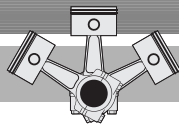


Technische Information Technical Information Information Technique


KT-420-1

Einsatz von Frequenzumrichtern bei Hubkolben-Verdichtern

- 2KC-05.2(Y) .. 6F-50.2(Y)
- 22EC-4.2(Y) .. 66F-100.2(Y)
- S4T-5.2(Y) .. S66F-60.2(Y)
- 2T.2(Y) .. 6F.2(Y)
- W2TA .. W6FA

Application of Frequency Inverters with Reciprocating Compressors

- 2KC-05.2(Y) .. 6F-50.2(Y)
- 22EC-4.2(Y) .. 66F-100.2(Y)
- S4T-5.2(Y) .. S66F-60.2(Y)
- 2T.2(Y) .. 6F.2(Y)
- W2TA .. W6FA

Emploi des convertisseurs de fréquences avec des compresseurs à piston

- 2KC-05.2(Y) .. 6F-50.2(Y)
- 22EC-4.2(Y) .. 66F-100.2(Y)
- S4T-5.2(Y) .. S66F-60.2(Y)
- 2T.2(Y) .. 6F.2(Y)
- W2TA .. W6FA

Inhalt	Seite
1 Allgemeines	1
2 Funktionsweise	2
3 Anwendungsbereiche	6
4 Auslegungskriterien	11
5 In Betrieb nehmen	12
6 Prinzipschaltbild	15

Contents	Page
1 General	1
2 Operation	2
3 Application ranges	6
4 Design criteria	11
5 Commissioning	12
6 Schematic wiring diagram	15

Sommaire	Page
1 Généralités	1
2 Mode de fonctionnement	2
3 Champs d'application	6
4 Critères de sélection	11
5 Mise en service	12
6 Schéma de raccordement	15

1 Allgemeines

In der klassischen Anwendung ohne Frequenzumrichter wird der Verdichter immer bei konstanter Motor-Drehzahl direkt am Netz betrieben.

Mit Frequenzumrichter kann die Kälteleistung des Verdichters durch Drehzahlregelung stufenlos an den Kältebedarf der Anlage angepasst werden.

Merkmale des Betriebs mit Frequenzumrichter:

- höhere Systemeffizienz insbesondere bei Teillast
- erhöhte Verdichter-Lebensdauer durch weniger Verdichter-Starts

1 General

In classical applications without frequency inverter, the compressor is always operated at constant motor speed directly on the mains supply.

A frequency inverter allows the stepless control of the cooling capacity to the demand of the plant.

Features of the operation with a frequency inverter:

- higher system efficiency, especially under partial load
- increased compressor operating life due to fewer compressor starts

1 Généralités

Pour les applications classiques, sans convertisseur de fréquences, le compresseur opère toujours à vitesse constante, par liaison directe au réseau.

Avec un convertisseur de fréquences, la puissance frigorifique du compresseur peut être adaptée à la demande de froid de l'installation par une régulation continue de la vitesse.

Points marquants du fonctionnement avec convertisseur de fréquences:

- Efficacité accrue du système, particulièrement en charge partielle
- Allongement de la durée de vie du compresseur, car moins de démarrages de celui-ci

- Integrierter Sanftanlauf:
Anlaufstrom geringer als bei Stern-Dreieck- oder Teilwicklungs-Anlauf
 - Geringeres Risiko von Flüssigkeitsschlägen durch verringerte Förderleistung beim Start
 - Leistungserhöhung durch Betrieb oberhalb der Synchron-Drehzahl in vielen Fällen möglich (niedrigere Verdichterkosten)
 - Je hochwertiger der Frequenzumrichter desto geringer ist der Oberwellenanteil im Ausgangssignal. Oberwellen reduzieren den Motor-Wirkungsgrad und verursachen dadurch eine stärkere Motor-Erwärmung als im Standard-Betrieb.
 - Die elektrische Leistungsaufnahme mit Frequenzumrichter ist geringfügig höher als bei Betrieb des Verdichters direkt am Netz wegen
 - Verlusten im Motor (Motor-Erwärmung)
 - Verlusten im Frequenzumrichter – verursacht durch die Verluste der einzelnen elektronischen Komponenten zur Umwandlung der Netzspannung / Netzfrequenz
 - Mit dem Frequenzumrichter wird ein weiter Drehzahlbereich durchfahren. Dabei können Betriebszustände in der Anlage auftreten, bei denen sich Resonanzschwingungen einstellen.
- Integrated soft start:
starting current lower than star-delta or part-winding start
 - Lower risk of liquid slugging due to reduced capacity during start
 - A capacity increase is often possible (lower compressor costs) by operation above the synchronous speed
 - The higher the quality of the frequency inverter, the lower the harmonic distortion-factor in the output-signal. Harmonics reduce the motor's efficiency and thus cause a more intense motor heat-up than in standard operation.
 - The electrical power consumption with a frequency inverter is slightly higher than when operating the compressor directly on the mains supply. This is due to
 - motor losses (motor heat-up)
 - losses in the frequency inverter – caused by the losses of individual electronic components for power conversion
 - The frequency inverter covers a wide speed range. Operating conditions, under which resonance vibrations set in, can occur in the plant.
- Démarrage en douceur intégré:
Courant de démarrage plus faible que pour les démarrages en étoile-triangle ou avec bobinages fractionnés
 - Risque de coups de liquide amoindri car moins de puissance volumétrique au démarrage
 - Augmentation de la puissance car fonctionnement au-delà de la vitesse synchrone possible dans de nombreux cas (réduction des coûts compresseur)
 - L'influence des harmoniques sur le signal de sortie sera d'autant plus faible que la qualité du convertisseur de fréquences est élevée. Les harmoniques réduisent le rendement du moteur et engendrent de ce fait, un réchauffement du moteur plus conséquent qu'en fonctionnement standard.
 - La puissance électrique absorbée avec un convertisseur de fréquences est légèrement plus élevée que pour le fonctionnement du compresseur branché directement au réseau car:
 - pertes dans le moteur (réchauffement du moteur)
 - pertes dans le convertisseur de fréquences – occasionnées par les pertes des différents composants électroniques nécessaires à la conversion de la tension réseau / fréquence réseau
 - Le convertisseur de fréquences permet de couvrir une large de plage de vitesses. Il est possible que certaines conditions de fonctionnement de l'installation engendrent des vibrations de résonance.

