



Badger Meter Europa



Heinz G. Erb, Horst Gras

Akış ölçümü, Kontrolü, Harmanlama, Dozlama, İzleme ve Kaydetme

Bu kitap, akış ölçümü & kontrolü uygulamalarında karşılaşılan sorunlardan elde edilen deneyimlerin bir ürünüdür. Karmaşık akış ölçümü ile sıvı ve gaz kontrolü sorunu kitabın 326 sayfasında detaylı olarak açıklanmıştır.

Doğru ölçme teknolojisi seçimi uygulamaya ve gerekli tutarlılık sınıfına göre belirlenir.

Bu kitapta önemli kriterler açık bir biçimde ve içerikle tüm kullanıcılara yönelik olarak sunulmakta ve hem avantajları hem de dezavantajları ile ölçme ilkeleri arasındaki temel teorik farklılıklar gösterilmektedir.

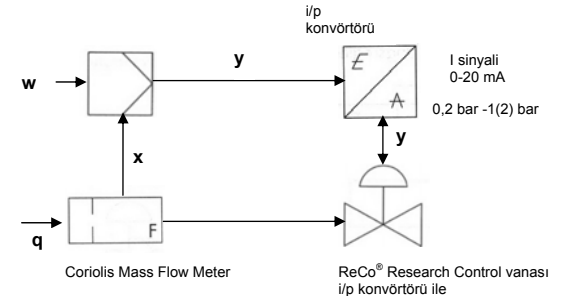
Kullanıcılara pratik destek ve önemli bilgiler sağlayarak en uygun akış ölçer veya kontrol vanası seçimi için referans kitabı olarak yardımcı olabilmek amacıyla uzun, bilimsel anlatımlar ve detaylardan kaçınılmıştır.

Akış ölçümü, Kontrolü, Harmanlama, Dozlama, İzleme ve Kaydetme

Heinz G. Erb, Horst Gras

Tercüme: Aydın Tuncel

$$Q = v \times A$$
$$q_v = K_v \sqrt{\frac{1000 \Delta p}{p_1}}$$
$$p = \frac{m}{v}$$
$$U_m = r_m \times w$$
$$\bar{V} = \frac{Q_v}{A} \left[\frac{m}{s} \right]$$
$$z = K \times V$$
$$Q = \frac{dV}{dt}$$
$$V_m = K \times \bar{V}$$



Standard Research Control® Vanası **RECO®** Valve 0,0000015 - 5,1 akış katsayılarındaki Kvs ile mevcuttur.

Sistem, thermal mass flowmeter, ve Coriolis mass flow metreler ile **gazlar** ve sıvılar için kullanılabilir. Kütle akış ölçer üzerine entegre PID kontrol fonksiyonu vardır, ve yukarıda görüldüğü gibi Research Control vanası ile çok küçük akışlar için bir bütün ölçüm sistemi teşkil eder.

İlaveten, Profibus, DeviceNet, Modbus gibi dijital iletişim arayüzlerini ihtiva eder, üzerindeki sayaçlar, programlanan birimlerde mesela g, kg, m3N olarak toplayabilir, sayma fonksiyonları, alarm sinyalleri, programlanabilir, üzerindeki kontrolörün setpoint değerleri değiştirilebilir.

Kısa Teknik bilgi Coriolis Mass CoriFlow Brief

Genel Bakış	
Akış menzili	0-200 g/h ilâ 600 kg/h
Doğruluk	0,2 % of rate
Sıcaklık	-10...70 °C (120 °C)
Basınç	100 bar

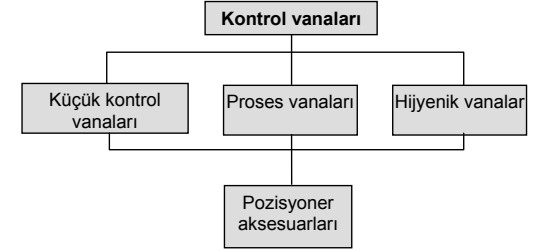
Uygulamalar

Gıda içecek için tatlandırıcı, renklendirici, aromalar, yakıt pilleri, yarı-iletken imalatı, ilaç, optik fiber endüstrisi, ve neredeyse çok küçük akışların ölçülüp kontrol edilmesini gerektiren her yer.

Referans: bilgi evrakları www.tuncell.com.tr

6. Kontrol Vanası RECO®

6.1 Tasarıma genelbakış



6.2 Esaslar

Vana tasarımı: **RECO®** küçük kontrol vanaları Küçük kontrol vanaları laboratuvarlar, pilot tesisler, ve ticari proses endüstrisindeki oldukça küçük akış debilerini kontrol etmek için tasarlanmışlardır. Onlar ki özel trimler, daha küçük vana gövdeleri, seyir menzilleri(travel ranges), ve aksesuarları kullanılır. Kullanılan özel trim* parçaları çıkış mesnet-halkasını daraltarak, ve inceltmiş vana plüğü(tapa) kullanarak küçük akışların hızının kontrolünü tayin eder. Bu parçalar çok yakın toleranslarla işlenirler, böylece çok küçük Cv akış katsayısı değerleri başatılır.

Vana bilgileri

Nominal seyir H_{100}

Anlamı tam açılmış vanadaki seyirdir, ve herbir vana serisi için sabitlenmiştir.

Akış katsayıları

K_v -değeri

K_v - değeri'nin manası, $\Delta p = p_1 - p_2 = 1$ bar bir basınç düşümündeki 5 ilâ 30⁰ C'deki suyun m³/saat cinsinden qv akış debisi spesifik seyir H'de kontrol vanasından geçer.

K_{vs} -value

Anlamı nominal seyir H_{100} 'deki K_v -değeri idir, ve vanayı tayin etmede kullanılır.

K_{Vs100} değeri

anlamı nominal seyir H₁₀₀'deki K_V-değeri idir. Tanımlanan K_{vs}-değerinden saptması ± 10%'dan daha fazla olmamalıdır.Tablolarda verilen bir konstrüksüyon değeridir.

İhtar: ABD'de K_V- değeri, 60°F'daki BD-galon/dak. akış debisindeki suyun Δp 1PSI basınç düşümü olarak tarif edilir.

Bunun anlamı: Cv = 1,17 x kv ve K_V = 0,86 x Cv

Δpv₁₀₀

Anlamı, tam açık vana üzerine düşen basınç olup K_{vs} – değerini hesaplamakta kullanılır.

