

SMONTAGGIO SACCHE:

- 1) Scaricare la precarica di azoto contenuta nella sacca utilizzando un'apparecchiatura di precarica e controllo tipo AR.
- 2) Dopo essersi assicurati che la pressione interna sia pari a zero, procedere smontando le parti che compongono la valvola d'azoto.
- 3) Fissato l'accumulatore in una morsa è necessario svitare la vite di spurgo e la ghiera filettata che blocca la valvola a fungo. Fatto ciò, introdurre tale valvola all'interno dell'accumulatore, recuperando le guarnizioni di tenuta.
- 4) Piegandola è possibile estrarre la guarnizione articolata gomma-metallo, che si trova all'interno dell'accumulatore, attraverso l'uscita della valvola a fungo.
- 5) Dopo aver svitato il dado che fissa la targhetta di identificazione in cima all'accumulatore estrarre la sacca.



HOW TO DISASSEMBLY BLADDERS:

- 1) Discharge the nitrogen value contained in the bladder using our "AR" charging and gauging assembly.
- 2) Make sure that the nitrogen pressure is nil and then disassembly all the components of the nitrogen valve.
- 3) Set the accumulator into a vice, remove the vent (bladder) screw, then unscrew the threaded sleeve which retains the fluid valve, then push the complete valve assembly inside the accumulator and remove the internal seal.
- 4) Remove, by folding, the rubber-metal seal put inside the accumulator, through the exit of the poppet valve.
- 5) Unscrew the nut which retains the bladder, remove the identification plate and extract the bladder.

RIMONTAGGIO SACCHE:

RIMONTAGGIO SACCHE: HOW TO ASSEMBLY BLADDERS

- 6) Dopo aver sostituito le parti giudicate difettose e verificato che all'interno del corpo non siano presenti impurità eseguire all'inverso le operazioni sopra indicate per lo smontaggio avendo l'accortezza di eliminare l'aria contenuta nella sacca arrotolando la stessa prima dell'introduzione.
- 7) Per facilitare l'introduzione è possibile utilizzare un tira sacca, vale a dire un tondo con filettatura M11x1 ad una estremità che permetta l'aggancio al gambo della sacca. Si raccomanda di lubrificare abbondantemente l'interno dell'accumulatore con una quantità minima di olio pari al 5% del suo volume per facilitare il posizionamento della sacca nella fase di rigonfiaggio, che deve avvenire con portata di gas molto bassa in particolare nell'inizio della fase d'espansione.



HOW TO ASSEMBLY BLADDERS

- 6) After having replaced all defective parts and checked that the accumulator body is internally clean repeat all previous operation inversely. May attention there is no air inside the bladder by folding it before reintroduce into the accumulator body.
- 7) For an easy introduction of the bladder inside the accumulator body we suggest the use of a rod having one end threaded M11x1 which can be screwed on to the bladder threaded port. We strongly recommend to fill the accumulator with oil in a quantity of 5% of total volume capacity, this will allow the bladder to get the right position when filled with nitrogen. We also recommend to fill nitrogen very slowly specially when the bladder is initially expanding.

NB: Animazioni ed ulteriori informazioni visionabili sul sito www.fox.it nella sezione Accumulatori - istruzioni.

Note: Animation and additional informations are shown directly on site www.fox.it in the Accumulator - instructions's section.

SMONTAGGIO MEMBRANE:

- 1) Scaricare la precarica di azoto contenuta all'interno dell'accumulatore utilizzando un'apparecchiatura di precarica e controllo tipo AR.
- 2) Dopo essersi assicurati che la pressione interna sia pari a zero, procedere svitando la valvola di gonfiaggio (R).
- 3) Fissare in un morsa la parte inferiore (B) dell'accumulatore.
- 4) Svitare la calotta superiore (A) con una chiave a nastro per le esecuzioni di tipo n°3, e con una chiave fissa per esecuzioni tipo n°1 e n°2.

- 5) Estrarre la membrana (M) ed eventuali guarnizioni.

RIMONTAGGIO MEMBRANE:

- 6) Eseguire il rimontaggio dopo una accurata pulizia di tutti i particolari. Umidificare l'esterno della membrana, le guarnizioni e la superficie di appoggio interna con il fluido di lavoro. Avvitare nuovamente la calotta o il tappo superiore in modo energico. Avvitare la valvola superiore.
- 7) Procedere alla ricarica di azoto secco con apparecchiatura tipo AR. Immettere lentamente l'azoto nell'accumulatore ad un valore del 5% superiore a quello richiesto, scollegare il tubo di collegamento tra la bombola d'azoto e l'apparecchiatura, attendere alcuni minuti perché la temperatura del gas si stabilizzi e tarare la pressione di precarica scaricando il gas in eccesso.

NOTA:

E'proibito l'uso di Ossigeno o Aria. Si consiglia un primo controllo entro la prima settimana e successivamente ogni 6 mesi.

NB: Animazioni ed ulteriori informazioni visionabili sul sito www.fox.it nella sezione Accumulatori - istruzioni.

HOW TO DISASSEMBLY DIAPHRAGMS:

- 1) Before any repair work, discharge totally the nitrogen inside the accumulator by using our "AR" charging and gauging assembly.
- 2) After making sure that the internal pressure is zero, remove the gas valve "R" from the accumulator.
- 3) Firmly fasten the lower part (B) of the accumulator in a vice.
- 4) Unscrew the top cap (A) using a band or chain pipe wrench Dis.3° or an open ended wrench for Dis.1° and 2°.

- 5) Extract the diaphragms (M) and the seals.

HOW TO REASSEMBLY DIAPHRAGMS:

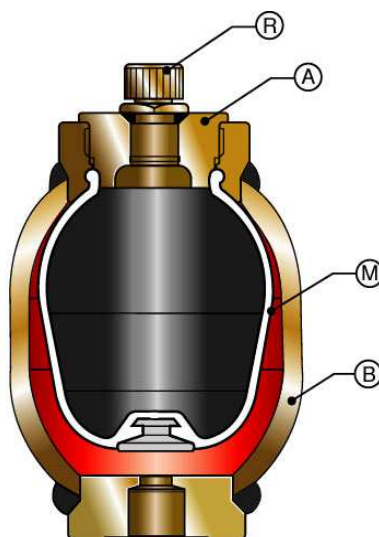
- 6) After careful cleaning, replace any damaged parts. Wet the outer surface of the bag and seals with the operating fluid. Reassemble the cap (or ring nut) and tighten it firmly.
- 7) Reassemble the nitrogen valve and start filling the gas with the "AR". Slowly introduce nitrogen into the accumulator until it reaches a pressure 5% higher than the value required.

Disconnect the charging hose from the equipment and wait some minutes for the stabilization of the temperature and then set the pressure by venting off excess gas.

NOTE:

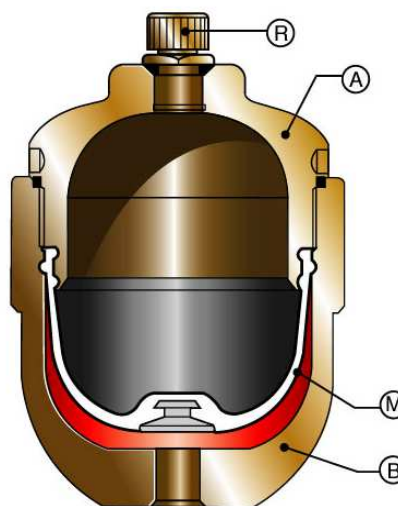
Is prohibited the use of oxygen or air. We recommend an initial check within the first week and then every 6 months.

