

TECHNICAL INFORMATION

TECHNISCHE INFORMATION

KT-102-1

CRII system: Capacity control for reciprocating compressors for transcritical CO₂ applications

Translation of the original document

English..... 2

CRII-System: Leistungsregelung für Hubkolbenverdichter für transkritische CO₂-Anwendungen

Originaldokument

Deutsch 14

4PTEU-6LK .. 4KTEU-10LK

4JTEU-10LK .. 4CTEU-30LK

6FTEU-35LK .. 6CTEU-50LK

Table of contents

1 Introduction	3
1.1 Also observe the following technical documents	3
2 Safety	3
2.1 Authorized staff	3
2.2 Residual risks	3
2.3 Safety references	3
2.3.1 General safety references	4
3 State of delivery	4
4 Connections and dimensional drawings	4
5 The CRII system for BITZER reciprocating compressors for transcritical CO₂ applications	7
5.1 Control principle	7
5.2 Control concepts and activation of the solenoid valves	8
6 Electrical connection	9
6.1 Motor connection	9
6.2 High pressure switch	9
6.3 Connecting operation monitoring via the BEST SOFTWARE	9
6.4 Schematic wiring diagram	9
7 Application limits in part-load operation	11
8 Operating the CRII capacity control with the system controller	11
8.1 Control via analogue signal	11
8.2 Control via Modbus interface	12
9 Monitoring the operating parameters using the BEST SOFTWARE	12
9.1 Communication via BEST SOFTWARE	12
9.2 Configuring CM-RC-01 with the BEST SOFTWARE	13
9.3 Capacity control CRII with the BEST SOFTWARE	13

1 Introduction

This Technical Information describes the control principle and the function of the CRII system for capacity control of BITZER reciprocating compressors for transcritical CO₂ applications in connection with the compressor module CM-RC-01.

This new mechanical capacity control is especially designed for the high pressures and pressure differences occurring in transcritical CO₂ applications. It allows a quasi-stepless capacity control in accordance with the capacity requirement of a superior system controller with simple and effective activation by the compressor module CM-RC-01. The operating data and control parameters can be monitored and read out by the BEST SOFTWARE.

1.1 Also observe the following technical documents

- KB-130 Operating Instructions Semi-hermetic reciprocating compressors for transcritical CO₂ applications
- KB-104 Operating Instructions ECOLINE reciprocating compressors
- KT-230 Technical Information: Compressor module for reciprocating compressors

2 Safety

Compressors and compressor module have been built in accordance with state-of-the-art methods and current regulations. Particular importance was placed on user safety.

The notes given in the Operating Instructions of the compressor must be followed in addition to this Technical Information.

Always keep the operating instructions and this technical information in the vicinity of the refrigeration system during the whole lifetime of the compressor.

2.1 Authorized staff

All work done on the compressors, the refrigeration systems and their electronic accessories may only be performed by qualified and authorized personnel who have been trained and instructed accordingly. The local regulations and guidelines will apply with respect to the qualification and expertise of the specialists.

2.2 Residual risks

Compressors and electronic accessories may present unavoidable residual risks. This is why any person working on this device must carefully read this document!

The following regulations shall apply:

- the relevant safety regulations and standards (e.g. EN 378, EN 60204 and EN 60335),
- generally accepted safety rules,
- EU directives,
- national regulations.

2.3 Safety references

are instructions intended to prevent hazards. Safety references must be stringently observed!



NOTICE

Safety reference to avoid situations which may result in damage to a device or its equipment.



CAUTION

Safety reference to avoid a potentially hazardous situation which may result in minor or moderate injury.



WARNING

Safety reference to avoid a potentially hazardous situation which could result in death or serious injury.



DANGER

Safety reference to avoid an imminently hazardous situation which may result in death or serious injury.

2.3.1 General safety references

To be observed when performing work on the compressor



WARNING

The compressor is under pressure!
Serious injuries are possible.
Depressurize the compressor!
Wear safety goggles!

When working on the electrical and/or electronic system, please observe the following



WARNING

Risk of electric shock!
Before working on the terminal box, module housing and electrical lines: Switch off the main switch and secure it against being switched on again!
Close the terminal box and the module housing before switching on again!



NOTICE

The compressor module may be damaged or fail!
Never apply any voltage to the terminals of CN7 to CN12 – not even for test purposes!
The voltage applied to the terminals of CN13 must not exceed 10 V!
The voltage applied to terminal 3 of CN14 must not exceed 24 V! Do not apply voltage to the other terminals!

Never apply voltage to the voltage outputs, not even for testing.

3 State of delivery

The CR11 system for reciprocating compressors for transcritical CO₂ applications only works in connection with the compressor module CM-RC-01. It is completely factory mounted and is delivered completely wired with the compressor module.

4 Connections and dimensional drawings

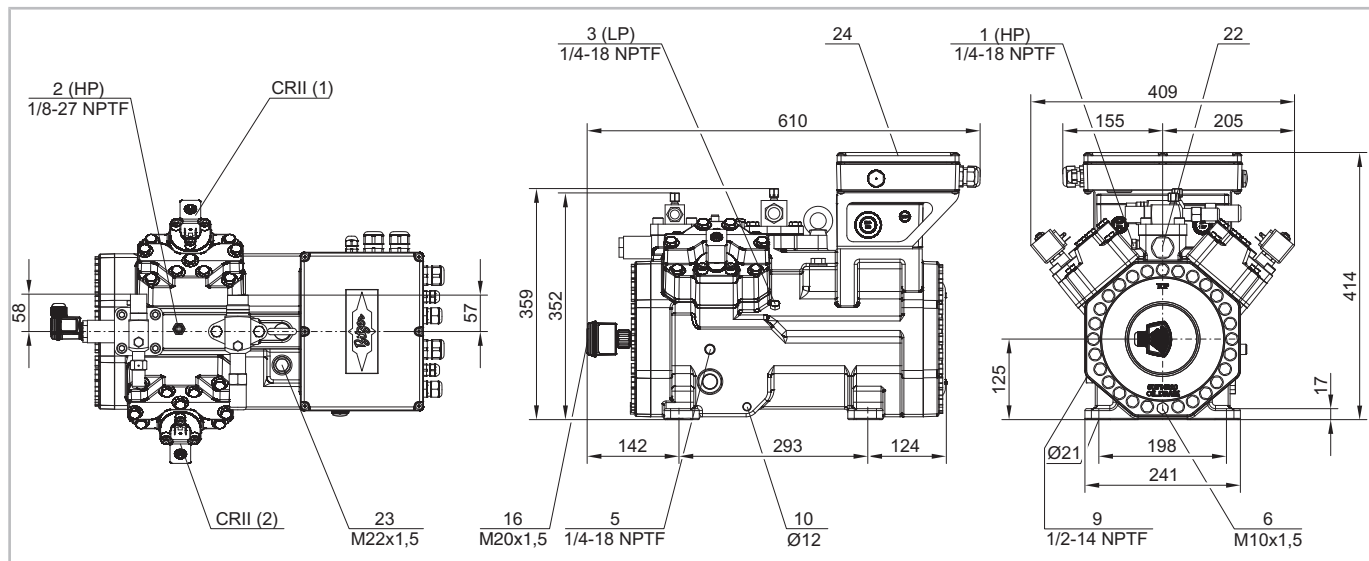


Fig. 1: Dimensional drawing 4PTEU-6LK .. 4KTEU-10LK

Legend, see table 1, page 6.

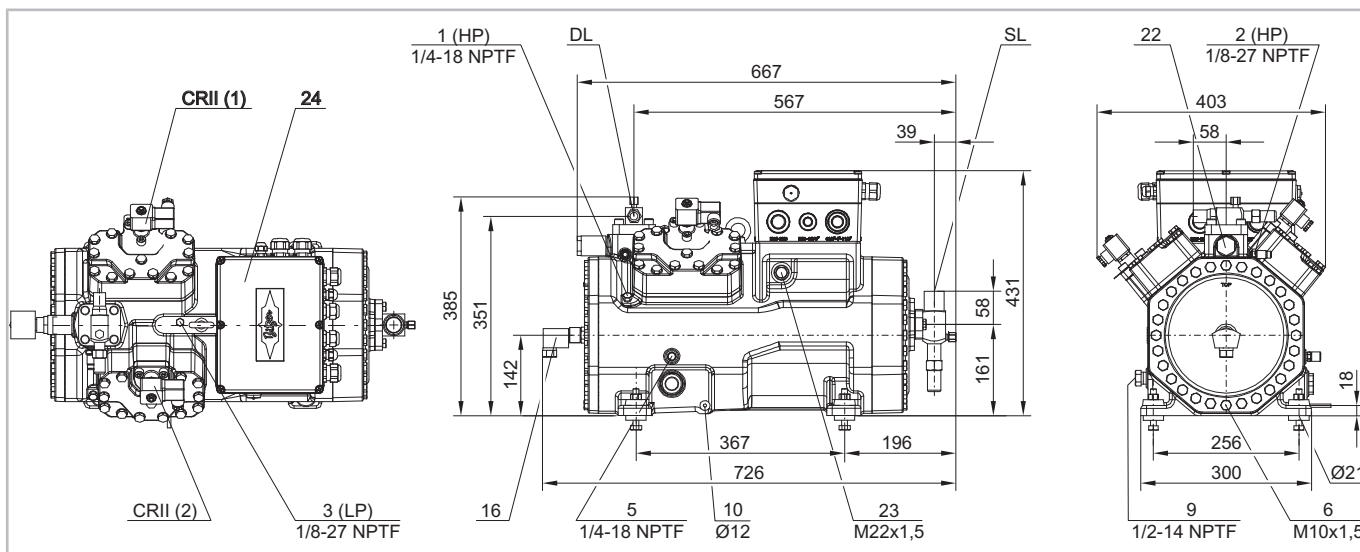


Fig. 2: Dimensional drawing 4JTEU-10LK .. 4FTEU-20LK

Legend, see table 1, page 6.