Normatif referans: DIN/IEC 60534

RECo® Kontrol vanasının ebatlandırılması

Uygun kontrol vanasının seçiminde yardımcı bazı kılavuzlar aşağıdadır. Gerçekte hesaplama daha kompleks idir.Bknz Avrupa standardı EN 60534-2-1

Sıvılar

Kv hesaplaması

$$k_v = q_v \cdot \sqrt{\frac{\rho_1}{1000 \Delta p}} \quad m^3/h$$

$$k_v = \frac{q_m}{\sqrt{1000 \rho_1 \cdot \Delta p}} \quad kg/h$$

Akış/hacim-kütle akış

$$q_v = k_v \sqrt{\frac{1000 \Delta p}{\rho_1}} \quad m^3/h$$

$$q_m = k_v \cdot \sqrt{1000 \Delta p \cdot \rho_1} \quad kg/h$$

Gazlar

Kv- m³/h

$$k_v = \frac{q_{mN}}{514} \sqrt{\frac{\rho_n \cdot T_1}{\Delta p \cdot \rho_2}} \quad \text{kritikaltı} \quad p_2 > \frac{p_1}{2}, \Delta p < \frac{p_1}{2}$$

$$k_v = \frac{q_{mN}}{257 \cdot \rho_1} \sqrt{\rho_n \cdot T_1} \quad \text{süperkritik} \quad p_2 < \frac{p_1}{2}, \Delta p > \frac{p_1}{2}$$

Kv- kg/h

$$k_v = \frac{q_m}{514} \sqrt{\frac{T_1}{\rho_N \cdot \Delta p \cdot \rho_2}} \quad \text{kritikaltı}^*$$

$$k_v = \frac{q_m}{257 \cdot \rho_1} \sqrt{\frac{T_1}{\rho_N}} \quad \text{süperkritik}$$

Kütle akış

$$q_m = 514 k_v \cdot \sqrt{\frac{\Delta p \cdot \rho_2 \rho_N}{T_1}} \quad kg/h \quad \text{kritikaltı}$$

$$q_m = 257 k_v \cdot \rho_1 \sqrt{\frac{\rho_N}{T_1}} \quad kg/h \quad \text{süperkritik}$$

Buhar

Kv- kg/h

$$k_v = \frac{q_m}{\sqrt{1000}} \sqrt{\frac{v_2}{\Delta p}} \quad \text{kritikaltı}$$

$$k_v = \frac{q_m}{\sqrt{1000}} \cdot \sqrt{2v^*} \quad \text{süperkritik}$$

Akış kg/h

$$q_m = \sqrt{1000} \cdot k_v \cdot \sqrt{\frac{\Delta p}{v_2}} \quad \text{kritikaltı}$$

$$q_m = \sqrt{1000} \cdot k_v \cdot \sqrt{\frac{\rho_1}{2v^*}}$$

Bar cinsinden basınç düşümü

Sıvılar

$$\Delta p = \rho_1 \cdot \left(\frac{q}{k_v} \right)^2 \cdot \frac{1}{1000}$$

Gazlar

$$\Delta p = \frac{q_N^2 \rho_N \cdot T_1}{k_v^2 514^2 \cdot \rho_2}$$

Buhar

$$\Delta p = \frac{q^2}{1000} \cdot \frac{v_2}{k_v^2}$$

Menkıbe(Legend)

Q_v	Hacim akış	m^3/h
Q_m	Kütle akış	kg/h
p_1	Gövdeye giriş basıncı	bar
p_2	Gövdeden çıkış basıncı	bar
Δp	Fark basınç	bar
ρ_1	Gövde girişinde yoğunluk	kg/m^3
ρ_N	Normatif yoğunluk ($0^\circ C$, 760mm Hg)	kg/m^3
T_1	Girişteki mutlak sıcaklık	$^\circ K$
v_1	p_2 ve t_1 'deki spesifik hacim	m^3/kg

Ç.N.:kritik altı Froude sayısı $F < 1$ olduğu durum, gecikmeli akış,
 $F > 1$ ise ivmeli akış(süperkritik)

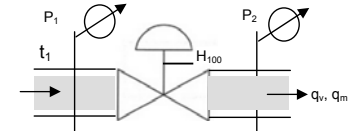
Kontrol vanası montaj parçalarının seçimi , niyet edilen kullanım için vana gövdesi stili, malzemesi, ve trim konstrüksüyonu tasarımının elde olan en iyisini temin etmek için özel bir irdeleme gerektirir. Kapasite gereksinimleri, basınç menzilleri ile beraber bir takım ilave bilgiler müşteri tarafından sağlanmalıdır ki mevcut servis şartları için mümkün olan en uygun kontrol vanası seçilsin. Aşağıdaki heesaplama örneği, tatmin edici işletimi temin etmek için ihtiyaç olan bütün bilgileri ibrz etmektedir.

Ebatı belirlemek, ve kontrol vanasını seçmek için özel bir yazılım kullanılır.

CONVAL

Calculation header		
Identifier	New calculation (1)	
Medium selection and state		
Medium	Oxygen	
State	Gaseous	
Gas	Gas, dry (Standard conditions)	
First operating point (max. flow)		
Calculation	Kv/Cv	
Operating temperature	t1	20,0 °C
Pressure upstream of valve	p1	12,0 bar(a)
Pressure downstream of valve	p2	10,0 bar(a)
Flow coefficient	Kv	0.11229 m³/h
Mass flow rate	qm	15,577 kg/h
Volume flow rate (standard conditions)	qn	13,0 m³/h
Type of flow	Non-critical	
Properties at first operating point		
Operating density (t1, p1)	ρ1	15,884 kg/m³
Isentropic exponent (t1, p1)	κ1	1,4076 -
Valve data		
Valve type	Globe valve	
Trim type	Linear	
Basic characteristic (IEC 60534-2-4)	Kv	0.11229 m³/h
Flow coefficient	Kvs	0,17 m³/h
Nominal flow coefficient	DN2	DN 10
Outlet valve size	u2	4,9609 m/s
Line size (valve = pipeline)	FL*	0,81 -
Flow velocity	Kd	0,729 -
Valve modifier (Cv/Cv100 = 0.75)	xT	0,77 -
Valve modifier (Cv/Cv100 = 0.75)	Fd	0,41 -
Valve style modifier (Cv/Cv100 = 1)		
Load-dependent auxiliary values		
Stroke/angle-of-rotation ratio	s/s100	65,359 %
Noise prediction data		
Calculation standard (noise, gas)	IEC 60534-8-3:2000	
Low-noise design	n.a.	
Sound pressure level of valve (A-weighted)	LpAe	51,7 dB(A)
Minor noise prediction data		
Temperature (vena contracta)	tVC	1,0815 °C
Mach number (valve outlet)	MaDN	0,015217 -
Control optimization		
☐ Operating points are part of a static system characteristic		

Program, verilen uygulama için kv değerini hesaplar. Hesaplanan kapasite, tam yük noktasının altında kalması halinde, fiili vana ebatı daha küçük seçilebilir, bkız tablo. Halihazırda temel vana seçimini daha iyi anlamak için elle hesaplanmış basit bir örnek:



Sıvı servisi için ebatlandırma

Tanımlama: K_{vs} ve vana ebatı

Faraza: $q_v = 12 \text{ m}^3/\text{h}$

$$p = p_1 - p_2 = 2,1 \text{ bar}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

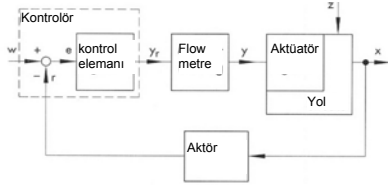
$$k_v = q_v \sqrt{\frac{\rho}{1000 \cdot \Delta p}} = 12 \cdot \sqrt{\frac{1000}{1000 \cdot 2,1}} = 8,2 \cdot \text{m}^3/\text{h}$$

$$k_{vs} = 1,3 \cdot K_v = 1,3 \times 8,2 = 10,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

Seçilen vana: diagrama bkncz

Vana ihtiva eden timsali kontrol lubu

(Typical closed control loop* including a valve)



Kontrol sistemi
+kontrollü mahrek
+flow metre

kontrolör ve aktör
aktüatör (+ ve diğer komponentler)
akış

= Kontrol lubu

Ç.N.:Loop kelimesinin İngilizce'ye hangi dilden adapte edildiği meçhuldür. İskoç lehçelerinden birisinde bükme anlamındaki "lub" a yakıştırma yapılmaktadır. Bizce loop orijiniinde ağız demektir. Controller ise Latince'den adapte olup, "contra rotulare", mesela bir vergi tahsildarının resmi vergi listesi defteri ile mükellefin kaydettiği mallarına bakarak, ne kadar vergi ödemesi gerektiğine dair hükümdür. Kısaca iki şey arasında karar vermek...

