



OFFICINE MARIO DORIN SINCE 1918

**DORIN**<sup>®</sup>  
INNOVATION

## REGOLAZIONE DI CAPACITÀ STEPLESS STEPLESS CAPACITY REGULATION



**BOLLETTINO TECNICO  
TECHNICAL BULLETIN**

## INDICE- INDEX

■ sommario - summary	2
■ generalità - general	3
■ descrizione del controllo di capacità stepless - stepless capacity control description	3
■ attivazione della bobina del controllo di capacità stepless SLCR - coil activation of stepless capacity control SLCR	5
■ posizionamento del teste per controllo di capacità stepless SLCR - position of stepless capacity control heads SLCR	5
■ controllo - control	9
■ tempi di attivazione delle valvole per controllo di capacità stepless SLCR - activation time of SLCR stepless capacity control valve	9
■ diagramma di applicazione con controllo di capacità - application envelope with energized capacity control heads	9
■ raffreddamento ausiliario e controllo di capacità - additional cooling with capacity control	10
■ layout delle tubazioni, dell'evaporatore e della valvola di espansione - piping, evaporator and expansion valve layout	10
■ codici ricambio delle teste con controllo di capacità stepless SLCR - spare part codes of stepless capacity control heads SLCR	11
■ installazione delle teste con controllo di capacità stepless SLCR - installation of stepless capacity control heads SLCR	11

### SOMMARIO

Il controllo di capacità viene spesso usato per adeguare la resa frigorifera fornita dal compressore alle effettive necessità dell'impianto.

Il presente bollettino tecnico descrive dettagliatamente il funzionamento del compressore con il **nuovo controllo di capacità stepless, SLCR**.

È possibile installare l'**SLCR** sulle seguenti gamme di compressori a partire dai compressori a 4 cilindri:

- serie H
- serie HEX
- serie HEP
- serie TH

e sulle unità condensatrici AU-AUT-AULN-WU-RU equipaggiate con i compressori sopra menzionati.

### SUMMARY

Capacity control is often used to match output cooling capacity supplied by the compressor to the actual request from the plant.

The technical bulletin describes the capacity control devices installed on Dorin semihermetic compressors.

It is possible to install the capacity control on following compressor ranges starting from 4 cylinders compressors:

- H range
- HEX range
- HEP range
- TH range

and on condensing units AU-AUT-AULN-WU-RU equipped with above mentioned compressor ranges.

## GENERALITA'

I compressori sono generalmente dimensionati per fornire la massima resa frigorifera richiesta dall' impianto. Nelle normali condizioni di lavoro però, la resa frigorifera effettivamente richiesta dall' impianto è spesso inferiore alla massima stimata in fase di progetto.

Da molti anni ormai si sono diffusi sui compressori semiermetici sistemi di controllo di capacità a gradini. Questi sistemi hanno lo scopo di ridurre la resa frigorifera fornita dal compressore, riducendone di conseguenza i cicli di start/stop, incrementando così l'affidabilità dei compressori stessi e migliorando la risposta del circuito alle esigenze dell'impianto.

Il sistema di **controllo di capacità stepless, SLCR**, costituisce un'evoluzione dei sistemi di controllo di capacità tradizionali il cui principale limite consisteva in una ridotta adattabilità alle effettive esigenze dell'impianto, potendo disporre di una riduzione di potenza a gradini di numero limitato e dipendente dal numero di teste del compressore.

Con il nuovo **controllo di capacità stepless, SLCR**, è possibile adattare la potenza frigorifera fornita dal compressore alle effettive esigenze dell'impianto in maniera continua e priva di gradini.

## DESCRIZIONE DEL CONTROLLO DI CAPACITÀ STEPLESS

Sui compressori Dorin equipaggiati con controllo di capacità è possibile intercettare il flusso del refrigerante in aspirazione relativamente ai cilindri su cui la testa con controllo di capacità è installata, tramite un pistone otturatore gestito da una valvola a solenoide.

Sulle teste predisposte per il controllo di capacità è presente un condotto tra la alta pressione ed un pistone otturatore. Il condotto è gestito da una valvola a solenoide (vedere schema figura di seguito).

Se il compressore lavora in condizioni di pieno carico la bobina 1 della valvola a solenoide 2 non è eccitata ed ostruisce il condotto. Il pistone 3 non intercetta il flusso in aspirazione nei cilindri.

In caso di funzionamento con controllo di capacità la bobina 1 della valvola a solenoide 2 è eccitata e libera il condotto di alta pressione. Sotto la spinta della alta pressione il pistone otturatore 3 ostruisce la luce di aspirazione sulla piastra valvole intercettando così il flusso dei cilindri.

Rispetto ai sistemi di controllo di capacità tradizionali, il **controllo di capacità stepless SLCR** è costituito da un pistone otturatore e da una bobina dimensionati per essere attivati con cicli di apertura e chiusura ad alta frequenza, consentendo una variazione della resa frigo che può variare dal 10 al 100% della resa frigo del compressore.

Il **controllo di capacità stepless SLCR** può ovviamente essere utilizzato anche in modalità tradizionale.

La figura successiva mostra la sezione di una testa dotata di **controllo di capacità stepless SLCR**.

## GENERAL

Compressors are generally sized in order to match the maximum capacity required by the plant, however, in operating conditions, the actual cooling capacity needed is less than the one evaluated in the design conditions.