Note: Animation and addicitional informations are shown directly on site www.fox.it in the Accumulator - instructions's section.



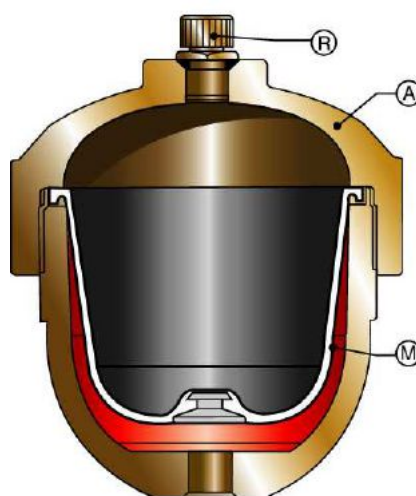
Dis. n° 1

HTR - HTRX



Dis. n° 2

HST - HSTX



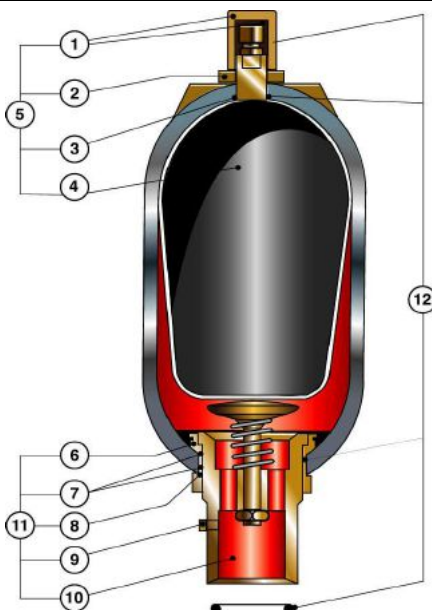
Dis. n° 3

HST - HSTX

Serie HB

LEGENDA

1. Tappo, valvola azoto e guarnizione
2. Dado
3. Guarnizione
4. Sacca
5. Sacca completa di guarnizioni
6. Rondella articolata
7. Anelli anti-estrusione
8. Ghiera
9. Vite di spurgo
10. Corpo valvola
11. Valvola fluido completa
12. Membrana con anello sede membrana



HB Series

LEGENDA

1. Valve cap and gasket
2. Nut
3. O-ring seal
4. Bladder
5. Bladder with seal
6. Rubber/metal ring
7. Back-up ring
8. Threaded sleeve
9. Drain screw
10. Valve housing
11. Complete fluid valve
12. Seals set

MODALITA' D'ORDINE:

Precisare, oltre alla tipologia di ricambio, il modello, il numero di serie dell'accumulatore e il diametro del foro della bombola lato valvola azoto.

SACCHE STANDARD:

In tabella sono riportate le dimensioni delle sacche in funzione dei volumi. Tutte le nostre sacche vengono fornite di valvola azoto con attacco 5/8"UNF, dadi di bloccaggio e tappi di protezione. Essendo le sacche compatibili con molti altri tipi di accumulatori di pari capacità, sono disponibili connessioni lato azoto con attacchi differenti. Specificare dettagliatamente le caratteristiche richieste in fase d'ordine.

HOW TO ORDER:

Please always indicate: type, serial number (marked on accumulator), diameter size of the opening at nitrogen valve side.

STANDARD BLADDERS:

In the table are reported the dimensions of bladders for all the volumes. All our standard bladders are supplied with nitrogen valve (5/8"UNF thread), locking nut and protection cap. Since our bladders are compatible with many other types of accumulators with the same capacity, nitrogen side connections with different ports are available. Please indicate all details and requirements in order.

HB - SACCHE / BLADDERS

Volume	L	2,5	4,5	5	6	10	10	20	25	35	50
D	mm	93	145	93	145	145	200	198			
H	mm	350	210	680	310	600	290	600	740	1110	1500
F	mm	22,25					22,25 (disponibile/available 50)				

HTR - SACCHE / BLADDERS

Volume	L	0,3	0,35	0,7	1,5	2,5	4,5	5	10	20	35	50
D	mm	56	74		95		142	93	142	198		
H	mm	120	88	150	190	300	240	680	600	1110	1500	
F	mm	41	53		68		74			22,25		

HST - MEMBRANE / DIAPHRAGMS

Volume	L	0,05	0,1	0,35	0,5	0,7	0,8	1,3	1,5	2,3	4,5	10
D	mm	44	60	80	100	75	110				150	
H	mm	29	50	55	75	110	80	130	160		250	500
Dis. №		1		2			1	2	1		3	

HB



HTR



*SACCA PER HTR1,5
CON TAPPO
SUPERIORE
SALDATO
F=53mm
* BLADDER FOR
HTR1,5 WITH
WELDED SUPERIOR
CONNECTION
F=53mm

HST



SACCHE E MEMBRANE SPECIALI:

FOX grazie ad una vasta gamma di sacche e membrane di differenti materiali è in grado di soddisfare la quasi totalità delle applicazioni industriali possibili.

Di seguito i materiali disponibili per sacche e membrane:

- NITRILE (NBR) - BUTILE - NEOPRENE - EPDM - PVC - ALIMENTAR
- HYTREL® (DU PONT) - FPM (VITON)

Per le membrane sono inoltre disponibili :

- POLIURETANO - ALCRYN® (DU PONT)

Ricordiamo che i nostri tecnici sono a vostra disposizione per fornire ulteriori informazioni.

SPECIAL BLADDERS AND DIAPHRAGMS:

FOX thanks to a vast range of bladder and diaphragm of different materials is able to satisfy almost the totality of the possible industrial applications.

Material available for bladders and diaphragms:

- NITRILE (NBR) - BUTILE - NEOPRENE - EPDM - PVC - ALIMENTAR
- HYTREL® (DU PONT) - FPM (VITON)

Other material available for diaphragms:

- POLYURETHANE - ALCRYN® (DU PONT)

We remember that our technicians are at your disposal to give you further information.

L'accumulatore idropneumatico, sfruttando la comprimibilità dei gas (nella fattispecie un gas inerte come l'azoto), permette di poter immagazzinare, in circuiti idraulici, quantità di fluidi in pressione che sappiamo incompressibili. FOX costruisce accumulatori idropneumatici sia con funzionamento a sacca che a membrana. In entrambe le realizzazioni il corpo viene costruito in un unico pezzo deformando tubi d'acciaio ad alta resistenza, oppure unendo due componenti distinte per mezzo di una speciale filettatura che sottoposta a pressioni dinamiche tende ad auto bloccarsi. Relativamente alla parte elastica FOX offre una vasta gamma di alternative in relazione al tipo di fluido utilizzato e alla temperatura di esercizio. Discorso analogo per le valvole lato fluido o lato azoto che possono vantare una molteplicità di differenti esecuzioni.