6.3 Küçük kontrol vanaları

RC serisi, küçük kontrol vanaları klasik standart çizgide olup, evvelce araştırma uygulamaları, ve pilot tesisleri için geliştirilmişti. Çalışma basıncı 4000 bar'a kadar, 500°C'nin üzeri, ve $1,5 \times 10^{-6}$ 'ye kadar k_v değerlerine haiz had safhadaki, ve haşin servislerde muamele müstesna değildir. Ortaç akışkanın paslandırma ve aşındırmasına karşı mukavemet ile ilgili olarak neredeyse sınır yoktur. Cryogenic proses servislerinde -270°C'ye kadar alçak-sıcaklık vanaları, ve alçak-sıcaklıktaki akışkanların kontrolü olağan hale gelir.

Pnömatik olarak çalışan kontrol vanası diyafram aktüatörü mübadele edilir, ve pozisyonerler, basınç regülatörleri, selonoid vanalar, ve seyir sınırlayıcı anahtarlar kolaylıkla takılabilir.

Flow metre, ve kontrolör kombinasyonundaki bir kapalı kontrol lubunda, kontrol vanası bir aktüatör olarak kullanılır.

Timsali tasarılar



Standart vana*
Cvs 0,0000018-6,0
PN 340
-70°C ilâ + 530°C



Flanşlı vana
DN 1/2"-1"
Cvs 0,00008 - 6,0
PN 340
-70°C bis + 530°C



Açılı stil vana
DN 1/4"-1"
Cvs 0,0000018 - 6,01
PN 340
-70°C ilâ + 530°C



Barstock vana
DN 1/4"-1"
Cvs 0,0000018 - 6,0
PN 340
-70°C ilâ + 530°C



3-yollu vana
DN 1/4"-1"
Cvs 0,05-5,0
Up to Pn 100
-70°C ilâ + 530 °C

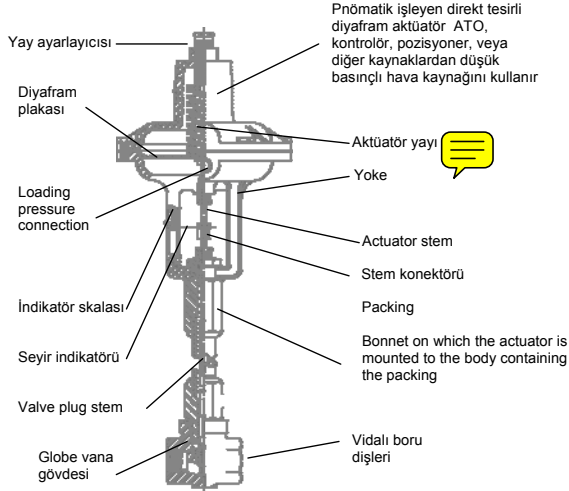
Standart kontrol vanası RECO®

Temel olarak vana gövdesi sızdırmadan akışkanı tutmalı, yeterli kapasiteye sahip olmalı, prosesin sıcaklık darbelerine, aşındırıcı, ve paslandırıcılığına mukavim olmalı, ve bitişik boru hatlarına birleştirmek için uygun nihai bağlantıları olmalıdır.

Standard single port globe valve

Bu vana gövdesine geniş uygulamalarda rastgelinir, ve konstrüksüyonu basit en genel kullanılan gövde stildir. Paslanmaz çelik gövde kullanılan 1", ¾", ½" ¼" ebatlarında mevcuttur. Ayrıca, muhtelif malzemelerin geniş bir takımı vardır.

½" ve ¾" ebatları maksimum 340 bar çalışma basıncı için, ve ¾" ve 1" ebatları 100 bar için kullanılır. Muhtelif konstrüksüyon modüllerinin kombinasyonu uygulamaların geniş bir takımında kullanım için sayısız özel tasarımlar sunar.



Tımsali uygulamalar

Pilot tesis, araştırma, geliştirme ve endüstrideki son derece küçük akışlar, dozlama sistemleri ve numune ekstraksiyonu, medya kontrolü.

İçvana tertibatı Kvs 5,1 ilâ 1,5 10⁻⁶ arasında mevcuttur. Bknz. Tablo.



Research test tesisi
kaynak: Uhde

Referans:Data evrakı RC 200 www.tuncell.com.tr
Flanşlı vana data evrak RC 210
Angle vana data evrak RC 220
3-yollu vana data evrak RC 230
Criogenic vana data evrak RC 260

6.4 Endüstriyel proses kontrol vanası ORION®

ORION® serisi, performansın, kalitenin, ve küçük fiziksel ebatların önemli olduğu, proses endüstrisi sıvıları, gazları, ve buharları kontrolünde kullanmak için tasarlanmıştır.

Sağlam, ve korozyona-mukavim konstrüksüyunun sunduğu özellikler ve performans, normalinde daha pahalı tasarımlarda bulunur. Kompakt, yüksek performans, paslanmaz çelik standart gövde montaj yapısı, kolay bakım ve senelerce çalışmasını temin etmek

için tasarlanmıştır. Dahili-yükü(preload) yayla ayarlanabilir, ayarlanabilir seyir istop(travel stop), kasvetli gövde kesit alanı, ve değiştirilebilir sızdırmazlar, küçültülmüş içvanaların hepsinde vardır.

Ters etkili aktüatörün mübadelesi(exchange), sadece tahrik steminin mübadelesi ile basit.

NAMUR yeke(NAMUR yoke*), pozisyonierlerin ve diğer aksesuarların kolay montajına imkan verir.

Özel uygulamalar için vanalar.

Hatta çok daha kritik olan özel uygulamalar için gereken dikkatli inceleme sayesinde taleplere verilen cevaplar ile standartlaşan **ReCo® sülâlesi** vanaları vasıflar kazanmıştır.

Cryogenic service valve

270 °K sıcaklıklarındaki sıvılaştırılmış hidrojen vb. gibi sıvılarda kullanım için mevcuttur.

Referans: www.tuncell.com.tr data evrakları OR 800, OR 900 OR 910, OR 960

Çevirenin Notu: NAMUR: Normen Arbeitsgen Und Regeltechnik, alman mühendisler birliği altındaki kullanıcılar grubu, vana gövdeleri, aktüatörler ve aksesuarlar arasındaki arayüzler için öneriler geliştirir.

*Terminoloji sözlüğü kitabın son bölümündedir. Yoke, çatal, veya boyunduruk demek, aktüatör monte edilir, alt ve üst diyafram kâseleri(çanakları) üzerine oturtulur.

