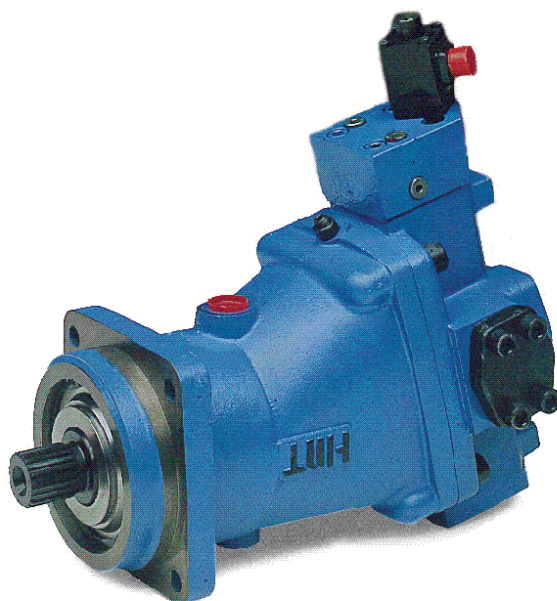




**SAMHYDRAULIK**  
**HNT** division



*Informazioni tecniche sui sistemi di  
regolazione per motori a piston  
assiali a cilindrata variabile*

**Serie H2V Series**

**Technical information on variable  
displacement axial piston  
motors control systems**



## Indice

## Contents

1	<i>Sistemi di regolazione Motori H2V</i> .....	H2V motors control systems .....	pag.	3
2	<i>Regolatore PE per motori H2V</i> .....	H2V motors PE control .....	pag.	6
3	<i>Regolatore PE+PI per motori H2V</i> .....	H2V motors PE+PI control .....	pag.	11
4	<i>Regolatore PI per motori H2V</i> .....	H2V motors PI control .....	pag.	15
5	<i>Regolatore 2PI per motori H2V</i> .....	H2V motors 2PI control .....	pag.	20
6	<i>Regolatore EM per motori H2V</i> .....	H2V motors EM control .....	pag.	22
7	<i>Regolatore 2EM per motori H2V</i> .....	H2V motors 2EM control .....	pag.	25
8	<i>Regolatore 2EM+PE per motori H2V</i> .....	H2V motors 2EM+PE control .....	pag.	27
9	<i>Regolatore LC per motori H2V</i> .....	H2V motors LC control .....	pag.	30
10	<i>Formule e tabelle</i> .....	Tables and formulas .....	pag.	32

## 1 - Sistemi di regolazione Motori H2V

### 1.1 - Regolatori disponibili

Per i motori a pistoni assiali a corpo inclinato per circuito chiuso e aperto della serie H2V è disponibile una vasta gamma di sistemi di regolazione tale da soddisfare la maggior parte delle esigenze del mercato.

#### 1) PE Dispositivo a pressione d'esercizio

Regolazione automatica della cilindrata del motore in funzione della coppia applicata in modo da mantenere costante, al valore di taratura, la pressione di esercizio.

#### 2) PE+PI Dispositivo a pressione d'esercizio con limitatore idraulico

Mediante un pilotaggio addizionale è possibile modificare la pressione di taratura del regolatore a pressione d'esercizio.

#### 3) PI Regolatore idraulico proporzionale

Il regolatore idraulico proporzionale consente una variazione continua della cilindrata del motore mediante la variazione della pressione di un segnale di pilotaggio idraulico.

#### 4) 2PI Regolatore idraulico a due posizioni

Il regolatore idraulico a due posizioni permette il funzionamento del motore in cilindrata minima o in cilindrata massima in funzione della presenza o dell'assenza del segnale idraulico di comando.

#### 5) EM Regolatore elettromagnetico proporzionale

Il regolatore elettromagnetico proporzionale consente una variazione continua e programmabile della cilindrata del motore mediante un segnale elettrico.

#### 6) 2EM Regolatore elettromagnetico a due posizioni

Il regolatore elettromagnetico a due posizioni permette il funzionamento del motore in cilindrata minima o in cilindrata massima in funzione della presenza o dell'assenza del segnale elettrico di comando.

#### 7) 2EM+PE Regolatore elettromagnetico a due posizioni con dispositivo a pressione d'esercizio

Al regolatore elettromagnetico a due posizioni è sovrapposto un dispositivo a pressione di esercizio che interviene al raggiungimento della pressione di taratura.

#### 8) LC Regolatore manuale

Con il regolatore manuale è possibile variare con continuità la cilindrata del motore mediante la rotazione di un volantino.

### 1.2 - Montaggio (1) e montaggio (2)

I regolatori possono essere montati in modo da variare la cilindrata del motore dal valore massimo a quello minimo (montaggio 1) o dal valore minimo a quello massimo (montaggio 2). Alcuni comandi possono funzionare solo in un determinato montaggio (1 o 2) mentre altri possono essere montati indifferentemente in entrambe le configurazioni. La Tabella 1.2.1 riassume la varie possibilità di montaggio dei vari regolatori per motori H2V.

Tabella 1.2.1 - Possibilità di montaggio

REGOLATORE	(1) (Max→Min)	(2) (Min→Max)
PE		
PE+PI		
PI		
2PI		
EM		
2EM		
2EM+PE		
LC		

## 1 - H2V motors control systems

### 1.1 - Available controls

For use on H2V axial pistons bent axis design variable displacement motors a wide range of control devices is available, thus giving the possibility to match practically every need in hydraulic applications.

#### 1) PE Working pressure control

The motor displacement is varied in function of the required torque in such a way that the motor working pressure is kept constant and equal to a preset value.

#### 2) PE+PI Working pressure control with hydraulic limiting device.

The control works as the PE one, but the working pressure setting can be varied by the means of an hydraulic piloting pressure.

#### 3) PI Proportional hydraulic control

The proportional hydraulic control continuously varies the motor displacement in such a way that the latter is kept proportional to a variable piloting pressure value.

#### 4) 2PI Hydraulic 2 positions control

The hydraulic 2 positions control allows the motor to work at the maximum or at the minimum displacement by the means of an external piloting pressure.

#### 5) EM Proportional electric control

The proportional electric control continuously varies the motor displacement in such a way that the latter is kept proportional to a variable current value. The piloting current can be controlled via a proportional amplifier or a PLC.

#### 6) 2EM Electric 2 positions control

The electric 2 positions control allows the motor to work at the maximum or the minimum displacement by the means of an external piloting current.

#### 7) 2EM+PE Electric 2 positions control with working pressure device

The control works as the 2EM one until a preset working pressure value is reached. The control then behaves as a PE working pressure control, varying the motor displacement in function of the required torque while keeping the pressure constant.

#### 8) LC Manual control

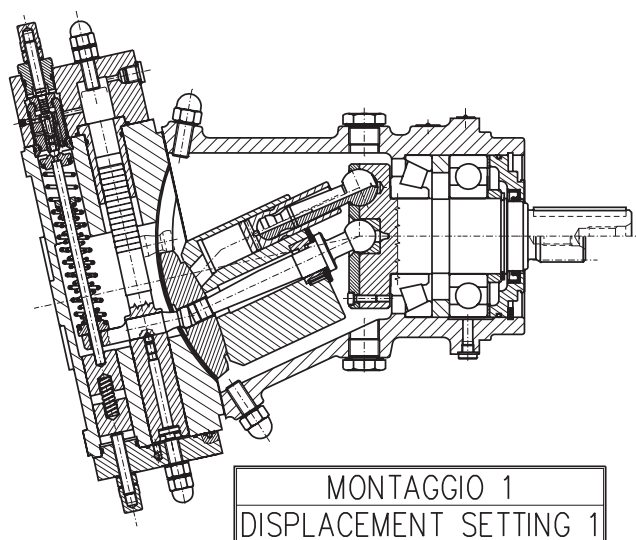
The manual control allows a continuous variation of the motor displacement by the means of an external handwheel.

### 1.2 - Displacement setting (1) and (2)

The control assembly can be mounted on the motor casing assembly in such a way that it varies the pump displacement from maximum to minimum (displacement setting (1):  $V_{gmax} \rightarrow V_{gmin}$ ) or from minimum to maximum (displacement setting (2):  $V_{gmin} \rightarrow V_{gmax}$ ). Several controls have only one displacement setting (1 or 2), while other ones can function in both the configurations. Table 1.2.1 shows the options for H2V motors controls.

Table 1.2.1 - Displacement setting key

In figura 1.2.1 sono riportati i complessivi corrispondenti alle due diverse possibilità di montaggio. Il coperchio del motore è progettato in modo da permettere il montaggio dei regolatori nelle due posizioni. Per esempio, per trasformare un motore con regolatore 2EM montaggio (1) in un motore con regolatore 2EM montaggio (2) è sufficiente invertire la posizione dei cappellotti superiore ed inferiore e la disposizione degli elementi interni.



Picture 1.2.1 shows the two displacement setting configurations. The motor ports cover is designed in such a way that the controls can be mounted with both the displacement setting configurations. For instance, to convert a 2EM motor with a displacement setting (1) control into a 2EM motor with a displacement setting (2) control the upper and lower caps position and the internal components position must be inverted.

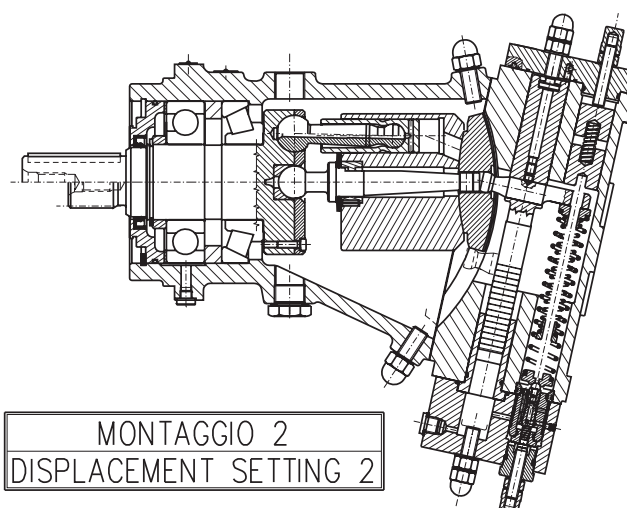


Figura 1.2.1 - Montaggio (1) e (2)

Picture 1.2.1 - Displacement setting (1) and (2)

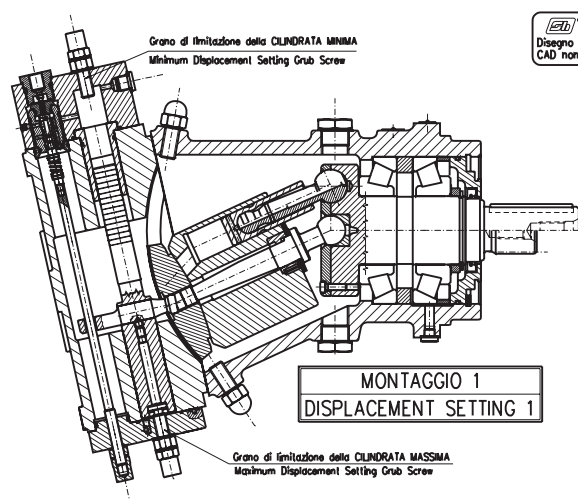
## 1.2 - Grani di limitazione della cilindrata

La limitazione della cilindrata minima e massima del motore viene effettuata mediante dei grani filettati che regolano la posizione di fine corsa del pistone di comando. In funzione della cilindrata nominale del motore e della cilindrata effettiva che si vuole ottenere si devono utilizzare grani di lunghezza diversa. In figura 1.3.1 è riportata la tabella di scelta dei grani della H2V 160.

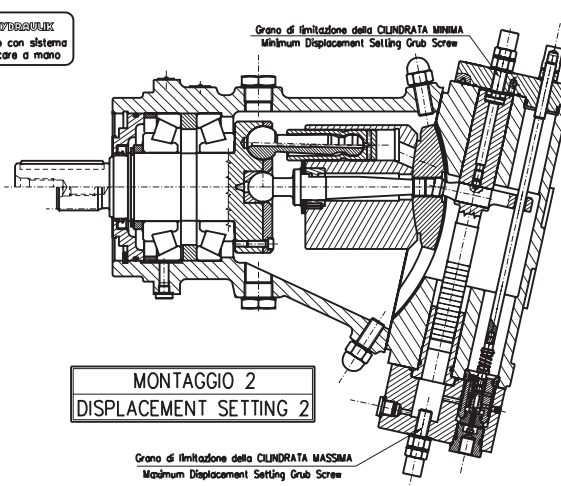
## 1.2 - Displacement setting screws

The motor maximum and minimum displacement can be set via two grub screws which limit the control piston stroke.

It is possible to obtain different maximum and minimum displacement limitations using different length screws. Picture 1.3.1 shows, for instance, the available options for the H2V 160 motor.



Disegno eseguito con sistema CAD non modificare a mano



H2V 160

	Vite STEI UNI 5923 Screw STEI UNI 5923	Montaggio 1 Limitazione minima Displ. setting 1 Min. displ. limitation da/from a/to	Vite STEI UNI 5923 Screw STEI UNI 5923	Montaggio 1 Limitazione massima Displ. setting 1 Max. displ. limitation da a
A	M12x80 cod. 490.0612.0802	44 90	M12x60 cod. 490.0612.0602	161 119
B	M12x100 cod. 490.0612.1002	90 134	M12x80 cod. 490.0612.0802	119 74

Figura 1.3.1 - Grani di limitazione della cilindrata

	Vite STEI UNI 5923 Screw STEI UNI 5923	Montaggio 2 Limitazione minima Displ. setting 2 Min. displ. limitation da/from a/to	Vite STEI UNI 5923 Screw STEI UNI 5923	Montaggio 2 Limitazione massima Displ. setting 2 Max. displ. limitation da a
A	M12x80 cod. 490.0612.0802	44 90	M12x60 cod. 490.0612.0602	161 119
B	M12x100 cod. 490.0612.1002	90 134	M12x80 cod. 490.0612.0802	119 74

Picture 1.3.1 - Displacement setting screws





## 2 - Regolatore PE per motori H2V

### 2.1 - Descrizione

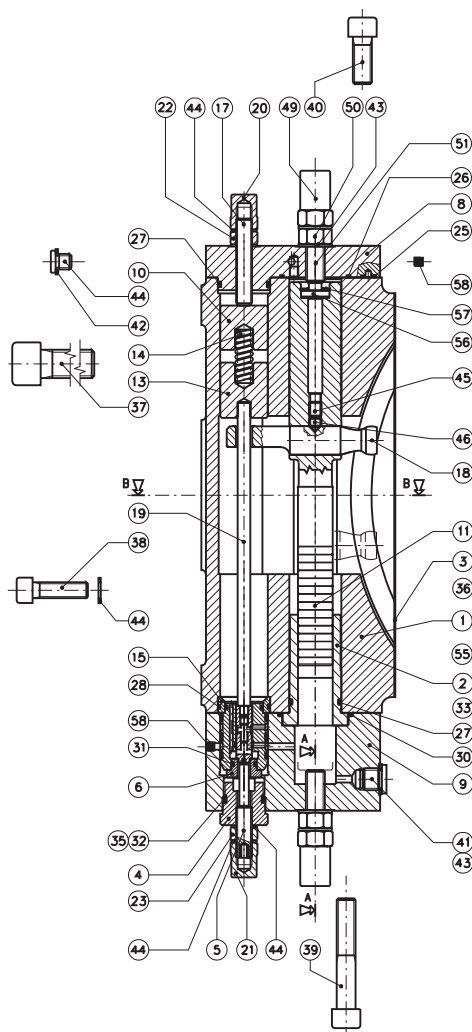
Il regolatore a pressione d'esercizio consente la variazione della cilindrata da  $V_g \text{ min}$  a  $V_g \text{ max}$  quando la pressione d'esercizio aumenta oltre la soglia di taratura, in modo tale che il motore funzioni alla  $V_g \text{ min}$  quando si richiede bassa coppia ed alta velocità ed alla  $V_g \text{ max}$  quando si richiede la massima coppia e la minima velocità.