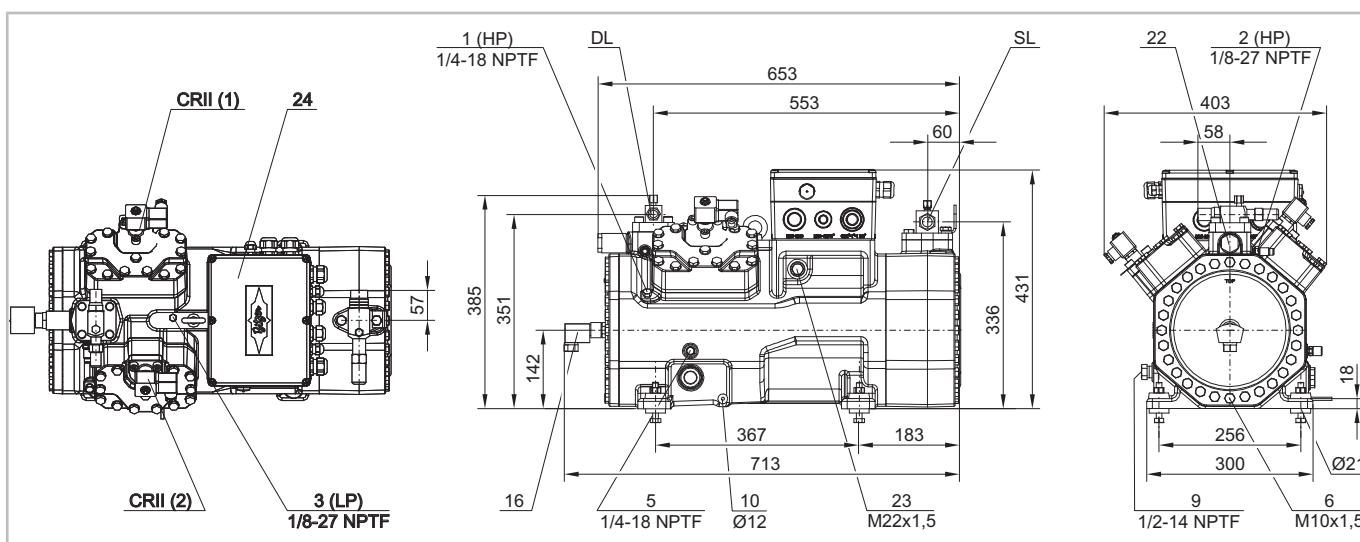


Fig. 3: Dimensional drawing 4FTEU-30LK .. 4CTEU-30LK

Legend, see table 1, page 6.

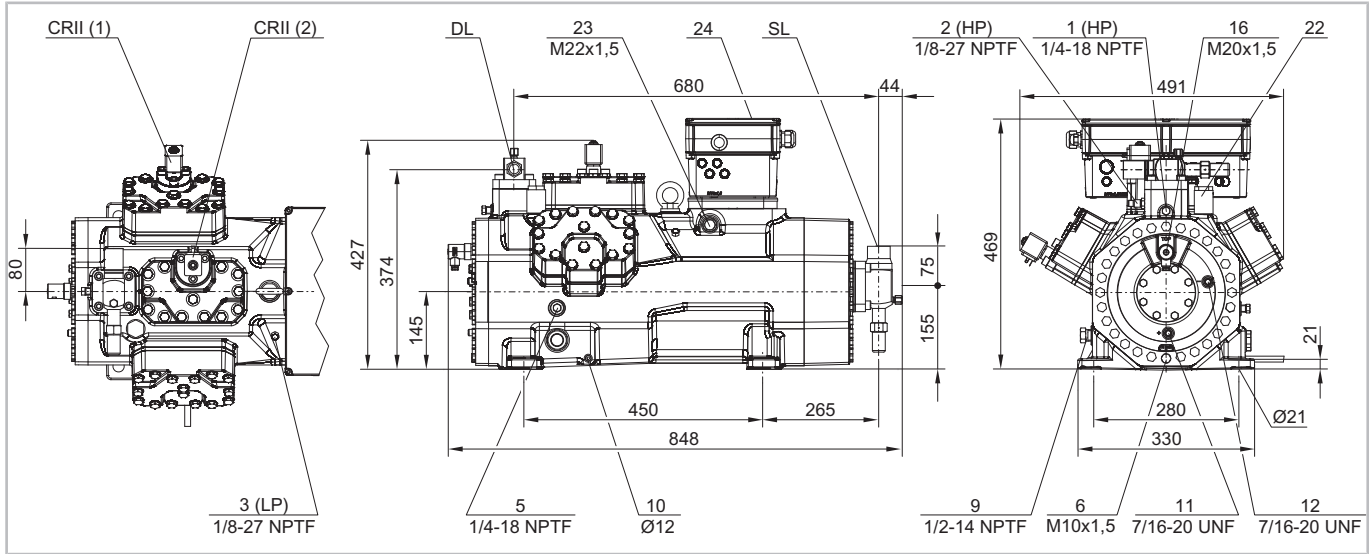


Fig. 4: Dimensional drawing 6FTEU-35LK .. 6CTEU-50LK

Legend, see table 1, page 6.

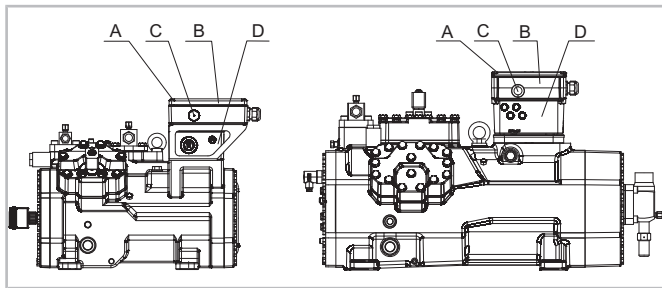


Fig. 5: 4- and 6-cylinder compressors with CM-RC-01 compressor module.

Connection positions

A	Cover of the compressor module (4PTEU .. 4KTEU) Cover of the terminal box (4JTEU .. 6CTEU)
B	Compressor module housing
C	LED sight glass
D	Terminal box of the compressor

Tab. 1: Connection positions

Dimensions (if specified) may have tolerances according to EN ISO 13920-B.

Connection positions

1	High pressure connection (HP)
2	Connection for discharge gas temperature sensor (HP)
3	Low pressure connection (LP)
6	Oil drain
9	Connection for oil and gas equalisation (parallel operation)
10	Connection for oil heating
11	Oil pressure connection +
12	Oil pressure connection -
16	Oil monitoring
22	Pressure relief valve to the atmosphere (discharge gas side)
23	Pressure relief valve to the atmosphere (suction side)
24	Compressor module
SL	Suction gas line
DL	Discharge gas line

5 The CRII system for BITZER reciprocating compressors for transcritical CO₂ applications

The completely newly developed CRII system for capacity control for BITZER reciprocating compressors for transcritical CO₂ applications in combination with the compressor module CM-RC-01 allows easy and flexible operation of the compressor. The capacity adjustment to the demand over a wide range from 100% to 25%, in future even to 10%, covers, among other things, the large differences between summer and winter operation, allows a finely tuned capacity in a compounding system and an increase in the coefficient of performance COP of the system due to a more stable and higher average suction pressure.

5.1 Control principle

The CRII system for capacity control is based on the principle of cylinder switch-off. In this process, the suction-side gas flow to the individual cylinder banks is blocked by means of a control piston.

Full-load operation

In full-load operation the compressor delivers on all cylinders. The magnetic coil (see figure 6, page 7) is de-energized. The bypass channel is closed, inflow and compression take place.

Part-load operation

In part-load operation, the magnetic coil is energized (see figure 6, page 7). By means of a servo valve, a control piston is lifted and a bypass channel opened. This interrupts gas delivery from the switched-off cylinder bank, since the gas is flowing from the discharge gas side to the suction side. A return of refrigerant from the gas cooler / condenser is prevented by an internal check valve on the valve plate. The integrated control algorithm ensures minimum heating of the compressor. The thermal protection of the compressor is guaranteed by the compressor module CM-RC-01.

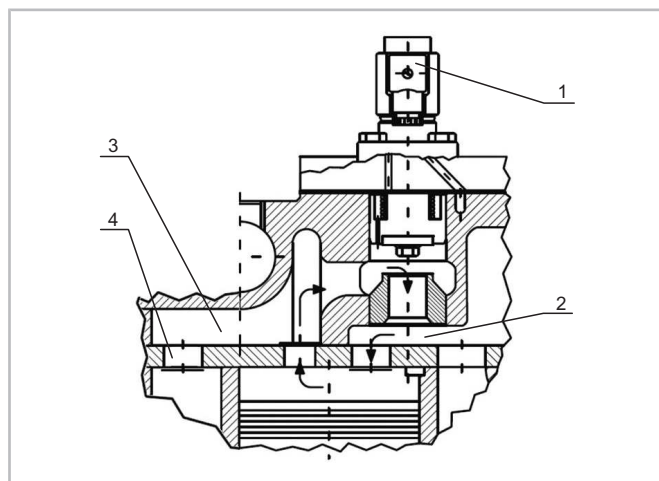


Fig. 6: Structural design of the CRII capacity regulator

1 Magnetic coil	2 Suction gas chamber
3 Discharge gas chamber	4 Check valve

5.2 Control concepts and activation of the solenoid valves

Due to the universal application options of the CRII system for transcritical CO₂ applications, it is possible to implement capacity control with increased switching frequency. In this process, the control algorithm is specifically adapted for each particular system with reduced deviation from the setpoint (see chapter Operating the CRII capacity control with the system controller, page 11).

Compressor type	Capacity control range	Number of required CRII cylinder heads
4-cylinder compressors	100% .. 25% ①	2
	100% .. 50%	1
6-cylinder compressors	100% .. 66%	1
	100% .. 33%	2

Tab. 2: CRII system for reciprocating compressors for transcritical CO₂ applications: Control concepts

① in future controllable down to 10%, quasi-stepless capacity control (activated intermittently)

Full equipment (see chapter Connections and dimensional drawings, page 4)

- 4-cylinder compressors: 2 cylinder heads
- 6-cylinder compressors: 2 cylinder heads
- Compounding systems with a higher number of compressors:
Increased control accuracy can also be obtained, if desired, using one CRII cylinder head each per compressor. However, in this case, the range of control of the individual compressors is limited.

4-cylinder compressors:

	CRII (1)	CRII (2)
100%	○	○
>50%	●	○
≤50%	● / ●	● / ●

- Capacity regulator de-energized
- Capacity regulator constantly activated
- Capacity regulator activated intermittently (cycle time depending on load condition)

6-cylinder compressors:

	CRII (1)	CRII (2)
100%	○	○
>66%	●	○
>33%	●	●

- Capacity regulator de-energized
- Capacity regulator constantly activated
- Capacity regulator cyclically activated (cycle time depending on load condition)

Activation via CRII solenoid valves

Specially designed solenoid valves activate internal components such that the refrigerant is not compressed in the corresponding cylinder bank and the compressor is running in part-load operation. This allows perfect adjustment to the cooling demand of the system and a rapid reaction to system changes. This allows suction pressure variations to be limited to a minimum, compared with the switch-on/switch-off operation, see figure 7, page 8. This allows the room temperature to be maintained at a much more stable level. Moreover, CRII is often a good alternative to BITZER VARIPACK frequency inverters, allowing very good control accuracy for a stable suction pressure.

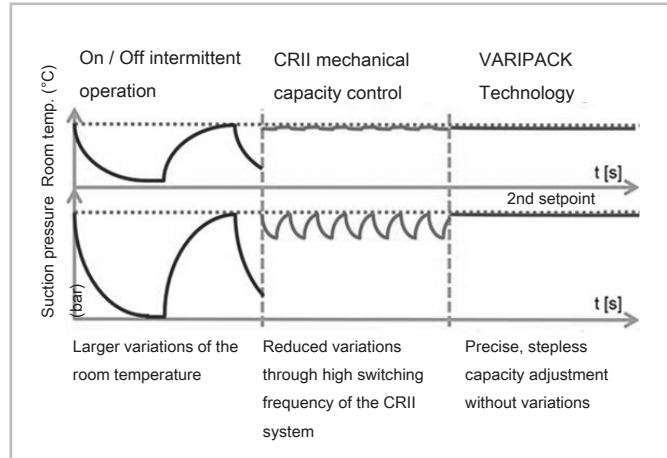


Fig. 7: Qualitative curves of the suction pressure and the room temperature (various methods as a function of time)

6 Electrical connection

Keep the compressor module energized when the motor is not running. If necessary, the module activates the oil heater, thus ensuring the lubricity of the oil even after a long standstill period.