Since many years capacity control systems have been using on semi hermetic compressors to prevent high switching cycles which can occur in case of cooling capacity surplus, reducing the risk of component wear and finally increasing the compressor reliability.

**Stepless capacity control SLCR** is an evolution of traditional capacity control system, whose main defect was the limited adaptability to system requirements due to the fact that the number of capacity control step was dependent on the number of compressor heads.

With new **stepless capacity control SLCR** it is possible to match the cooling capacity supplied by the compressor to the actual needs of the system continuously and without steps.

## STEPLESS CAPACITY CONTROL DESCRIPTION

On Dorin compressors equipped with capacity control it is possible to cut off the suction refrigerant flow of cylinders related to the capacity control head, through a control piston driven by a solenoid valve.

On capacity control heads a gas port between high pressure side and the cut off piston is installed. The gas port is driven by a solenoid valve.

See the scheme below.

In case of full load conditions the coil 1 of the solenoid valve 2 is de-energized. There is no passage between high pressure side and the piston 3. The piston 3 leaves the suction port free.

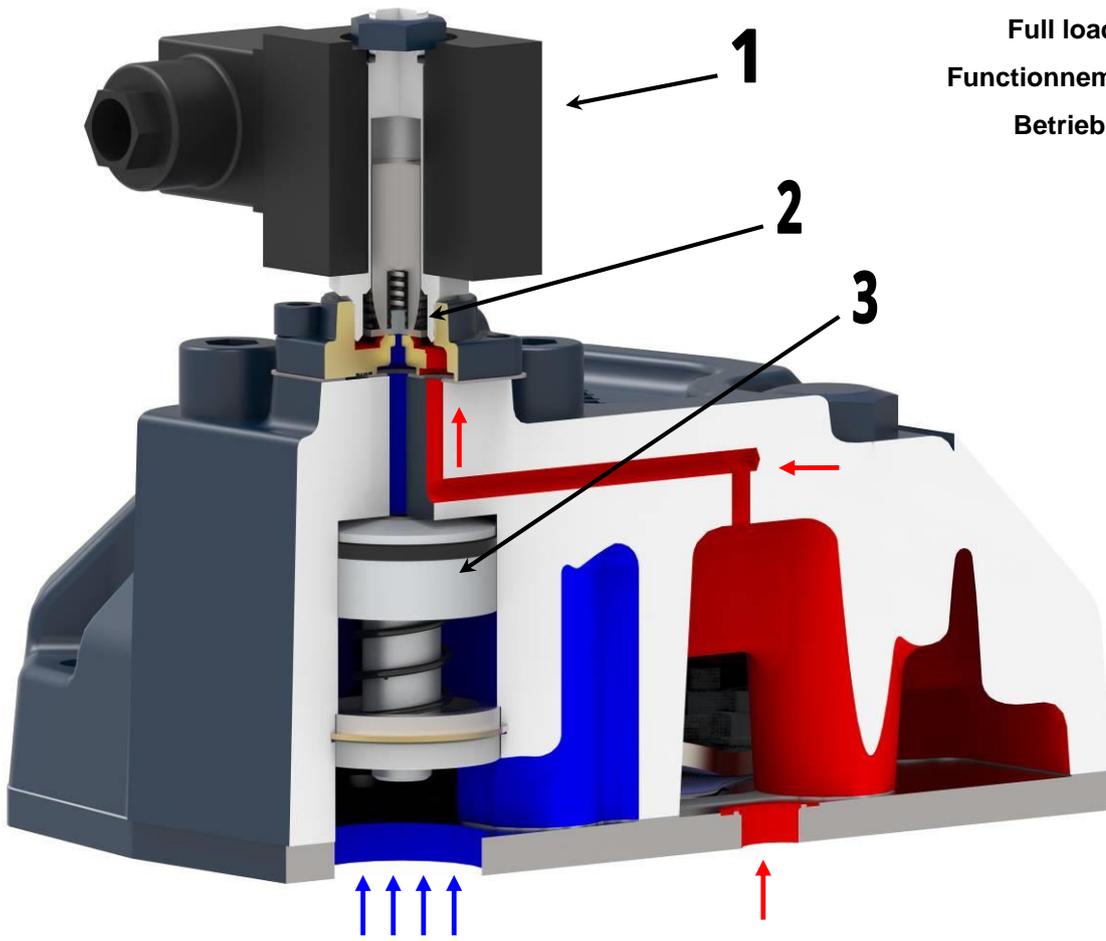
In case of part load the coil 1 of the solenoid valve 2 is energized. The high pressure through the gas port leads the cut off piston 3 to close the suction hole. Pistons under capacity control head do not suck the refrigerant.

Compared to traditional capacity control system, the **stepless capacity control SLCR** is made by a piston and a coil sized to be activated in high frequency ON/OFF cycles allowing a cooling capacity variation range from 10% to 100% of full compressor power.