ORION® sülâlesinin timsali tasarımları (Typical designs of the ORION® line)



DN 1"-2" flanşları
arasında kelepçeli
standart vana
kvs 0,017-21
PN 50
-70°C ilâ +530°C



Flanşlı vana
DN 1" -2"
Kvs 0,017-21
PN 50
-70°C ilâ + 530°C



Bonesi uzatılmış
Cryogenic valve
DN 1" -2"
Kvs 0,017-21
PN 50
-270°C ilâ +530°C



Bronze vana
NPT dişli
DN 3/4" -2"
Cvs 2.5-54
PN 50
-30°C ilâ +200°C

6.5 Hijyenik Vanalar (Hygienic valve)

Sihhi / bio servis vanaları (Sanitary/ bio service valve) SC 500 serileri

Bu vana sülâlesi, 3A sembol konsülünce gerektiren ilaç veya gıda uygulamalarındaki hijyenlik talebini karşılamak için tasarlanmışlardır. Özel bağlantılar, veya flanşlar, sıcak veya soğuk akışkanlar için uzatılmış bonelere haiz vanalar, ve 3-yolluları mevcuttur. Bütün tasarımlar pnömatik aktüatörleri ve çok çeşitli aksesuarları ile temin edilebilir.

Referans: www.tuncell.com.tr SC 500



Cast sanitary valve
DN 1"-1.5"
Tri-clamp® connection
Cvs 0,05-2.0
PN 20
-20°C ilâ +150°C

Barstock sanitary valve
DN 1/2"-2"
Tri-clamp® connection
Cvs 0,05-4.0
PN 20
-20°C ilâ +150°C

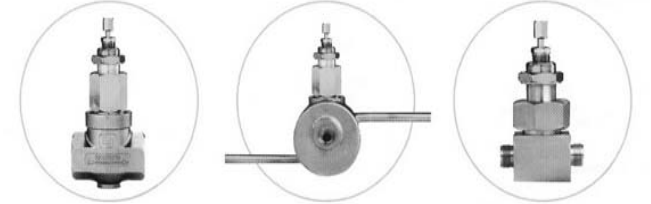
Uygulamalar

Hijyenik, tozsuz, ilaç-ve gıda endüstrisi(CIP ve SIP) için yapılan temizleme tertibatlarında. Genel kullanımları: fermentasyon reaktörlerinde, kapalı tanklarda gaz yastıklamasında, katalist, defoamer, ve katkımaddesi girişinde basınç, sıcaklık, ve akış kontrolünde idir.

Kazanan Kombinasyon

Arzulanan en uç uygulama için tertibatları inşa kabiliyeti anahtardır.

Vanalar, geniş uygulamaya çeşitleri veya özel gereksinimlerle uyumlu olacak şekildedir teorik olarak milyonlarca kombinasyonda ayarlanabilir. Tüm bunlar ustalık, kapsamlı bilgi, müşteri ile yakın iş ilişkisi ile yetkin müşteri hizmetleri temsilcileri gerektirir.



NPT standart mesken

Isı çektili mesken

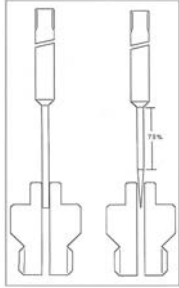
Yüksek basınç meskeni

6.6. 'İçvana'lar, 'plug'lar, ve 'trim'ler

İçvana tertibatı

İçvana tertibatı (vana iğnesi, ve vana yatağı) vananın ana fonksiyonel parçasıdır.

İnceltilmiş vana 'plug'una haiz vana stemi bir iğneye benzer biçimdedir, bu sebepten "iğne vana" diye de tabir edilir. Kontrol vanasının oynayabilen parçasıdır, ve akışkan debisine değişken kısıntı sağlar. Spesifik akış karakteristikleri sağlayan muhtelif içvana tertibatları mevcuttur. Vana yatağı yakınındaki "vana plug"u "**yüzeyi şekli**" küçük kontrol vanasının dahili akış karakteristiğini tayin etmenin aracıdır.



Kv-değerleri 5×10^{-2} ve daha irileri makineyle, daha küçükleri, 3×10^{-2} ilâ $1,5 \times 10^{-6}$ kv-değerlerine kadar olanlar, istenen kv-değeri istenen akış karakteristiğinden tatmin olununcaya kadar elle çalışılır. Çok küçük kv-değerleri için akış alanı çok daralır, küçücük katı parçalar bile içvana tertibatını tıkayabilir. Nihayet kısmında hayli şeve haiz çift konili plug kullanılması, yukarıda sağ

tarafındaki resimde görüldüğü gibi, akış alanı, süratli tam açılımla genişletilebilir, böylece katıların blokajından kurtulunur.

Kennlinien

Timsali innervale (içvana) tertibatları



İçvana tertibatının ebatlandırılması

Vana dahilindeki tertibatların malzemesi ve şekli uygulama ve aşağıda tanımlandığı gibi akışkanın özellikleri ile tayin edilir. K_{vs} -değerleri tablolarda sergilenmekte ve vana ebatlarına bağlı olarak "V 5.1"den "P 18"e kadar trim ebatları sağlanmaktadır.

İÇVANA ÇİZELGESİ

NW	Size	Cvs	NW	Size	Cvs	F	0,32	P10	5,0 E-05
V	6,0	0,003	O			G	0,20	P11	3,6 E-05
U	5,0		P1	2,0 E-03		H	0,13	P12	2,4 E-05
T	4,5		P2	1,3 E-03		I	0,08	P13	1,6 E-05
S	4,0		P3	1,0 E-03		J	0,05	P14	1,0 E-05
R	3,5		P4	6,0 E-04		K	0,03	P15	6,0 E-06
A	2,5		P5	4,0 E-04		L	0,02	P16	4,0 E-06
B	2,0		P6	2,7 E-04		M	0,01	P17	2,7 E-06
C	1,25		P7	1,8 E-04		N	0,006	P18	1,8 E-06
D	0,80		P8	1,2 E-04					
E	0,50		P9	8,0 E-05					

Ebat 1" 3/4" 1/2" 1/4"

Referans: içvana tertibatı data evrakı SUB-TRM

www.tuncell.com.tr kontrol vanaları data evrakları RC 200

Oldukça sert parçacıklar ihtiva eden aşındıcı akışkanlar veya gaz kabarcıklarının çökmesi ile meydana gelen

kavitasyonlar, yüzeylerin kaplanmasını veya sertleştirilmesini gerektirir. Paslandırıcı medya için, dirençli malzeme kombinasyonu lazımdır.

“P” serisinin($k_{vs} \leq 0,007$), içvana tertibatı plug için stelit ve yatağı için **416SST** tasdiklenmiş bir kombinasyondur. Ömür beklentisi ihtiyacı, ve çalışma sıcaklıklarına bağlı olarak, uygun bir kombinasyon seçilir.

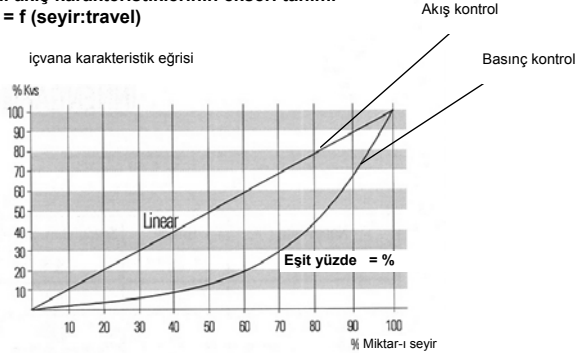
Temel akış karakteristiği (teorik akış eğrisi)

Akış karakteristiği, vanadan geçen akış ve 0 ilâ %100 değişen yüzde miktar-ı seyir (%rated travel) arasındaki ilişkiyi ifade eder.