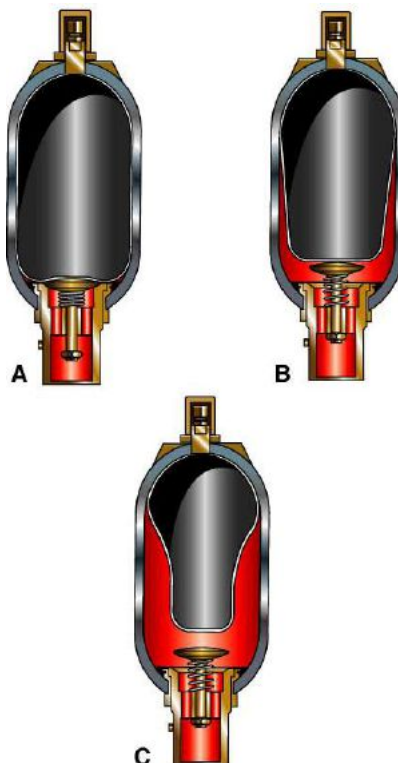
FUNZIONAMENTO:

- A) Accumulatore non sottoposto alla pressione del fluido dell'impianto.
- B) Accumulatore sottoposto alla condizione di minima pressione dell'impianto. Questa condizione deve essere sempre verificata per evitare che la sacca o la membrana subiscano un'usura precoce, dovuta al ripetuto sfregamento con la superficie del corpo in metallo ad ogni ciclo di lavoro. Per questo motivo è fondamentale che il valore della pressione minima del fluido nell'impianto sia sempre superiore del 10% rispetto alla precarica d'azoto.
- C) Accumulatore nella condizione di pressione massima dell'impianto. In questo caso ci troviamo nella condizione in cui è presente la massima quantità di fluido accumulabile. Tale valore è dato dalla differenza tra il volume iniziale e il volume finale d'azoto $\Delta V = V_1 - V_2$. È importante, per ovvi motivi di sicurezza, prima di raggiungere la pressione massima dell'impianto, verificare che questa risulti essere sempre e comunque inferiore alla pressione massima ammissibile dal corpo. Inoltre per evitare un'eccessiva deformazione della parte elastica è basilare tener conto del fatto che esistono dei limiti massimi per il valore del rapporto tra la pressione massima del fluido e la pressione di precarica. La mancata osservanza di questi limiti causa la riduzione drastica del numero di cicli di vita utile possibili poiché il loro numero è inversamente proporzionale a tale rapporto il cui valore è consigliabile rimanga sempre inferiore a 4.

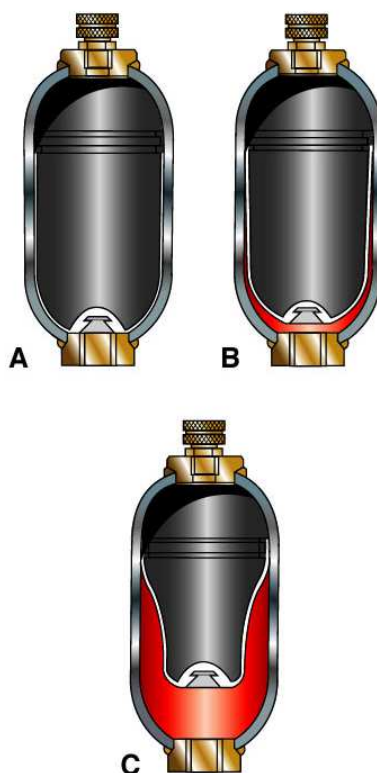
DIFFERENZE COSTRUTTIVE:

L'accumulatore a sacca rappresenta la condizione ideale di funzionamento, in particolare nell'esecuzione più comune con valvola a fungo antiestrusione. Infatti con questa tipologia di accumulatore si hanno le massime prestazioni: portate di scarico molto elevate, alti rendimenti, perfetta separazione tra gas e fluido e riduzione al minimo del processo osmotico grazie alla minima deformazione della sacca. L'accumulatore a membrana è di costruzione più semplice, più economico, può essere montato in qualsiasi posizione e su qualsiasi macchina mobile. Di contro ha un effetto osmosi più alto dovuto ad una maggiore deformazione della membrana. Il suo limite principale però risiede nella bassa portata istantanea che limita il suo impiego a quelle applicazioni in cui non sia richiesto un valore di quest'ultima superiore a 50 litri/min. FOX costruisce accumulatori a membrana fino a 4 litri di capacità, il resto della produzione riguarda esecuzioni a sacca.

ESECUZIONE A SACCA BLADDER EXECUTION



ESECUZIONE A MEMBRANA DIAPHRAGM EXECUTION



The hydropneumatic accumulator is a device that utilizes the compressibility of gas in order to permit hydraulic circuits to store quantities of fluids under pressure which are considered non compressible. FOX manufactures bladder or diaphragm type hydropneumatic accumulators. Both types of accumulators are constructed from a single body by deforming highly resistant steel tubes. Various alternatives are offered regarding elastic components compatible with the type of fluids and operating temperatures utilized, the same for fluid or nitrogen side valves, which are available in various methods of construction.

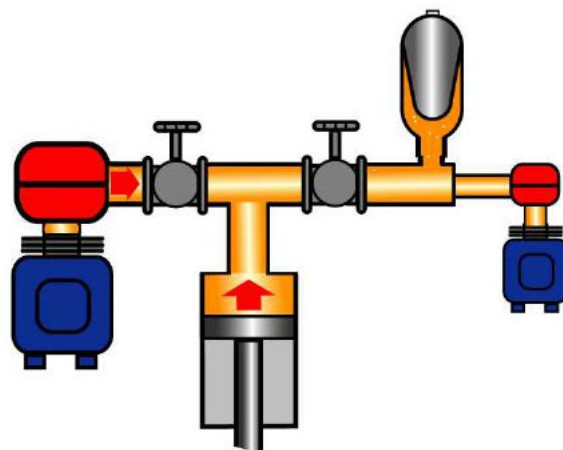
FUNCTIONS:

- A) Accumulator under nitrogen pressure without fluid pressure.
- B) Accumulator under minimum system pressure. This condition must be always verified to guarantee that the bladder or diaphragm do not hit the metal body during every cycle of work. Therefore the value of pressure of the fluid has always to be the 10% superior to pressure of the pre-loaded nitrogen pressure.
- C) Accumulator under maximum system pressure. In this case we have maximum accumulated fluid capacity due to the difference between the initial and final nitrogen volumes $V_1 - V_2 = \Delta V$ (fluid volume). It is important, before to achieving the maximum fluid pressure, to establish that it is inferior the maximum permissible pressure of the body. Furthermore, in order to avoid any excessive deformation of elastic parts it should be taken into consideration that limiting parameters exist between pre-loading pressure and maximum fluid pressure. It is therefore advisable that the value of this rapport be inferior to 4.

CONSTRUCTION DIFFERENCES:

The bladder accumulator represents the ideal functional condition in particular concerning the operation of the more common anti-extrusion poppet valve. With this type of accumulator maximum results are achieved, therefore, very high discharge capacity, high yield, perfect gas-fluid separation and minimum reduction of osmosis effect since bladder stretching is minimal. The diaphragm type accumulator of more simple construction is very economical and can be mounted in any position as well as on any type of mobile machine. It has a higher osmosis effect due to higher diaphragm deformation. The principal limiting factor is however in its low instantaneous flow capacity, therefore, its use is limited to applications where this is not requested (max. 50 lt/min). FOX constructs diaphragm accumulators up to a capacity of 4 litres and the remainder of its production in bag type.