La pressione d'esercizio applica una forza sul pilota che viene bilanciata da una molla regolabile. Il motore mantiene la  $V_g \text{ min}$  finché la pressione d'esercizio raggiunge il valore di taratura della molla (pressione di taratura). Se la pressione aumenta ulteriormente il pilota si apre ed il motore passa da  $V_g \text{ min}$  a  $V_g \text{ max}$ . La molla di retroazione non è presente poiché le fluttuazioni di coppia agiscono da retroazione. Una pressione minima di 40 bar è richiesta per attuare la regolazione.

La pressione subisce un incremento di circa 15 bar durante il passaggio da  $V_g \text{ min}$  a  $V_g \text{ max}$ . La posizione standard del regolatore è (2) (da  $V_g \text{ min}$  a  $V_g \text{ max}$ ). La pressione di taratura è regolabile fra 100 e 350 bar.

### 2.2 - Complessivo

In figura 2.2.1 è rappresentato il complessivo del regolatore PE per motori a pistoncini assiali a corpo inclinato della serie H2V.



## 2 - PE control for H2V motors

### 2.1 - Description

The working pressure control allows the motor displacement to be varied from  $V_g \text{ min}$  to  $V_g \text{ Max}$ . when the working pressure reaches the preset value, in such a way that the motor functions at the minimum displacement when low torque and high speed is required and at the maximum displacement when high torque and low speed is required.

The working pressure force acts on the control pilot and it is counterbalanced by an adjustable spring. The motor keeps the  $V_g \text{ min}$ . until the working pressure reaches the spring preload setting value (pressure setting value). If the pressure increases the pilot is moved and the motor swivels from  $V_g \text{ min}$ . to  $V_g \text{ max}$ . There is no backup spring because the torque variations act as a control backup. A minimum 40 bar working pressure is required for the control operation.

The working pressure increases of approx. 15 bar while the motor swivels from  $V_g \text{ min}$ . to  $V_g \text{ Max}$ . The standard displacement setting is (2) (from  $V_g \text{ min}$ . to  $V_g \text{ Max}$ .). The control setting pressure field is from 100 to 350 bar.

### 2.2 - Cutaway

Picture 2.2.1 shows the PE control for H2V variable displacement axial pistons motors cutaway drawing.

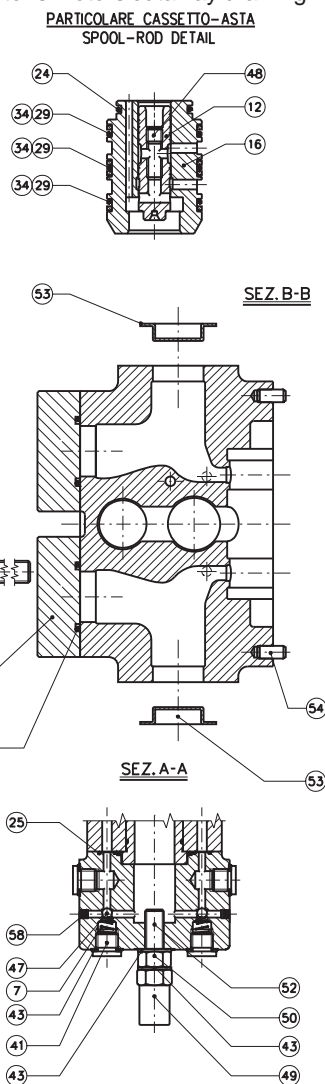


Figura 2.2.1 - Complessivo regolatore PE

Picture 2.2.1 - PE control cutaway drawing

### 2.3 - Schema idraulico

In figura 2.3.1 è rappresentato lo schema idraulico del regolatore PE. Il regolatore è posto in modo da variare la cilindrata del motore dal valore minimo a quello massimo.

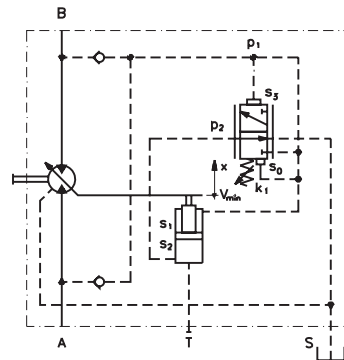


Figura 2.3.1 - Schema idraulico regolatore PE

Nei motori la cilindrata assume un valore minimo sempre maggiore di zero. Nei motori della serie H2V l'angolo minimo del tamburo porta cilindri è di  $7^\circ$ . Dato che l'angolo massimo di inclinazione del tamburo è di  $25^\circ$  la cilindrata minima del motore è circa il 29% della cilindrata massima.

Il motore, in assenza di carico sull'albero, è in cilindrata minima e quindi ruota alla massima velocità possibile in funzione della portata di ammissione. All'aumentare della coppia che agisce sull'albero aumenta la pressione di ammissione  $p_1$ . Quando la risultante delle forze di pressione che agiscono sull'asta (9) è tale da superare il precarico della molla (41) la valvola inizia a regolare inviando fluido verso la camera superiore del pistone di comando (19). Il pistone spostandosi verso il basso fa aumentare la cilindrata del motore che diminuisce la sua velocità ed aumenta la sua capacità di generare coppia a parità di pressione di ammissione.

La valvola di regolazione del comando PE, costituita dall'asta (9) e dal cassetto (10), è di forma particolare rispetto a quelle utilizzate su tutti gli altri comandi per pompe e motori della serie H1V e H2V.

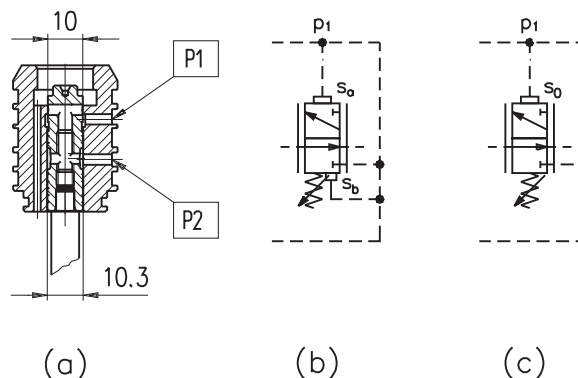


Figura 2.3.2 - Particolare cassetto regolatore PE

La pressione  $p_1$  indotta dal carico agisce contemporaneamente su due superfici anulari contrapposte,  $s_a$  ed  $s_b$  di diverso diametro esterno. In pratica la superficie  $s_b$  minore di  $s_a$  compensa in parte la spinta sull'asta provocata dalla pressione  $p_1$ . Con questo sistema si riesce a contenere la forza che deve essere contrastata dalla molla di taratura (41). La superficie di spinta effettiva è di circa  $4.8 \text{ mm}^2$ .

In figura 2.3.2 (a) è rappresentato il complessivo di cassetto ed asta. I due schemi idraulici della valvola riportati in figura 2.3.2

### 2.3 - Hydraulic layout

Picture 2.2.1 shows the PE control hydraulic layout. The control displacement setting is (2), from Vg min. to Vg Max.

Picture 2.3.1 - PE control hydraulic layout

The motors have a minimum displacement limitation, in such a way that the latter is always higher than zero. H2V motors minimum displacement swivel angle is  $7^\circ$ . Since the maximum displacement swivel angle is  $25^\circ$ , the motor minimum displacement is approximately 29% of the maximum one.

The motor, with no load on the shaft, keeps the minimum displacement, therefore its rotating speed is the maximum achievable in function of the input flow rate. When the resistive torque value increases the  $p_1$  working pressure increases. When the resulting pressure induced force which acts on the rod (9) is high enough to win the spring (41) preload the valve starts to function directing oil to the control piston (19) upper chamber. The piston strokes towards its bottom dead end increasing the motor displacement. The rotating speed therefore decreases and the output torque is increased while the working pressure is kept constant.

The PE control valve is formed with the rod (9) and the spool (10). Its design is different from the spool-rod assembly of the other H1V series pumps and H2V series motor controls.

Picture 2.3.2 - PE control valve detail

The  $p_1$  pressure, which is induced by the load, acts at the same time on the two annular areas  $s_a$  and  $s_b$ . Since  $s_b < s_a$  the resulting force partly compensates the force induced by the  $p_1$  pressure on the rod. In this way it is possible to reduce the force which is required to win the spring (41) setting preload force. The effective active area is approximately  $4.8 \text{ mm}^2$ .

Picture 2.3.2 (a) shows the spool - rod assembly. The two hydraulic layouts shown in Picture 2.3.2 (b) and 2.3.2 (c) are

(b) e 2.3.2 (c) sono funzionalmente equivalenti quando è rispettata la seguente condizione (2.3.1):

$$s_0 = s_a - s_b$$

Detto  $F_0$  il precarico della molla (41) l'equilibrio della valvola in regolazione può essere espresso con la seguente relazione:

$$p_1 \cdot s_0 = F_0 \Rightarrow p_1 = \frac{F_0}{s_0} = p^*$$

La valvola, quindi, cerca di mantenere costante la pressione di ammissione al valore di taratura  $p^*$  inviando fluido verso la camera inferiore del pistone e facendone aumentare la cilindrata.

Il valore della pressione di ammissione  $p_1$  è funzione della coppia applicata dal carico all'albero del motore e della sua cilindrata  $V$ . Nella relazione 2.3.3 è espresso tale legame funzionale.

$$p_1 = \frac{628 \cdot M}{V \cdot \eta_{hm}}$$

Nella formula (2.3.3) la pressione è espressa in bar, la coppia in daNm e la cilindrata in  $\text{cm}^3/\text{giro}$ . La relazione (2.3.3) stabilisce che il valore di pressione  $p_1$  può rimanere costante se ad un aumento di coppia applicata si ha un corrispondente aumento di cilindrata. Detta  $l_0$  la corsa teorica del pistone necessaria per annullare la cilindrata del motore e  $V_0$  la cilindrata massima del motore, il legame funzionale tra la corsa  $x$  del pistone di comando e la cilindrata  $V$  può essere espresso dalla relazione (2.3.4):

$$V = V_0 \cdot \left( \frac{l_0 - x}{l_0} \right)$$

In figura 2.3.3 sono riportate le curve caratteristiche teoriche del motore H2V 160 con regolatore PE alimentato con una portata  $Q$  di 180 l/min.

functionally the same if the following condition (2.3.1) is true:

$$(2.3.1)$$

If  $F_0$  is the spring (41) preload, while the valve is functioning its balance is described with the following relation:

$$(2.3.2)$$

Therefore the valve tries to keep the input pressure constant and equal to the  $p^*$  setting pressure value bleeding some fluid to the lower control piston chamber, thus increasing the motor displacement.

The input pressure value  $p_1$  is a function of the load induced torque on the motor shaft and of the displacement  $V$ . The equation 2.3.3 shows the said relation.

$$(2.3.3)$$

In formula (2.3.3) the pressure is in bar, the torque in daNm and the motor displacement is in  $\text{cm}^3/\text{rev}$ . Formula (2.3.3) states that the  $p_1$  pressure value is constant if for every torque increase the motor displacement is contemporarily increased. If  $l_0$  is the theoretical control piston stroke which is required to reach the zero displacement position and  $V_0$  is the motor's maximum displacement, the relation between the said piston stroke  $x$  and the motor displacement  $V$  is shown in the following formula (2.3.4):

$$(2.3.4)$$

Picture 2.3.3 - characteristic curves of H2V 160 PE motor fed with a 180 l/min flow rate.

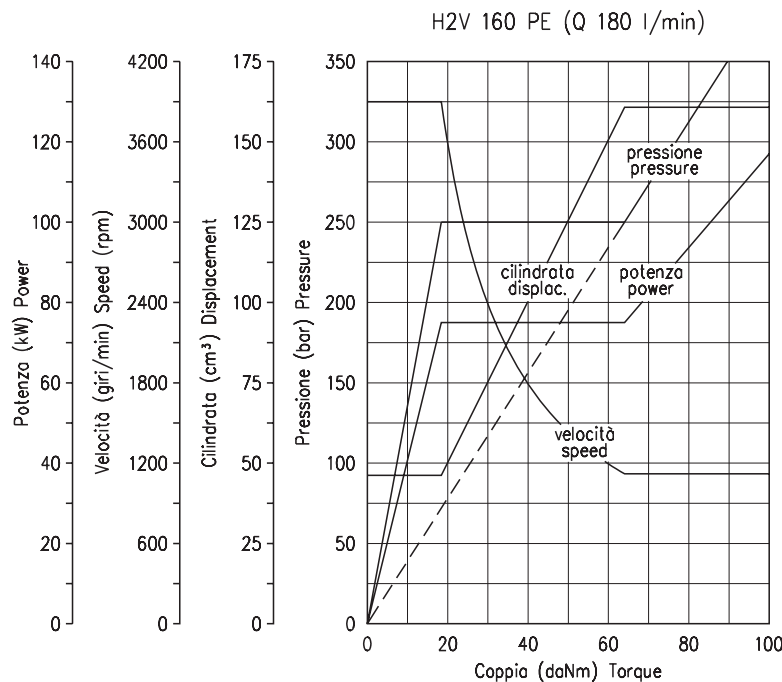


Figura 2.3.3 - Caratteristiche teoriche regolatore PE

Picture 2.3.3 - PE control characteristic curves



Sino a quando la coppia richiesta dal carico è tale da indurre sul circuito di ammissione del motore una pressione inferiore di quella di taratura del regolatore, il motore è in cilindrata minima e la pressione di ammissione segue l'andamento della coppia applicata all'albero.

Quando la coppia raggiunge un valore tale da provocare l'intervento del regolatore PE la cilindrata del motore aumenta in modo da mantenere costante al valore  $p^*$  la pressione di ammissione. La potenza fornita dal motore può essere calcolata come il prodotto tra la portata e la pressione secondo la seguente relazione (2.3.5), dove la potenza  $W$  è espressa in kW, la portata  $Q$  in l/min e la caduta di pressione  $\Delta p$  in bar.

$$W = \frac{Q \cdot \Delta p \cdot \eta_t}{600} \quad (2.3.5)$$

In regolazione la pressione è mantenuta costante e quindi, a portata costante, la potenza fornita dal motore è costante. La velocità di rotazione del motore decresce all'aumentare della coppia secondo la seguente relazione (2.3.6).

$$n = \frac{1000 \cdot Q \cdot \eta_v}{V} \quad (2.3.6)$$

Nella formula (2.3.6) la velocità  $n$  è espressa in giri/min, la portata  $Q$  in l/min e la cilindrata  $V$  in cm<sup>3</sup>/giro. Nel regolatore PE non esiste la molla di retroazione in quanto il segnale di retroazione è costituito dalla pressione indotta dal carico.

Si supponga che il motore, in regolazione, stia fornendo una coppia  $M$  ad una determinata cilindrata  $V$ . Il valore di  $V$  può essere calcolato utilizzando la seguente relazione (2.3.7).

$$V = \frac{628 \cdot M}{\eta_{hm} \cdot p^*} \quad (2.3.7)$$

Il pistone di comando è in equilibrio quando il rapporto tra  $p_1$  e  $p_2$  è pari al rapporto tra  $s_2$  ed  $s_1$ . Tale equazione di equilibrio è espressa dalla relazione (2.3.8).

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{s_2}{s_1} \quad (2.3.8)$$

Un aumento della coppia richiesta  $M$  provoca un aumento della pressione  $p_1$  secondo l'equazione (2.3.3). Questo aumento rompe l'equilibrio delle forze che agiscono sull'asta (9). L'asta si sposta verso l'alto e induce un aumento della pressione  $p_2$ . L'aumento della  $p_2$  provoca uno squilibrio del pistone che si sposta verso il basso aumentando la cilindrata del motore. Ad un aumento di  $V$  corrisponde una diminuzione di  $p_1$  sino all'instaurarsi di un nuovo equilibrio del sistema.

Il regolatore tende quindi ad adeguare la cilindrata del motore alla coppia richiesta in modo da mantenere costante la pressione. Al raggiungimento della cilindrata massima il regolatore non è più in grado di svolgere il suo compito e la pressione di ammissione riprende nuovamente a seguire l'andamento della coppia applicata al motore.

The motor keeps the minimum displacement until the load induced torque is low, the motor working pressure is lower than the control setting pressure; in this case the input pressure follows the output torque increase.