De-energize the module only if you plan a long standstill period of the compressor or for maintenance purposes. For further information on the compressor module CM-RC-01, see enclosed Technical Information KT-230.

6.1 Motor connection

The line start permanent magnet motor (LSPM) of the ECOLINE+ compressors for transcritical CO₂ applications is connected in direct on-line start and in star wiring (mains frequency 400 V). Part windings or star/delta start are not possible.

The schematic wiring diagram (see figure 8, page 10) shows this direct star start. For details on the motor connection, see adhesive label in the terminal box of the compressor.

6.2 High pressure switch

According to EN378 directive, each compressor must be provided with a high pressure switch (F5) for safety cut-out in the safety chain. Depending on the displacement and refrigerant charge, it must be designed as a safety pressure cut-out and / or only as pressure cut-out. The software-controlled monitoring of the compressor module via the high pressure transmitter (B6) does not sufficiently ensure the safety cut-out function. The high pressure switch (F5) should preferably be connected to terminal strip CN3 instead of the bridge.

The installation of a low pressure switch is not necessary, depending on local regulations. The compressor module is provided with an automatic low pressure cut-out function.

6.3 Connecting operation monitoring via the BEST SOFTWARE

The BEST SOFTWARE accesses the compressor module via the Bluetooth interface, see chapter Communication via BEST SOFTWARE, page 12. This interface is deactivated in some non-European countries.

- If the Bluetooth interface should not be used:
- Connect the BEST interface converter to terminal strip CN14 (Modbus).

In this case, the capacity control must be activated via the analogue signal on terminal strip CN13.

6.4 Schematic wiring diagram

Abbr.	Component
B1	Command for compressor start (release signal from system controller)
B6	High pressure transmitter (shortly available)
B7	Low pressure transmitter (shortly available)
F1	Main fuse
F2	Compressor fuse
F3	Control circuit fuse
F4	Oil monitoring: OLC-D1 or DP-1
F5	High pressure switch
F13	Overcurrent relay "motor" (1st part winding and Y/Δ)
F14	Overcurrent relay "motor" (2nd part winding)
F17	Control transformer fuse
H3	Light "collective fault"
K1	Contactor "1st part winding" (PW) or main contactor (Y/Δ)
K2	Contactor "2nd part winding" (PW) or delta contactor (Y/Δ)
K3	Star contactor (Y/Δ)
M1	Compressor
M2	Additional fan
Q1	Main switch
R1..6	PTC sensor in motor winding
R7	Discharge gas temperature sensor
R8	Oil heater
R11	Optional temperature sensor (not included in the scope of delivery)
S1	Control switch (on/off)
S2	Reset of CM-RC-01
T1	Control transformer (example for 230 V)
Y1	Solenoid valve "Start unloading SU"
Y3-1	Solenoid valve "1st capacity regulator CR1"
Y3-2	Solenoid valve "2nd capacity regulator CR2"

Tab. 3: Components of the schematic wiring diagram

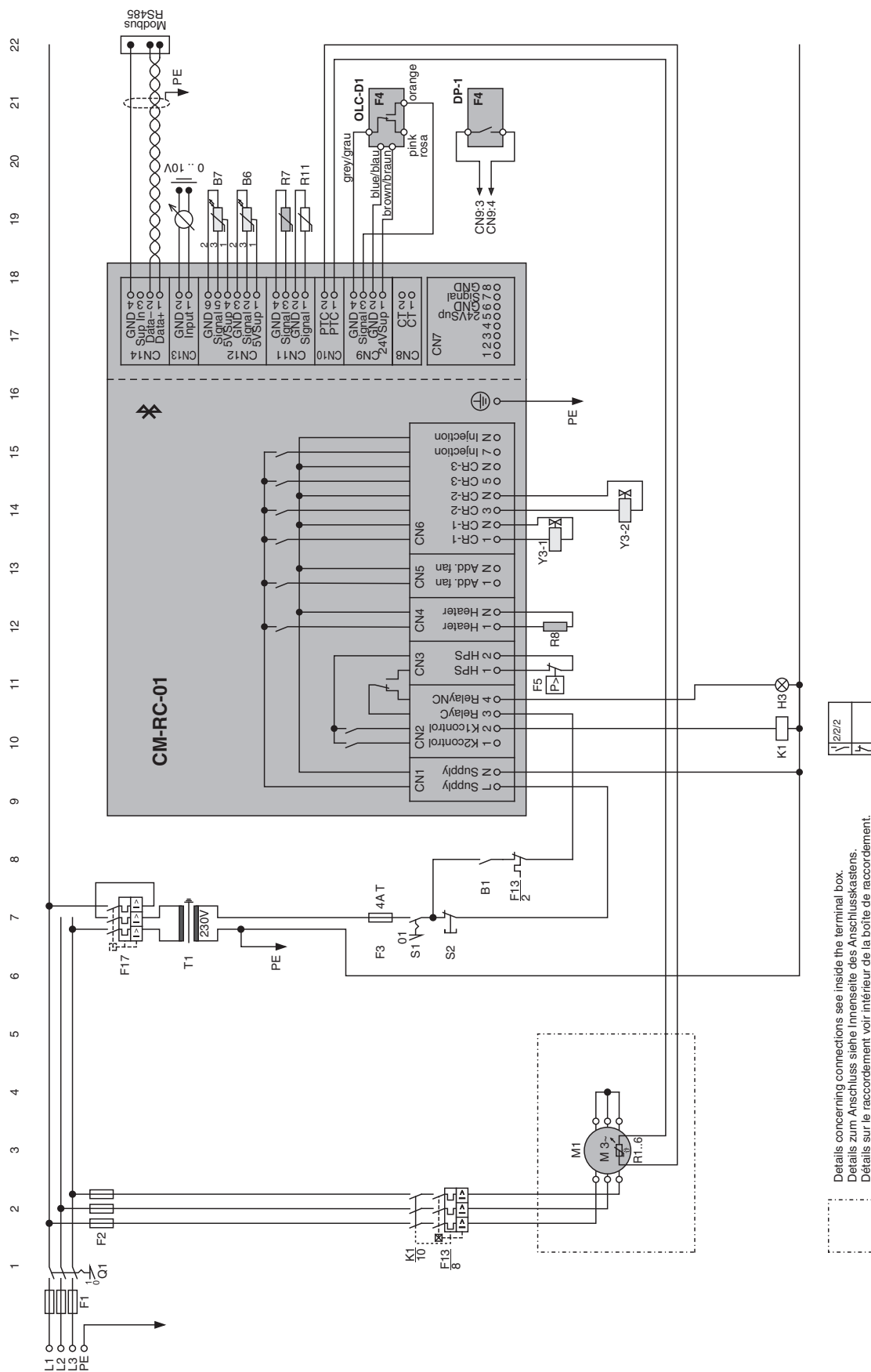


Fig. 8: Schematic wiring diagram ECOLINE+, star start

7 Application limits in part-load operation



Information

Observe information on discharge gas pressure and operating temperatures and lubrication conditions as specified in KB-130!

The application of the mechanical capacity control is limited mainly by thermal limits of the lubricants used. These thermal limits are monitored in dynamic and stationary operating states by the compressor module and the defined control algorithms.

The limits of the discharge gas temperature are:

- Warning: 140°C
- Fault / Switch-off 150°C
- Reset / Unlock 135°C

6FTEU-35LK to 6CTEU-50LK, 33%

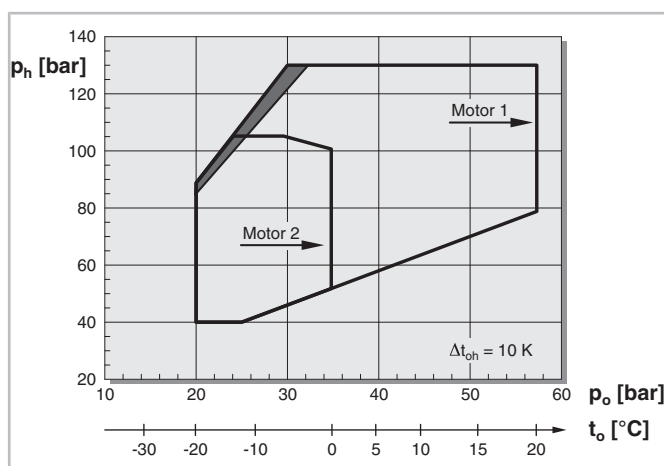


Fig. 9: Application limit 6FTEU-35LK to 6CTEU-50LK, 33%

t_o	Evaporation temperature (°C)
Δt_{oh}	Suction gas superheat (K)
p_o	Suction pressure abs. (bar)
p_h	High pressure abs. (bar)
	IQ range: independent monitoring of the application limit by the compressor module as a function of the discharge gas temperature.

Tab. 4: Legend application limit

For the part-load application limits of all compressors with CRII capacity control, see BITZER SOFTWARE and upon request.

8 Operating the CRII capacity control with the system controller

8.1 Control via analogue signal

The compressor capacity is regulated via a DC voltage signal. This type of control is mainly suitable for systems with simple controllers which are equipped with an output for 0 to 10 V and a relay, and if the terminal strip CN14 is used for the BEST SOFTWARE.

- Connection to terminal strip CN13, terminals 1 and 2.
- Control signal: 0 to 10 V direct current voltage for an analogue output of the system controller
- Control accuracy: $\pm 0.5\%$ at 100%
- Linear control characteristic, see figure.

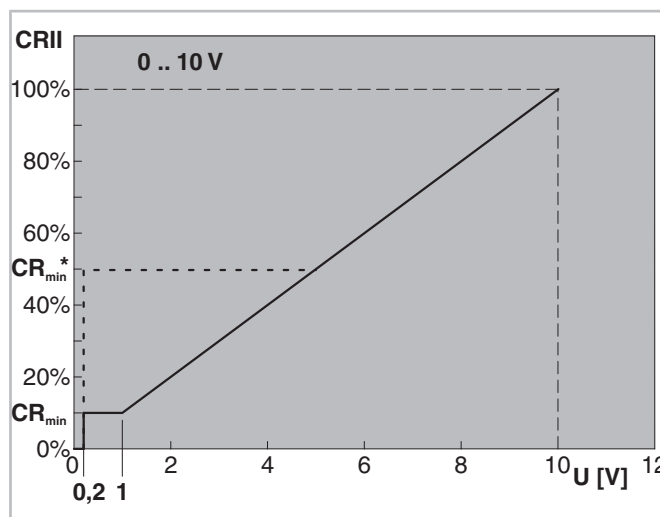


Fig. 10: Control characteristic

- CR_{min} :
 - 4-cylinder compressors: Starting with 100%, the compressor capacity can be reduced to 25% (in future to 10%) if each cylinder head is equipped with CRII capacity regulators.
 - 6-cylinder compressors: Starting with 100%, the compressor capacity can be reduced to 33% if 2 cylinder heads are equipped with CRII capacity regulators.