Nomenclatura / Nomenclature		
P0	Pressione della precarica d'azoto <i>Nitrogen pressure</i>	Bar
P1	Pressione minima del fluido <i>Minimum pressure of fluid</i>	Bar
P2	Pressione massima del fluido <i>Maximum pressure of fluid</i>	Bar
V0	Volume dell'accumulatore <i>Accumulator volume</i>	Litri
ΔV	Volume del fluido accumulato <i>Volume of accumulated fluid</i>	Litri
T1	Temperatura minima dell'azoto <i>Minimum temperature of fluid</i>	°C
T2	Temperatura massima dell'azoto <i>Maximum temperature of fluid</i>	°C
γ	Rapporto delle temperature specifiche = 1,4 <i>Specific nitrogen temperature ratio = 1,4</i>	



ACCUMULATORE DI ENERGIA:

Difficilmente in un impianto idraulico viene usata ininterrottamente tutta la portata della pompa. Un accumulatore idropneumatico immagazzina una certa quantità di fluido nella fase in cui verrebbe messo a scarico nel serbatoio di recupero e lo ricede all'impianto quando viene richiesta la massima portata per ridurre il lavoro che altrimenti spetterebbe esclusivamente alla pompa. E' quindi possibile dimensionare lo stesso impianto con una pompa con portata inferiore ottenendo un risparmio di potenza installata. Inoltre si ottiene un minore riscaldamento del fluido, una minore rumorosità del sistema, unito ad un livellamento delle variazioni di pressione e all'assorbimento di colpi d'ariete dovuti a rapidi azionamenti di valvole. Le formule seguenti sono la base per il dimensionamento dell'esatto accumulatore FOX, sia per questo utilizzo che per tutte le altre applicazioni in cui ne è richiesto l'uso. In tutte le applicazioni in cui i tempi di carico e scarico risultano essere lunghi (~ 3 minuti) e a temperatura costante è necessario utilizzare la formula isoterma. Per applicazioni con cicli frequenti invece va utilizzata la formula adiabatica.

ENERGY ACCUMULATOR:

It is improbable that an hydraulic system use all of its capacity without interruptions.

An hydropneumatic accumulator can store a certain amount of fluid that normally would be simply discharged in the tank and therefore help the pump when maximum capacity is requested. It is therefore possible to measure the same system with reduced pump capacity and consequently save installed capacity. Moreover, fluids tend to heat less, less system noise together with a flattening out of pressure and water hammer absorption variations due to rapid valve operation. The following formulas are the basis for sizing the exact FOX accumulator either for this application or for all other applications in which its use is requested. In all applications the following isothermal formula is used when charge and discharge times are prolonged at constant temperature (~3 minutes) and the adiabatic formula in the presence of frequent cycles.

Condizioni Isoterme *Isothermal Conditions*

$$a) V_0 = \frac{\Delta V \cdot P_1 \cdot P_2}{P_0 \cdot (P_2 - P_1)}$$

$$b) \Delta V = \frac{P_0 \cdot V_0 \cdot (P_2 - P_1)}{P_1 \cdot P_2}$$

Condizioni Adiabatiche *Adiabatic Conditions*

$$a_1) V_0 = \frac{\Delta V}{\left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{\frac{1}{\gamma}} - \left(\frac{P_0}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}}}$$

$$b_1) \Delta V_0 = V_0 \left[\left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{\frac{1}{\gamma}} - \left(\frac{P_0}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}} \right]$$

Dove/Where $\frac{1}{\gamma} = 0.7143$

Per ottenere il massimo rendimento dell'accumulatore la pressione dell'azoto deve essere $0.9 \times P_1$.

To get the maximum output of the accumulator the pressure of the nitrogen owes to be $0.9 \times P_1$.

INFLUENZA DELLA TEMPERATURA :

Quando nell'impianto si verifica uno sbalzo di temperatura $\Delta T = T_2 - T_1$ i valori precedentemente calcolati non corrispondono alla realtà, pertanto è necessario calcolare nuovamente il volume dell'accumulatore e la pressione della precarica di azoto in funzione di tale cambiamento:

$$c) V_{0t} = V_0 \cdot \frac{273 + T_2}{273 + T_1}$$

TEMPERATURE INFLUENCE :

When a temperature change takes place in the system (T_2) it is necessary to regulate the accumulator taking into consideration this variable. Consequently the values obtained from the previous formulas will be varied in the following manner:

Volume dell'accumulatore considerando la variazione della temperatura
Accumulator volume in consideration of temperature variation

Un altro fattore influenzato dalla temperatura è la precarica di azoto soggetta anch'essa a variazioni di pressione in funzione degli sbalzi di temperatura. Considerando che la pressione di precarica viene eseguita ad una temperatura ambiente di 20°C , la formula è la seguente

$$d) P_0 \text{ a } 20^\circ\text{C} = 0.9 \cdot P_1 \cdot \frac{293}{273 + T_2}$$

An other factor influenced by temperature is the nitrogen pre-loading phase also subject to pressure variations in function of temperature change. Considering that pre-loading pressure is carried out at an environmental temperature of 20°C , the formula is the following:

Valore della pressione di precarica di azoto a 20°C considerando l'aumento di pressione che avviene quando la temperatura sale a valore T_2
Value of the nitrogen pre-loading pressure at 20°C in consideration of pressure increase when temperature rises to value T_2

Smorzatore di Pulsazioni

E' noto che le pompe, in particolare quelle a pistone abbiano una portata più o meno regolare in funzione del numero delle mandate e dei giri. E' possibile uniformare il flusso di mandata montando un accumulatore idropneumatico FOX a valle della pompa.

Per il dimensionamento si utilizza la formula (a1)

considerando: $\Delta V = C \times K$

dove:

C = cilindrata totale della pompa in litri

K = coefficiente del tipo di pompa

Pompa	K
Simplex	0.6
Duplex	0.25
Triplex	0.12
Quintuplex	0.06

Per quanto riguarda i valori delle pressioni da inserire nella formula (a1), sono in funzione della pulsazione media residua che si vuole ottenere. Per esempio volendo avere una pulsazione del $\pm 5\%$ in funzione della pressione di mandata media voluta (Pm) i valori saranno: $P2 = Pm + 5\%$ e $P1 = Pm - 5\%$.

Il valore P0 relativo alla pressione di precarica deve essere:

$P0 = 0.6 \times P1$ per pompe simplex e duplex

$P0 = 0.7 \times P1$ per pompe triplex

$P0 = 0.8 \times P1$ per pompe quintuplex e oltre

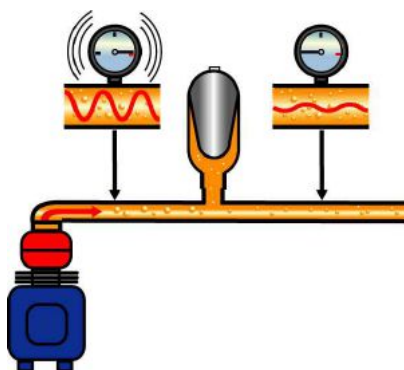
Per la precarica va anche tenuto conto della formula (d) che considera le eventuali variazioni di temperatura in fase di lavoro. Nell'impiego pratico, si è giunti sperimentalmente alla definizione di una formula più semplice e immediata per il calcolo del volume dell'accumulatore per questo tipo di impiego. Tale formula fornisce un'ottima approssimazione:

$$V0 = C \times Z$$

Dove Z rappresenta il coefficiente di moltiplicazione della cilindrata di un giro (c) della pompa (in litri), per ottenere il volume dell'accumulatore, in funzione della pulsazione residua voluta.