When the required torque is high enough to force the motor working pressure to the PE setting pressure the motor displacement is increased in such a way that the  $p^*$  input pressure value is kept constant. The motor output power is calculated with the following formula (2.3.5), where the power  $W$  is in kW, the flow rate  $Q$  is in l/min and the pressure drop  $\Delta p$  is in bar:

During the control functioning the pressure is kept constant, therefore the motor output power is constant when the input flow rate is kept constant. The motor rotating speed decreases as the output torque is increased following the formula (2.3.6):

In formula (2.3.6) the rotating speed is in RPM, the flow rate  $Q$  in l/min and the displacement  $V$  in cm<sup>3</sup>/rev. The PE control has not any feedback spring because the load induced pressure acts as a feedback.

Let us suppose that the motor, during the PE control functioning, gives an output torque  $M$  working at a  $V$  displacement. The  $V$  displacement value is calculated with formula (2.3.7):

The control piston is balanced when the ratio between  $p_1$  and  $p_2$  is equal to the ratio between  $s_2$  and  $s_1$ . The equation (2.3.8) describes such balance.

For every  $M$  torque increase the  $p_1$  pressure is increased following the (2.3.3). Said increase breaks the balance of the forces acting on the rod (9). Said rod moves up and induces a  $p_2$  pressure increase. Said  $p_2$  pressure increase forces the control piston to move down increasing the motor displacement. For every  $V$  displacement increase the  $p_1$  pressure value is proportionally decreased until a new balance position of the system is reached.

The control therefore varies the motor displacement in relation to the required torque in such a way that the working pressure is kept constant. When the motor maximum displacement is reached the control is no more able to keep the working pressure constant increasing the displacement, therefore the working pressure starts to increase following the torque increases.

## 2.4 - Taratura

Il grano di regolazione (58) ha il compito di regolare la posizione a riposo dell'asta proporzionale. Tale regolazione viene effettuata in fase di collaudo del motore e usualmente non deve essere modificata. Mediante il grano di regolazione (34) è invece possibile modificare il precarico della molla (41) e quindi la pressione di funzionamento del regolatore PE.

## 2.4 - Control setting

The setting screw (58) adjusts the rest position of the proportional rod. Such setting is factory made when the motor is tested and should not be modified. The setting screw (34) is used to vary the spring (41) preload, therefore adjusting the PE control setting pressure.

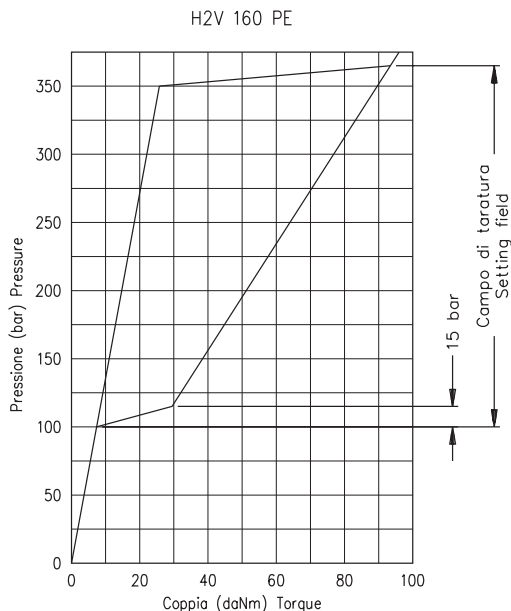


Figura 2.4.1 - Curve caratteristiche regolatore PE

In figura 2.4.1 sono rappresentate le curve caratteristiche del regolatore PE. In teoria le pressioni di inizio e fine regolazione dovrebbero essere identiche. In pratica, a causa dei trafilamenti di fluido e degli attriti, la pressione aumenta di circa 15 bar nel passaggio da  $V_g \min$  a  $V_g \max$ . Il campo di taratura del regolatore è compreso tra i 100 e i 350 bar.

Picture 2.4.1 - PE control characteristic curves

Picture 2.4.1 shows the PE control characteristic curves. Theoretically the control starting pressure should be kept constant until the maximum displacement is reached. Practically, due to internal leakages and friction, the working pressure increases of approximately 15 bar during said operation. The control setting pressure field is from 100 to 350 bar.

### 3 - Regolatore PE+PI per motori H2V

#### 3.1 - Descrizione

Il dispositivo a pressione d'esercizio con limitatore idraulico rende possibile ridurre la pressione di taratura del comando PE per mezzo di una pressione esterna sull'attacco X. La pressione di taratura è ridotta proporzionalmente alla pressione di pilotaggio con un rapporto 1/13 (per ogni bar di pressione di pilotaggio la pressione di taratura si abbassa di 13 bar). La massima pressione di pilotaggio non deve eccedere i 50 bar.

Ad esempio, sia la pressione di taratura 260 bar. Applicando una pressione di pilotaggio su X pari a 10 bar, la pressione d'intervento si abbassa a 130 bar ( $260 - (10 \times 13) = 130$  bar).

Se fosse necessario variare la cilindrata verso  $V_g$  max indipendentemente dalla pressione di esercizio, una pressione di pilotaggio di 20 bar deve agire su X.

Una pressione minima di 40 bar è necessaria per il funzionamento del regolatore. Il montaggio standard del regolatore è (2) (da  $V_g$  min a  $V_g$  max).

#### 3.2 - Complessivo

In figura 3.2.1 è rappresentato il complessivo del regolatore PE+PI per motori a pistoni assiali a corpo inclinato della serie H2V.

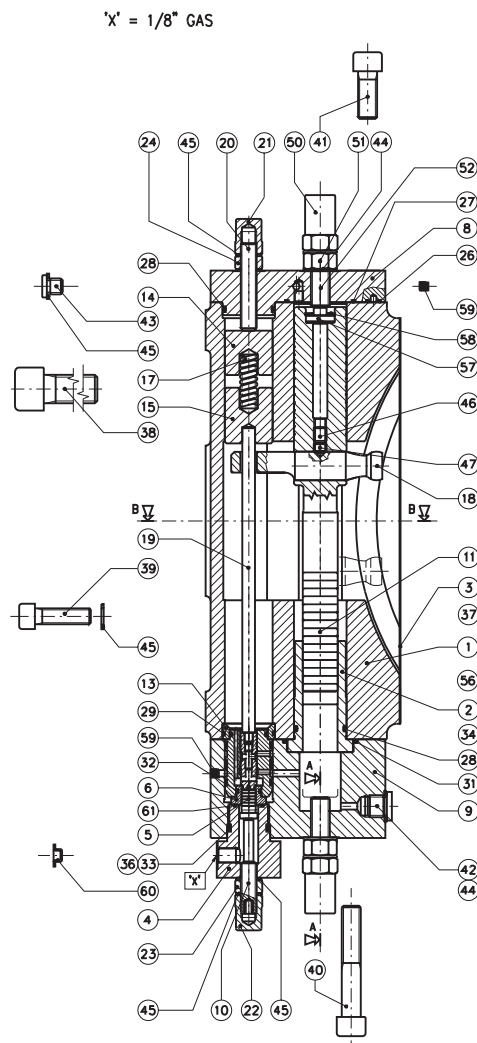


Figura 3.2.1 - Complessivo regolatore PE+PI

### 3 - PE+PI control for H2V motors

#### 3.1 - Description

The working pressure control with hydraulic limiting device allows to decrease the PE setting pressure by the means of an external piloting pressure acting on the X port. The control setting pressure is reduced proportionally to the piloting pressure with a 1/13 ratio (each bar of piloting pressure reduces the PE setting pressure of 13 bar). The piloting pressure must not exceed 50 bar.

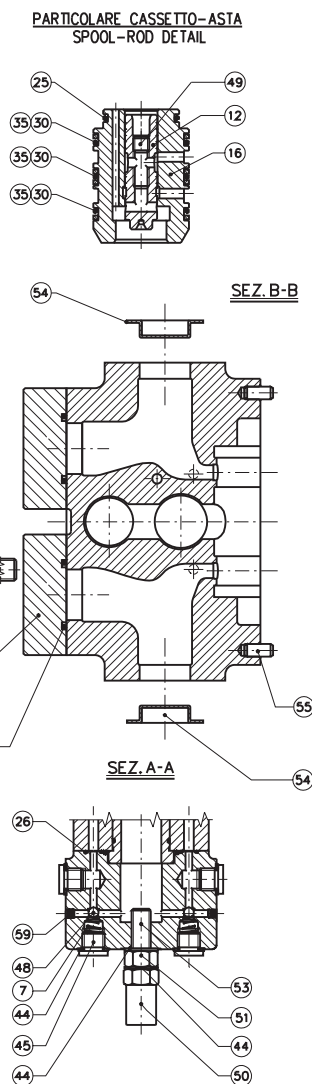
For instance, let us suppose a PE setting pressure of 260 bar. A 10 bar piloting pressure acting on X port will reduce the control setting pressure to 130 bar ( $260 - (10 \times 13) = 130$  bar).

If the motor must work at its maximum displacement independently from the working pressure a 20 bar piloting pressure must act on X port.

A minimum 40 bar pressure is required for the control functioning. The standard displacement setting is (2), from  $V_g$  min. to  $V_g$  Max.

#### 3.2 - Cutaway

Picture 3.2.1 shows the PE+PI control for variable displacement axial pistons motors with bent axis design cutaway drawing.



Picture 3.2.1 - PE+PI control cutaway drawing

### 3.3 - Schema idraulico

In figura 3.3.1 è rappresentato lo schema idraulico del regolatore PE+PI. Il regolatore è posto in modo da variare la cilindrata del motore dal valore minimo a quello massimo.

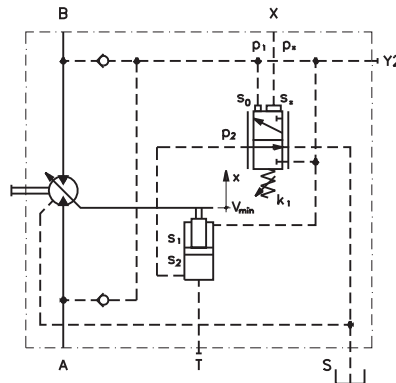


Figura 3.3.1 - Schema idraulico regolatore PE+PI

Il regolatore PE+PI utilizza gli stessi componenti del regolatore PE e si differenzia da quest'ultimo per la presenza del pilota (53). Per mezzo della pressione di pilotaggio  $p_x$  è possibile modificare le condizioni di equilibrio dell'asta di regolazione (9). L'equilibrio delle forze che agiscono sull'asta (9), quando la valvola regola, può essere espresso dalla seguente relazione (3.3.1) dove con  $s_x$  si è indicata la superficie di spinta del pilota, con  $s_0$  la superficie di spinta dell'asta e con  $F_0$  il precarico della molla (41).

$$p_1 \cdot s_0 + p_x \cdot s_x = F_0 \Rightarrow p_1 = \frac{F_0}{s_0} - p_x \cdot \frac{s_x}{s_0} = p^* - 13 \cdot p_x \quad (3.3.1)$$

In assenza della pressione di pilotaggio  $p_x$  il regolatore PE+PI ha un comportamento analogo a quello del regolatore PE.

### 3.3 - Hydraulic layout

Picture 3.2.1 shows the PE+PI control hydraulic layout. The control has displacement setting (2), from Vg min. to Vg Max.

Picture 3.3.1 - PE+PI control hydraulic layout

The PE+PI control has the same components of the PE one, the only difference being the pilot (53). By the means of the piloting pressure  $p_x$  it is possible to vary the control rod (9) balance position. When the control is working the balance of the forces acting on the rod (9) is described in formula (3.3.1), where  $s_x$  is the pilot active area,  $s_0$  is the rod area and  $F_0$  is the spring (41) preload.

If no  $p_x$  piloting pressure is present, the PE+PI control acts exactly the same as a PE control.

H2V 160 PE+PI

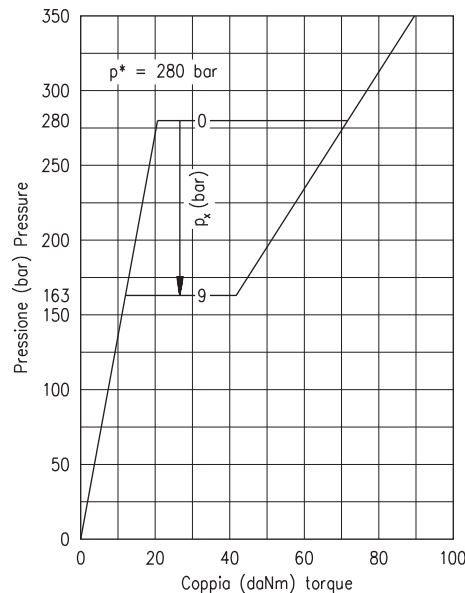


Figura 3.3.2 - Curve caratteristiche regolatore PE+PI

La cilindrata del motore aumenta all'aumentare della coppia applicata in modo da mantenere costante e pari a  $p^*$  la pressione sulla linea di ammissione.

La presenza di una pressione di pilotaggio  $p_x$  modifica le condizioni di equilibrio della valvola. L'effetto della  $p_x$  è quello di diminuire

Picture 3.3.2 - PE+PI characteristic curves

The motor displacement rises when the motor output torque is increased in such a way that the working pressure is kept constant and equal to the  $p^*$  input line pressure.

When a  $p_x$  piloting pressure is acting the valve balance is modified. The  $p_x$  pressure causes a reduction of the control setting

il valore della pressione di taratura del regolatore. Per esempio se la taratura del PE+PI è di 280 bar la presenza di una  $p_x$  di 9 bar abbassa la pressione di intervento del regolatore a circa 160 bar. In figura 3.3.2 è riportato il diagramma della curve caratteristiche di un motore H2V 160 PE+PI tarato a 280 bar e per pressioni di pilotaggio di 0 e 9 bar.

pressure. For instance if the PE+PI setting pressure is 280 bar a 9 bar  $p_x$  piloting pressure decreases the setting pressure to approximately 160 bar. Picture 3.3.2 shows the characteristic curves of an H2V 160 PE+PI motor with a 280 bar setting pressure and a  $p_x$  piloting pressure comprised between 0 and 9 bar.

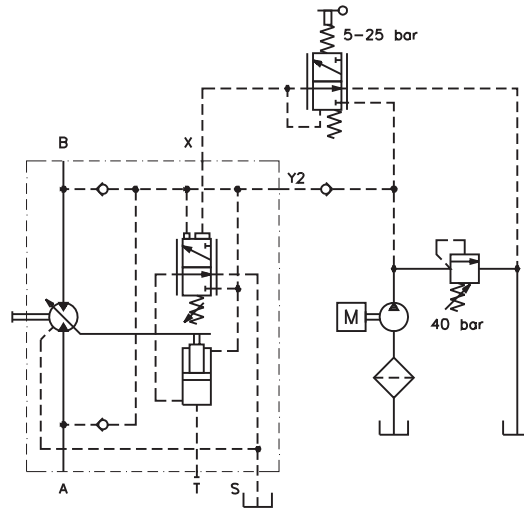


Figura 3.4.1 - Circuito di sovralimentazione H2V PE+PI

Picture 3.4.1 - PE+PI control boosting circuit

### 3.4 - Cambio di cilindrata

Quando il valore della  $p_x$  raggiunge un valore tale da annullare la relazione (3.3.1) il motore si porta in cilindrata massima indipendentemente dalla coppia presente sull'albero del motore. La pressione  $p_x$  minima necessaria per l'annullamento della (3.3.1) è data dalla seguente espressione (3.4.1).

$$p_x = \frac{p^*}{13} \quad (3.4.1)$$

Dato che il campo di taratura del regolatore PE+PI è compreso tra i 100 e i 350 bar la massima pressione di pilotaggio necessaria per il cambio di cilindrata è di 27 bar. La pressione di pilotaggio in ogni caso non deve superare i 50 bar.

Per una buona risposta del sistema è comunque indispensabile che la pressione  $p_1$  di ammissione del motore sia superiore ai 40 bar. Se si desidera poter portare il motore in cilindrata massima anche in assenza di carico è indispensabile dotare l'impianto di una sorgente di pressione ausiliaria di 40 bar. Un esempio di circuito ausiliario è riportato in figura 3.4.1.