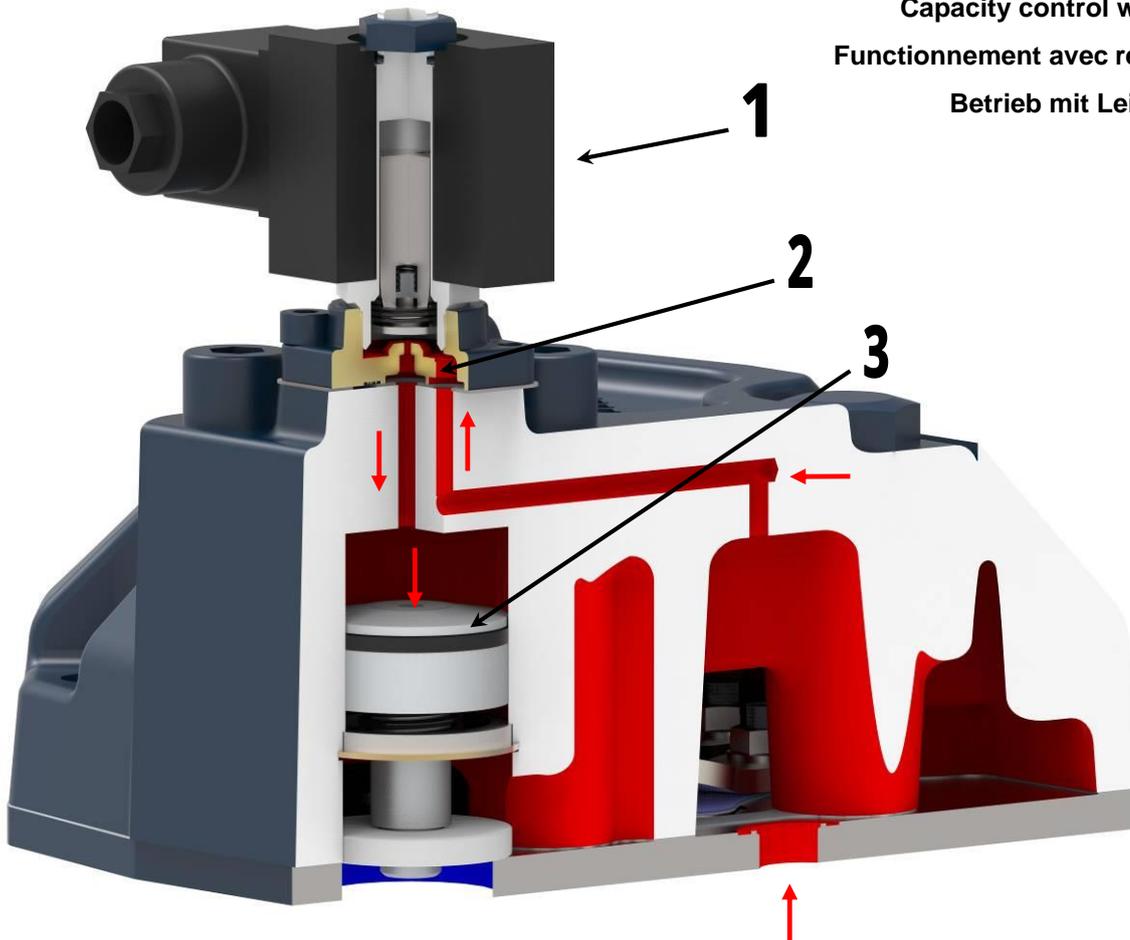
Stepless capacity control can be also activated in the traditional way.

Following picture show a section of a compressor head equipped with **stepless capacity control SLCR** device.

**Funzionamento a piena potenza**  
**Full load working condition**  
**Functionnement en pleine puissance**  
**Betrieb bei voller Leistung**



**Funzionamento con controllo di capacità**  
**Capacity control working condition**  
**Functionnement avec reduction de puissance**  
**Betrieb mit Leistungsregler**



**ATTIVAZIONE DELLA BOBINA DEL CONTROLLO DI CAPACITÀ STEPLESS SLCR**

E' possibile dotare ogni testa dei compressori a 4 e 6 cilindri di teste per **controllo di capacità stepless SLCR**, mentre sui compressori ad 8 cilindri è consigliabile non installare più di 3 teste con **controllo di capacità stepless**.

Considerando un compressore a 4 cilindri, durante il funzionamento a pieno carico nessuna delle bobine sarà eccitata.

Per ottenere una potenza frigorifera compresa tra il 50 ed il 100% della resa frigo del compressore, è possibile gestire la frequenza di switch di una delle due solenoidi tramite un algoritmo dedicato.

Per ottenere una potenza frigorifera compresa tra il 10 ed il 50% è possibile eccitare una delle solenoidi in maniera continua, mentre la frequenza di switch della seconda bobina può essere gestita tramite un algoritmo dedicato.

Per migliorare la durata e la vita dei dispositivi è possibile alternare il funzionamento delle due bobine.

La stessa logica può essere applicata ai compressori a 6 cilindri intercettando in maniera continua una o due teste mentre l'ultima bobina lavora ad una opportuna frequenza di switch, ed ottenendo così una variazione della potenza frigorifera che va dal 10 al 100% di quella disponibile a pieno carico.

**POSIZIONAMENTO DELLE TESTE PER CONTROLLO DI CAPACITÀ STEPLESS SLCR**

La figura successiva mostra il posizionamento delle teste di **controllo di capacità stepless** sui compressori a 4, 6 e 8 cilindri e le relative dimensioni di ingombro.

Le teste predisposte per il controllo di capacità possono essere installate anche su compressori originariamente sprovvisti di tali accessori.