Information

From firmware- version 2.3.242.00, the minimum/maximum capacity control step can be freely set in the BEST SOFTWARE (BEST 2.8.229.0 SP2) (see chapter Capacity control CRII with the BEST SOFTWARE, page 13).

- CR_{min}^* and dashed line:
 - The range of control is reduced if not every cylinder bank is equipped with capacity regulators. The minimum capacity step of 50% is the lower regulation limit for 4-cylinder compressors with one capacity regulator. In this case, the CM-RC-01 regulates to a residual capacity of 50% as soon as the control signal falls below 5 V.

8.2 Control via Modbus interface

Baud rate of 19.2 kbps as standard.

Plugging cable into terminal strip CN14 or connecting itsee figure 8, page 10.

In this case, the operating parameters can be monitored via Bluetooth by means of the BEST SOFTWARE.

9 Monitoring the operating parameters using the BEST SOFTWARE

The BEST SOFTWARE offers comprehensive access to all operating data and control parameters and can be downloaded for free from the BITZER website (www.bitzer.de).

9.1 Communication via BEST SOFTWARE

- Mobile device
 - equipped with the operating system Windows 7 or newer
 - with Bluetooth interface or USB port
 - with BEST SOFTWARE installed

The BEST SOFTWARE can be downloaded for free from the BITZER website (www.bitzer.de).
- For communication via the USB port:
 - Plug the BEST interface converter into the compressor module (CN14) and the mobile device.
 - Control the compressor via the analogue connection (CN13). Simultaneous capacity control via the Modbus connection is not possible.

Setting up communication

- Switch the mobile device on and start the BEST SOFTWARE (1).
- Click the NEW button (2).
- Select CM-RC-01 (3).
- Click the CONNECT button (4).

The following selection appears: BEST INTERFACE CONVERTER or BLUETOOTH.

- If you select BEST INTERFACE CONVERTER: Click the CONNECT button.

The compressor module is now connected to the mobile device.

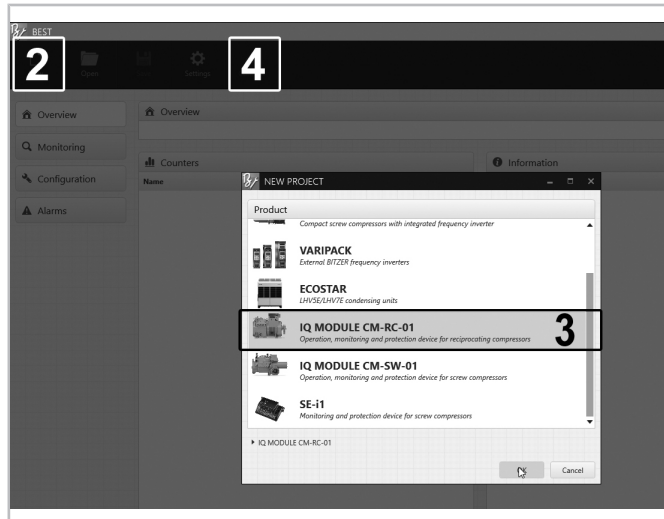


Fig. 11: Connecting the CM-RC-01 to the BEST SOFTWARE

- Select FIRMWARE UPDATE (1) and BROWSE (2) (see figure 12, page 12).
- Browse the folder (... \BEST\Firmware\CM-RC-01) to find new firmware.
- Start firmware update and wait until successful update is confirmed. Click OK to confirm (3).

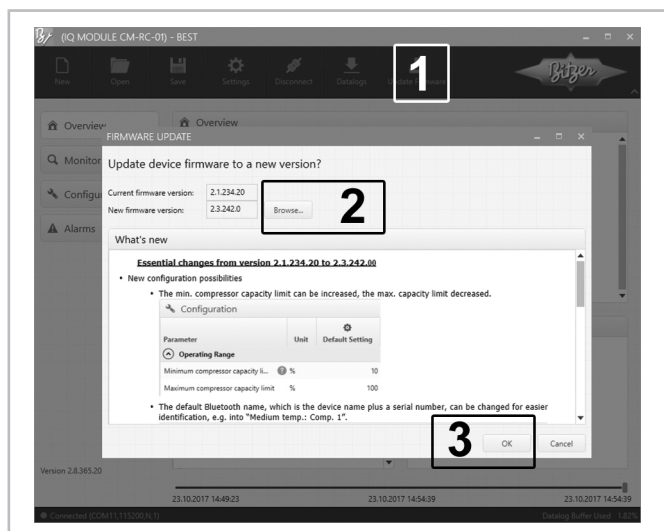


Fig. 12: Updating the firmware

- If you select BLUETOOTH (firmware update via Bluetooth not possible!): A list of all available devices appears.

- Select IQ MODULE CM-RC-01.
- Click the CONNECT button.
- Enter Bluetooth password. Factory setting from firmware version 2.6.58.00 on: "8670", previous versions: "2"

The CONFIGURATION menu appears with the MAIN SETUP window. The compressor module is now connected to the mobile device.

9.2 Configuring CM-RC-01 with the BEST SOFTWARE

In its state of delivery, the compressor control module CM-RC-01 is configured for use with the compressor in question.

Check all settings in the CONFIGURATION menu and change them, if necessary. Check in particular the following entries:

- MOTOR START FUNCTION because of time relay control of the motor contactors, see chapter Motor connection, page 9.
- REFRIGERANT. Select "None" (in future select "R744").
- DATE
- TIME

9.3 Capacity control CRIL with the BEST SOFTWARE

In the CONFIGURATION menu, further parameters must be set in the CONTROL FUNCTIONS SUBMENU (see figure 13, page 13):

- NUMBER OF CAPACITY REGULATORS (max. 2).
- Setting the MINIMUM/MAXIMUM CAPACITY LIMIT from BEST 2.8.229.0 SP2 with firmware version 2.3.242.00. The released compressor range is fixed as standard. However, the minimum capacity limit can be increased and the maximum capacity limit reduced.

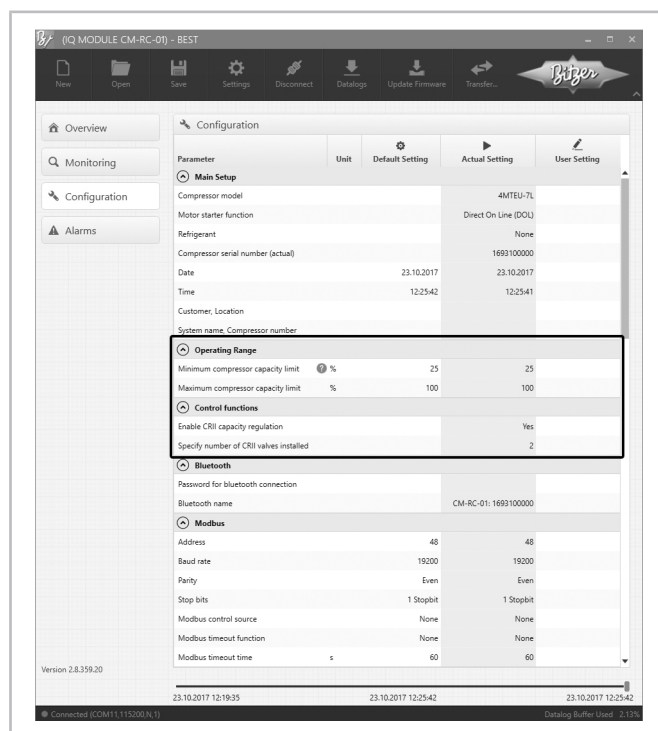


Fig. 13: Configuration of CRIL in the BEST SOFTWARE

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	15
1.1	Zusätzlich folgende technische Dokumente beachten	15
2	Sicherheit.....	15
2.1	Autorisiertes Fachpersonal	15
2.2	Restgefahren	15
2.3	Sicherheitshinweise	15
2.3.1	Allgemeine Sicherheitshinweise	16
3	Auslieferungszustand	16
4	Anschlüsse und Maßzeichnungen.....	16
5	Das CRII-System für BITZER Hubkolbenverdichter für transkritische CO₂-Anwendungen.....	19
5.1	Regelprinzip.....	19
5.2	Regelkonzepte und Ansteuerung der Magnetventile.....	20
6	Elektrischer Anschluss	21
6.1	Motoranschluss.....	21
6.2	Hochdruckschalter	21
6.3	Betriebsüberwachung mit der BEST SOFTWARE anschließen.....	21
6.4	Prinzipschaltbild.....	21
7	Einsatzgrenzen bei Teillastbetrieb.....	23
8	Leistungsregelung CRII mit Anlagenregler bedienen	23
8.1	Steuerung über Analogsignal	23
8.2	Steuerung über Modbus-Schnittstelle.....	24
9	Betriebsparameter mit der BEST SOFTWARE überwachen.....	24
9.1	Kommunikation über die BEST SOFTWARE	24
9.2	CM-RC-01 mit der BEST SOFTWARE konfigurieren.....	25
9.3	Leistungsregelung CRII mit der BEST SOFTWARE konfigurieren.....	25

1 Einleitung

Diese Technische Information beschreibt das Regelungsprinzip und die Funktion des CRII-Systems zur Leistungsregelung für BITZER Hubkolbenverdichter für transkritische CO₂-Anwendungen in Verbindung mit dem Verdichtermodule CM-RC-01.

Diese neue mechanische Leistungsregelung ist speziell für die hohen Drücke und Druckdifferenzen in transkritischen CO₂-Anwendungen ausgelegt. Sie ermöglicht eine quasi stufenlose Leistungsregelung entsprechend der Leistungsanforderung eines übergeordneten Anlagenreglers, mit einfacher und effektiver Ansteuerung durch das Verdichtermodule CM-RC-01. Die Betriebsdaten und Steuerparameter können über die BEST SOFTWARE überwacht und ausgelesen werden.

1.1 Zusätzlich folgende technische Dokumente beachten

- KB-130 Betriebsanleitung: Halbhermetische Hubkolbenverdichter für transkritische CO₂-Anwendungen
- KB-104 Betriebsanleitung ECOLINE Hubkolbenverdichter
- KT-230 Technische Information: Verdichtermodule für Hubkolbenverdichter

2 Sicherheit

Verdichter und Verdichtermodule sind nach dem aktuellen Stand der Technik und entsprechend den geltenden Vorschriften gebaut. Auf die Sicherheit der Anwender wurde besonderer Wert gelegt.

Zusätzlich zu dieser Technischen Information müssen die Hinweise in der Betriebsanleitung des Verdichters eingehalten werden.

Betriebsanleitung und diese Technische Information während der gesamten Verdichterlebensdauer an der Kälteanlage verfügbar halten!

2.1 Autorisiertes Fachpersonal

Sämtliche Arbeiten an Verdichtern, Kälteanlagen und deren elektronischem Zubehör dürfen nur von Fachpersonal ausgeführt werden, das in allen Arbeiten ausgebildet und unterwiesen wurde. Für die Qualifikation und Sachkunde des Fachpersonals gelten die jeweils landesüblichen Vorschriften und Richtlinien.

2.2 Restgefahren

Von Verdichtern und elektronischem Zubehör können unvermeidbare Restgefahren ausgehen. Jede Person, die an diesem Gerät arbeitet, muss deshalb dieses Dokument sorgfältig lesen!