Nel circuito di figura 3.4.1 è di fondamentale importanza la presenza della valvola di non ritorno esterna alla pompa posta in corrispondenza dell'attacco Y2. Tale valvola ha il compito di escludere il circuito di sovralimentazione quando la pressione sulla linea di ammissione del motore supera i 40 bar.

Quando è presente il circuito di sovralimentazione la pressione  $p_x$  minima necessaria per effettuare il cambio di cilindrata può essere calcolata con la seguente relazione (3.4.2) dove con  $p_s$  si è indicata la pressione di sovralimentazione:

$$p_x = \frac{p^* - p_s}{13} \quad (3.4.2)$$

Con una taratura di 260 bar e una pressione di sovralimentazione di 40 bar, per esempio, la pressione minima di pilotaggio per il cambio di cilindrata è di circa 17 bar.

### 3.4 - Displacement change

If the  $p_x$  pressure value is high enough to nullify the formula (3.3.1) the motor swivels to the maximum displacement independently from the required torque. The minimum  $p_x$  pressure which is required to verify said condition is calculated with the following formula (3.4.1).

Since the PE+PI control setting field is comprised between 100 and 350 bar the maximum piloting pressure required to swivel the motor to the maximum displacement is 27 bar. The piloting pressure must not exceed 50 bar.

For a good control operation a 40 bar minimum  $p_1$  input pressure is required. If the motor should be swivelled to the maximum displacement also with lower pressures it is necessary to provide a control auxiliary boost pressure circuit with 40 bar minimum pressure. Picture 3.4.1 shows an example of said boosting circuit.

In the circuit shown in Picture 3.4.1 it is fundamental the presence of the external check valve placed outside the Y2 port. Said check valve bypasses the boost circuit when the motor input pressure exceeds 40 bar.

When the boost circuit is working the required  $p_x$  minimum piloting pressure can be calculated with the following formula (3.4.2), where  $p_s$  is the boost pressure value:

For instance, with a 260 bar control setting pressure and a 40 bar boost pressure the minimum piloting pressure required to swivel the motor to the maximum displacement is approximately 17 bar.



### 3.5 - Taratura

Il grano di regolazione (58) ha il compito di regolare la posizione a riposo dell'asta proporzionale. Tale regolazione viene effettuata in fase di collaudo del motore e usualmente non deve essere modificata. Mediante il grano di regolazione (34) è invece possibile modificare il precarico della molla (41) e quindi la pressione di intervento del regolatore PE+PI.

In figura 3.5.1 sono rappresentate le curve caratteristiche del regolatore PE+PI in assenza di pressione di pilotaggio. Tali curve sono identiche a quelle del regolatore PE. Anche in questo caso, come nel PE, a causa dei trafileamenti di fluido e degli attriti, la pressione aumenta di circa 15 bar nel passaggio da  $V_g \min$  a  $V_g \max$ . Il campo di taratura del regolatore è compreso tra i 100 e i 350 bar.

### 3.5 - Control setting

The setting screw (58) adjusts the rest position of the proportional rod. Such setting is factory made when the motor is tested and should not be modified. The setting screw (34) is used to vary the spring (41) preload, therefore adjusting the PE+PI control setting pressure.

Picture 3.5.1 shows the PE+PI control characteristic curves. Said curves are identical to the correspondent PE control ones. In this case, too, the fluid leakages and the components friction are the cause of the 15 bar increase in the motor working pressure while it swivels from min. to Max displacement. The control setting pressure field is comprised between 100 and 350 bar.

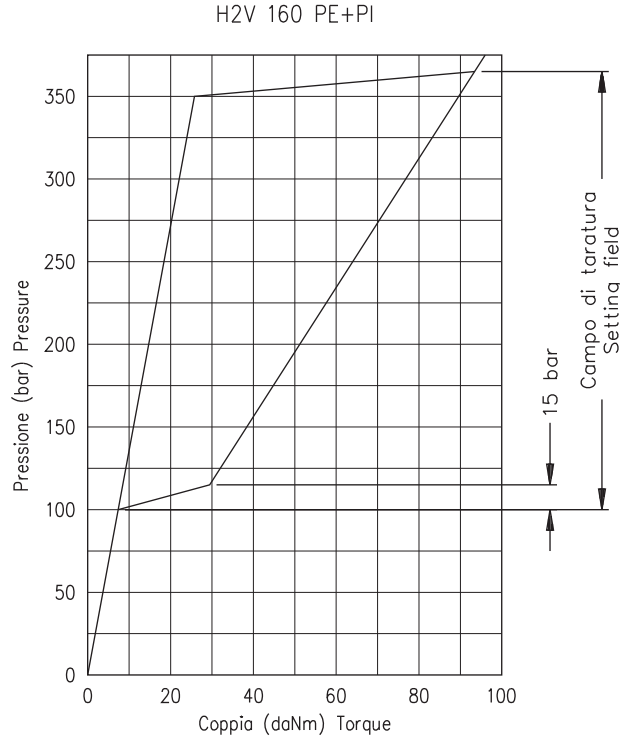


Figura 3.5.1 - Curve caratteristiche regolatore PE+PI

Picture 3.5.1 - PE+PI control characteristic curves

## 4 - Regolatore PI per motori H2V

### 4.1 - Descrizione

Il regolatore idraulico proporzionale consente un adeguamento continuo della cilindrata del motore proporzionalmente alla pressione di pilotaggio applicata sull'attacco X.

La pressione di pilotaggio applica una forza sul pilota ed il motore varia la cilindrata fino a che la molla di retroazione arriva a bilanciare il sistema di forze. Perciò la cilindrata è variata proporzionalmente alla pressione di pilotaggio. Il montaggio standard del regolatore è (1) (da  $V_g$  max a  $V_g$  min), ma il montaggio (2) (da  $V_g$  min a  $V_g$  max) è disponibile a richiesta.

L'aumento di pressione di pilotaggio durante la variazione di cilindrata è di circa 15 bar. Inizio regolazione a 6 bar. La pressione massima di pilotaggio su X è di 50 bar. Una pressione minima di 40 bar è necessaria per il funzionamento del regolatore.

Con l'aggiunta di una valvola di sequenza a pilotaggio esterno (Cod. 250.0209.0000) è possibile ottenere il regolatore PI+PE.

### 4.2 - Complessivo

In figura 4.2.1 è rappresentato il complessivo del regolatore PI per motori a pistoni assiali a corpo inclinato della serie H2V.

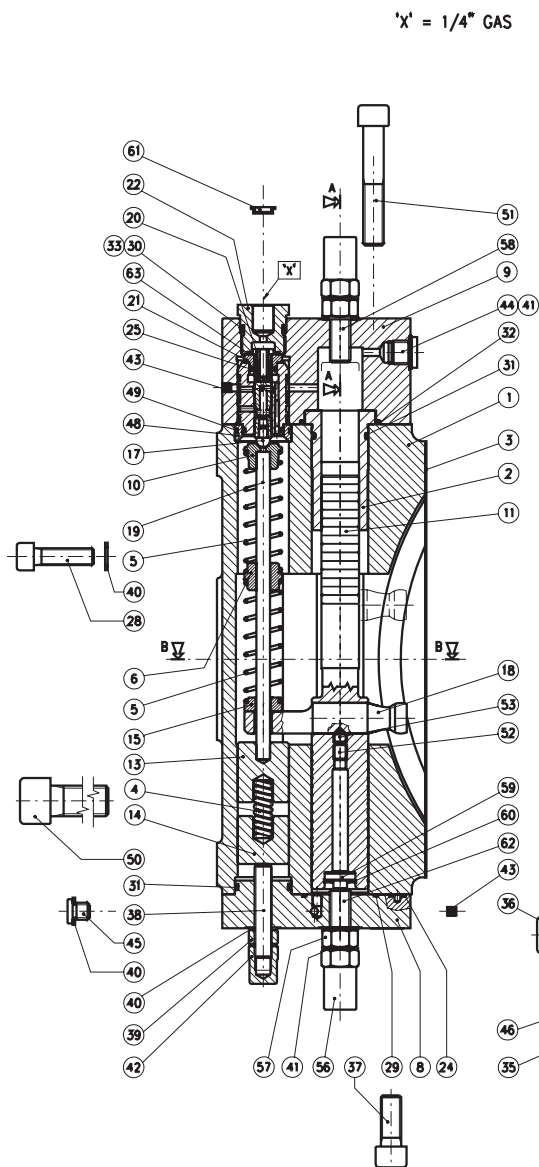


Figura 4.2.1 - Complessivo regolatore PI

## 4 - PI control for H2V motors

### 4.1 - Description

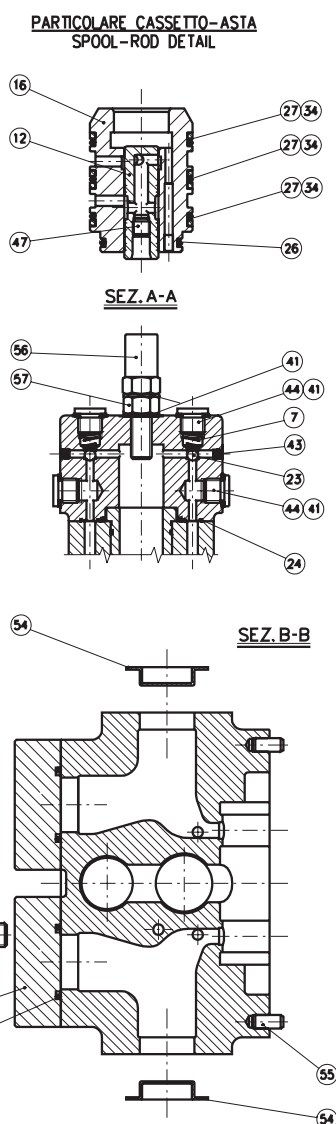
The proportional hydraulic control allows the motor displacement to be varied proportionally to an external piloting pressure acting on the X port.

The piloting pressure causes a force on the pilot, thus the motor swivels until the backup spring restores the forces system balance. The displacement is therefore varied proportionally to said piloting pressure. The standard displacement setting is (1), from  $V_g$  Max. to  $V_g$  min., but displacement setting (2), from  $V_g$  min. to  $V_g$  Max., is also allowable on option.

The piloting pressure rises of approx. 15 bar to swivel the pump from maximum to minimum displacement. The starting piloting pressure is approx. 6 bar. The maximum piloting pressure must not exceed 50 bar. The minimum control functioning pressure is 40 bar. With the optional external piloting sequence valve kit (code 250.0209.0000) it is possible to realise the PI+PE control.

### 4.2 - Cutaway

Picture 4.2.1 shows the PI control for H2V series variable displacement axial piston motors, bent axis type cutaway drawing.



Picture 4.2.1 - PI control cutaway drawing

### 4.3 - Schema idraulico

In figura 4.3.1 è rappresentato lo schema idraulico del regolatore PI. Il regolatore è posto in modo da variare la cilindrata del motore dal valore massimo a quello minimo.

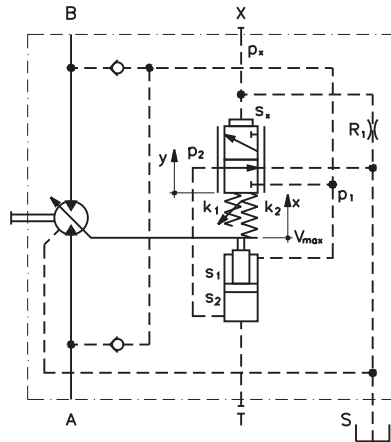


Figura 4.3.1 - Schema idraulico regolatore PI

La pressione di comando  $p_x$  agisce sulla superficie  $s_x$  del pilota. Quando la forza generata da  $p_x$  è tale da vincere il precarico della molla (69), il cassetto (50) permette la laminazione di fluido verso la camera di superficie  $s_2$  del pistone di comando. Il pistone di comando inizia a spostarsi diminuendo la cilindrata del motore e comprimendo il sistema di molle di reazione (66). Tali molle, comprimendosi, aumentano la forza che contrasta la pressione  $p_x$  e il cassetto diminuisce la dimensione della luce di passaggio del fluido verso la camera di superficie  $s_2$  del pistone.

Detto  $F_0$  il precarico della molla (69) e  $s_x$  la superficie di spinta del pilota (56), l'equilibrio del cassetto può essere espresso con la relazione seguente:

$$s_x \cdot p_x = k_2 \cdot x + F_0$$

Nella formula (4.3.1) non compaiono termini relativi allo spostamento  $y$  del cassetto che, in condizioni di equilibrio, possono essere trascurati. L'equilibrio del pistone di comando è:

$$p_2 \cdot s_2 = p_1 \cdot s_1 + k_2 \cdot x$$

Il regolatore PI per motori H2V è posto in modo da variare la cilindrata del motore dal valore massimo al valore minimo. Dette  $V_{min}$  e  $V_{max}$  le cilindrature minima e massima del motore, regolabili tramite i grani (7) e (8), e  $l_0$  la corsa totale del pistone di comando, la relazione che lega la cilindrata allo spostamento  $x$  del pistone diviene:

$$V = V_{max} - x \cdot \frac{V_{max} - V_{min}}{l_0}$$

Le formule (4.3.1) e (4.3.3) permettono di calcolare la relazione esistente tra la pressione di comando  $p_x$  e la cilindrata  $V$  del motore.

Affinché la cilindrata possa diminuire, rispetto al valore massimo, la pressione di comando deve avere un valore tale da vincere il precarico della molla. Detto  $p^*$  tale valore si ha:

$$p^* = \frac{F_0}{s_0}$$

Usualmente  $p^*$  viene tarato, in fabbrica, al valore di 6 bar. Quando  $p_x$  supera il valore di  $p^*$  la cilindrata del motore inizia a diminuire proporzionalmente alla pressione.

### 4.3 - Hydraulic layout

Picture 4.2.1 shows the PI control hydraulic layout. The displacement setting is (1), from  $V_g$  Max. to  $V_g$  min.

Picture 4.3.1 - PI control hydraulic layout

The  $p_x$  piloting pressure acts on the  $s_x$  area of the pilot. When the force generated by  $p_x$  is high enough to win the spring (69) preload, the spool (50) allows the fluid to leak to the control piston's chamber with  $s_2$  area. The control piston starts to swivel the motor towards its minimum displacement, thus compressing the backup springs (66). These springs increase their backup force which acts against the  $p_x$  generated force and the spool decreases the cross section which is allowable for the fluid to leak to the  $s_2$  area piston chamber.

If  $F_0$  is the spring's (69) preload and  $s_x$  the pilot's (56) active area, the spool balance is described with the following formula:

$$(4.3.1)$$

In formula (4.3.1) there are no terms containing the  $y$  stroke of the spool which, at the balance position, can be neglected.

$$(4.3.2)$$

The control piston balance equation is:

The PI control for H2V standard displacement setting is (1), thus it varies the motor displacement from  $V_g$  Max. to  $V_g$  min. If  $V_{min}$  and  $V_{max}$  are said minimum and maximum displacements (which can be set acting on the screws (7) and (8)) and  $l_0$  is the total control piston stroke, the relation between the displacement

$$(4.3.3)$$

and the actual piston stroke  $x$  is:

Formulas (4.3.1) and (4.3.3) allow to calculate the relation between the  $p_x$  piloting pressure and the motor displacement  $V$ .

In order to decrease the motor displacement from its maximum value the piloting pressure must generate a force high enough to win the spring preload. If  $p^*$  is said value the

$$(4.3.4)$$

following formula gives its numerical value:

The  $p^*$  pressure is usually factory set to 6 bar. When  $p_x$  exceeds the  $p^*$  value the motor displacement starts to decrease proportionally to the piloting pressure increase.

#### 4.4 - Strozzatore

Nel pilota (56) utilizzato nel regolatore PI è presente un foro calibrato di 0.5 mm di diametro, strozzatore  $R_1$  nello schema di figura 4.3.1, che ha la funzione di garantire il ritorno del motore alla cilindrata massima quando il segnale di comando  $p_x$  viene rimosso.

#### 4.4 - Flow restrictor

The pilot (56) used in the PI control has a calibrated orifice with a 0.5 mm diameter, the  $R_1$  flow restrictor shown in Picture 4.3.1, which allows the motor to restore the maximum displacement position when the  $p_x$  piloting pressure ceases.