In caso di installazione aftermarket si raccomanda di posizionare le teste per il controllo di capacità in accordo con le figure seguenti.

**COIL ACTIVATION OF STEPLESS CAPACITY CONTROL SLCR**

It is possible to install a **stepless capacity control device SLCR** on every head of 4 and 6 cylinders compressor, while on 8 cylinders compressor it recommended not to install more than 2 heads with **stepless capacity control SLCR**.

Considering a 4 cylinders compressor, during full power operation no coil will be energized.

In order to supply a cooling capacity included between 50 and 100% of compressor cooling capacity, it is possible to set the switch frequency of one of the 2 coils through a dedicated algorithm.

In order to supply a cooling capacity between 10 and 50% it is possible to energize one coil continuously and while the second coil can be energized following a dedicated switch frequency through a dedicated algorithm.

In order to improve the life of the devices it is possible to perform regular sequence change.

The same logic can be applied to 6 cylinders compressors intercepting one or two coils continuously while the remaining coil work at a dedicated frequency switch, in order to obtain a cooling capacity range from 10 to 100% of full compressor power.

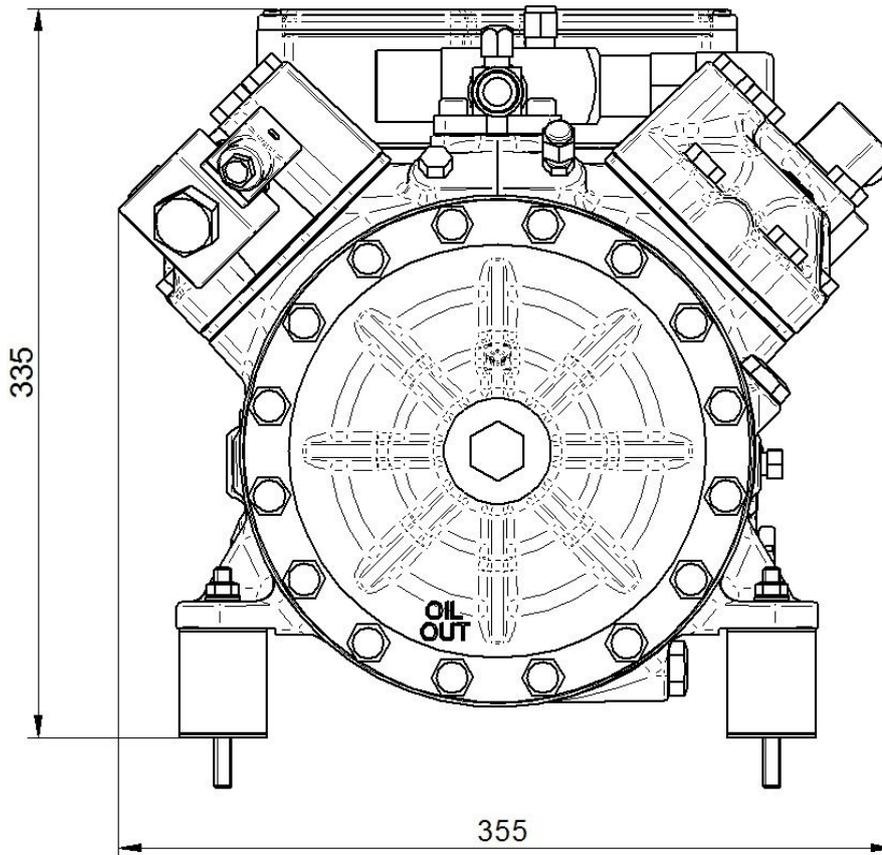
**POSITION OF STEPLESS CAPACITY CONTROL HEADS SLCR**

Following picture shows the position of stepless capacity control SLCR on 4,6 and 8 cylinders compressor and related overall dimensions.

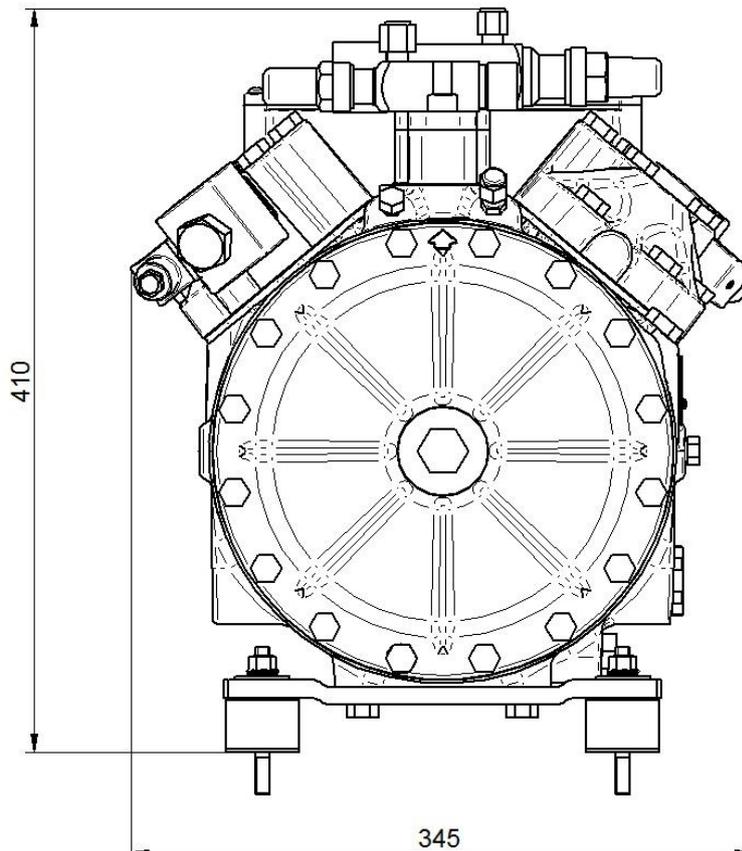
The heads suitable for capacity control can be installed even on compressors originally not equipped with that accessory.