Es gelten zwingend

- die einschlägigen Sicherheitsvorschriften und Normen (z.B. EN 378, EN 60204 und EN 60335),
- die allgemein anerkannten Sicherheitsregeln,
- die EU-Richtlinien,
- nationale Vorschriften.

2.3 Sicherheitshinweise

sind Anweisungen um Gefährdungen zu vermeiden. Sicherheitshinweise genauestens einhalten!



HINWEIS

Sicherheitshinweis um eine Situation zu vermeiden, die die Beschädigung eines Geräts oder dessen Ausrüstung zur Folge haben könnte.



VORSICHT

Sicherheitshinweis um eine potentiell gefährliche Situation zu vermeiden, die eine geringfügige oder mäßige Verletzung zur Folge haben könnte.



WARNUNG

Sicherheitshinweis um eine potentiell gefährliche Situation zu vermeiden, die den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge haben könnte.



GEFAHR

Sicherheitshinweis um eine unmittelbar gefährliche Situation zu vermeiden, die den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge hat.

2.3.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

Bei Arbeiten am Verdichter beachten



WARNUNG

Verdichter steht unter Druck!
Schwere Verletzungen möglich.
Verdichter auf drucklosen Zustand bringen!
Schutzbrille tragen!



Bei Arbeiten an der Elektr(on)ik beachten



WARNUNG

Gefahr von elektrischem Schlag!
Vor Arbeiten im Anschlusskasten, im Modulgehäuse und an elektrischen Leitungen: Hauptschalter ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern!
Vor Wiedereinschalten Anschlusskasten und Modulgehäuse schließen!



HINWEIS

Beschädigung oder Ausfall des Verdichtermoduls möglich!
An die Klemmen von CN7 bis CN12 keine Spannung anlegen – auch nicht zum Prüfen!
An die Klemmen von CN13 maximal 10 V anlegen!
An die Klemme 3 von CN14 maximal 24 V, an die anderen Klemmen keine Spannung anlegen!

An Spannungsausgänge niemals Spannung anlegen, auch nicht zum Prüfen.

3 Auslieferungszustand

Das CRII-System für Hubkolbenverdichter für transkritische CO₂-Anwendungen funktioniert nur in Verbindung mit dem Verdichtermodule CM-RC-01. Es wird werkseitig komplett montiert und mit dem Verdichtermodule vollständig verdrahtet ausgeliefert.

4 Anschlüsse und Maßzeichnungen

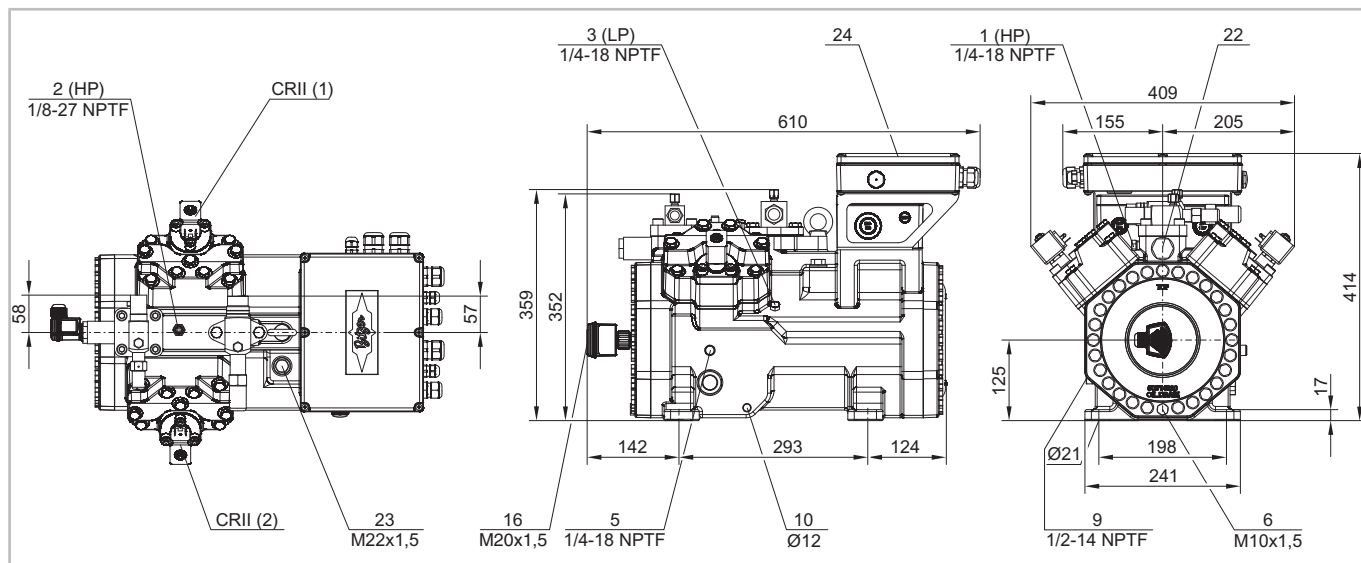


Abb. 1: Maßzeichnung 4PTEU-6LK .. 4KTEU-10LK

Legende, siehe Tabelle 1, Seite 18.

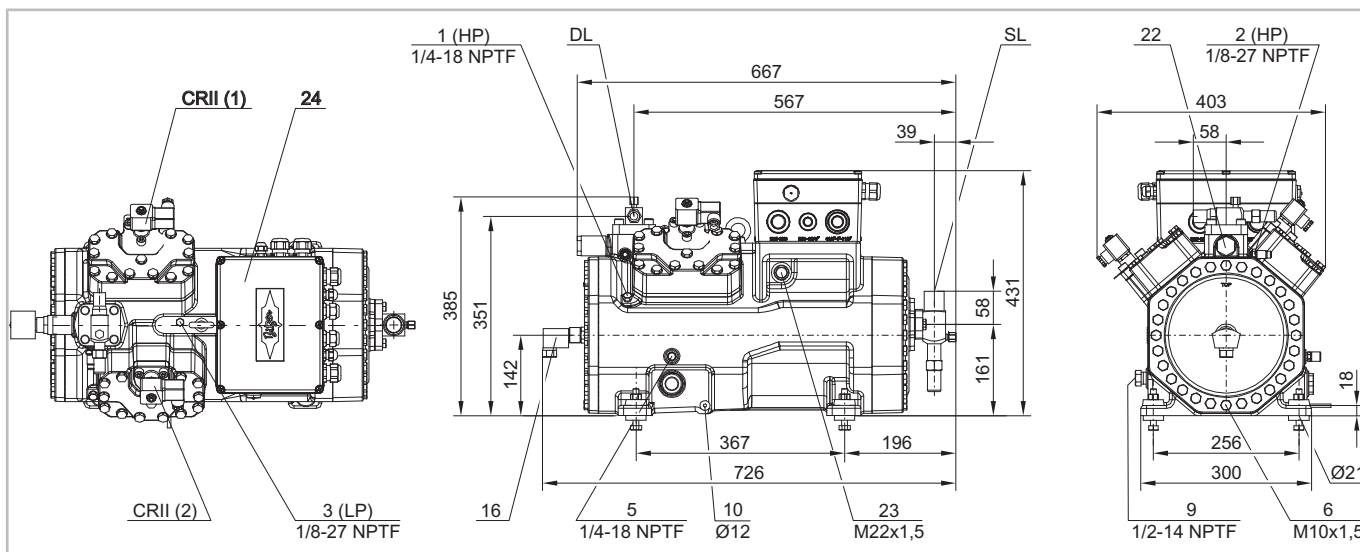


Abb. 2: Maßzeichnung 4JTEU-10LK .. 4FTEU-20LK

Legende, siehe Tabelle 1, Seite 18.

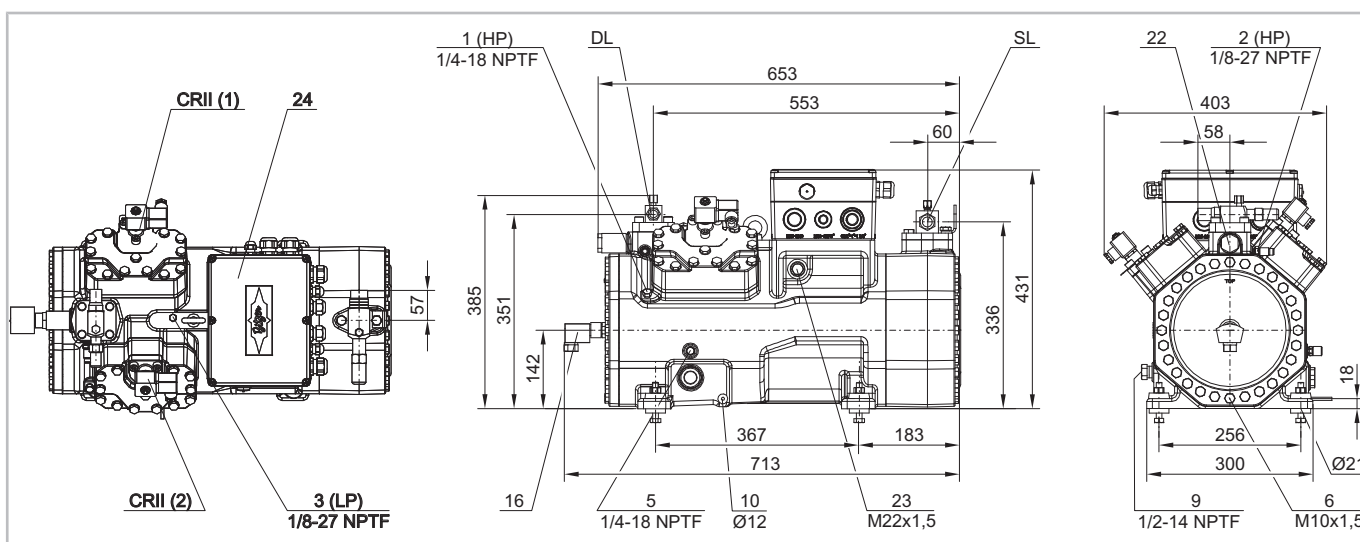


Abb. 3: Maßzeichnung 4FTEU-30LK .. 4CTEU-30LK

Legende, siehe Tabelle 1, Seite 18.