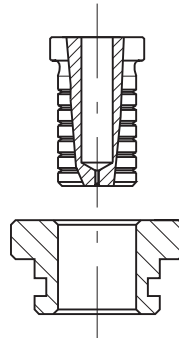


Figura 4.4.1 - Pilota regolatore PI

Picture 4.4.1 - PI control pilot

La presenza di una via di scarico diretta svincola la risposta del comando dal tipo di circuito di comando e dalla lunghezza dei tubi. In figura 4.4.1 è rappresentato il particolare del pilota e del portapilota di cui è dotato il regolatore.

The said direct discharge line releases the control response time to the piloting circuit characteristic and the piping length. Picture 4.4.1 shows the pilot and pilot housing of the PI control.

#### 4.5 - Curva caratteristica del regolatore

La relazione esistente tra la pressione di comando  $p_x$  e la cilindrata del motore è praticamente lineare ed è tracciata in figura 4.5.1.

#### 4.5 - Control characteristic curve

The relation between the  $p_x$  piloting pressure and the motor displacement is shown in Picture 4.5.1.

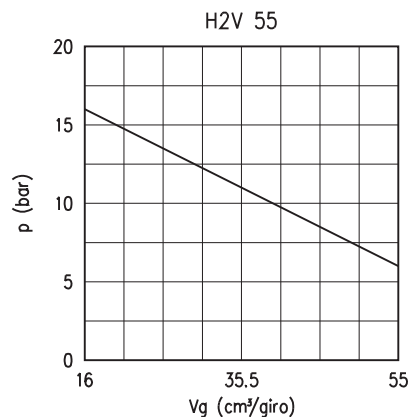


Figura 4.5.1 - Caratteristica regolatore PI

Picture 4.5.1 - PI control characteristic curve

In tabella 4.5.1 sono riportati i valori teorici della pressione di comando necessari per portare i motori H2V con regolatore PI dalla cilindrata massima alla cilindrata minima con una pressione di inizio regolazione pari a 6 bar.

Table 4.5.1 shows the  $p_x$  pressure theoretical values required to swivel the H2V "PI" motors from the maximum to the minimum displacement with a control starting pressure of 6 bar.

Tabella 4.5.1 Table 4.5.1

H2V PI	$l_0$ (mm)	$k_2$ (N/mm)	$S_x$ (mm <sup>2</sup> )	$F_0$ (N)	$p_{min}$ (bar)	$p_{max}$ (bar)	$\Delta p$ (bar)
55	35.5	2.2	78.34	47	6	16	10
75	40.5	1.78	78.34	47	6	15	9
108	44.5	1.78	78.34	47	6	16	10
160	51.9	1.37	78.34	47	6	15	9
226	58.8	1.37	78.34	47	6	16	10

La variazione del valore di pressione di inizio regolazione può essere effettuata variando il precarico della molla (69). Per variare il valore del  $Dp$  è invece necessario variare la rigidità della molla (66).

#### 4.6 - Versione PI+PE

Il regolatore PI+PE si ottiene collegando al regolatore PI una valvola di sequenza a pilotaggio esterno (Cod. 440.8170.0000) con campo di taratura da 100 a 300 bar ed inserendo nel cappellotto inferiore (12) un grano con un foro calibrato di 0.8 mm (strozzatore  $R_2$ ) secondo lo schema di figura 4.6.1.

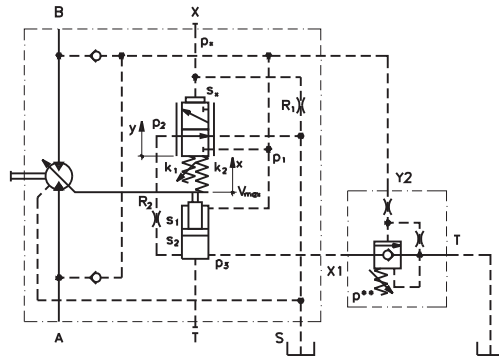


Figura 4.6.1 - Schema idraulico regolatore PI+PE

Il regolatore mantiene la cilindrata selezionata dal valore della pressione di pilotaggio  $p_x$  sino a che la pressione sulla linea di ammissione al motore non raggiunge il valore della pressione di taratura  $p^{**}$  della valvola di sequenza. Quando la valvola di sequenza è in regolazione la cilindrata del motore aumenta con l'aumentare della coppia applicata in modo da mantenere costante, al valore  $p^{**}$ , la pressione di ammissione. Il legame tra coppia e cilindrata del motore è riportato nella seguente formula (4.6.1).

$$V = \frac{628 \cdot M}{\eta_{hm} \cdot p^{**}} \quad (4.6.1)$$

Con la valvola in regolazione, infatti, il pistone di comando cilindrata può mantenersi in una data posizione solo se il rapporto tra le pressioni  $p_1$  e  $p_3$  è pari al rapporto tra le aree  $s_2$  ed  $s_1$ .

Il valore della pressione  $p_3$  dipende della pressione  $p_1$  e dal rapporto tra le aree delle luci di passaggio dello strozzatore  $R_2$  e della valvola di sequenza, dette rispettivamente  $A_1$  e  $A_2$ . La variazione della pressione  $p_3$  presente nella camera inferiore del pistone di comando in funzione del rapporto tra le superfici delle luci di passaggio dello strozzatore ( $A_1$ ) e della valvola ( $A_2$ ) è tracciata in figura 4.6.2 per un valore di  $p_2$  pari a 240 bar.

$$\frac{p_1}{p_3} = \frac{s_2}{s_1} \quad (4.6.2)$$

Il sistema può mantenersi stabile solo per un determinato valore della pressione  $p_1$  di ammissione, circa pari a  $p^{**}$ . Qualsiasi variazione della coppia applicata al motore induce una variazione corrispondente della pressione  $p_1$ . Tale variazione modifica la luce di passaggio della valvola di sequenza e quindi il valore della pressione  $p_3$ . La variazione di  $p_3$  provoca la variazione della cilindrata del motore e quindi della pressione  $p_1$  sino al raggiungimento di una nuova condizione di equilibrio.

The control starting pressure setting is made varying the spring's (69) preload. To set the piloting pressure variation field the spring (66) stiffness must be changed.

#### 4.6 - PI+PE control version

The PI+PE control is obtained adding an external piloting sequence valve (code 440.8170.0000) to the standard PI control. The valve pressure setting field is from 100 to 350 bar. A fixed flow restrictor, with a 0.8 mm diameter orifice, must be added to the lower cap (12) ( $R_2$ , Picture 4.6.1).

Picture 4.6.1 - PI+PE control hydraulic layout

The control displacement is varied proportional to the  $p_x$  piloting pressure until the motor input pressure reaches the sequence valve setting pressure value  $p^{**}$ . When the sequence valve is functioning the motor displacement is increased following the output torque increase, in such a way that the motor input pressure is kept constant and equal to the  $p^{**}$  value. The relation between the output torque and the motor displacement is shown in the formula below (4.6.1).

As a matter of fact, when the sequence valve is functioning the control piston is balanced only if the ratio between the two pressure values  $p_1$  and  $p_3$  is equal to the ratio between the  $s_2$  and  $s_1$  areas.

The  $p_3$  pressure value is dependent from the  $p_1$  pressure value and from the ratio between the  $R_2$  flow restrictor's cross section and the sequence valve's cross section, respectively  $A_1$  and  $A_2$ . Picture 4.6.2 shows the  $p_3$  pressure (acting on the lower control piston's chamber) variation in function of the ratio between the said  $A_1$  and  $A_2$  areas for a  $p_2$  pressure value of 240 bar.

The system is stable only for a  $p_1$  input pressure value approximately equal to the  $p^{**}$  pressure value. Every torque variation induces a correspondent  $p_1$  pressure variation. Said variation changes the sequence valve cross section therefore changes the  $p_3$  pressure value. The  $p_3$  pressure variation causes the motor displacement to change, therefore varying the  $p_1$  pressure until a new balance position is reached.



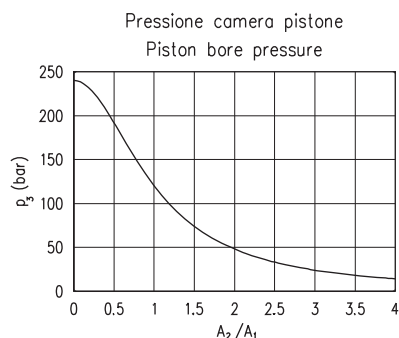


Figura 4.6.2 - Variaz. della pressione nella camera inf. del cilindro

Picture 4.6.2 - Lower control piston chamber pressure variation

Per il funzionamento del sistema di regolazione è indispensabile la presenza dello strozzatore  $R_2$  a cui è affidato il compito di disaccoppiare la pressione  $p_3$  dalla pressione  $p_2$ .

For a good control functioning it is required the  $R_2$  flow restrictor, which releases the  $p_3$  pressure value from the  $p_2$  one.

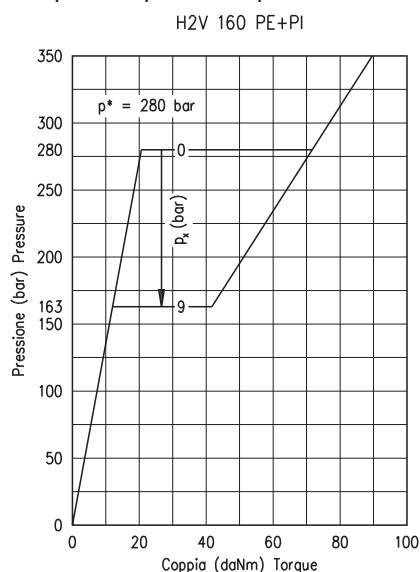
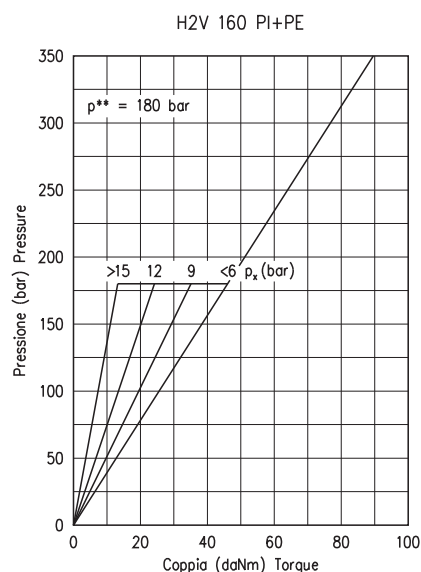


Figura 4.6.3 - Caratteristica regolatori PE+PI e PI+PE

In figura 4.6.3 sono tracciate le caratteristiche dei regolatori PE+PI e PI+PE. I diagrammi evidenziano la differenza esistente tra i due tipi di regolatore. Infatti nel regolatore PE+PI mediante il segnale di pilotaggio  $p_x$  è possibile variare la pressione di intervento del regolatore. Nel regolatore PI+PE, invece, variando la pressione di pilotaggio si imposta il valore della cilindrata minima del motore.



Picture 4.6.3 - PE+PI and PI+PE controls characteristics

Picture 4.6.3 shows the PE+PI and PI+PE controls characteristic curves. These two diagrams show the difference between the two different controls: In the PE+PI control the control setting pressure is varied by the means of the  $p_x$  piloting pressure. In the PI+PE control the piloting pressure acts to change the motor's minimum displacement value.

## 5 - Regolatore 2PI per motori H2V

### 5.1 - Descrizione

Il regolatore idraulico a due posizioni permette di variare la cilindrata tra  $V_g \text{ max}$  e  $V_g \text{ min}$  applicando o no una pressione di pilotaggio sull'attacco X. Questo regolatore è simile al PI ma la mancanza della molla di retroazione consente l'ottenimento delle sole cilindrata estreme  $V_g \text{ max}$  e  $V_g \text{ min}$ . La minima pressione richiesta è di 10 bar, mentre la massima ammissibile è di 50 bar su X.

Il montaggio standard del regolatore è (1) (da  $V_g \text{ max}$  a  $V_g \text{ min}$ ), ma il montaggio (2) (da  $V_g \text{ min}$  a  $V_g \text{ max}$ ) è disponibile a richiesta. Una pressione minima di 40 bar è necessaria per il funzionamento del regolatore.

Con l'aggiunta di una valvola di sequenza a pilotaggio esterno (cod. 440.8170.0000) è possibile ottenere il regolatore 2PI+PE.

### 5.2 - Complessivo

In figura 5.2.1 è rappresentato il complessivo del regolatore 2PI per motori a pistoncini assiali a corpo inclinato della serie H2V.

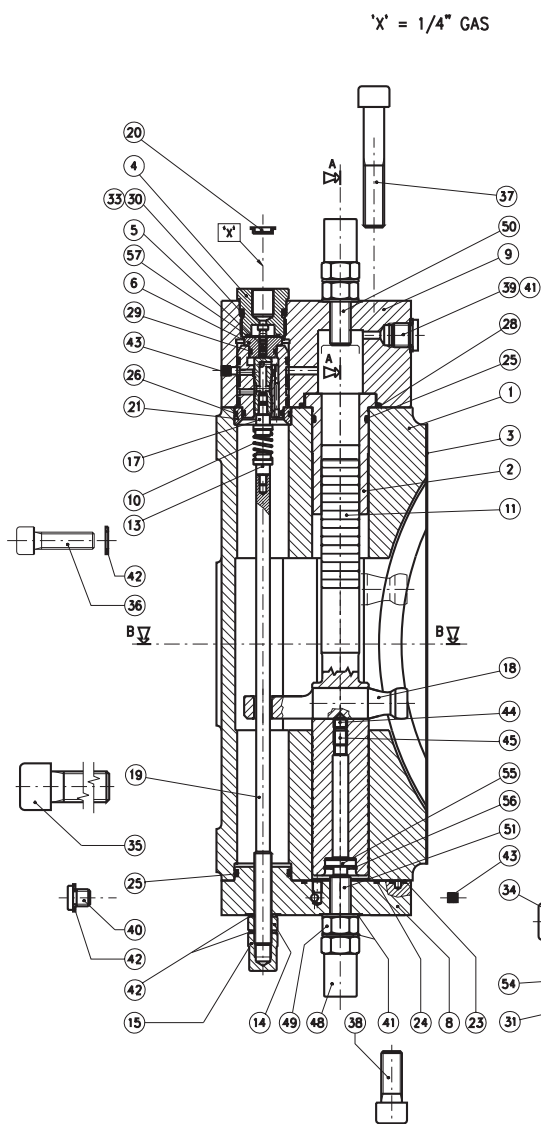


Figura 5.2.1 - Complessivo regolatore 2PI

## 5 - 2PI control for H2V motors

### 5.1 - Description

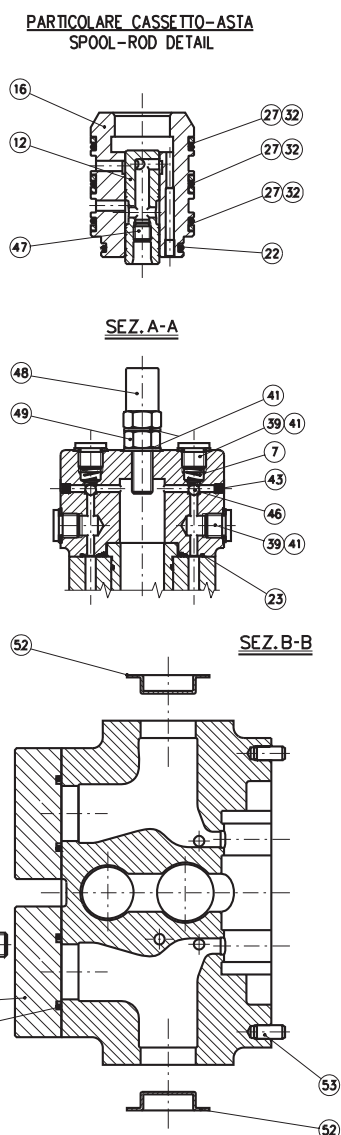
The two positions hydraulic control allows the pump to function at the Maximum or at the minimum displacement whether or not an external piloting pressure acts on the X port. This control is similar to the PI control but it lacks of the feedback spring, therefore only the  $V_g \text{ Max}$  and  $V_g \text{ min}$ . can be obtained. The minimum required piloting pressure is 10 bar and the Max. permissible one is 50 bar.