In case of after market installation It is recommended to install capacity control heads in accordance to following pictures.

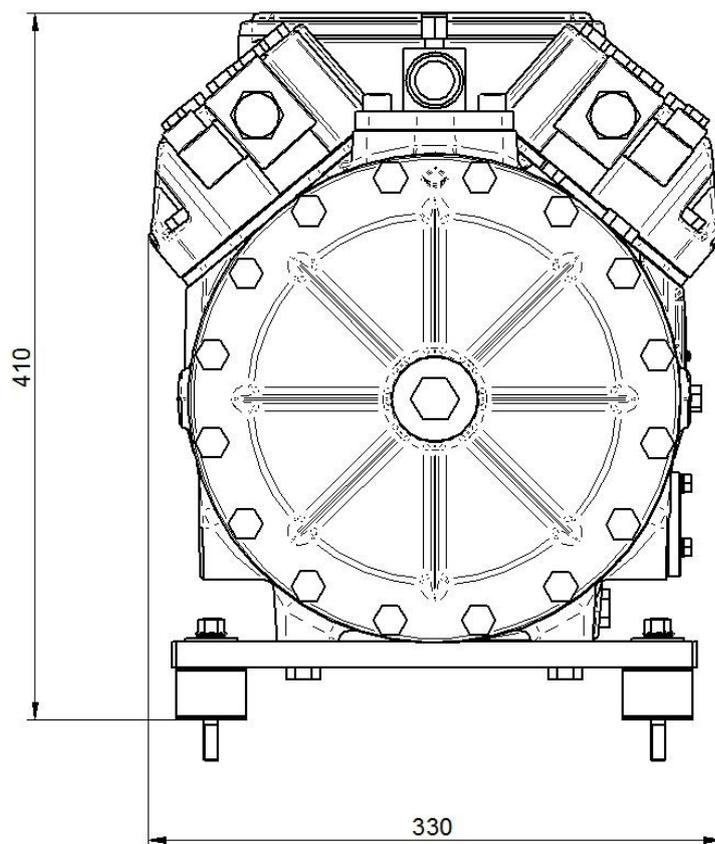
### H33



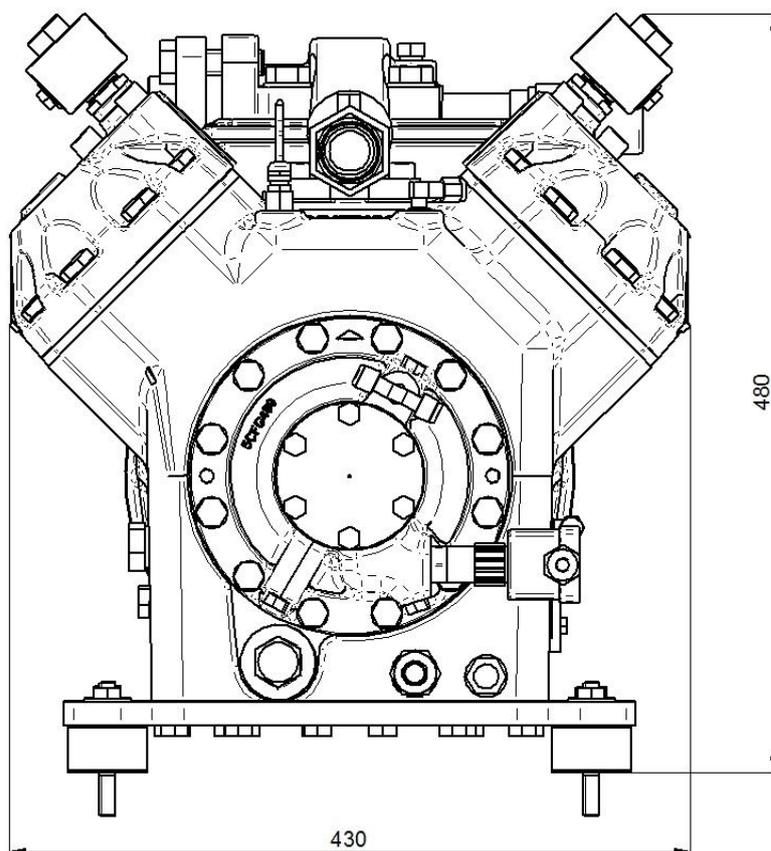
### H35



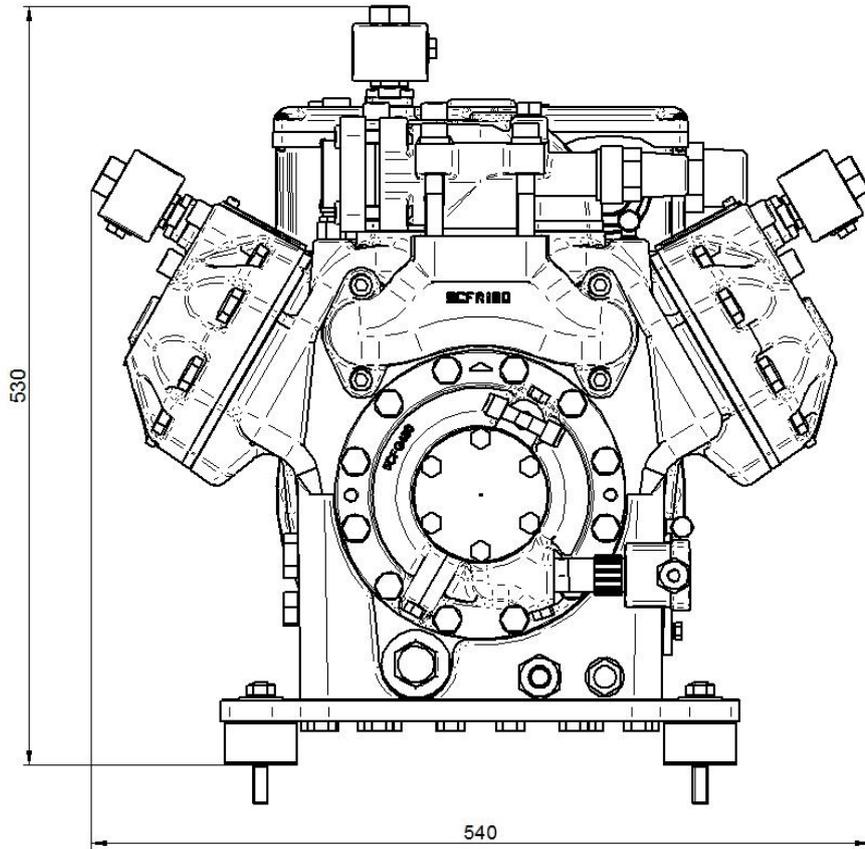
## H41



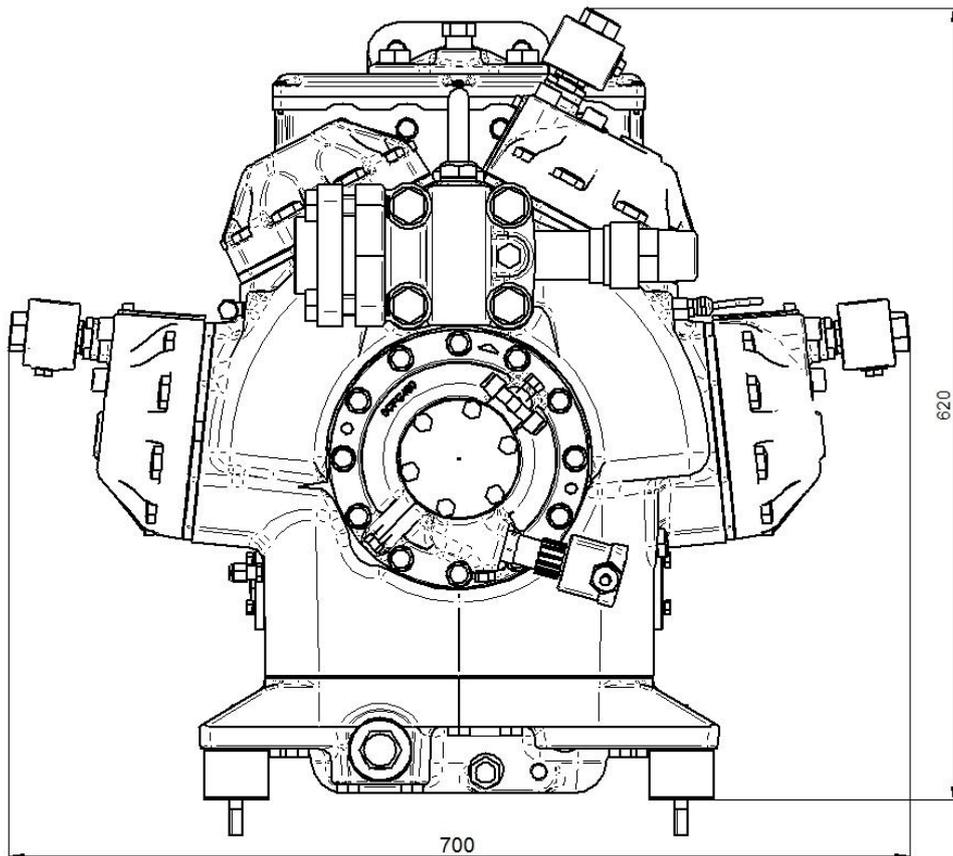
## H5



## H6



## H7



**CONTROLLO**

Qualora la logica di controllo di capacità dell'impianto preveda una modulazione convenzionale a gradini, è possibile utilizzare le teste per **controllo di capacità stepless SLCR** come normali teste parzializzate.

Qualora, invece, sia necessario un controllo di capacità più accurato, è possibile incrementare la frequenza di switch delle solenoidi tramite appositi algoritmi di controllo.