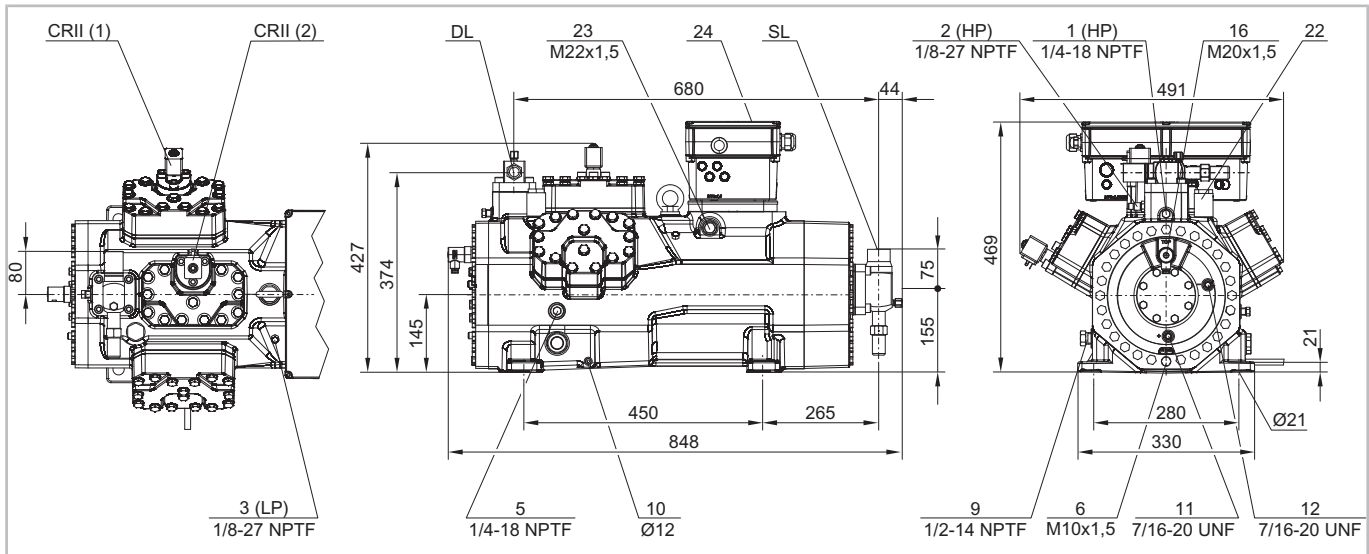


Abb. 4: Maßzeichnung 6FTEU-35LK .. 6CTEU-50LK

Legende, siehe Tabelle 1, Seite 18.

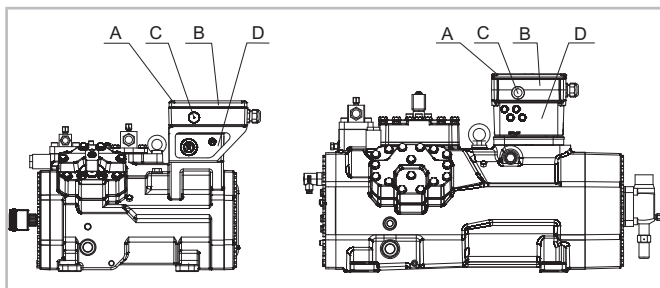


Abb. 5: 4- und 6-Zylinderverdichter mit CM-RC-01 Verdichtermodul

Anschlusspositionen	
A	Deckel des Verdichtermoduls (4PTEU .. 4KTEU)
	Deckel des Anschlusskastens (4JTEU .. 6CTEU)
B	Verdichtermodulgehäuse
C	LED-Schauglas
D	Anschlusskasten des Verdichters

Tab. 1: Anschlusspositionen

Maßangaben (falls angegeben) können Toleranzen entsprechend EN ISO 13920-B aufweisen.

Anschlusspositionen	
1	Hochdruckanschluss (HP)
2	Anschluss für Druckgastemperaturfühler (HP)
3	Niederdruckanschluss (LP)
6	Ölablass
9	Anschluss für Öl- und Gasausgleich (Parallelbetrieb)
10	Anschluss für Ölheizung
11	Öldruckanschluss +
12	Öldruckanschluss –
16	Ölüberwachung
22	Druckentlastungsventil zur Atmosphäre (Druckseite)
23	Druckentlastungsventil zur Atmosphäre (Saugseite)
24	Verdichtermodul
SL	Sauggasleitung
DL	Druckgasleitung

5 Das CRII-System für BITZER Hubkolbenverdichter für transkritische CO₂-Anwendungen

Mit dem völlig neu entwickelten CRII-System zur Leistungsregelung für BITZER Hubkolbenverdichter für transkritische CO₂-Anwendungen, in Kombination mit dem Verdichtermodule CM-RC-01 kann der Verdichter einfach und flexibel bedient werden. Die Anpassung der Leistung an den Bedarf in einem weiten Bereich von 100% bis 25%, zukünftig sogar bis 10%, deckt unter anderem die großen Unterschiede zwischen Sommer- und Winterbetrieb ab, ermöglicht eine fein abgestimmte Leistung im Verbund und eine Steigerung der Kälteleistungszahl COP der Anlage durch stabileren und höheren durchschnittlichen Saugdruck.

5.1 Regelprinzip

Das CRII-System zur Leistungsregelung basiert auf dem Prinzip der Zylinderabschaltung. Dabei wird der saugseitige Gasfluss zu einzelnen Zylinderbänken durch einen Steuerkolben unterbunden.

Volllastbetrieb

Im Volllastbetrieb fördert der Verdichter auf allen Zylindern. Die Magnetspule (siehe Abbildung 6, Seite 19) ist stromlos. Der Bypasskanal ist geschlossen, Einströmen und Verdichtung findet statt.

Teillastbetrieb

Im Teillastbetrieb steht die Magnetspule unter Strom (siehe Abbildung 6, Seite 19). Mit Hilfe eines Servoventils wird ein Steuerkolben angehoben und ein Bypass Kanal geöffnet. Die Gasförderung der abgeschalteten Zylinderbank ist somit unterbrochen, da das Gas von der Druck- zur Saugseite strömt. Ein Rückströmen von Kältemittel aus dem Gaskühler / Verflüssiger wird durch ein internes Rückschlagventil auf der Ventilplatte verhindert. Der integrierte Regelalgorithmus sorgt für möglichst niedrige Erwärmung des Verdichters. Der thermische Schutz des Verdichters wird durch das Verdichtermodule CM-RC-01 gewährleistet.

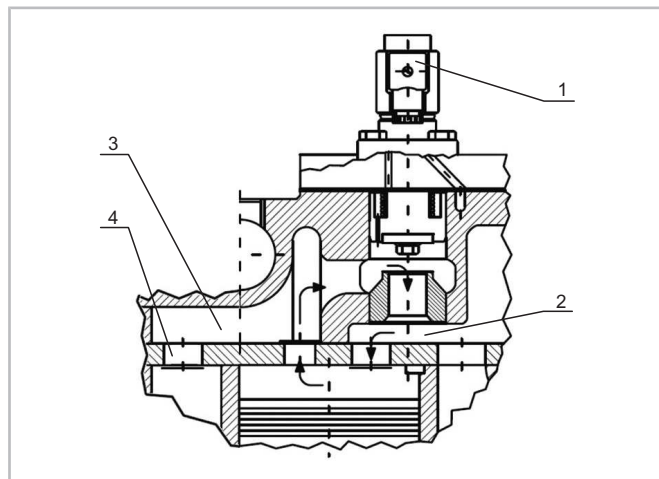


Abb. 6: Konstruktiver Aufbau des CRII-Leistungsreglers

1 Magnetspule	2 Sauggaskammer
3 Druckgaskammer	4 Rückschlagventil

5.2 Regelkonzepte und Ansteuerung der Magnetventile

Aufgrund der universellen Anwendungsmöglichkeiten des CRII-Systems für transkritische CO₂-Anwendungen kann eine Leistungsregelung mit erhöhter Schaltfrequenz umgesetzt werden. Dabei wird der Regelalgorithmus mit einer reduzierten Abweichung vom Sollwert speziell an die jeweilige Anlage angepasst (siehe Kapitel Leistungsregelung CRII mit Anlagenregler bedienen, Seite 23).

Verdichter- typ	Bereich Leistungsregelung	Anzahl benötigter CRII-Zylinderköpfe
4-Zylinder- verdichter	100% .. 25% ①	2
	100% .. 50%	1
6-Zylinder- verdichter	100% .. 66%	1
	100% .. 33%	2

Tab. 2: CRII-System für Hubkolbenverdichter für transkritische CO₂-Anwendungen: Regelkonzepte

① zukünftig regelbar bis 10%, quasi-stufenlose Leistungsregelung (taktend angesteuert)

Vollausrüstung (siehe Kapitel Anschlüsse und Maßzeichnungen, Seite 16)

- 4-Zylinderverdichter: 2 Zylinderköpfe
- 6-Zylinderverdichter: 2 Zylinderköpfe
- Verbundanlagen mit einer größeren Anzahl von Verdichtern:
Erhöhte Regelgenauigkeit kann ggf. auch mit je einem CRII-Zylinderkopf pro Verdichter erreicht werden. Der Regelbereich der einzelnen Verdichter ist in diesem Fall jedoch eingeschränkt.

4-Zylinderverdichter:

	CRII (1)	CRII (2)
100%	○	○
>50%	●	○
≤50%	● / ①	① / ●

- Leistungsregler stromlos
- Leistungsregler konstant angesteuert
- ① Leistungsregler taktend angesteuert (Taktdauer abhängig vom Lastzustand)

6-Zylinderverdichter:

	CRII (1)	CRII (2)
100%	○	○
>66%	●	○
>33%	●	①

- Leistungsregler stromlos
- Leistungsregler konstant angesteuert
- ① Leistungsregler taktend angesteuert (Taktdauer abhängig vom Lastzustand)

Ansteuerung der CRII-Magnetventile

Speziell ausgeführte Magnetventile steuern interne Bauteile so an, dass Kältemittel in der entsprechenden Zylinderbank nicht verdichtet wird und der Verdichter im Teillastbetrieb läuft. Damit kann eine perfekte Anpassung an den Kältebedarf der Anlage und eine schnelle Reaktion auf Systemänderungen erfolgen. Saugdruckschwankungen lassen sich so im Vergleich zum Ein-/Ausschaltbetrieb auf ein Mindestmaß begrenzen, siehe Abbildung 7, Seite 20. Dadurch kann die Raumtemperatur auf einem sehr viel stabileren Niveau gehalten werden. CRII ist zudem oft eine gute Alternative zu den BITZER VARIPACK Frequenzumrichtern und ermöglicht eine sehr gute Regelgenauigkeit für stabilen Saugdruck.

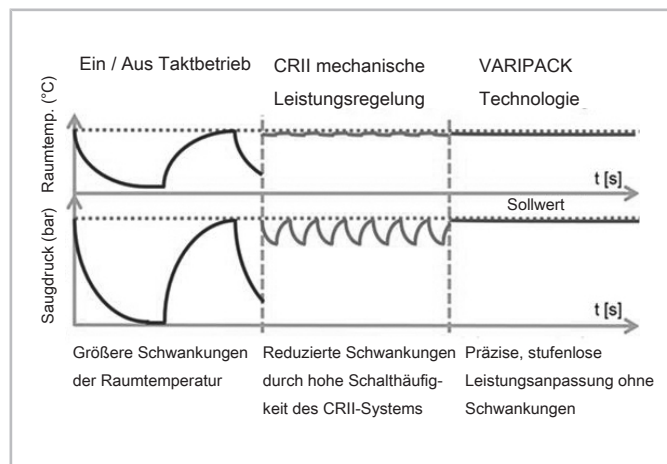


Abb. 7: Qualitative Verläufe des Saugdrucks und der Raumtemperatur (verschiedene Methoden als Funktion der Zeit)

6 Elektrischer Anschluss

Das Verdichtermodule im Stillstand des Motors unter Spannung belassen. Das Modul schaltet die Ölheizung bei Bedarf zu. Dies stellt die Schmierfähigkeit des Öls auch nach längerem Stillstand sicher.