The standard displacement setting is (1), from  $V_g \text{ Max.}$  to  $V_g \text{ min.}$ , but the displacement setting (2) from  $V_g \text{ min.}$  to  $V_g \text{ Max.}$  is available on request. A minimum 40 bar functioning pressure is required.

Adding an external piloting sequence valve to the basic 2PI control (code 440.8170.0000) it is possible to obtain the 2PI+PE control.

### 5.2 - Cutaway

Picture 5.2.1 shows the 2PI control for H2V series variable displacement axial piston motors, bent axis design, cutaway drawing.



Picture 5.2.1 - 2PI control cutaway drawing



## 6 - Regolatore EM per motori H2V

### 6.1 - Descrizione

Il regolatore elettromagnetico proporzionale consente una variazione continua e programmabile della cilindrata proporzionalmente all'intensità della corrente di alimentazione di un solenoide proporzionale. L'elettromagnete proporzionale applica una forza sul pilota proporzionale all'intensità di corrente ed il motore varia la sua cilindrata fino a che la molla di retroazione ripristina l'equilibrio. L'alimentazione di corrente continua a 24V deve permettere intensità di corrente variabili tra 250 e 700 mA. La massima corrente ammissibile è di 800 mA. Il montaggio standard del regolatore è (1) (da  $V_g \text{ max}$  a  $V_g \text{ min}$ ) ma il montaggio (2) (da  $V_g \text{ Min}$  a  $V_g \text{ max}$ ) è disponibile a richiesta. Una pressione minima di 40 bar è necessaria per il funzionamento del regolatore. Per controllare il magnete proporzionale sono disponibili un amplificatore proporzionale HCR/E-AVR (Cod. 650.9908.0000) od un chopper elettronico (Cod. 650.9901.0000) che devono essere ordinati separatamente.

Con l'aggiunta di una valvola di sequenza a pilotaggio esterno (Cod. 440.8170.0000) è possibile ottenere il regolatore EM+PE.

### 6.2 - Complessivo

In figura 6.2.1 è rappresentato il complessivo del regolatore EM per motori a pistoncini assiali a corpo inclinato della serie H2V.

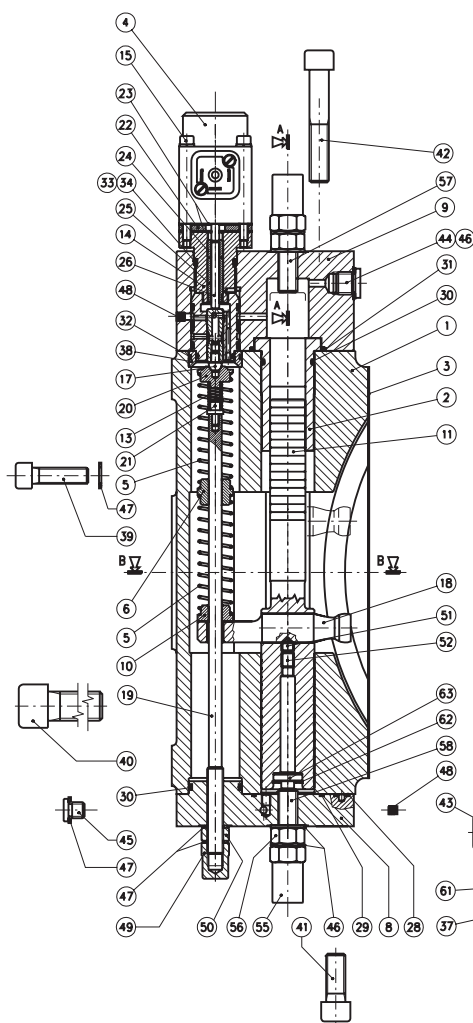


Figura 6.2.1 - Complessivo regolatore EM

## 6 - EM control for H2V motors

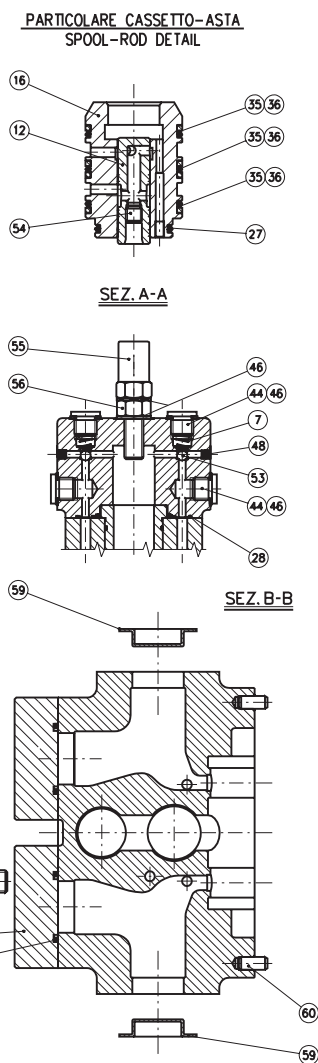
### 6.1 - Description

The proportional electronic control allows to control the motor displacement in such a way that said displacement is kept proportional to a variable and programmable proportional solenoid piloting current. The proportional solenoid generates on the control pilot a force which is proportional to said piloting current value, therefore the control varies the motor displacement until the feedback spring restores the balance. The 24 V D.C. feeding current range must be within 250 and 700 mA. The maximum permissible current value is 800 mA. The standard displacement setting is (1), from  $V_g \text{ Max.}$  to  $V_g \text{ min.}$ , but the displacement setting (2), from  $V_g \text{ min.}$  to  $V_g \text{ Max.}$  is available on option. A minimum 40 bar functioning pressure is required for the control operation. To control the proportional solenoid piloting current a proportional amplifier HCR/E-AVR (code 650.9908.0000) or an electronic chopper (code 650.9901.0000) are allowable.

Adding an external piloting sequence valve (code 440.8170.0000) to the basic EM control it is possible to obtain the EM+PE control.

### 6.2 - Cutaway

Picture 6.2.1 shows the EM control for H2V series variable displacement axial pistons motors cutaway drawing.



Picture 6.2.1 - EM control cutaway drawing

### 6.3 - Schema idraulico

In figura 6.3.1 è rappresentato lo schema idraulico del regolatore EM. Il regolatore è posto in modo da variare la cilindrata del motore dal valore massimo a quello minimo.

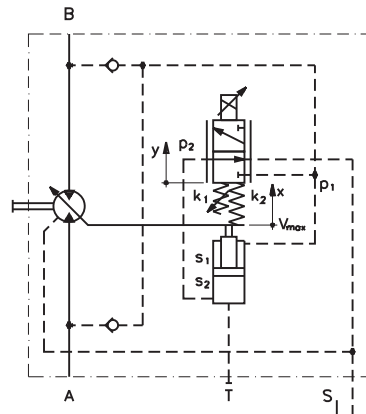


Figura 6.3.1 - Schema idraulico regolatore EM

Il principio di funzionamento del regolatore EM è simile a quello del regolatore PI. La cilindrata del motore varia proporzionalmente ad un segnale di comando. Nel caso del regolatore EM il segnale di comando è elettrico, anziché idraulico come nel regolatore PI.

L'elettromagnete (54) produce una forza, agente direttamente sul cassetto (50), proporzionale alla corrente di alimentazione. La caratteristica Corrente-Forza dell'elettromagnete, alimentato a 24V, è riportata in figura 6.3.2.

### 6.3 - Hydraulic layout

Picture 6.3.1 shows the EM control for H2V series motors hydraulic layout. The displacement setting is (1), from Vg Max. to Vg min.

Picture 6.3.1 - EM control hydraulic layout

The functioning principle is very similar to the PI hydraulic control one. The motor displacement is varied proportionally to a control input. In the EM control said input is electric instead of hydraulic as it was in the PI control.

The solenoid (54) generates a force which acts directly on the control spool (50) and is proportional to the piloting current. The current-stroke characteristic curve of the solenoid is shown in Picture 6.3.2.

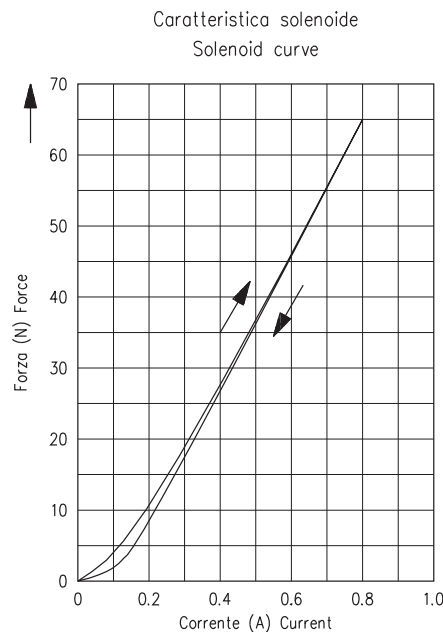


Figura 6.3.2 - Caratteristica elettromagnete

La caratteristica dell'elettromagnete è lineare per valori di corrente compresi tra 150 e 800 mA. Tale corrente corrisponde ad una forza generata compresa tra 5 e 65 N. La caratteristica dell'elettromagnete può essere espressa con la relazione:

$$F_e = A_1 \cdot I - A_0$$

Dove con  $F_e$  si è indicata la forza generata dall'elettromagnete e con  $I$  la corrente di comando di quest'ultimo. Nel caso in esame  $A_1$  e  $A_0$  assumono i seguenti valori:

$$A_1 = 92.31 \text{ N/A}$$

$$A_0 = 8.85 \text{ N}$$

Picture 6.3.2 - Solenoid characteristic curve

The solenoid characteristic curve is linear when the input current is comprised between 150 and 800 mA. With said current the solenoid generates a force comprised between 5 and 65 N. The solenoid characteristic is described with the following formula:

$$(6.3.1)$$

Where  $F_e$  is the force which is generated by the solenoid and  $I$  the piloting current. In this case  $A_1$  and  $A_0$  have the following values:

$$(6.3.2)$$



Indicando con  $F_0$  il precarico della molla (64), l'equilibrio del cassetto (50) può essere espresso con la relazione seguente:

$$F_e = k_2 \cdot x + F_0$$

Anche in questo caso i termini in  $y$ , relativi allo spostamento del cassetto, sono stati trascurati. Il cassetto inizierà a regolare solo quando la forza generata dall'elettromagnete avrà raggiunto un'intensità tale da vincere il precarico della molla (64). Per un corretto funzionamento del sistema, è preferibile che la zona di lavoro del solenoide sia quella corrispondente alla linearità. Per tale motivo il precarico della molla (64) deve essere superiore ai 5 N, che corrispondono ad una corrente di comando di 150 mA. Usualmente il comando viene tarato per iniziare la regolazione con correnti comprese tra 250 e 300 mA in funzione della cilindrata del motore. Tali correnti corrispondono ad un precarico  $F_0$  compreso tra 14 e 17 N. Agendo sui grani di regolazione (7) e (8) è possibile variare i valori della cilindrata massima e minima. Detto  $l_0$  il valore della corsa totale del pistone di comando, la cilindrata del motore in funzione dello spostamento  $x$  del pistone può essere calcolata mediante la formula (6.3.4).

$$V = V_{\max} - x \cdot \frac{V_{\max} - V_{\min}}{l_0}$$

Le formule (6.3.1), (6.3.3) e (6.3.4) permettono di calcolare la relazione esistente tra la corrente di comando  $I$  dell'elettromagnete e la cilindrata  $V$  del motore.

La capacità di controllo della variazione della cilindrata dipende, nel regolatore EM, dalla possibilità di variare la corrente di alimentazione dell'elettromagnete proporzionale. Si deve, quindi disporre di un generatore variabile di corrente.

If  $F_0$  is the spring (64) preload, the spool (50) is balanced when the following equation is true:

$$(6.3.3)$$

In this case, too, the terms containing the  $y$  stroke value of the spool can be neglected. The spool will start to move only when the solenoid force is high enough to win the spring (64) preload. For a good control functioning it is recommended that the solenoid is used with a piloting current within the linear characteristic piloting current field. For this reason the spring (64) preload must be higher than 5 N, which correspond to a piloting current of 150 mA. Usually the control starting piloting current is set to 250 ÷ 300 mA, in function of the motor displacement. Said current value correspond to a spring preload force  $F_0$  comprised between 14 and 17 N. Acting on the displacement setting screws (7) and (8) it is possible to set the Maximum and minimum displacement of the motor. If  $l_0$  is the total control piston stroke value, the relation between the said piston stroke  $x$  and the motor displacement can be calculated with the following equation (6.3.4):

$$(6.3.4)$$

Formulas (6.3.1), (6.3.3) and (6.3.4) allow to calculate the relation between the solenoid piloting current and the motor displacement  $V$ .

The EM control will be able to continuously vary the motor displacement only if the piloting current can be accurately controlled itself. A variable piloting current generator must therefore be adopted.

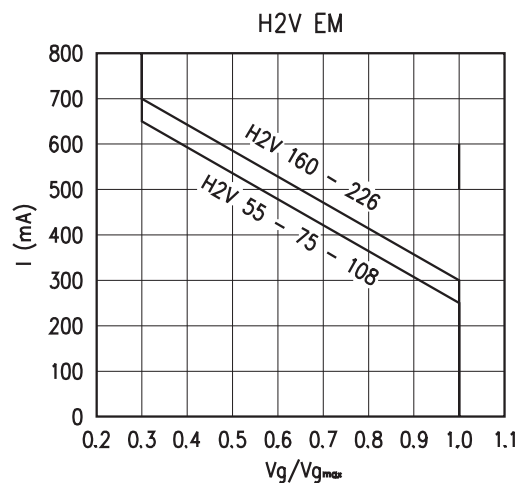


Figura 6.4.1 - Caratteristiche motori H2V EM

La Samhydraulik produce due schede elettroniche, con diverse caratteristiche, adatte al controllo degli elettromagneti proporzionali impiegati nei regolatori EM per pompe H1V e motori H2V. Queste schede offrono, inoltre, la possibilità di intervenire sulla rapidità di aumento e diminuzione della corrente di controllo per esigenze di temporizzazione.

#### 6.4 - Curva caratteristica del regolatore

La relazione esistente tra la corrente di alimentazione dell'elettromagnete e la cilindrata del motore è lineare. In figura 6.4.1 sono tracciate le caratteristiche Cilindrata - Corrente dei motori della serie H2V con regolatore EM.

La variazione del valore della corrente di inizio regolazione può essere effettuata variando il precarico della molla (64). Per variare il valore dell'intervallo di corrente di regolazione è, invece, necessario variare la rigidità della molla di retroazione (66).

Picture 6.4.1 - EM control characteristic curves

Samhydraulik produces two electronic cards with different characteristics which are suitable to control the proportional solenoids of the EM controls for H2V motors. Said cards give also the possibility to vary the piloting current variation speed to customise the control response time.

#### 6.4 - Control characteristic curve

The linear relation between the solenoid piloting current and the motor displacement in the EM controls for H2V motors is shown in Picture 6.4.1

The control starting current value can be set adjusting the spring (64) preload. To change the control piloting current field it is otherwise necessary to change the backup spring (66) stiffness.