Vana üzerinde sabit basınç düşümü idame ettirildiğinde, suyun akış kapasitesinin maksimum yüzdesi ve seyir menzilinein yüzdesi arasındaki değişim ilişkisi, vananın asli akış karakteristiği olarak tasarlanır.

Asli akış karakteristیکlerinin ekseri tanımı

$k_{vs} = f(\text{seyir:travel})$



Liner akış karakteristiği $k_{vs} = k \times \text{seyir}$

Liner akış karakteristiğine haiz k_{vs} -değerleri seyir menzilinein tamamında, “vana plug”unun seyriyle doğrudan doğruya orantılı bir akış debisi oluşturur, örneğin %60 seyirde, akış debisi maksimum akışın %60 idir.

Eşit yüzde akış karakteristiği

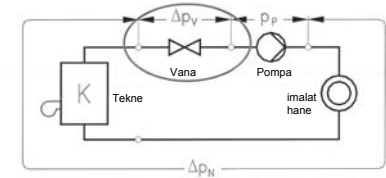
Miktar-ı seyirin eşit artışlarında, dahili akış karakteristiği, mevcut akışın eşit yüzde değişimlerini ideal olarak tayin edecektir.

Akış debisinin seyre nispetinin değişimi, akış debisinin sabit yüzdesi olarak ifade edilebilir, örneğin, “vana plug”u yatağın kenarında iken akış debisinin değişimi nispeten küçük, “vana plug”u iyice açıldığında nispeten büyük olacaktır. Bu akış karakteristiği tipik olarak basınç kontrolünde kullanılır.

www.tuncell.com.tr kontrol vanası data RC 200

Proses şebekesinde basınç kayıpları

Fiili akış karakteristiği, koni ‘biçimli plug’ şekli ile tayin edilir, ve vana otoritesi diye adlandırılır.



Bir proses şebekesi lubuna entegre kontrol vanası, şebeke komponentlerinin ferdi basınç kayıplarının birbirleri ile nasıl etkileştiklerini, ve bariz toplam basınç kayıplarını gösterir. Toplam basınç kaybı Δp_N ferdi basınç kayıplarından ibarettir. Vana basınç kaybı Δp_{v100} nin toplam basınç kaybına nispeti, “vana otoritesi av” sıfatıyla tertip edilir.

$$Av = \Delta p_{v100} / \Delta p_{tot}$$

Tamamen açılmış vana çaprazına (üzerine) **Δp_{v100}** basınç düşümünün mualliyesi (daha yüksek), vananın daha fazla açılması, tek başına akış debisini dikte eder. Muallie vana otoritesidir. **$av = 1$** 'in anlamı, toplam basınç kaybının vana çaprazındaki (üzerindeki) basınç kaybına eşit olması idir.

Sonuç: Vana akış karakteristiğinin seçimi, şebeke komponentlerinin istenen karakteristiğe etkileşmeyle şekillenen, ferdi karakteristiklerine bağlıdır.



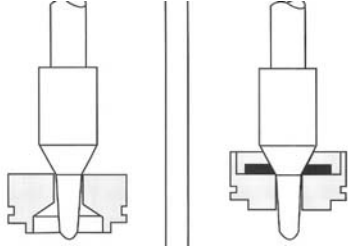
6.7 Vana yatak sızdırmazı

Yatak sızdırmazı, vana "plug"u ve yatak sızdırmazı arasındaki temas kuvvetinde etkilendir, yani static, stem, ve dinamik dengesizliğe galip gelmek için ne kadar kuvvet gerekir.

Toleranslar yatak yükü için yapıldı:

0,01% of Kvs trim O ve daha büyükleri, ANSI Class IV

0,1% of kvs trim P1 ve daha küçükleri, ANSI Class III



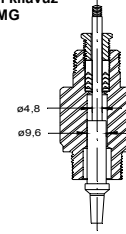
"Plug" ve vana yatağı arasındaki sızdırmaz metal-ile metal, veya metal-ile Teflon, veya bir Kel-F yumuşak oturak olabilir.

www.tuncell.com.tr kontrol vanası data evrakı RC 200

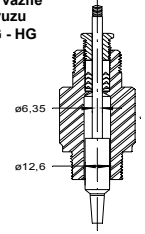
6.8 Vana stem kılavuzu

Titiz vana stem kılavuzu kontrolün doğruluğu için zorunludur. En çok vana çaprazına düşen basınç, iç vana ebatı ve aktüatör kuvvetine bağlıdır.

Medium kılavuz
GDG - MG



Ağır vazife
kılavuzu
GDG - HG



Örnek

$\Delta p = 40$ bar

İç vana ebatı „A“

Valve ebatı 1/2"

Seçim: mukavim tasarı

Referans: www.tuncell.com.tr kontrol vanası data evrakı SGDG

vana stem kılavuzu

Vana stemi atmosfere kapalı olmalıdır.

Muhtelif pakinler kullanılır.

PCK-SV

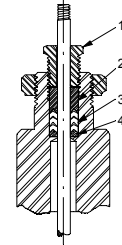
STANDARD CV RING PACKING

Components - Materials
● Packing gland: The same material as body and bonnet.

● Packing follower - PFA

● Chevron rings - PTF

● Packing adapter - PFA



www.tuncell.com.tr kontrol vanası data evrakı SUB-PCK

6.9 Aktüatörler

Badger Meter vana serisi **ORION®** ve **RECo®** elektrik, hidrolik, ve pnömatik aktüatörlerle çalıştırılabilir.

Kullanımı gerekli yardımcı enerjiye bağlıdır.

Örneğin pnömatik aktüatörler, kullanılan en popüler tasarımlardır, çünkü ücretleri en uygun olmaktadır. Basit tasarımları, patlamaya mukavimdir, ve genellikle bakım gerektirmez, ve pozisyoner veya kontrolörden sadece düşük bir basınç sağlanmasına ihtiyaç olur. Pnömatik besleme basıncı genellikle proses endüstrisinde örneğin üretimde kullanılır, ve basınçlı yerlerine veya meskenlerine patlayıcı gazların nüfuzuna engel olur. Elektrikli aktüatörler daha pahalı, ve göreceli olarak pahalı Ex-korumaya ihtiyaç olur, elektriksel güç, ve kontrolörden bir sinyal girişi gerektirirler. Onlar ki hava beslemesi olmadığında idealdirler, ve plug pozisyonun titiz kontrolü gerektiğinde yaygın olarak kullanılırlar.