Verdichtermodule nur bei geplantem langen Verdichterstillstand oder für die Wartung spannungsfrei schalten. Weitere Informationen zum Verdichtermodule CM-RC-01 siehe beiliegende Technische Information KT-230.

6.1 Motoranschluss

Der Direktanlauf-Permanentmagnetmotor (LSPM) der ECOLINE+ Verdichter für transkritische CO₂-Anwendungen wird im Direktstart und in Sternschaltung (400 V Netzfrequenz) angeschlossen. Teilwicklungs- oder Stern-/Dreieckanlauf sind nicht möglich.

Das Prinzipschaltbild (siehe Abbildung 8, Seite 22) zeigt diesen Direktstart im Stern. Details zum Motoranschluss, siehe Aufkleber im Anschlusskasten des Verdichters.

6.2 Hochdruckschalter

Für jeden Verdichter muss nach EN378 ein Hochdruckschalter (F5) zur Sicherheitsabschaltung in der Sicherheitskette vorgesehen werden. Je nach Fördervolumen und Kältemittelfüllmenge muss er als Sicherheitsdruckbegrenzer und / oder nur als Druckbegrenzer ausgeführt sein. Die softwareseitige Überwachung des Verdichtermodule über den Hochdruckmessumformer (B6) stellt die Funktion der Sicherheitsabschaltung nicht ausreichend sicher. Der Hochdruckschalter (F5) sollte vorzugsweise an Klemmleiste CN3 an Stelle der Brücke angeschlossen werden.

Der Einbau eines Niederdruckschalters ist je nach örtlichen Vorschriften nicht notwendig. Das Verdichtermodule ist mit einer automatischen Niederdruckabschaltfunktion ausgestattet.

6.3 Betriebsüberwachung mit der BEST SOFTWARE anschließen

Die BEST SOFTWARE greift über eine Bluetooth-Schnittstelle auf das Verdichtermodule zu, siehe Kapitel Kommunikation über die BEST SOFTWARE, Seite 24. Diese Schnittstelle ist in einigen außereuropäischen Ländern deaktiviert.

- Wenn die Bluetooth-Schnittstelle nicht benutzt werden soll:
- BEST Schnittstellenkonverter an Klemmleiste CN14 anschließen (Modbus).

Die Leistungsregelung muss in diesem Fall über das Analogsignal an Klemmleiste CN13 angesteuert werden.

6.4 Prinzipschaltbild

Abk.	Bauteil
B1	Befehl für Verdichteranlauf (Freigabesignal vom Anlagenregler)
B6	Hochdruckmessumformer (in Kürze verfügbar)
B7	Niederdruckmessumformer (in Kürze verfügbar)
F1	Hauptsicherung
F2	Verdichtersicherung
F3	Steuersicherung
F4	Ölüberwachung: OLC-D1 oder DP-1
F5	Hochdruckschalter
F13	Überstromrelais "Motor" (1. Teilwicklung und Y/Δ)
F14	Überstromrelais "Motor" (2. Teilwicklung)
F17	Steuertransformatorsicherung
H3	Leuchte "Sammelstörung"
K1	Schütz "1. Teilwicklung" (PW) oder Hauptschütz (Y/Δ)
K2	Schütz "2. Teilwicklung" (PW) oder Dreieckschütz (Y/Δ)
K3	Sternschütz (Y/Δ)
M1	Verdichter
M2	Zusatzventilator
Q1	Hauptschalter
R1..6	PTC-Fühler in Motorwicklung
R7	Druckgastemperaturfühler
R8	Ölheizung
R11	Optionaler Temperaturfühler (nicht im Lieferumfang enthalten)
S1	Steuerschalter (ein/aus)
S2	Entriegelung des CM-RC-01
T1	Steuertransformator (Beispiel für 230 V)
Y1	Magnetventil "Anlaufentlastung SU"
Y3-1	Magnetventil "1. Leistungsregler CR11"
Y3-2	Magnetventil "2. Leistungsregler CR11"

Tab. 3: Bauteile des Prinzipschaltbilds

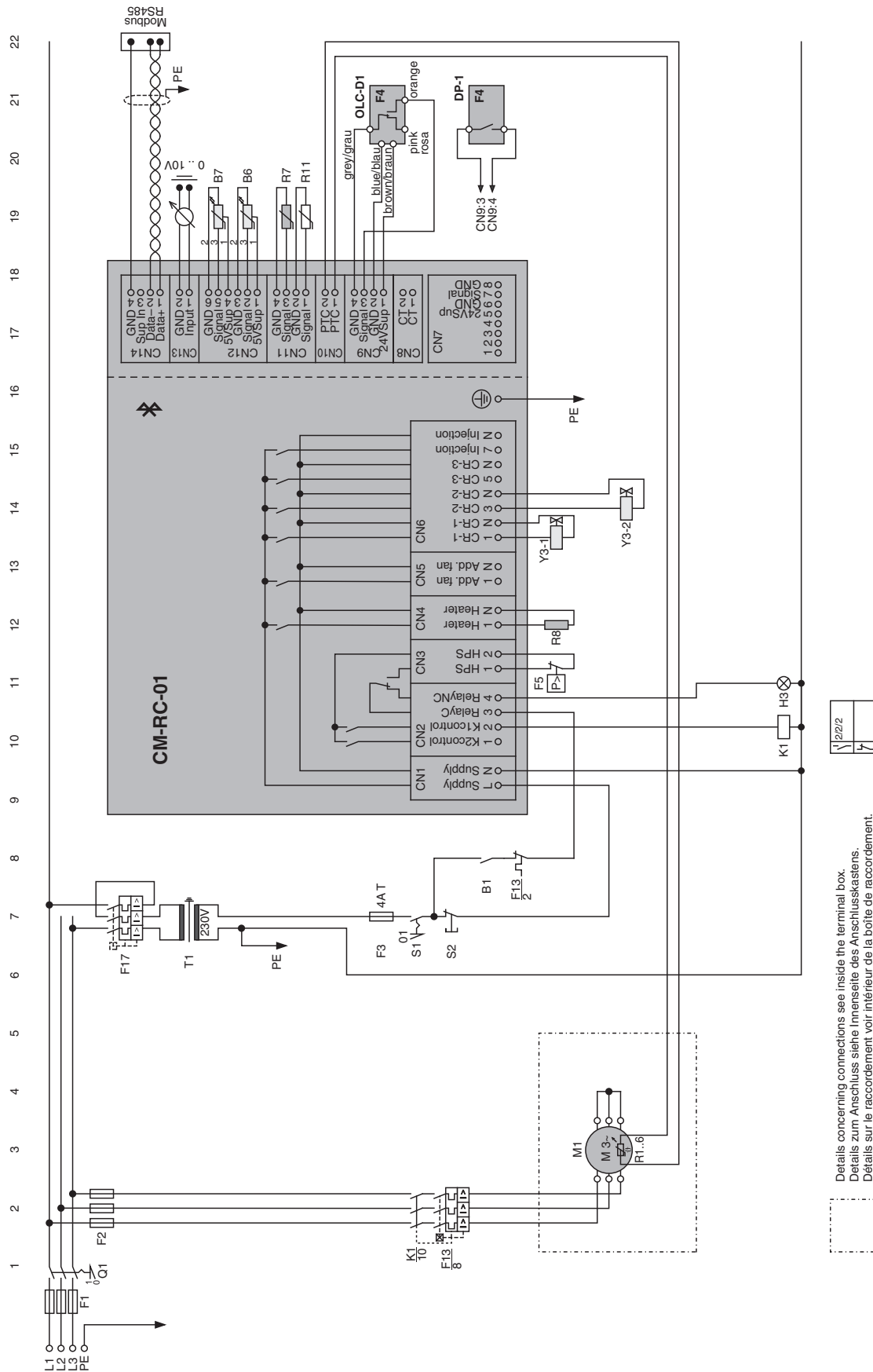


Abb. 8: Prinzipschaltbild ECOLINE+, Sternanlauf

7 Einsatzgrenzen bei Teillastbetrieb



Information

Hinweise zu Druckgas- und Betriebstemperaturen und Schmierbedingungen gemäß KB-130 beachten!

Der Anwendungsbereich der mechanischen Leistungsregelung wird im Wesentlichen durch die thermischen Grenzen der verwendeten Schmierstoffe eingeschränkt. Die Überwachung dieser thermischen Grenzen erfolgt in dynamischen und stationären Betriebszuständen durch das Verdichtermodul und den hinterlegten Regelalgorithmus.

Die Grenzen der Druckgastemperatur sind:

- Warnung: 140°C
- Störung / Abschaltung: 150°C
- Reset / Entriegeln: 135°C

6FTEU-35LK bis 6CTEU-50LK, 33%

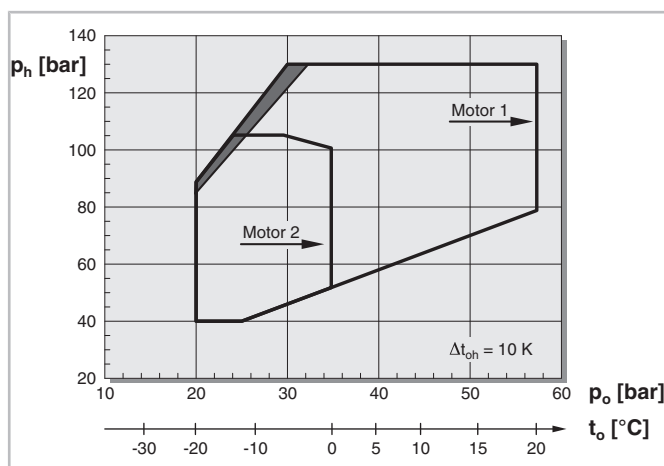


Abb. 9: Einsatzgrenze 6FTEU-35LK bis 6CTEU-50LK, 33%

t_o	Verdampfungstemperatur (°C)
Δt_{oh}	Sauggasüberhitzung (K)
p_o	Saugdruck abs. (bar)
p_h	Hochdruck abs. (bar)
	IQ-Bereich: selbständige Überwachung der Einsatzgrenze durch das Verdichtermodul in Abhängigkeit der Druckgastemperatur.

Tab. 4: Legende Einsatzgrenze

Teillasteinsatzgrenzen aller Verdichter mit CRII-Leistungsregelung, siehe BITZER SOFTWARE und auf Anfrage.

8 Leistungsregelung CRII mit Anlagenregler bedienen

8.1 Steuerung über Analogsignal

Die Verdichterleistung wird über ein Gleichspannungssignal gesteuert. Diese Art der Steuerung eignet sich vor allem für Anlagen mit einfachen Reglern, die mit einem Ausgang für 0 bis 10 V und einem Relais ausgestattet sind und wenn die Klemmleiste CN14 für die BEST SOFTWARE benutzt wird.

- Anschluss auf Klemmleiste CN13, Klemmen 1 und 2.
- Regelsignal: 0 bis 10 V Gleichspannung eines Analogausgangs des Anlagenreglers
- Regelgüte: $\pm 0,5\%$ bei 100%
- lineare Regelcharakteristik, siehe Abbildung.