## 7 - Regolatore 2EM per motori H2V

### 7.1 - Descrizione

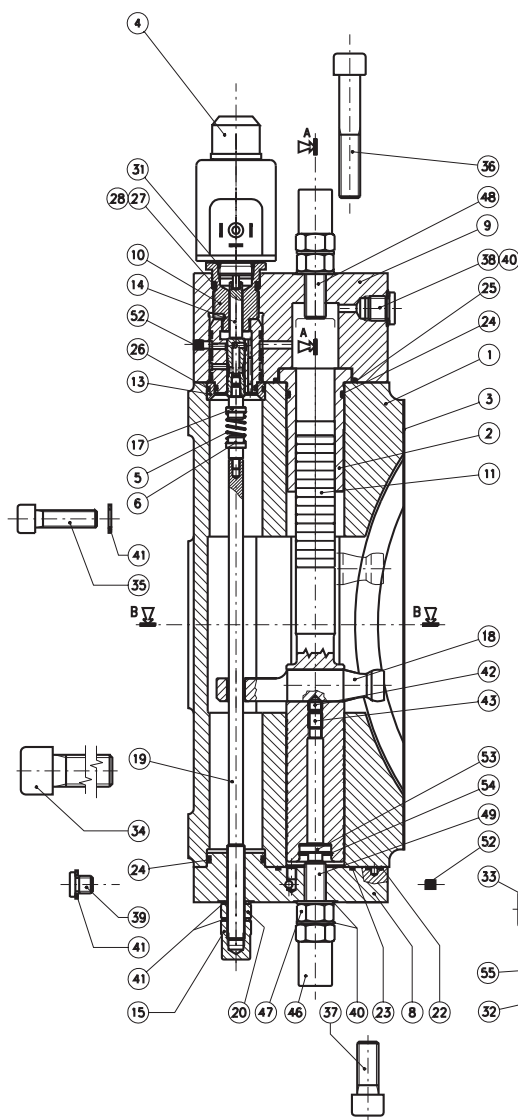
Il regolatore elettromagnetico a due posizioni permette di regolare la cilindrata del motore fra  $V_g \text{ max}$  e  $V_g \text{ min}$  intervenendo sull'alimentazione di un magnete ON/OFF.

Il funzionamento è analogo all'EM, ma la mancanza della molla di retroazione consente di ottenere solo le due cilindrata estreme ( $V_g \text{ max}$  e  $V_g \text{ min}$ ). L'elettromagnete è disponibile nelle versioni 12V c.c. e 24V c.c.

La posizione standard del regolatore è (1) (da  $V_g \text{ max}$  a  $V_g \text{ min}$ ) ma la posizione (2) (da  $V_g \text{ min}$  a  $V_g \text{ max}$ ) è disponibile a richiesta. Una pressione minima di 40 bar è necessaria per il funzionamento del comando.

### 7.2 - Complessivo

In figura 7.2.1 è rappresentato il complessivo del regolatore 2EM per motori a pistoni assiali a corpo inclinato della serie H2V.



## 7 - 2EM control for H2V motors

### 7.1 - Description

The two position electric control allows the motor to function at the Maximum or the minimum displacement switching an ON-OFF solenoid.

The control functioning is similar to the EM control one, but the lack of the feedback spring allows the control to function only at the  $V_g \text{ Max.}$  or the  $V_g \text{ min.}$  The solenoid feeding voltage can be 12 V D.C. or 24 V D.C. on option.

The control standard displacement setting is (1), from  $V_g \text{ Max.}$  to  $V_g \text{ min.}$ , but the displacement setting (2), from  $V_g \text{ min.}$  to  $V_g \text{ Max.}$  is available as well. A minimum 40 bar control functioning pressure is required.

### 7.2 - Cutaway

Picture 7.2.1 shows the 2EM control for H2V series variable displacement axial pistons motors cutaway drawing..

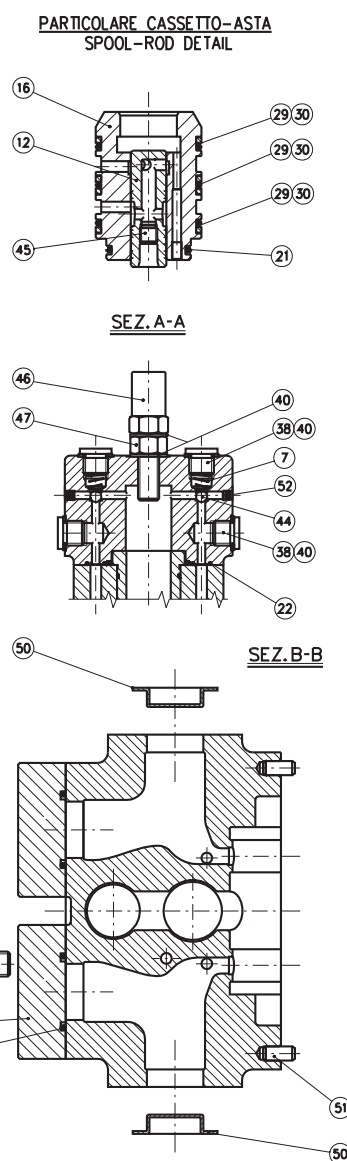


Figura 7.2.1 - Complessivo regolatore 2EM

Picture 7.2.1 - 2EM control cutaway drawing

### 7.3 - Schema idraulico

In figura 7.3.1 è rappresentato lo schema idraulico del regolatore 2EM. Il regolatore è posto in modo da variare la cilindrata del motore dal valore massimo a quello minimo.

Il principio di funzionamento di questo comando è identico a quello del comando 2PI. L'unica differenza è costituita dal tipo di azionamento. Nel 2PI lo spostamento del cassetto è provocato dalla presenza di una pressione di pilotaggio. Nel comando 2EM lo spostamento è provocato dalla fuoriuscita dell'astina dell'elettromagnete a corrente continua a due posizioni (54).

La molla di riscontro (64) è la stessa che viene impiegata sul comando 2PI ed ha come unico scopo quello di garantire il ritorno in cilindrata massima quando viene a mancare il segnale di comando dell'elettromagnete.

### 7.3 - Cutaway

Picture 7.3.1 shows the 2EM control hydraulic layout. The control displacement setting is (1), from Vg Max. to Vg min.

This control functioning principle is identical to the 2PI control one. The only difference between said controls is the way in which the control is operated. In the 2PI control the spool is moved by the means of a piloting pressure. In the 2EM control said movement is induced by the push of the ON-OFF solenoid rod (54).

The stop spring (64) is the same of the 2PI control and it allows the control to restore the Maximum displacement position when the solenoid is switched OFF.

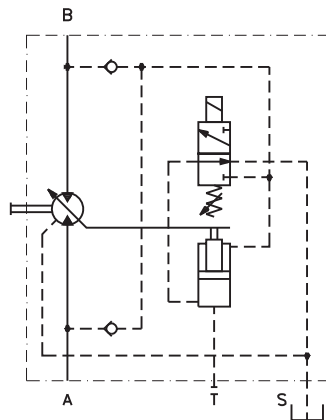


Figura 7.3.1 - Schema idraulico regolatore 2EM

Picture 7.3.1 - 2EM control hydraulic layout

## 8 - Regolatore 2EM+PE per motori H2V

### 8.1 - Descrizione

Il dispositivo limitatore di pressione consente al motore di portarsi alla cilindrata massima (Vg max) al raggiungimento della pressione di taratura.

Al di sotto di tale soglia, il funzionamento non si discosta da quello del comando 2EM. A magnete non eccitato il motore è alla Vg max. Questo dispositivo è raccomandato per le applicazioni su verricelli. La posizione del regolatore è la (1) (da Vg max a Vg min).

### 8.2 - Complessivo

In figura 8.2.1 è rappresentato il complessivo del regolatore 2EM+PE per motori a pistoni assiali a corpo inclinato della serie H2V.

## 8 - 2EM+PE control for H2V motors

### 8.1 - Description

The pressure limiting device swivels the motor to its Maximum displacement when the control pressure setting value is reached.

Below said pressure setting value the control behaves as a standard 2EM control. When the solenoid is OFF the motor works at the Maximum displacement. This control is particularly suitable for winches motors. The displacement setting is (1), from Vg Max. to Vg min.

### 8.2 - Cutaway

Picture 8.2.1 shows the 2EM+PE control for H2V variable displacement axial pistons motors cutaway drawing.

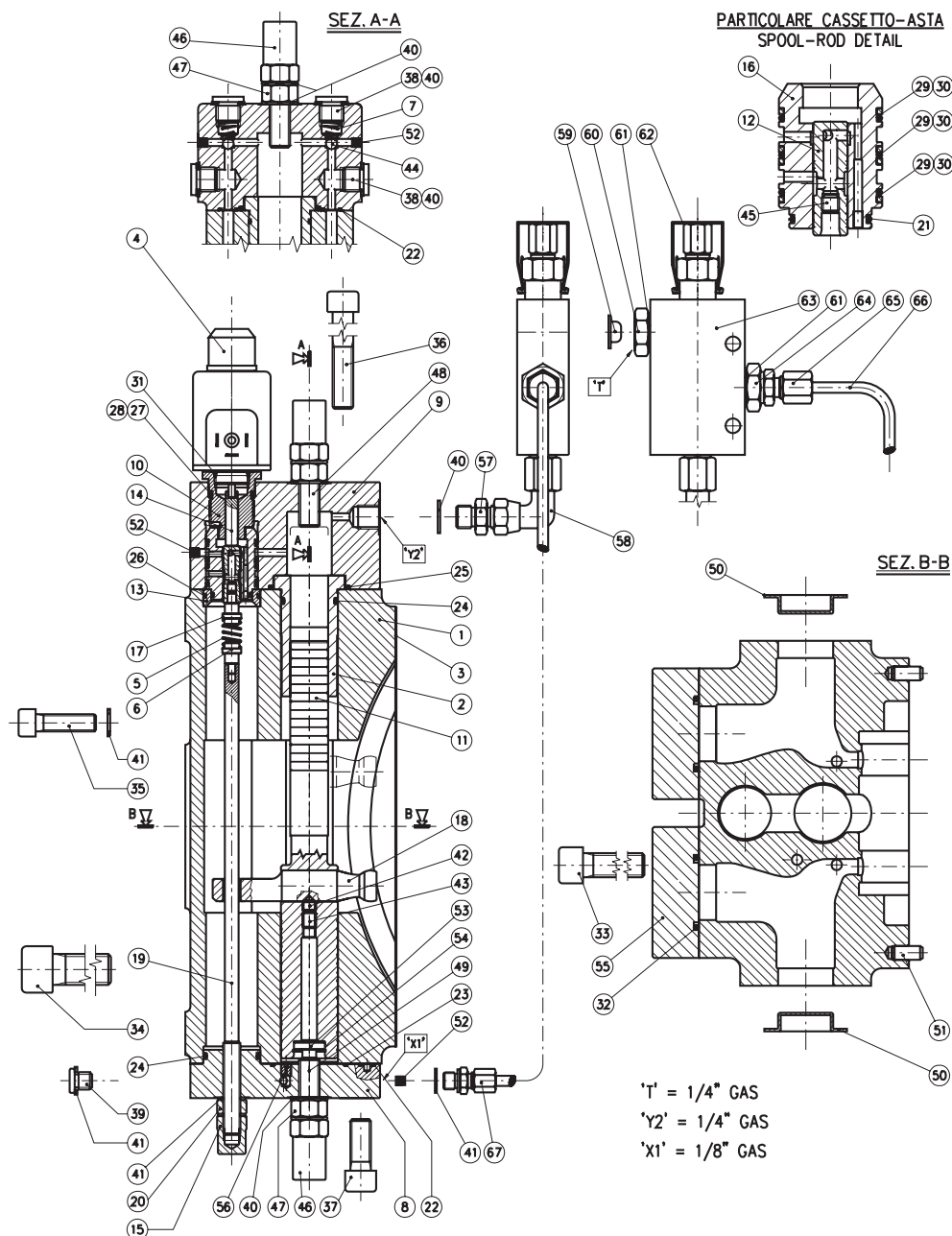


Figura 8.2.1 - Complessivo regolatore 2EM+PE

Picture 8.2.1 - 2EM+PE control cutaway drawing

### 8.3 - Schema idraulico

In figura 8.3.1 è rappresentato lo schema idraulico del regolatore 2EM+PE. Il regolatore è posto in modo da variare la cilindrata del motore dal valore massimo a quello minimo.

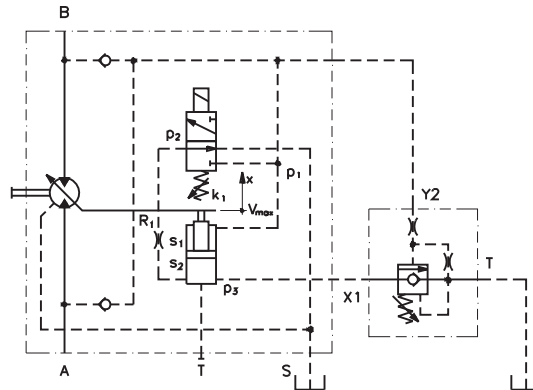


Figura 8.3.1 - Schema idraulico regolatore 2EM+PE

Il regolatore 2EM+PE si ottiene collegando al regolatore 2EM una valvola di sequenza a pilotaggio esterno (78) (Cod. 440.8170.0000) con campo di taratura da 100 a 300 bar ed inserendo nel cappello inferiore (12) un grano con un foro calibrato di 0.8 mm (strozzatore R<sub>1</sub>) (85) secondo lo schema di figura 8.3.1.

Quando il magnete non è eccitato il motore si trova in condizioni di massima cilindrata e la camera di superficie s<sub>2</sub> del pistone di comando è posta a scarico. Questa è una condizione stabile per qualunque valore della pressione di ammissione al motore. Quando il magnete è eccitato, invece, la camera di superficie s<sub>2</sub> del pistone di comando è connessa alla pressione di ammissione al motore. Dato che la camera di superficie s<sub>2</sub> del pistone ha un'area di spinta maggiore di quella della camera di superficie s<sub>1</sub>, il pistone di comando si sposta portando al minimo la cilindrata del motore. Questa posizione è mantenuta stabile dall'azione delle forze di pressione che agiscono sul pistone di comando.

Quando il magnete è eccitato e la pressione sulla linea di ammissione al motore raggiunge il valore della pressione di taratura p\* della valvola di sequenza, questa inizia a regolare permettendo lo smaltimento, verso serbatoio, del fluido contenuto nella camera di superficie s<sub>2</sub> del pistone di comando.

Quando la valvola di sequenza è in regolazione la cilindrata del motore aumenta con l'aumentare della coppia applicata in modo da mantenere costante, al valore p\*, la pressione di ammissione. Il legame tra coppia e cilindrata del motore è riportato nella seguente formula (8.3.1).

$$V = \frac{628 \cdot M}{\eta_{hm} \cdot p^*} \quad (8.3.1)$$

Con la valvola in regolazione, infatti, il pistone di comando cilindrata può mantenersi in una data posizione solo se il rapporto tra le pressioni p<sub>1</sub> e p<sub>3</sub> è pari al rapporto tra le aree s<sub>2</sub> ed s<sub>1</sub>.

$$\frac{p_1}{p_3} = \frac{s_2}{s_1} \quad (3.6.2)$$

Il valore della pressione p<sub>3</sub> dipende dalla pressione p<sub>1</sub> e dal rapporto tra le aree delle luci di passaggio dello strozzatore R<sub>2</sub> e della valvola di sequenza, dette A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> rispettivamente. La variazione della pressione p<sub>3</sub> presente nella camera inferiore del cilindro di comando in funzione del rapporto tra le superfici delle luci di passaggio dello strozzatore (A<sub>1</sub>) e della valvola (A<sub>2</sub>) è tracciato in figura 8.3.2 per un valore di p<sub>2</sub> pari a 240 bar.

### 8.3 - Hydraulic layout

Picture 8.2.1 shows the 2EM+PE control hydraulic layout. The control displacement setting is (1), from Vg Max. to Vg min.

Picture 8.3.1 - 2EM+PE hydraulic layout

The 2EM+PE control is obtained adding an external piloting sequence valve (78, code 440.8170.0000) to the basic 2EM control, with a setting field comprised between 100 and 300 bar, and adding a fixed flow restrictor (85) with a 0.8 mm diameter orifice (R<sub>1</sub> flow restrictor, see Picture 8.3.1) to the lower cap (12).

When the solenoid is OFF the motor works at the Max. displacement and the s<sub>2</sub> area control piston chamber is at the discharge pressure. This is a condition which is stable for every motor input pressure. When the solenoid is ON the s<sub>2</sub> control piston chamber is connected to the motor input pressure line. Since the s<sub>2</sub> area is higher than the s<sub>1</sub> area the control piston is moved swivelling the motor to the minimum displacement position. This position is kept by the means of the pressure generated forces acting on the control piston.

When the solenoid is ON and the motor input pressure reaches the control sequence valve setting pressure value p\*, the latter starts to function leaking to the reservoir the fluid contained in the s<sub>2</sub> control piston chamber.