Questo porta a tempi di reazione più immediati rispetto alle mutate esigenze dell'impianto con deviazioni contenute rispetto ai valori di set point.

Deviazioni contenute rispetto ai valori di set point consentono un settaggio delle condizioni di funzionamento a pressioni o temperature più alte rispetto ai sistemi tradizionali, incrementando di conseguenza l'efficienza generale dell'impianto.

Un settaggio accurato dell'algoritmo di controllo rende il sistema di **controllo di capacità stepless SLCR** efficace sia sui sistemi ad evaporatore singolo soggetti a grandi variazioni di carico rispetto alle condizioni di progetto, che su sistemi con compressori ed evaporatori multipli con variazioni di carico più lente.

Un algoritmo di gestione dedicato delle bobine delle teste per **controllo di capacità stepless** consente di adattare la frequenza di switch delle bobine alle effettive esigenze dell'impianto evitando cicli di switch preimpostati e che il sistema si trovi ad operare con cicli di "long term hunting".

**REQUISITI PER I SISTEMI DI GESTIONE DEL CONTROLLO DI CAPACITÀ STEPLESS**

I normali componenti utilizzati sui sistemi con controllo di capacità tradizionale non sono idonei all'utilizzo con cicli di switch a frequenza elevata.

I componenti dei sistemi di controllo ad alta frequenza sono normalmente forniti da fornitori specializzati. Si raccomanda comunque l'uso di SSR (solid state relay), TRIAC e di un modulo esterno dopo l'uscita del controllo.

Un soppressore di interferenze EMC dovrebbe inoltre essere collegato in parallelo ad ogni bobina per assicurare la corretta durata di vita richiesta per i cicli ad alta frequenza.

**ATTENZIONE: per scongiurare la migrazione di refrigerante liquido de-energizzare le bobine durante il fermo macchina dei compressori.**

**TEMPI DI ATTIVAZIONE DELLE VALVOLE PER CONTROLLO DI CAPACITÀ STEPLESS**

➤ MODALITÀ INTERMITTENTE:

- minimo 10 secondi aperta
- minimo 10 secondi chiusa

**DIAGRAMMA DI APPLICAZIONE CON CONTROLLO DI CAPACITÀ**

In caso di funzionamento con controllo di capacità la massa di refrigerante che attraversa il compressore viene ridotta in maniera proporzionale al numero di teste parzializzate utilizzate ed alla frequenza di ON/OFF delle **SLCR**.

Vengono ridotte di conseguenza anche:

- le perdite meccaniche
- la potenza assorbita
- il raffreddamento del motore

**!!! ATTENZIONE**

A causa della riduzione del raffreddamento del motore elettrico si prega di verificare l'effettivo diagramma di applicazione del compressore con teste parzializzate sul software di selezione disponibile sul sito [www.dorin.com](http://www.dorin.com).

**CONTROL**

**Stepless capacity control head SLCR** can be used as standard capacity control heads, if the system control requires it.

In case a better control is required, it is possible to increase the coil switch frequency using a dedicated algorithms.

This leads to immediate reaction to the changes in cooling capacity demand of the system with small deviation from the set point.

Small deviations from the set point allow to work at both higher pressure and temperature compared to traditional system, increasing the general efficiency of the system.

A dedicated set of the algorithm of control allows the **stepless capacity regulation SLCR** to be very effective on both single evaporating systems, which are subjected to big load variation compared to design conditions and multiple evaporating system which are characterized by slower load variations.

Moreover a dedicated algorithm of control of **stepless capacity regulation** coils allows to adjust the switch frequency cycle to the actual needs of the system avoiding both preset cycles and "long term hunting" cycles.

**REQUIREMENTS FOR SYSTEM CONTROLS OF STEPLESS CAPACITY REGULATION**

Standard components used on traditional system control of capacity control heads are not suitable for high frequency switch cycles.

The components of system controls for high frequency switch cycles are usually supplied by specialized suppliers. We recommend the use of SSR (solid state relay) TRIAC and an external module after the output of the control.

An EMC interference suppression should be connected in parallel to each coil to ensure required service life at high switching cycles.

**warning: in order to avoid liquid migration de-energize the coils during compressor stand still.**

**ACTIVATION TIME OF STEPLESS CAPACITY CONTROL VALVES**

➤ INTERMITTENT MODE

- minimum 10 seconds open
- minimum 10 seconds closed

**APPLICATION ENVELOPE WITH ENERGISED CAPACITY CONTROL HEADS**

Under capacity control application the refrigerant mass flow in the compressor is reduced depending on both the number of energized capacity heads and on the ON/OFF frequency of **SLCR**.

In the consequence the following are reduced:

- mechanical losses
- absorbed power
- motor cooling

**!!! WARNING**

Because of the reduction in the motor cooling check the actual application envelope of our compressor with energized capacity control head on our selection software available on our web site [www.dorin.com](http://www.dorin.com).

### RAFFREDDAMENTO AUSILIARIO E CONTROLLO DI CAPACITÀ

Come mostrato nei diagrammi di applicazione, in alcune condizioni di lavoro è necessario provvedere ad un raffreddamento ausiliario del compressore.