Per questa specifica applicazione teniamo a informare che oltre a diversi tipi di elastomero possiamo fornire varie alternative nella costruzione dei corpi non esposti nel seguente catalogo come ad esempio:

- smorzatori con bocche di entrata maggiorate per un migliore rendimento alle basse pressioni
- esecuzioni senza valvola a fungo con passaggi diretti
- esecuzioni con rete anti estrusione
- esecuzioni con corpo in acciaio inox in esecuzione saldata per basse pressioni
- smorzatori con passaggio in linea



Pompa/ Pump (S.E.)	Z	Pulsazione residua Residual pulsation
Simplex	12	$\pm 5\%$
	30	$\pm 2.5\%$
	60	$\pm 1.5\%$
Duplex	5	$\pm 5\%$
	13	$\pm 2.5\%$
	25	$\pm 1.5\%$
Triplex	2	$\pm 5\%$
	4	$\pm 2.5\%$
	6	$\pm 1.5\%$
Quintuplex	1	$\pm 5\%$
	2	$\pm 2.5\%$
	3	$\pm 1.5\%$

Pulsation Dampener

It is well known that pumps, in particular plunger pumps, have a more or less fixed capacity determined by their displacement and revolutions per minute. It is possible to improve pump flow uniformity by installing a FOX hydropneumatic accumulator.

For proper selection use the formula: (a1)

considering: $\Delta V = C \times K$

where:

C = plunger displacement in litres

K = pump type coefficient

Pompa	K
Simplex	0.6
Duplex	0.25
Triplex	0.12
Quintuplex	0.06

As far as the pressure values to be inserted in formula (a1) are concerned, they are a function of desired residual pulsation.

For example, if a pulsation of 5% above average delivery pressure is desired (Pm) the values will be $P2 = Pm + 5\%$ and $P1 = Pm - 5\%$.

The value P0 relative to the precharge pressure must be:

$P0 = 0.6 \times P1$ for simplex and duplex pumps

$P0 = 0.7 \times P1$ for triplex pumps

$P0 = 0.8 \times P1$ for quintuplex pumps and beyond.

For the precharge phase consider formula (d) which takes into consideration eventual temperature variations during the work phase.

In practical use, an easier way to calculate this volume has been developed experimentally and has been proven to be very useful:

$$V0 = C \times Z$$

Where Z is the coefficient of the displacement of delivery in one revolution (c) of the pump (in litres), to obtain the volume of desired residual pulsation.

For this specific application it should be noted that in addition to different types of elastomers, various alternative body constructions can also be supplied which are not provided in this catalogue, such as the following:

- dampeners with larger inlets with improved yield according to pressure
- execution without poppet valve, with direct flow passages
- execution with anti-extrusion screen
- execution with welded, stainless steel bodies for low pressure
- dampeners with inline flow passages

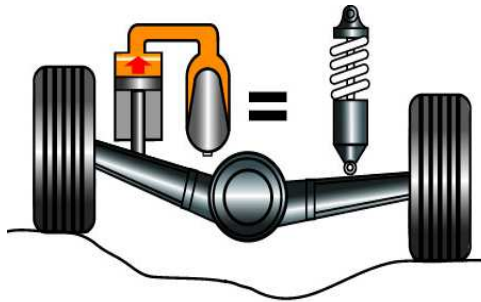
Esempio	
Pompa:	Triplex
Portata:	190 l/min
N° giri:	270
Pressione:	150 bar
Pulsazione residua:	$\pm 2.5\%$
$V0 = (190 \times 4) / 270 = 2.8 \text{ l}$	
$P0 = 150 \times 0.7 = 105 \text{ bar}$	
Se la temperatura di lavoro salisse a 50°C avremmo:	
$V0t = 4.2 \times (273+50) / (273+20) = 4.6 \text{ l}$	
$P0 \text{ azoto a } 20^\circ\text{C} = 105 \times 293 / (273+50) = 94.5 \text{ bar}$	
94.5 bar rappresenta il valore di precarica da effettuare a 20°C per aver a 50°C una pressione di esercizio pari a 105bar	

Example	
Pump :	Triplex
Flow:	190 l/min
N° cycles:	270
Pressure:	150 bar
Residual pulsation::	$\pm 2.5\%$
$V0 = (190 \times 4) / 270 = 2.8 \text{ l}$	
$P0 = 150 \times 0.7 = 105 \text{ bar}$	
If the working temperature increases to 50°C we shall have:	
$V0t = 4.2 \times (273+50) / (273+20) = 4.6 \text{ l}$	
$P0 \text{ nitrogen at } 20^\circ\text{C} = 105 \times 293 / (273+50) = 94.5 \text{ bar}$	
94.5 bar represents the value of preload to effect to 20°C to have to 50°C a pressure of exercise equal to 105 bar	

Molla Idraulica Bilanciamento di Forze

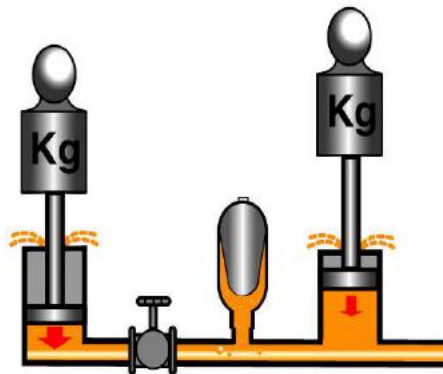
Sospensione Idropneumatica

In questa tipologia di applicazioni il volume dell'accumulatore FOX risulta essere ovviamente in funzione dei volumi di fluido che è necessario assorbire e della variazione di pressione entro la quale si vuole ottenere una certa corsa del o dei cilindri (formula). E' necessario considerare che è indispensabile inserire in linea un regolatore di flusso unidirezionale per permettere un rapido accumulo ed un ritorno controllato. Per quanto riguarda i circuiti chiusi è obbligatorio prevedere una valvola di sicurezza in linea tarata al 95% della pressione massima dell'accumulatore.



Compensatore di Perdite

Un accumulatore idropneumatico FOX può essere utilizzato per mantenere in pressione un circuito idraulico chiuso compensando le perdite dovute a trafiletti delle guarnizioni e dai drenaggi delle valvole. Per il dimensionamento occorre quantificare il volume di fluido da ripristinare in funzione anche del tempo di durata della pressione. Oltre alla pressione massima, deve essere stabilita la pressione minima dell'impianto per poter applicare la formula (a).



Compensatore di Dilatazione Termica

In un circuito idraulico chiuso sottoposto a variazione di temperatura avviene una variazione di pressione dovuta alla dilatazione del fluido. Un accumulatore idropneumatico FOX assorbendo una parte di tale fluido può limitare l'aumento di pressione entro valori desiderati. Per il dimensionamento occorre calcolare il volume di fluido da accumulare con la seguente formula:

$$\Delta V = V - (T_2 - T_1) * B$$

Dove:

V = volume di fluido del serbatoio (litri)

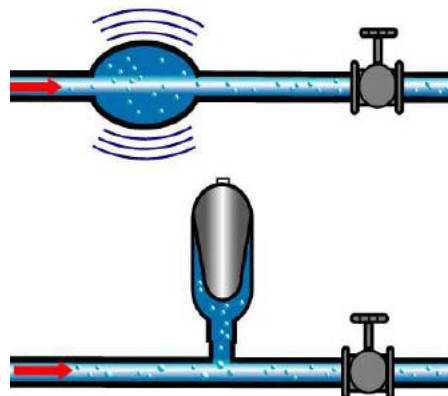
B = coefficiente di dilatazione cubica del fluido

Applicando la formula (a) si ricava il volume dell'accumulatore in funzione della pressione voluta alla massima temperatura. Devono essere considerate inoltre le formule che tengono conto dell'influenza della temperatura nel dimensionamento del Vostro accumulatore FOX.