When the sequence valve is functioning the motor displacement is therefore increased proportionally to the output torque in such a way that the motor input pressure is kept constant and equal to the p\* valve setting pressure value. The relation between the motor displacement and the output torque is shown in the following equation (8.3.1):

As a matter of fact, when the valve is functioning the control piston keeps its position only if the ratio between the p<sub>1</sub> and p<sub>3</sub> pressures is equal to the ratio between the s<sub>2</sub> and s<sub>1</sub> areas.

The p<sub>3</sub> pressure value depends from the p<sub>1</sub> pressure value and from the ratio between the R<sub>2</sub> flow restrictor cross section and the valve cross section, respectively A<sub>1</sub> and A<sub>2</sub>. Picture 8.3.2 shows the p<sub>3</sub> pressure variation in function of the ratio between A<sub>1</sub> and A<sub>2</sub> for a p<sub>2</sub> pressure value of 240 bar.



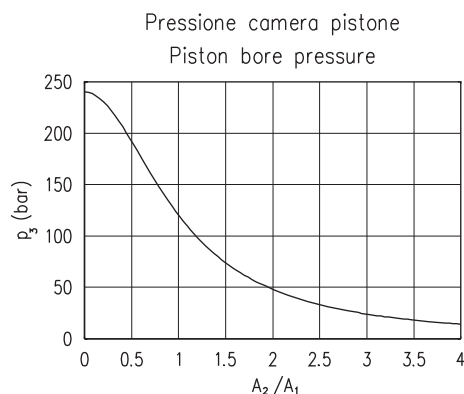


Figura 8.3.2 - Variaz. della pressione nella camera inf. del cilindro

Il sistema può mantenersi stabile solo per un determinato valore della pressione  $p_1$  di ammissione, circa pari a  $p^*$ . Qualsiasi variazione della coppia applicata al motore induce una variazione corrispondente della pressione  $p_1$ . Tale variazione modifica la luce di passaggio della valvola di sequenza e quindi il valore della pressione  $p_3$ . La variazione di  $p_3$  provoca la variazione della cilindrata del motore e quindi della pressione  $p_1$  sino al raggiungimento di una nuova condizione di equilibrio.

Per il funzionamento del sistema di regolazione è indispensabile la presenza dello strozzatore  $R_1$  a cui è affidato il compito di disaccoppiare la pressione  $p_3$  dalla pressione  $p_2$ .

Picture 8.3.2 - Lower control chamber pressure variation

The system keeps stabilised only for a single  $p_1$  input pressure value, approximately equal to  $p^*$ . Every output torque variation induces a corresponding variation in the  $p_1$  pressure value. Said variation modifies the sequence valve cross section therefore the  $p_3$  pressure value. The  $p_3$  pressure variation causes the motor displacement to vary, therefore the  $p_1$  pressure changes until a new balance is reached.

For the control functioning it is required the flow restrictor  $R_1$ , which releases the  $p_3$  pressure value from the  $p_2$  pressure.

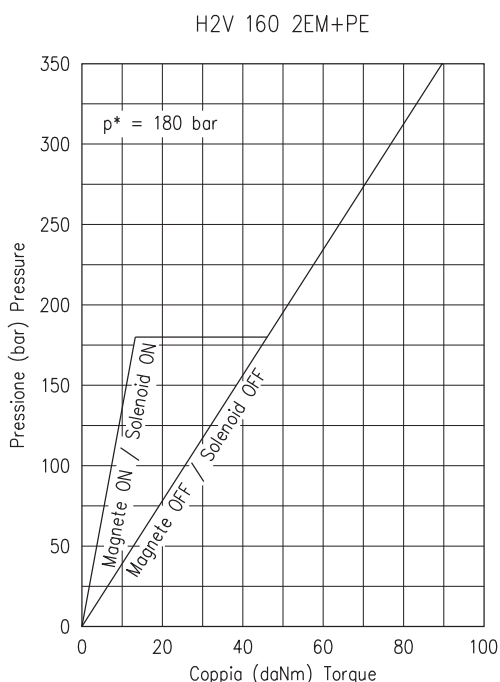


Figura 8.3.3 - Curva caratteristica regolatore 2EM+PE

In figura 8.3.3 è tracciata la curva caratteristica del regolatore 2EM+PE. Le caratteristiche tracciate nel grafico sono in realtà due. Una, quella rettilinea, corrispondente alla caratteristica del regolatore con magnete non eccitato, e una, simile alla caratteristica del regolatore PE, corrispondente alla caratteristica del regolatore 2EM+PE con elettromagnete eccitato.

Picture 8.3.3 - 2EM+PE control characteristic curve

Picture 8.3.3 shows the 2EM+PE control characteristic curve. The straight line corresponds the control operation with the solenoid OFF. The second curve, similar to the PE control characteristic curve, corresponds to the control operation with the solenoid ON.

## 9 - Regolatore LC per motori H2V

### 9.1 - Descrizione

La cilindrata del motore è variabile agendo sul volantino esterno. Il montaggio standard del regolatore è (1) (da  $V_g$  max a  $V_g$  min) ma il montaggio (2) (da  $V_g$  min a  $V_g$  max) è disponibile a richiesta.

### 9.2 - Complessivo

In figura 9.2.1 è rappresentato il complessivo del regolatore LC per motori a pistoni assiali a corpo inclinato della serie H2V.

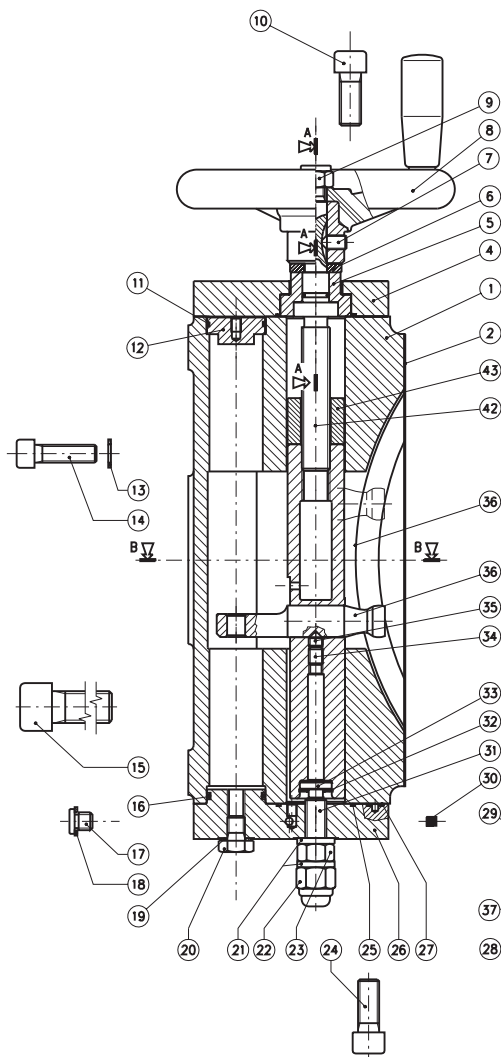


Figura 9.2.1 - Complessivo regolatore LC

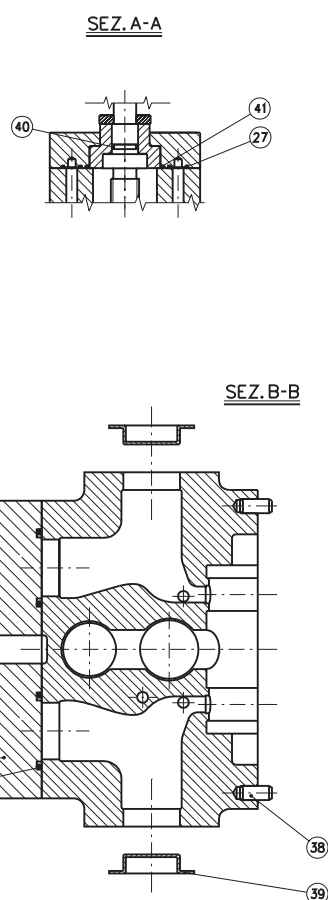
## 9 - LC control for H2V motors

### 9.1 - Description

The motor displacement is varied acting on an external handwheel. The standard displacement setting is (1), from  $V_g$  Max. to  $V_g$  min., but the displacement setting (2), from  $V_g$  min. to  $V_g$  Max. is available as well.

### 9.2 - Cutaway

Picture 9.2.1 shows the LC control for H2V variable displacement axial pistons motors cutaway drawing.



Picture 9.2.1 - LC control cutaway drawing

### 9.3 - Schema idraulico

In figura 9.3.1 è rappresentato lo schema idraulico del regolatore LC. Il regolatore è completamente manuale. La variazione della cilindrata del motore si effettua agendo sul volantino (8) che per mezzo della vite (3) provoca lo spostamento del pistone di comando (42). Quando il regolatore è in posizione (1) la limitazione della cilindrata massima viene effettuata agendo sul grano (31) mentre la limitazione della cilindrata minima viene effettuata utilizzando delle bussole (43) di altezza opportuna. In posizione 2 è la limitazione della cilindrata massima che deve essere effettuata tramite la bus- sola (43).

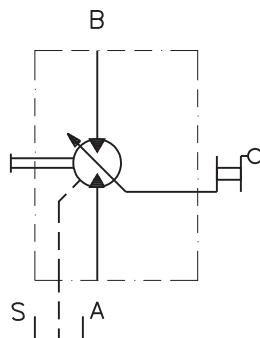


Figura 9.3.1 - Schema idraulico regolatore LC

Il numero di giri del volantino necessari per portare il motore dalla cilindrata nominale alla cilindrata minima dipende dalla cilindrata del motore. In tabella 9.3.1 è riportato tale numero per ogni cilindrata.

Tabella 9.3.1 - Giri volantino

H2V	55	75	108	160	226
giri / turns	21	23	25	36	40

### 9.2 - Cutaway

Picture 9.2.1 shows the LC control hydraulic layout. The control is completely manual. The motor displacement is varied acting on the control handwheel (8) which, by the means of the screw (3), moves the control piston (42). When the control has the displacement setting (1) the Max. displacement is set acting on the screw (31), while the min. displacement setting is achieved by the means of suitable spacers (43). On the contrary, if the displacement setting is (2) the spacers (43) will set the Max. displacement.

Picture 9.3.1 - LC control hydraulic layout

The number of handwheel turns required to swivel the motor from the nominal displacement to the minimum one depends on the motor displacement. Table 9.3.1 reports said numbers in function of the motor displacement.

Table 9.3.1 - Handwheel turns

## 10 - Formule e tabelle

## 10 - Formulas and tables

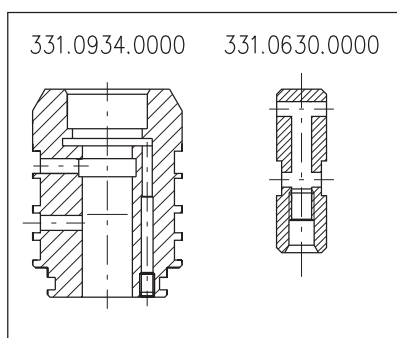
### Corse e dimensioni dei pistoni di comando

### Control pistons strokes and dimensions

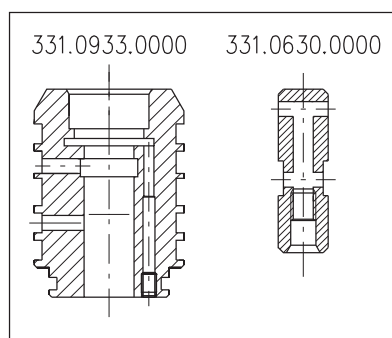
Motore	Pistone						
	Corsa (mm)	D (mm)	d (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	a (mm <sup>2</sup> )	A/a	a/A
H2V 55	35.6	24	11	452.39	95.03	4.76	0.21
H2V 75	40.5	26	11.5	530.93	103.87	5.11	0.20
H2V 108	44.5	30	13.5	706.86	143.14	4.94	0.20
H2V 160	51.9	33	22	855.30	380.13	2.25	0.44
H2V 226	58.2	36	25	1017.88	490.87	2.07	0.48

### Combinazioni cassetto - asta

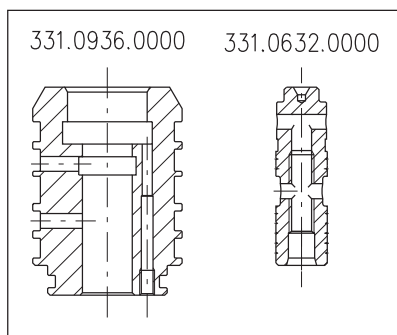
### Spool - rod combinations



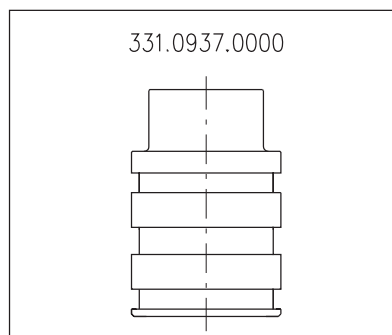
POMPE/PUMPS	MOTORI/MOTORS
NC NC+PI 2NC PC NC+PC	



POMPE/PUMPS	MOTORI/MOTORS
EM 2EM 2PI PI	EM 2EM 2PI 2EM+PE PI



POMPE/PUMPS	MOTORI/MOTORS
	PE PE+PI



POMPE/PUMPS	MOTORI/MOTORS
PCR	

## Calcolo grandezze nominali    Nominal values calculation

	Pompa	Motore
Portata generata	$Q = \frac{n \cdot V}{1000} \cdot \eta_v \quad (\text{l/min})$	
Coppia assorbita	$M = \frac{\Delta p \cdot V}{628} \cdot \frac{1}{\eta_{hm}} \quad (\text{daNm})$	
$\Delta p$ richiesto		$\Delta p = \frac{628 \cdot M}{V} \cdot \frac{1}{\eta_{hm}} \quad (\text{bar})$
Velocità di rotazione		$n = \frac{1000 \cdot Q}{V} \cdot \eta_v \quad (\text{giri/min})$
Potenza assorbita	$W_a = \frac{M \cdot n}{955} \quad (\text{kW})$	$W_a = \frac{Q \cdot \Delta p}{600} \quad (\text{kW})$
Potenza fornita	$W_f = \frac{Q \cdot \Delta p}{600} \quad (\text{kW})$	$W_f = \frac{M \cdot n}{955} \quad (\text{kW})$
Rendimento totale	$\eta_t = \frac{W_f}{W_a} = \eta_v \cdot \eta_{hm}$	$\eta_t = \frac{W_f}{W_a} = \eta_v \cdot \eta_{hm}$

## Dati tecnici motori H2V    H2V motors technical data

		H2V 55	H2V 75	H2V 108	H2V 160	H2V 226	
Cilindrata max	cm³/giro	54.8	73.5	107.46	160.75	224.83	
Cilindrata min	cm³/giro	15.8	21.7	30.9	46.2	64.8	
Pressione	bar	Max cont.	350				
		Max picco	450				
Velocità di rotazione	giri/min	25°	3900	3500	3200	2800	2500
		7°	5200	4700	4300	3700	3200
Regime minimo di rotazione		Per impieghi a regimi inferiori ai 150 giri/min con pressioni non superiori ai 350 consultare l'ufficio tecnico					
Costante di coppia	daNm/bar	25°	0.0872	0.1197	0.1709	0.2549	0.3575
		7°	0.0251	0.0345	0.0491	0.0735	0.1030
Potenza max teorica erogata	kW	121	149	188	252	314	
Coppia trasmessa a 350 bar	daNm	30.5	41.9	59.8	89.2	125.1	
Diametro interno min del tubo di drenaggio	mm	13	13	13	18	18	
Peso	kg	29	41	54	76	106	
campo di viscosità	Cst	15÷40					
Grado ammesso di contaminazione del fluido		18/15 ISO/DIN 4406					





S.A.M. HYDRAULIK S.p.A.  
Via Moscova, 10 - 42100 REGGIO EMILIA (Italy)  
Tel. +39 (0)522 927098 - Fax +39 (0)522 927093  
Telex 530484 SAMRE I

Distribuito da: \_\_\_\_\_  
Represented by: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_