Il raffreddamento può avvenire tramite:

- Ventilatore su testa
- Compressore posto nel flusso d'aria dei ventilatori del condensatore

Anche i compressori installati nelle unità condensatrici possono essere equipaggiati con controllo di capacità. In questo caso l'azione di raffreddamento ausiliario è assicurata dal flusso d'aria dei ventilatori del condensatore e non è necessario un ulteriore raffreddamento ausiliario.

Per maggiori dettagli consultare BT\_006.

### LAYOUT DELLE TUBAZIONI, DELL'EVAPORATORE E DELLA VALVOLA DI ESPANSIONE

#### DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI E LAYOUT

Il flusso di refrigerante in condizioni di lavoro con controllo di capacità può risultare estremamente ridotto, influenzando il corretto ritorno dell'olio.

Il diametro delle tubazioni deve essere dimensionato in modo da assicurare le seguenti velocità minime anche con carico parziale al fine di assicurare il corretto ritorno di olio:

Tubazioni orizzontali 4 m/s

Tubazioni in salita 7 m/s

Inoltre è consigliabile separare la linea di aspirazione in tronchi di diverse sezioni, da intercettare alternativamente a seconda che il compressore lavori in condizioni di carico totale o parziale.

In sistemi dotati di evaporatori multipli o di evaporatori multisezioni dotati di valvola solenoide dedicata è bene prevedere il ricongiungimento delle linee di aspirazione in un collettore di aspirazione comune solo dopo eventuali tratti in salita dei condotti di aspirazione stessi.

Nei sistemi dotati di linee di aspirazione di diametro generoso è bene prevedere un separatore di olio dedicato per ogni compressore, specialmente per applicazioni in media e bassa temperatura.

Nei sistemi dotati di compressori equipaggiati con controllo di capacità il dimensionamento degli evaporatori e delle valvole di espansione deve essere curato in modo da assicurare il corretto surriscaldamento del refrigerante in aspirazione anche in condizioni di carico parziale.

Se il sistema è diviso in varie sezioni, ogni sezione deve essere gestita da una valvola di espansione e da una valvola a solenoide dedicata.

### ADDITIONAL COOLING WITH CAPACITY CONTROL

As shown in the application envelope in certain working conditions additional cooling is required.

Basically there are 2 possibility to perform some additional cooling:

- Head fan
- Compressor put in condenser stream line

Compressors installed on condensing units can be equipped with capacity control.

In this case no further additional cooling must be performed.

More details available in BT\_006.

### PIPING, EVAPORATOR AND EXPANSION VALVE LAYOUT

#### PIPING SIZING AND LAYOUT

In the operation with capacity control the flow into the system can be extremely reduced, with a bad influence on the gas velocity.

For a correct oil return to the compressor piping diameters have to be designed in order to ensure a minimum speed of:

4m/s for horizontal piping

7m/s in rising piping.

Moreover suction risers can be divided in two separate lines of different section.

One of the lines can be shut off in order to ensure the minimum gas velocity even when the compressor is working with capacity control.

For systems equipped with several evaporators or evaporator sections which can be shut off by solenoid valves, it is possible to join together every single suction line in a common suction manifold only after any rising pipe sections.

In systems equipped with large piping sections a dedicated oil separator for each compressor must be foreseen, especially for medium and low evaporating temperature applications.

On systems equipped with compressors operating with capacity control the evaporator and expansion valves sizing must be evaluated very carefully in order to ensure the correct superheating in both full capacity and partial load situation.

In some cases the system can be divided in several sections, each section must be equipped with a dedicated expansion valve and solenoid valve.

**CODICI RICAMBIO DELLE TESTE CON CONTROLLO DI CAPACITÀ STEPLESS SLCR**

È possibile installare le **teste per controllo di capacità stepless SLCR** anche su compressori dotati di teste standard.

La tabella successiva indica i codici ricambio per ogni famiglia di compressori.

**SPARE PART CODES OF STEPLESS CAPACITY CONTROL HEADS SLCR**

It is possible to install stepless capacity control heads even on compressors originally equipped with standard heads.

The table below indicates the spare parts codes for every compressor range.

Serie Range	codice code	
	lato targhetta name plate side	lato opposto opposite side
H33	1LCP136	
H35	1LCP137	
H41	1LCP139	1LCP138
H5	1LCP140	
H6		
H7		

**INSTALLAZIONE TESTE CON CONTROLLO DI CAPACITÀ STEPLESS SLCR**

**!!! ATTENZIONE**

Prima di eseguire la seguente procedura intercettare il compressore e scaricarlo della pressione interna.

- rimuovere la testa ad aria originale
- installare la testa predisposta per il controllo di capacità sostituendo la guarnizione tra piastra e testa
- serrare le viti in accordo con le tabelle riportate in BT\_003.

**INSTALLATION OF STEPLESS CAPACITY CONTROL HEAD SLCR**

**!!! WARNING**

Before starting with following procedure stop the compressor and discharge it from the internal pressure.

- remove the original head
- install the head suitable to perform capacity control and replace the gasket between the valve plate and the head
- tighten the screws in accordance to BT\_003



OFFICINE MARIO DORIN SINCE 1918

**DORIN**<sup>®</sup>  
INNOVATION

**OFFICINE MARIO DORIN S.p.A.**

Via Aretina 388, 50061 Compiobbi - Florence, Italy  
Tel. +39 055 62321 1 - Fax +39 055 62321 380

**dorin@dorin.com**  
**www.dorin.com**