Assorbitore di Colpi d'Ariete

Come nell'esempio precedente occorre calcolare il volume del fluido che genera il colpo d'ariete e applicare la formula (a) per il dimensionamento indicando nel valore P2 la pressione massima voluta. E' evidente che la difficoltà maggiore risiede nel quantificare tale volume di fluido poiché soggetto a innumerevoli variabili quali: diametri e lunghezze delle tubazioni, portata e pressioni a monte e a valle della pompa, tempi di chiusura delle valvole, temperature, tipi e viscosità del fluido, ecc...

Per far fronte a queste problematiche il nostro Ufficio Tecnico è a Vostra completa disposizione con tutto il suo bagaglio di esperienze acquisite nel corso di più di venti anni di applicazioni in campo idraulico.



Hydraulic Spring Balancing of Forces

Hydropneumatic Suspension

In these applications the accumulator volume is obviously in function of the fluid volume to be absorbed and the pressure variation within which a certain stroke is desired from one or more cylinders (formula). It's also necessary to consider indispensable to insert an unidirectional flow regulator inline to permit rapid accumulation and controlled return. As far as the closed circuits are concerned, it is also obligatory to insert a safety valve set at 95% of the maximum accumulator pressure.

Leakage Compensator

A FOX hydropneumatic accumulator can be used to maintain the pressure in a closed hydraulic circuit compensating the losses due to gasket blow-by and valve leakage. To regulate, it is necessary to quantify the volume of fluid to be stored also in relation to the amount of time under pressure, in addition to establishing minimum and maximum system pressures and applying formula (a) for sizing.

Thermal Expansion Compensator

In a closed hydraulic circuit subject to temperature variations, a variation of pressure takes place due to fluid expansion. A FOX hydropneumatic accumulator is able to absorb the expanded quantity of fluid and limit pressure increases within the values desired. To determine these values it is necessary to calculate the volume of fluid to be absorbed with the following formula:

$$\Delta V = V - (T_2 - T_1) * B$$

Where:

V = Volume of tank fluid (lt)

B = coefficient of cubic expansion of fluid.

Applying formula (a), the volume of the accumulator is selected in relation to the desired pressure at maximum temperature.

Must be considered also the formulas that take into consideration the influence of temperature in the sizing of your FOX accumulator.

Water Hammer/Shock Absorber

As in the preceding example it is necessary to calculate the volume of fluid that generates water hammer and apply formula (a) for setting a value indicating P2 as maximum desired pressure.

It is evident that the difficulty consists in quantifying the volume of fluid that generates water hammer subject to innumerable variables such as: tube diameter and length, pump capacity and pressure, valve closure time, temperature, type and viscosity of fluids etc...

Our technical office, due to its vast acquired experience can help to resolve such application problems.

Separatore di fluidi:

Un accumulatore idropneumatico può essere utilizzato per trasferire pressione a due fluidi diversi che non debbano venire in contatto tra loro. Per questo utilizzo oltre che richiedere in fase d'ordine elastomeri compatibili con i fluidi impiegati occorre che il volume nominale dell'accumulatore sia almeno il 25% maggiore della quantità di fluido da trasferire, questo per evitare eccessive deformazioni dell'elastomero.

Accumulatore con Bombole Addizionali:

Quando in un circuito idraulico la differenza tra la massima e la minima pressione è piccola e occorre un considerevole accumulo di fluido, è possibile collegare agli accumulatori delle bombole addizionali di azoto per poter avere il volume totale richiesto (ΔV) a fronte di un numero inferiore di accumulatori installati sfruttando maggiormente la capacità di accumulo di ogni singolo componente. Per il dimensionamento deve essere considerata la formula (a) tenendo conto sia dell'influenza della temperatura (attraverso (c) e (d)), sia del fatto che la quantità di gas risulta divisa in due parti (nell'accumulatore nella bombola addizionale).

Nell'accumulatore è indispensabile che rimanga almeno il 25% del volume nominale dell'accumulatore quando viene raggiunta la pressione massima P_2 , pertanto:

$$\Delta V \leq 0,75 \times V_0$$

dove V_0 è il volume dell'accumulatore non considerando il volume delle bombole addizionali.

La pressione di precarica di azoto deve essere:

$$P_0 = P_1 \times 0,97$$

Altre Applicazioni:

- Salvaguardia di apparecchi di controllo e misurazione pressione
- Abbattimento rumorosità dell'impianto
- Temporizzazione della salita di pressione

Note generali per il montaggio e la manutenzione

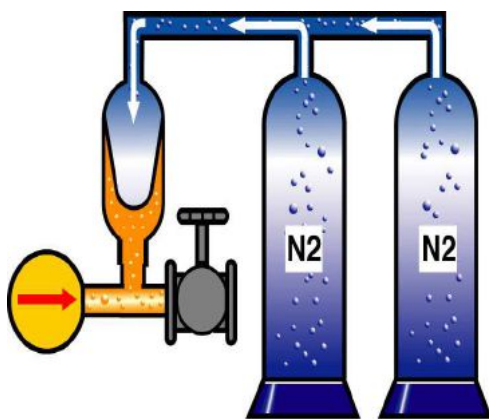
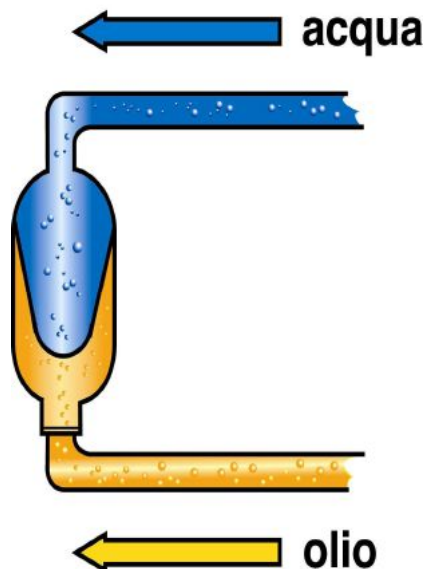
Controlli preliminari:

Prima di effettuare il collegamento confrontare i dati impressi sul corpo o sulla targhetta dell'accumulatore FOX con quelli relativi all'impianto, in particolare la pressione massima ammissibile e la pressione di precarica. Spesso un'errata scelta della pressione di precarica influisce negativamente sulla durata dell'accumulatore.

Installazione:

Quando se ne ha la possibilità, per avere il massimo rendimento, è preferibile montare l'accumulatore il più vicino possibile all'utilizzatore.

La posizione ideale per gli accumulatori a sacca è da verticale (con valvola azoto verso l'alto) o orizzontale. Gli accumulatori a membrana e a pistone possono essere installati in ogni posizione. Si consiglia di lasciare visibili i dati dell'accumulatore e uno spazio di 15cm sulla valvola azoto per poter eseguire i controlli e i ripristini di precarica.



Fluid Separator:

A hydropneumatic accumulator can be used to transfer pressure on two different fluids that must not come in contact with each other. For this application in addition to requesting elastomers compatible with the fluids utilized it is necessary that the nominal value of the accumulator be 25% greater than the maximum quantity of fluid to be transferred in order to avoid excessive stretching of the elastomers.