Spring-and diaphragm pneumatic actuator

Pnömatik diyafram(lı) aktüatör basit, güvenilir, ve ekonomiktir. Kullanılan hava basıncı ile, direkt-etkili veya ters-etkili aktüatör esnek diyaframı, bir yay muhalefetine karşı, aşağı veya yukarı (liner) iter, ve aktüatör stemini uzatır, veya çeker. Hava basıncı ve yay kuvveti kombinasyonu, hava beslemesi ihmal edildiğinde vanayı kapatır (**ihmal-tedbiri:fail-safe**)



Elektrikli aktüatör



Diyaframli aktüatör
Air to open ATO



Diyaframli aktüatör
Air to close ATC

i/p konvertörü, veya elektriksel kontrolöre bağlı pozisyonerler, veya mikroişlemci kontrollü sistemler benzeri aksesuarlar birleştirilebilir. Elektriksel aktüatör 3-nokta kontrolü ihtiva eden bir kompakt cihazdır.

www.tuncell.com.tr kontrol vanası data evraki AC-OS, AC-HH500

6.10 Pozisyonerler

Temel fonksiyonu

Pozisyonerler, stemin bir aktüatörle tahrik edildiği, vanalarla beraber genellikle kontrol sistemlerinde kullanılırlar.

Pozisyoner, kontrolörce dikte edilmiş istenilen pozisyonu idame ettirmek için kontrol sisteminden bir giriş sinyali alır, geniş mevzilenme ve sürtünme kuvvetlerine rağmen, elektriksel, pnömatik, veya hidrolik yardımcı enerjilerinden istifade eder. Pozisyonerler, dijital, analog ve pnömatik cihazlar olarak mevcuttur. Bunların hepsi RECo® ve ORION® kontrol vanası serileleri ile uyumludur.

Yardımcı enerji

Pnömatik, ve elektro-pnömatik aktüatörler regüle edilmiş besleme havası gibi sağlanan hava basıncını kullanırlar, yani pozisyonerler ve aktüatörleri beslemek için tesis hava basıncı azaltılır.

Ekonomik sebepler pahalı besleme havasını kullanmayı menettiğinde, yardımcı enerjisiz kontrolörler basit kontrol işlerinde kullanılırlar.

Elektro-pnömatik pozisyonerler, pnömatik aktüatörün stem pozisyonunu kontrol ederler. Kontrolör çıkış sinyalini (4-20mA) pozisyoner alır, ve orantılı pnömatik çıkış sinyaline çevrilir, bu, vana plug pozisyonu setnoktasına (setpoint) mecbur eden diyafram aktüatöre doğrudan uygulanır.

Tahrik sistemi (Actuating system)

Tahrik sisteminin komponentleri kısmen kontrol ekipmanları, kısmen kontrol prosesi ile müşterektir.

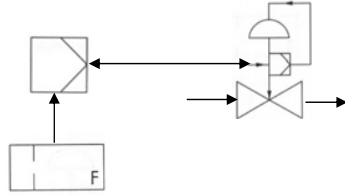
Aktör (kontrol sisteminin parçası)

+ vana (kontrol yolunun parçası)

= tahrik sistemi

Blok diyagram

Pozisyonerli RECo® kontrol vanası



Pozisyoner ve kontrol vanası ile kontrol luby

Connectivity

Hangi pozisyoneri seçiyorsanız, i/p- pozisyoneri, dijital, analog, veya pnömatik, alacaksınız.

Çeşitli tasarımlar mevcuttur

Bunlar, üzerine veya vana stemine mekanik olarak bağlanan, yana monte diyaframlı aktüatörlerdir.



3730 SAMSON

SIPART PS2 Siemens

SRD 991 Eckardt



TZID-C ABB

BLRA Badger Meter

8048 Schubert&Salzer

6.11 Kontrol vanası ebatlandırımı

Fili servis şartlarına en uygun vana seçimi, çeşitli vana komponentlerinin en uygun(optimal) birleştirilmesi hususunda özel önem gerektirir. Aşağıdaki bilgiler sağlanmalıdır:

1. İşletme şartları (akışkan sıcaklığı, vizkozite, yoğunluk, akış kapasitesi, v.b.)
2. Dahili-vananın hesabı
3. Mesken stili, ve malzemesi
4. Bonesi
5. Paking
6. Vana kılavuzu
7. Innervale malzemesi
8. Aktüatör
9. Aksesuarlar