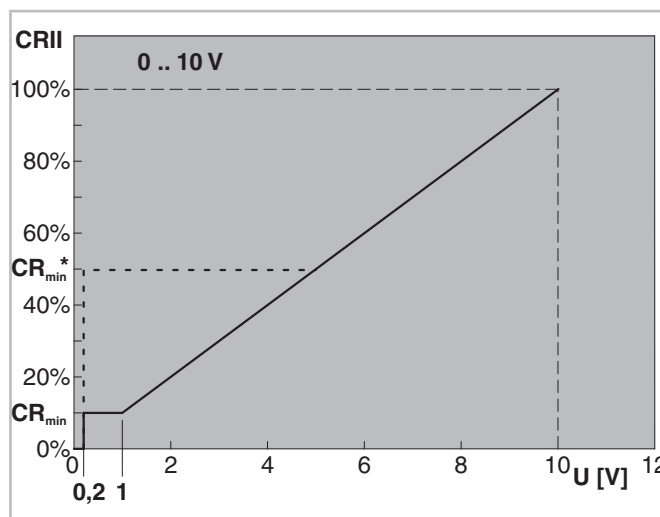


Abb. 10: Regelcharakteristik

- CR_{min} :
 - 4-Zylinderverdichter: Ausgehend von 100% kann die Verdichterleistung auf 25% (zukünftig bis 10%) reduziert werden, wenn jeder Zylinderkopf mit CRII-Leistungsreglern ausgestattet ist.
 - 6-Zylinderverdichter: Ausgehend von 100% kann die Verdichterleistung auf 33% reduziert werden, wenn 2 Zylinderköpfe mit CRII-Leistungsreglern ausgestattet sind.



Information

Ab der Firmware-Version 2.3.242.00. kann die minimale/maximale Leistungsregelungsstufe in der BEST SOFTWARE (BEST 2.8.229.0 SP2) frei eingestellt werden (siehe Kapitel Leistungsregelung CRII mit der BEST SOFTWARE konfigurieren, Seite 25).

- CR_{min}^* und gestrichelte Linie:
 - Der Regelbereich verringert sich, wenn nicht jede Zylinderbank mit Leistungsreglern ausgestattet ist. Die minimale Leistungsstufe von 50% ist die untere Regelgrenze bei 4-Zylinder-Verdichtern mit einem Leistungsregler. In diesem Fall regelt das CM-RC-01 bei einem Steuersignal unter 5 V auf 50% Restleistung.

8.2 Steuerung über Modbus-Schnittstelle

Baudrate 19.2 kbps als Standard.

Kabel an Klemmleiste CN14 einstecken oder anschließen (siehe Abbildung 8, Seite 22).

In diesem Fall können die Betriebsparameter über Bluetooth mit der BEST SOFTWARE überwacht werden.

9 Betriebsparameter mit der BEST SOFTWARE überwachen

Die BEST SOFTWARE bietet einen umfassenden Zugang zu allen Betriebsdaten und Steuerparametern und kann kostenlos von der BITZER Internetseite heruntergeladen werden (www.bitzer.de).

9.1 Kommunikation über die BEST SOFTWARE

- PC/ Mobiles Endgerät
 - mit dem Betriebssystem Windows 7 oder neuer
 - mit Bluetooth-Schnittstelle oder USB-Anschluss
 - mit installierter BEST SOFTWARE

Die BEST SOFTWARE kann kostenlos von der BITZER Internetseite www.bitzer.de heruntergeladen werden.

- Bei Kommunikation über den USB-Anschluss:
 - BEST Schnittstellenkonverter an Verdichtermodule (CN14) und mobilem Endgerät einstecken.

Kommunikation einrichten

- PC/ Mobiles Endgerät einschalten und BEST SOFTWARE starten (1).
- Schaltfläche NEU anklicken (2).
- IQ MODUL CM-RC-01 auswählen (3).
- Schaltfläche VERBINDEN anklicken (4).

Es erscheinen zur Auswahl: BEST SCHNITTSTELLENKONVERTER oder BLUETOOTH.

- Auswahl BEST SCHNITTSTELLENKONVERTER: Schaltfläche VERBINDEN anklicken.

Das Verdichtermodule ist jetzt mit dem mobilen Endgerät verbunden.

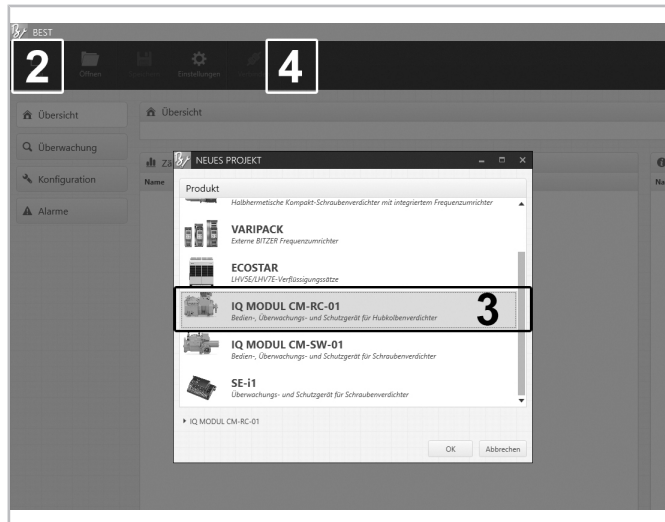


Abb. 11: CM-RC-01 mit der BEST SOFTWARE verbinden

- FIRMWARE UPDATE auswählen (1) und DURCHSUCHEN (2) anklicken (siehe Abbildung 12, Seite 24).
- Ordner (... \BEST\Firmware\CM-RC-01) nach neuer Firmware durchsuchen.
- Firmwareupdate starten und warten bis das erfolgreiche Update bestätigt wird. Mit OK bestätigen (3).

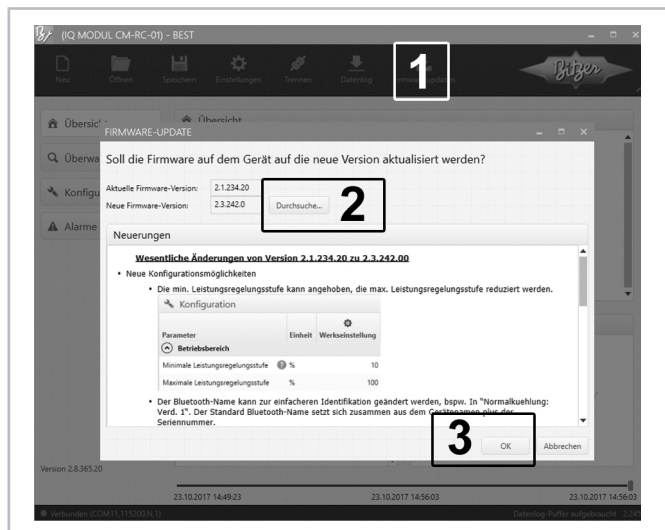


Abb. 12: Update der Firmware durchführen

- Auswahl BLUETOOTH (Update der Firmware über Bluetooth nicht möglich!): Alle verfügbaren Geräte werden aufgelistet.
- IQ MODUL CM-RC-01 auswählen.
- Schaltfläche VERBINDEN anklicken.

- Bluetooth Passwort eingeben. Werkseinstellung ab Firmwareversion 2.6.58.00: "8670", vorige Versionen: "2".

Das Menü KONFIGURATION mit Fenster HAUPT-EINSTELLUNGEN erscheint. Das Verdichtermodul ist jetzt mit dem PC / Mobilien Endgerät verbunden.

9.2 CM-RC-01 mit der BEST SOFTWARE konfigurieren

Das Verdichtermodul CM-RC-01 ist im Auslieferungszustand für die Anwendung mit dem jeweiligen Verdichter vorkonfiguriert.

Im Menü KONFIGURATION alle Einstellungen prüfen und bei Bedarf ändern. Insbesondere diese Einträge prüfen:

- MOTORANLAUF-FUNKTION wegen der Zeitrelaissteuerung der Motorschütze, siehe Kapitel Motoranschluss, Seite 21.
- KÄLTEMITTEL. "None" auswählen (zukünftig "R744" auswählen).
- DATUM
- ZEIT

9.3 Leistungsregelung CRIL mit der BEST SOFTWARE konfigurieren

Im Menü KONFIGURATION im Untermenü STEUERFUNKTIONEN müssen weitere Parameter eingestellt werden (siehe Abbildung 13, Seite 25):

- ANZAHL DER LEISTUNGSREGLER (max. 2).
- MINIMALE/MAXIMALE LEISTUNGSREGELUNGSSTUFE EINSTELLEN, ab BEST 2.8.229.0 SP2 mit Firmware-Version 2.3.242.00. Als Standard ist der freigegebene Bereich des Verdichters hinterlegt. Die minimale Leistungsregelungsstufe kann jedoch erhöht, die maximale Leistungsstufe reduziert werden.

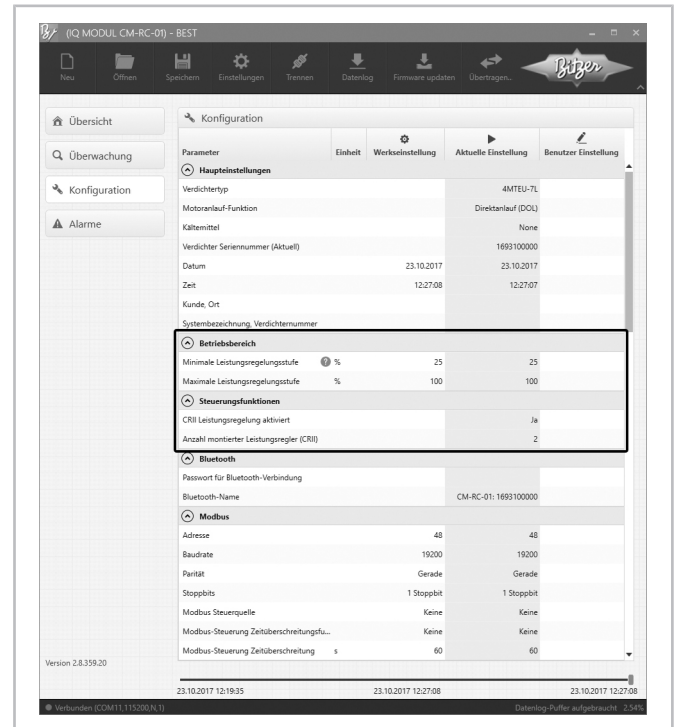


Abb. 13: Konfiguration CRIL in der BEST SOFTWARE

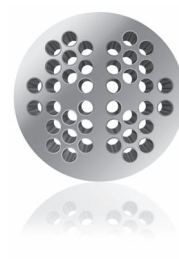


Notes

A large rectangular area filled with a light gray dot grid pattern, intended for taking notes.

Notes

A large rectangular area filled with a light gray dot grid pattern, intended for handwritten notes.





80300801 // 01.2018

Subject to change
Änderungen vorbehalten

BITZER Kühlmaschinenbau GmbH
Eschenbrännlestraße 15 // 71065 Sindelfingen // Germany
Tel +49 (0)70 31 932-0 // Fax +49 (0)70 31 932-147
bitzer@bitzer.de // www.bitzer.de