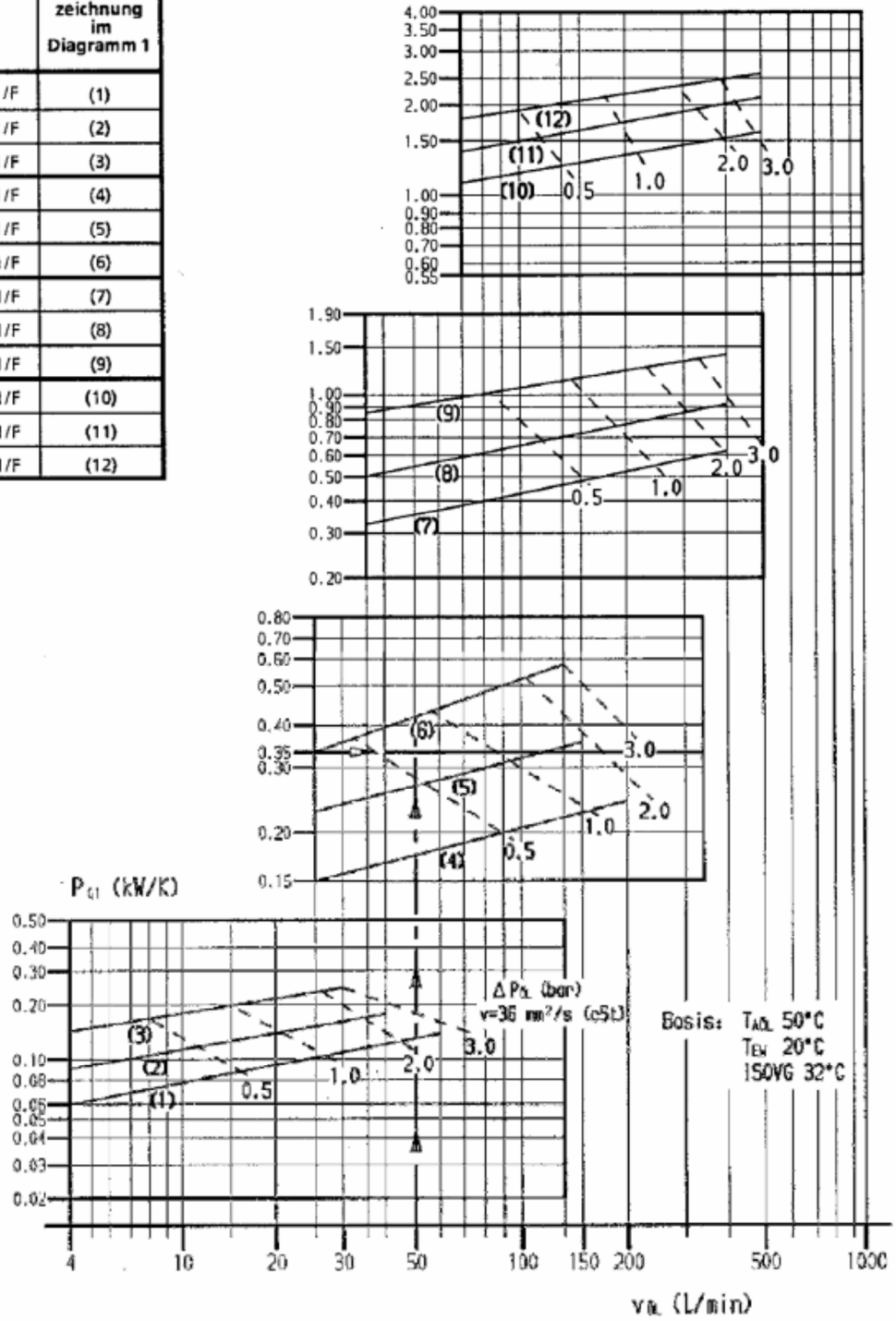
$$\Delta t_{öl} = \frac{36 \cdot P_V}{V_{öl}}$$

$$\Delta t_{öl} = \frac{17,2 \cdot P_V}{V_{öl}}$$

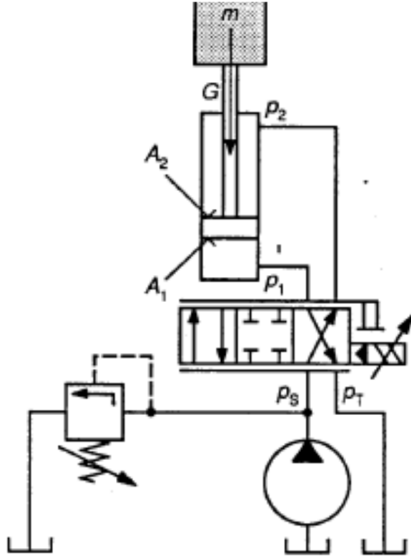
Hesaplanan p_{01} değeri sayesinde farklı imalatçıların diyagramlarından eşanjörün büyüklüğü belirlenebilir.

AB Normlarına örnek:

Benennung; Wärmetauscher	Kenn- zeichnung im Diagramm 1
AB 32-09/056G-019-01/F	(1)
AB 32-09/056G-028-01/F	(2)
AB 32-09/056G-037-01/F	(3)
AB 32-09/080G-021-01/F	(4)
AB 32-09/080G-033-01/F	(5)
AB 32-09/080G-045-01/F	(6)
AB 32-09/110G-025-01/F	(7)
AB 32-09/110G-041-01/F	(8)
AB 32-09/110G-057-01/F	(9)
AB 32-09/132G-051-01/F	(10)
AB 32-09/132G-071-01/F	(11)
AB 32-09/132G-091-01/F	(12)



Valflerin Konumlandırılması



Silindir bilgilerinden ve giriş-çıkış hızlarından istenilen hacimsel debi hesaplanabilir.

$P = P_S$ sistemin basıncı- P_L yükün basıncı- P_T geri dönüş basıncı

(yükün basıncı $\approx \frac{2}{3}$ *sistem basıncı)

optimum etki derecesinde

F_T =yükün uyguladığı kuvvet [daN]

P_S =sistemin basıncı [bar]

P_T =geri dönüş basıncı [bar]

A_1 =pistonun alanı [cm²]

A_2 =halka alanı [cm²]

φ =silindirin alanının etkisi

V_{max} =silindirin çıkış hızı [cm/s]

$\Rightarrow p_1$ ve p_2

$$p_2 = \frac{(p_S A_2 \varphi^3) + F_T + (p_T A_2 \varphi)}{A_2 (1 + \varphi^3)}$$

$$p_1 = p_T + [(p_S - p_2) \varphi^2]$$

silindir ölçülerinin ve hacimsel debi hesaplamalarının yük basıncına bağlı olarak kontrolü

$$Q = 0,06 \cdot A_2 \cdot V_{max} \quad \text{l/min}$$

$$Q_N = Q \sqrt{\frac{X}{p_S - p_2}} \quad \text{l/min}$$

X=35 (servovalf) basınç düşüşü

X=35 (oransal valf) basınç düşüşü
(kabuklu oransal valf)

X=5 (oransal valf) basınç düşüşü
(kabuksuz oransal valf)

Hesaplanan hacimsel debiden %10 daha büyük servo valf seçilir.