Referanslar www.tuncell.com.tr Vana seçimi 1-5 veya hesaplama bilgi formu

Company: _____	Contact person: _____
Street: _____	Department: _____
Zipcode/City: _____	Telephone: _____
Country: _____	Telex: _____
☐ Please call ☐ Please get someone visited ☐ Please send us your question according to the following specifications	
MEDIUM: _____	☐ Liquid ☐ Gas ☐ Steam
DENSITY: _____ []	VISCOSITY: _____ []
TEMPERATURE: _____ []	UPSTREAM PRESSURE: _____ []
DOWNSTREAM PRESSURE: _____ []	FLOW RATE: Min. _____ [] Normal _____ [] Max. _____ []
SIZE: _____	Co.: _____ MATERIAL: _____
PATTERN: _____	☐ Globe valve ☐ Angle valve ☐ Double valve
CONNECTION: _____	☐ flange ☐ welded ends ☐ Special connection
INNERVALVE: _____	☐ 1/4" ☐ 1/2" ☐ 3/4" ☐ 1" ☐ 1 1/2" ☐ 2" ☐ 3" ☐ 4" ☐ 6" ☐ 8" ☐ 10" ☐ 12" ☐ 14" ☐ 16" ☐ 18" ☐ 20" ☐ 24" ☐ 30" ☐ 36" ☐ 42" ☐ 48" ☐ 60" ☐ 72" ☐ 84" ☐ 96" ☐ 108" ☐ 120" ☐ 144" ☐ 168" ☐ 192" ☐ 216" ☐ 240" ☐ 264" ☐ 288" ☐ 312" ☐ 336" ☐ 360" ☐ 384" ☐ 408" ☐ 432" ☐ 456" ☐ 480" ☐ 504" ☐ 528" ☐ 552" ☐ 576" ☐ 600" ☐ 624" ☐ 648" ☐ 672" ☐ 696" ☐ 720" ☐ 744" ☐ 768" ☐ 792" ☐ 816" ☐ 840" ☐ 864" ☐ 888" ☐ 912" ☐ 936" ☐ 960" ☐ 984" ☐ 1008" ☐ 1032" ☐ 1056" ☐ 1080" ☐ 1104" ☐ 1128" ☐ 1152" ☐ 1176" ☐ 1200" ☐ 1224" ☐ 1248" ☐ 1272" ☐ 1296" ☐ 1320" ☐ 1344" ☐ 1368" ☐ 1392" ☐ 1416" ☐ 1440" ☐ 1464" ☐ 1488" ☐ 1512" ☐ 1536" ☐ 1560" ☐ 1584" ☐ 1608" ☐ 1632" ☐ 1656" ☐ 1680" ☐ 1704" ☐ 1728" ☐ 1752" ☐ 1776" ☐ 1800" ☐ 1824" ☐ 1848" ☐ 1872" ☐ 1896" ☐ 1920" ☐ 1944" ☐ 1968" ☐ 1992" ☐ 2016" ☐ 2040" ☐ 2064" ☐ 2088" ☐ 2112" ☐ 2136" ☐ 2160" ☐ 2184" ☐ 2208" ☐ 2232" ☐ 2256" ☐ 2280" ☐ 2304" ☐ 2328" ☐ 2352" ☐ 2376" ☐ 2400" ☐ 2424" ☐ 2448" ☐ 2472" ☐ 2496" ☐ 2520" ☐ 2544" ☐ 2568" ☐ 2592" ☐ 2616" ☐ 2640" ☐ 2664" ☐ 2688" ☐ 2712" ☐ 2736" ☐ 2760" ☐ 2784" ☐ 2808" ☐ 2832" ☐ 2856" ☐ 2880" ☐ 2904" ☐ 2928" ☐ 2952" ☐ 2976" ☐ 3000" ☐ 3024" ☐ 3048" ☐ 3072" ☐ 3096" ☐ 3120" ☐ 3144" ☐ 3168" ☐ 3192" ☐ 3216" ☐ 3240" ☐ 3264" ☐ 3288" ☐ 3312" ☐ 3336" ☐ 3360" ☐ 3384" ☐ 3408" ☐ 3432" ☐ 3456" ☐ 3480" ☐ 3504" ☐ 3528" ☐ 3552" ☐ 3576" ☐ 3600" ☐ 3624" ☐ 3648" ☐ 3672" ☐ 3696" ☐ 3720" ☐ 3744" ☐ 3768" ☐ 3792" ☐ 3816" ☐ 3840" ☐ 3864" ☐ 3888" ☐ 3912" ☐ 3936" ☐ 3960" ☐ 3984" ☐ 4008" ☐ 4032" ☐ 4056" ☐ 4080" ☐ 4104" ☐ 4128" ☐ 4152" ☐ 4176" ☐ 4200" ☐ 4224" ☐ 4248" ☐ 4272" ☐ 4296" ☐ 4320" ☐ 4344" ☐ 4368" ☐ 4392" ☐ 4416" ☐ 4440" ☐ 4464" ☐ 4488" ☐ 4512" ☐ 4536" ☐ 4560" ☐ 4584" ☐ 4608" ☐ 4632" ☐ 4656" ☐ 4680" ☐ 4704" ☐ 4728" ☐ 4752" ☐ 4776" ☐ 4800" ☐ 4824" ☐ 4848" ☐ 4872" ☐ 4896" ☐ 4920" ☐ 4944" ☐ 4968" ☐ 4992" ☐ 5016" ☐ 5040" ☐ 5064" ☐ 5088" ☐ 5112" ☐ 5136" ☐ 5160" ☐ 5184" ☐ 5208" ☐ 5232" ☐ 5256" ☐ 5280" ☐ 5304" ☐ 5328" ☐ 5352" ☐ 5376" ☐ 5400" ☐ 5424" ☐ 5448" ☐ 5472" ☐ 5496" ☐ 5520" ☐ 5544" ☐ 5568" ☐ 5592" ☐ 5616" ☐ 5640" ☐ 5664" ☐ 5688" ☐ 5712" ☐ 5736" ☐ 5760" ☐ 5784" ☐ 5808" ☐ 5832" ☐ 5856" ☐ 5880" ☐ 5904" ☐ 5928" ☐ 5952" ☐ 5976" ☐ 6000" ☐ 6024" ☐ 6048" ☐ 6072" ☐ 6096" ☐ 6120" ☐ 6144" ☐ 6168" ☐ 6192" ☐ 6216" ☐ 6240" ☐ 6264" ☐ 6288" ☐ 6312" ☐ 6336" ☐ 6360" ☐ 6384" ☐ 6408" ☐ 6432" ☐ 6456" ☐ 6480" ☐ 6504" ☐ 6528" ☐ 6552" ☐ 6576" ☐ 6600" ☐ 6624" ☐ 6648" ☐ 6672" ☐ 6696" ☐ 6720" ☐ 6744" ☐ 6768" ☐ 6792" ☐ 6816" ☐ 6840" ☐ 6864" ☐ 6888" ☐ 6912" ☐ 6936" ☐ 6960" ☐ 6984" ☐ 7008" ☐ 7032" ☐ 7056" ☐ 7080" ☐ 7104" ☐ 7128" ☐ 7152" ☐ 7176" ☐ 7200" ☐ 7224" ☐ 7248" ☐ 7272" ☐ 7296" ☐ 7320" ☐ 7344" ☐ 7368" ☐ 7392" ☐ 7416" ☐ 7440" ☐ 7464" ☐ 7488" ☐ 7512" ☐ 7536" ☐ 7560" ☐ 7584" ☐ 7608" ☐ 7632" ☐ 7656" ☐ 7680" ☐ 7704" ☐ 7728" ☐ 7752" ☐ 7776" ☐ 7800" ☐ 7824" ☐ 7848" ☐ 7872" ☐ 7896" ☐ 7920" ☐ 7944" ☐ 7968" ☐ 7992" ☐ 8016" ☐ 8040" ☐ 8064" ☐ 8088" ☐ 8112" ☐ 8136" ☐ 8160" ☐ 8184" ☐ 8208" ☐ 8232" ☐ 8256" ☐ 8280" ☐ 8304" ☐ 8328" ☐ 8352" ☐ 8376" ☐ 8400" ☐ 8424" ☐ 8448" ☐ 8472" ☐ 8496" ☐ 8520" ☐ 8544" ☐ 8568" ☐ 8592" ☐ 8616" ☐ 8640" ☐ 8664" ☐ 8688" ☐ 8712" ☐ 8736" ☐ 8760" ☐ 8784" ☐ 8808" ☐ 8832" ☐ 8856" ☐ 8880" ☐ 8904" ☐ 8928" ☐ 8952" ☐ 8976" ☐ 9000" ☐ 9024" ☐ 9048" ☐ 9072" ☐ 9096" ☐ 9120" ☐ 9144" ☐ 9168" ☐ 9192" ☐ 9216" ☐ 9240" ☐ 9264" ☐ 9288" ☐ 9312" ☐ 9336" ☐ 9360" ☐ 9384" ☐ 9408" ☐ 9432" ☐ 9456" ☐ 9480" ☐ 9504" ☐ 9528" ☐ 9552" ☐ 9576" ☐ 9600" ☐ 9624" ☐ 9648" ☐ 