Accumulators With Additional Gas Cylinders:

When in an hydraulic circuit the difference between maximum and minimum pressure is minimal and requires a considerable accumulation of fluid it is possible to connect additional cylinders of nitrogen to the accumulators in order to receive the total requested volume (ΔV) reducing the number of installed accumulators and exploiting even more the single capacity of accumulation. For regulation consider formula (a) bearing in mind that in addition to the formulas of temperature influence (c, d) we must also consider the quantity of gas divided in two parts: one in the accumulator and the other in the additional cylinder. In the first case, it is indispensable that at least 25% of nominal accumulator volume remain when maximum value pressure is reached (P_2), therefore:

$$\Delta V = 0,75 \times V_0$$

where V_0 is the accumulator volume not considering the volume of the additional cylinders.

The pre-loading nitrogen pressure must be:

$$P_0 = P_1 \times 0,97$$

Other Applications:

- Protection of pressure control and measuring instruments
- Noise reduction of system
- Timer for pressure rise

General note for assembly and maintenance

Preliminary checks:

Before effecting assembly check and compare data stamped on body or data plate of FOX accumulator with respective system, in particular maximum permissible pressure and pre-loading pressure. An incorrect pre-loading pressure selection often negatively influences accumulator life time.

Installation:

When the possibility exists, in order to achieve maximum yield, it is preferable to mount the accumulator as close as possible to the operator. The ideal position for the bag accumulators is from the vertical (with the nitrogen valve towards the top) to the horizontal position. Diaphragm and piston accumulators can be mounted in any position. It is advisable to leave accumulator data plate visible as well as 15 cm space around the nitrogen valve permitting easy access for controls and pre-loading regeneration.

Fissaggio:

Per piccoli volumi installati su macchine fisse è sufficiente la filettatura di attacco standard, per volumi più grossi occorrono staffe e collari di fissaggio che assicurano il corpo dell'accumulatore contro vibrazioni o eventuali urti.

In ogni caso è assolutamente vietato e pericoloso eseguire saldature sui corpi stessi.

Messa in funzione:

Prima di iniziare il ciclo di lavoro, accertare che la valvola limitatrice di pressione del circuito sia in diretto collegamento con l'accumulatore. Eseguire lo spurgo dell'aria lato fluido mediante l'apposita vite nei tipi con valvola a fungo e prevedere una valvola di ritegno all'uscita della pompa che la ripari da ritorni di portata.

Consigliamo inoltre un rubinetto di esclusione e messa a scarico dell'accumulatore che permetta di eseguire manutenzione anche durante il funzionamento dell'impianto e un regolatore di portata unidirezionale posto in linea con l'accumulatore per regolare la portata di scarico ed omogeneizzare così la risposta fornita dallo stesso.

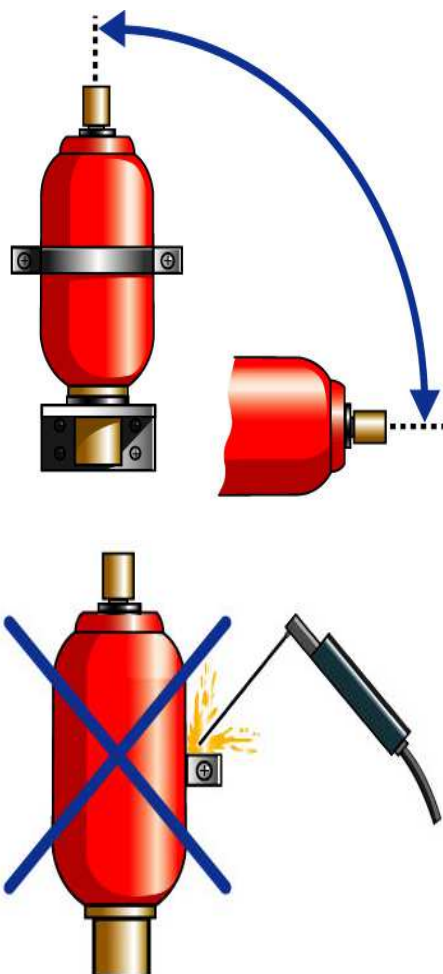
Precarica di Azoto:

Gli accumulatori idropneumatici FOX vengono solitamente caricati nello stabilimento di origine con la quantità di gas stabilita in fase d'ordine e indicata nell'apposita targhetta o stampigliata sul corpo stesso. Detta operazione avviene a temperatura ambiente (-20°C); temperature di esercizio differenti comportano una precarica di gas diversa (vedi formula d).

Controllo della Precarica di Azoto:

Si consiglia un controllo della pressione di precarica entro 10 giorni dalla data di avvio dell'impianto e successivamente ogni 6 mesi. Il controllo può essere effettuato in modo più semplice lasciando l'accumulatore installato sull'impianto e concentrando la nostra attenzione sul lato fluido. Questo metodo di prova si basa sul fatto che, durante il lento svuotamento di un accumulatore riempito di liquido, la pressione del lato impianto diminuisce dapprima lentamente secondo le leggi sulle proprietà dei gas, cadendo poi repentinamente al momento del raggiungimento del valore relativo alla precarica del gas. Questo fenomeno può essere esattamente rilevato con l'ausilio di un manometro direttamente interessato alla pressione del fluido dell'accumulatore. E' possibile controllare la precarica mediante il dispositivo di precarica AR appositamente dedicato a questa funzione e attraverso il quale è possibile effettuare il ripristino o l'aumento della pressione stessa mediante azoto secco in bombola.

E' assolutamente vietato l'impiego di compressori d'aria, bombole d'ossigeno o altri gas. E' inoltre indispensabile che il controllo o la variazione della pressione di precarica avvenga senza presenza di pressione lato fluido qualora l'accumulatore sia montato sull'impianto. Lo spazio sopra la valvola azoto per poter intervenire con l'apparecchiatura di precarica deve essere di almeno 15 cm.



Fastening in Position:

For small volumes installed on fixed machinery a standard screw thread attachment is sufficient, for larger volumes fixing brackets or clamps are necessary which protect the accumulator against vibrations or eventual impacts. At any rate it is absolutely prohibited to carry out welding on the bodies of the accumulators.

Start Up:

Before beginning the work cycle make sure that the circuit pressure limiting valve is connected directly to the accumulator. Bleed the air out of the fluid side utilizing the special screws provided on poppet valve type and furnish and fit a retaining valve at pump outlet that protects it from backflow. We also recommend a cut-off and drain valve that permits maintenance during the working phase of the system as well as a unidirectional on line rate of flow regulator in order to regulate accumulator discharge flow.

Pre-Loading Gas:

FOX hydropneumatic accumulators are usually already loaded direct from the factory with the quantity of gas stipulated during the order phase and indicated on the data plate or stamped on accumulator body. This operation takes place at room temperature (-20°C); different working temperatures require different pre-loading procedures (see formula d).

Control of Gas Pre-Loading:

It is advisable to control pre-loading pressure within 10 days after system start up and subsequently every 6 months. Controls can be carried out easily from the fluid side with the accumulator mounted on system. This test method is based on the fact that, during the slow drainage phase of an accumulator full of fluid, the pressure on the accumulator side initially diminishes slowly according to laws regarding the physical properties of gas, but then suddenly drops off when the relative pre-loading gas value is reached. Such a phenomenon can be noticed with the aid of a manometer measuring accumulator fluid pressure directly. It is however also possible to control gas pre-loading from the gas side with the aid of the pre-loading device (AR), which also permits regeneration or pressure increase through bottled dry nitrogen (N_2). It is absolutely prohibited to utilize compressed air, gas cylinders or other types of gas. It is indispensable that the control or pre-loading pressure variation be carried out in the absence of pressure on the fluid side no matter whatever accumulator is mounted on the system. The space above the nitrogen valve in order to be able to reach the pre-loading equipment must be at least 15 cm.

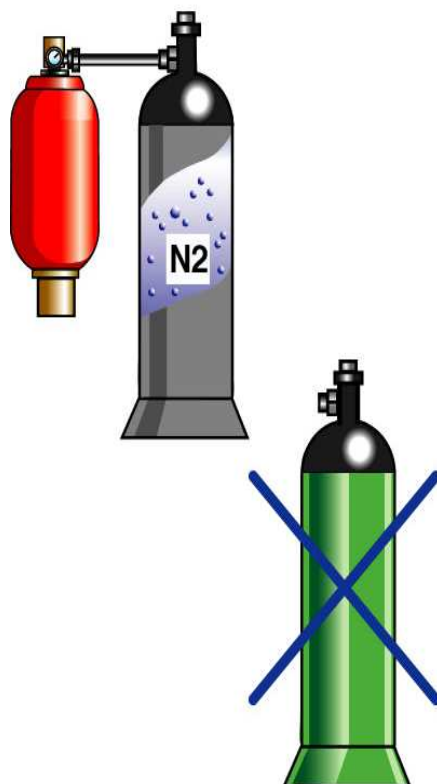


TABELLA SEMPLIFICATA PER IL DIMENSIONAMENTO DELLA QUANTITA' DI FLUIDO ACCUMULABILE IN FUNZIONE DEL TIPO DI ACCUMULATORE, IN CONDIZIONE ADIABATICA.

SIMPLIFIED TABLE FOR MEASURING THE QUANTITY OF ACCUMULATED LIQUID IN RELATION TO THE PARTICULAR TYPE OF ACCUMULATOR UTILIZED IN THE ADIABATIC CONDITION.

	$\Delta P = P_2 / P_0$	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3	3.5	4
Litri/ Litres	0.1	0.004	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06
	0.35	0.01	0.05	0.08	0.1	0.11	0.13	0.14	0.15	0.17	0.18
	0.5	0.02	0.08	0.12	0.15	0.18	0.2	0.22	0.24	0.26	0.28
	0.8	0.03	0.11	0.17	0.22	0.26	0.3	0.32	0.35	0.38	0.41
	1.3	0.04	0.18	0.28	0.36	0.43	0.48	0.52	0.56	0.62	0.67
	1.5	0.05	0.2	0.33	0.4	0.49	0.55	0.6	0.65	0.72	0.78
	2.3	0.08	0.3	0.5	0.6	0.75	0.85	0.9	0.99	1.1	1.19
	2.5	0.09	0.33	0.57	0.7	0.8	0.9	0.95	1	1.2	1.3
	4	0.14	0.5	0.8	1.1	1.3	1.4	1.53	1.7	1.92	2.2
	5	0.18	0.7	1	1.4	1.6	1.8	1.93	2.1	2.3	2.5
	6	0.2	0.8	1.2	1.6	1.8	2.1	2.3	2.5	2.63	2.75
	10	0.36	1.4	2.1	2.7	3.1	3.6	3.9	4.3	4.7	5.2
	20	0.66	2.6	4	5.1	5.9	6.8	7.4	8	9.9	12.7
	35	1.2	4.6	7.3	9.3	10.8	12.3	13.3	14.4	15.4	16.5
	50	1.7	6.8	10.6	13.6	15.5	18	19.5	21.1	22.8	24.4

UTILIZZO:

In un impianto conosciamo il valore della pressione massima P_2 ed il valore della pressione minima P_1 , il valore della precarica d'azoto lo ricaviamo con la formula $P_0 = P_1 \times 0.85$. Dobbiamo innanzitutto dimensionare il rapporto di compressione $\Delta P = P_2 / P_0$, fatto ciò si identifica il valore ΔP ottenuto tra quelli in testa alle colonne. Tutti i valori riportati sulle corrispondenti righe sono riferiti alla quantità di fluido accumulata in funzione del volume dell'accumulatore utilizzato. Il numero di cicli di una membrana è inversamente proporzionale all'aumentare del rapporto di compressione. Inoltre risulta inutile comprimere un accumulatore avente precarica di 30 bar di azoto con una pressione di olio pari a 120 bar, se la pressione minima non scende mai sotto il valore di 70 bar poiché si ottiene il medesimo risultato di una precarica di 60 bar ed un volume nominale di azoto dimezzato. Ricordiamo inoltre che è fondamentale considerare le variazioni della precarica dovute alle diverse temperature di lavoro.

ESEMPIO: $P_2 = 180$ bar
 $P_1 = 140$ bar
 $P_0 = 140 \times 0.85 = 119$ bar
 $\Delta P = 180 / 119 = 1.5$

La seguente tabella riporta la variazione della precarica di azoto fatta a 20 °C in funzione della temperatura di lavoro T_2 . Facendo riferimento alla tabella ottengo un volume di fluido accumulato pari a 0.11 litri con un accumulatore da 0.8.

USE:

In a system we know the value of the maximum pressure P_2 and minimum pressure P_1 . Measure the nitrogen precharge pressure P_0 with the formula $P_0 = P_1 \times 0.85$ (fixed value). Measure the compression ratio $\Delta P = P_2 : P_0$ and identify the obtained value (ΔP) in the column. All reported values on the corresponding lines refer to the quantity of accumulated fluid in relation to the volume of accumulator utilized. The number of cycles is inversely proportional to the increase of the compression ratio. It is useless to compress a preloaded accumulator from 30 bar of nitrogen up to 120 bar of oil, when in the system for example, the minimum pressure never goes below the value of 70 bar. In this case, other than reducing membrane life, the nominal performance of the accumulator is not improved. The same quantity of accumulated oil is obtained with a preloaded pressure of 60 bar and the nominal nitrogen volume is reduced by half.

EXAMPLE: $P_2 = 180$ bar
 $P_1 = 140$ bar
 $P_0 = 140 \times 0.85 = 119$ bar
 $\Delta P = 180 / 119 = 1.5$

The following table shows the variations that undergo the nitrogen pre-charge pressure made to 20 °C depending from working temperature T_2 . Referring to the table we get a volume of fluid accumulated of 0.11 liters with an 0.8 litres accumulator.

T_2	PRESSIONE DI PRECARICA AZOTO in BAR a 20 °C NITROGEN PRESSURE PRELOAD in BAR to 20 °C											
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
-20	8.6	17	26	35	43	52	60	69	78	86	95	104
-10	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108
0	9.3	19	28	37	47	56	65	75	84	93	102	112
10	9.7	19	29	39	48	58	68	77	87	97	106	116
20	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
30	10	21	31	41	52	62	72	83	93	103	114	124
40	11	21	32	43	53	64	75	85	96	107	118	128
50	11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132
60	11	23	34	45	57	68	80	91	102	114	125	136
70	12	23	35	47	59	70	82	94	105	117	129	140
80	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	133	145
90	12	25	37	50	62	74	87	99	112	124	136	149
100	13	26	38	51	64	76	89	102	115	127	140	153
110	13	26	39	52	65	78	92	105	118	131	144	157
120	13	27	40	54	67	80	94	107	121	134	148	161

ESEMPIO: precarica di Azoto 20 °C = 80 bar
 Valore raggiunto alla temperatura 40 °C = 85 bar
 Valore raggiunto alla temperatura 60 °C = 91 bar

EXAMPLE: nitrogen preload 20 °C = 80 bar
 value when the temperature up to 40 °C = 85 bar
 value when the temperature up to 60 °C = 91 bar