9672" ☐ 9696" ☐ 9720" ☐ 9744" ☐ 9768" ☐ 9792" ☐ 9816" ☐ 9840" ☐ 9864" ☐ 9888" ☐ 9912" ☐ 9936" ☐ 9960" ☐ 9984" ☐ 10000" ☐ 10024" ☐ 10048" ☐ 10072" ☐ 10096" ☐ 10120" ☐ 10144" ☐ 10168" ☐ 10192" ☐ 10216" ☐ 10240" ☐ 10264" ☐ 10288" ☐ 10312" ☐ 10336" ☐ 10360" ☐ 10384" ☐ 10408" ☐ 10432" ☐ 10456" ☐ 10480" ☐ 10504" ☐ 10528" ☐ 10552" ☐ 10576" ☐ 10600" ☐ 10624" ☐ 10648" ☐ 10672" ☐ 10696" ☐ 10720" ☐ 10744" ☐ 10768" ☐ 10792" ☐ 10816" ☐ 10840" ☐ 10864" ☐ 10888" ☐ 10912" ☐ 10936" ☐ 10960" ☐ 10984" ☐ 11008" ☐ 11032" ☐ 11056" ☐ 11080" ☐ 11104" ☐ 11128" ☐ 11152" ☐ 11176" ☐ 11200" ☐ 11224" ☐ 11248" ☐ 11272" ☐ 11296" ☐ 11320" ☐ 11344" ☐ 11368" ☐ 11392" ☐ 11416" ☐ 11440" ☐ 11464" ☐ 11488" ☐ 11512" ☐ 11536" ☐ 11560" ☐ 11584" ☐ 11608" ☐ 11632" ☐ 11656" ☐ 11680" ☐ 11704" ☐ 11728" ☐ 11752" ☐ 11776" ☐ 11800" ☐ 11824" ☐ 11848" ☐ 11872" ☐ 11896" ☐ 11920" ☐ 11944" ☐ 11968" ☐ 11992" ☐ 12016" ☐ 12040" ☐ 12064" ☐ 12088" ☐ 12112" ☐ 12136" ☐ 12160" ☐ 12184" ☐ 12208" ☐ 12232" ☐ 12256" ☐ 12280" ☐ 12304" ☐ 12328" ☐ 12352" ☐ 12376" ☐ 12400" ☐ 12424" ☐ 12448" ☐ 12472" ☐ 12496" ☐ 12520" ☐ 12544" ☐ 12568" ☐ 12592" ☐ 12616" ☐ 12640" ☐ 12664" ☐ 12688" ☐ 12712" ☐ 12736" ☐ 12760" ☐ 12784" ☐ 12808" ☐ 12832" ☐ 12856" ☐ 12880" ☐ 12904" ☐ 12928" ☐ 12952" ☐ 12976" ☐ 13000" ☐ 13024" ☐ 13048" ☐ 13072" ☐ 13096" ☐ 13120" ☐ 13144" ☐ 13168" ☐ 13192" ☐ 13216" ☐ 13240" ☐ 13264" ☐ 13288" ☐ 13312" ☐ 13336" ☐ 13360" ☐ 13384" ☐ 13408" ☐ 13432" ☐ 13456" ☐ 13480" ☐ 13504" ☐ 13528" ☐ 13552" ☐ 13576" ☐ 13600" ☐ 13624" ☐ 13648" ☐ 13672" ☐ 13696" ☐ 13720" ☐ 13744" ☐ 13768" ☐ 13792" ☐ 13816" ☐ 13840" ☐ 13864" ☐ 13888" ☐ 13912" ☐ 13936" ☐ 13960" ☐ 13984" ☐ 14008" ☐ 14032" ☐ 14056" ☐ 14080" ☐ 14104" ☐ 14128" ☐ 14152" ☐ 14176" ☐ 14200" ☐ 14224" ☐ 14248" ☐ 14272" ☐ 14296" ☐ 14320" ☐ 14344" ☐ 14368" ☐ 14392" ☐ 14416" ☐ 14440" ☐ 14464" ☐ 14488" ☐ 14512" ☐ 14536" ☐ 14560" ☐ 14584" ☐ 14608" ☐ 14632" ☐ 14656" ☐ 14680" ☐ 14704" ☐ 14728" ☐ 14752" ☐ 14776" ☐ 14800" ☐ 14824" ☐ 14848" ☐ 14872" ☐ 14896" ☐ 14920" ☐ 14944" ☐ 14968" ☐ 14992" ☐ 15016" ☐ 15040" ☐ 15064" ☐ 15088" ☐ 15112" ☐ 15136" ☐ 15160" ☐ 15184" ☐ 15208" ☐ 15232" ☐ 15256" ☐ 15280" ☐ 15304" ☐ 15328" ☐ 15352" ☐ 15376" ☐ 15400" ☐ 15424" ☐ 15448" ☐ 15472" ☐ 15496" ☐ 15520" ☐ 15544" ☐ 15568" ☐ 15592" ☐ 15616" ☐ 15640" ☐ 15664" ☐ 15688" ☐ 15712" ☐ 15736" ☐ 15760" ☐ 15784" ☐ 15808" ☐ 15832" ☐ 15856" ☐ 15880" ☐ 15904" ☐ 15928" ☐ 15952" ☐ 15976" ☐ 16000" ☐ 16024" ☐ 16048" ☐ 16072" ☐ 16096" ☐ 16120" ☐ 16144" ☐ 16168" ☐ 16192" ☐ 16216" ☐ 16240" ☐ 16264" ☐ 16288" ☐ 16312" ☐ 16336" ☐ 16360" ☐ 16384" ☐ 16408" ☐ 16432" ☐ 16456" ☐ 16480" ☐ 16504" ☐ 16528" ☐ 16552" ☐ 16576" ☐ 16600" ☐ 16624" ☐ 16648" ☐ 16672" ☐ 16696" ☐ 16720" ☐ 16744" ☐ 16768" ☐ 16792" ☐ 16816" ☐ 16840" ☐ 16864" ☐ 16888" ☐ 16912" ☐ 16936" ☐ 16960" ☐ 16984" ☐ 17008" ☐ 17032" ☐ 17056" ☐ 17080" ☐ 17104" ☐ 17128" ☐ 17152" ☐ 17176" ☐ 17200" ☐ 17224" ☐ 17248" ☐ 17272" ☐ 17296" ☐ 17320" ☐ 17344" ☐ 17368" ☐ 17392" ☐ 17416" ☐ 17440" ☐ 17464" ☐ 17488" ☐ 17512" ☐ 17536" ☐ 17560" ☐ 17584" ☐ 17608" ☐ 17632" ☐ 17656" ☐ 17680" ☐ 17704" ☐ 17728" ☐ 17752" ☐ 17776" ☐ 17800" ☐ 17824" ☐ 17848" ☐ 17872" ☐ 17896" ☐ 17920" ☐ 17944" ☐ 17968" ☐ 17992" ☐ 18016" ☐ 18040" ☐ 18064" ☐ 18088" ☐ 18112" ☐ 18136" ☐ 18160" ☐ 18184" ☐ 18208" ☐ 18232" ☐ 18256" ☐ 18280" ☐ 18304" ☐ 18328" ☐ 18352" ☐ 18376" ☐ 18400" ☐ 18424" ☐ 18448" ☐ 18472" ☐ 18496" ☐ 18520" ☐ 18544" ☐ 18568" ☐ 18592" ☐ 18616" ☐ 18640" ☐ 18664" ☐ 18688" ☐ 18712" ☐ 18736" ☐ 18760" ☐ 18784" ☐ 18808" ☐ 18832" ☐ 18856" ☐ 18880" ☐ 18904" ☐ 18928" ☐ 18952" ☐ 18976" ☐ 19000" ☐ 19024" ☐ 19048" ☐ 19072" ☐ 19096" ☐ 19120" ☐ 19144" ☐ 19168" ☐ 19192" ☐ 19216" ☐ 19240" ☐ 19264" ☐ 19288" ☐ 19312" ☐ 19336" ☐ 19360" ☐ 19384" ☐ 19408" ☐ 19432" ☐ 19456" ☐ 19480" ☐ 19504" ☐ 19528" ☐ 19552" ☐ 19576" ☐ 19600" ☐ 19624" ☐ 19648" ☐ 19672" ☐ 19696" ☐ 19720" ☐ 19744" ☐ 19768" ☐ 19792" ☐ 19816" ☐ 19840" ☐ 19864" ☐ 19888" ☐ 19912" ☐ 19936" ☐ 19960" ☐ 19984" ☐ 20000" ☐ 20024" ☐ 20048" ☐ 20072" ☐ 20096" ☐ 20120" ☐ 20144" ☐ 20168" ☐ 20192" ☐ 20216" ☐ 20240" ☐ 20264" ☐ 20288" ☐ 20312" ☐ 20336" ☐ 20360" ☐ 20384" ☐ 20408" ☐