2 Funktion

2.1 Klassische Verdichter-Anwendung ohne Frequenzumrichter

Die Kälteleistung eines Hubkolben-Verdichters kann bei der klassischen Anwendung u. a. durch Zylinder-Ab-schaltung, Heißgas-Bypass, Saug-druckregelung oder durch Ein- und Ausschalten einzelner Verdichter in Verbundanlagen an den Kältebedarf der Anlage angepasst werden.

Ohne Frequenzumrichter wird der Verdichter bei konstanter Drehzahl betrieben. Die Motor-Drehzahl korreliert direkt mit der Netzfrequenz. Daraus re-

2 Operation

2.1 Classical compressor application without frequency inverter

The cooling capacity of a reciprocating compressor can be adapted to the cooling demand of the plant in a classical application, among others, by a blocked suction system, by hot-gas by-pass, by suction pressure control or by switching individual compressors in the parallel compounding on and off.

Without a frequency inverter, the compressor is operated at a constant speed. The motor speed correlates

2 Mode de fonctionnement

2.1 Usage classique du compresseur sans convertisseur de fréquences

En usage classique, la puissance frigorifique d'un compresseur à piston peut être adaptée à la demande de froid de l'installation par, entre autres, une mise hors service de pistons, un bipasse de gaz chauds, une régulation de la pression d'aspiration ou un enclenchement et déclenchement des compresseurs sur une unité compound.

Sans convertisseur de fréquences, le compresseur opère à vitesse constante. La vitesse du moteur est en corrélation

sulziert für 4-polige Asynchronmotoren eine Nenndrehzahl von

- 1450 min⁻¹ bei 50 Hz (Punkt ① in Abb. 2A) bzw.
- 1750 min⁻¹ bei 60 Hz.

Die nachfolgenden Erläuterungen beziehen sich auf 50 Hz.

2.2 Drehzahlregelung des Verdichters

Kälteleistung und Leistungsaufnahme des Hubkolben-Verdichters verändern sich nahezu proportional zur Drehzahl (Abb. 1). Durch Variation der Drehzahl kann die Kälteleistung des Verdichters stufenlos an den Kältebedarf der Anlage angepasst werden.

Damit der Verdichtermotor bei steigender Drehzahl ein konstantes Drehmoment abgeben kann, muss das Verhältnis Spannung / Frequenz (U/f) am Frequenzumrichter-Ausgang konstant bleiben. Der Verlauf des mittleren Belastungsmoments an der Verdichter-Welle (M) bleibt konstant, wie bei allen Verdrängermaschinen.

Der Frequenzumrichter variiert Frequenz und Spannung über einen weiten Bereich. Die Ausgangsspannung des Frequenzumrichters erreicht idealerweise bei der Nennfrequenz des Motors dessen Nennspannung (Punkt ① in Abb. 2A).

directly with the mains supply frequency. From this correlation, the following nominal speed is attained for 4-pole asynchronous motors

- 1450 min⁻¹ at 50 Hz (point ① in Fig. 2A) or
- 1750 min⁻¹ at 60 Hz.

The following explanations are based on 50 Hz.

2.2 Compressor speed control

Cooling capacity and compressor power consumption vary nearly proportional to the speed (Fig. 1). The compressor's cooling capacity can be adapted to the cooling requirement of the plant, by means of an infinitely variable speed.

In order for the compressor motor to deliver constant torque under speed increase, the voltage-frequency (U/f) ratio on the frequency inverter output must remain constant. The characteristic of the mean-load torque at the compressor shaft (M) remains constant, as with all displacement machines.

The frequency inverter varies the frequency and voltage over a wide range. The output voltage of the frequency inverter attains its nominal value (point ① in Fig. 2A), in an ideal case at the motor's nominal frequency.

directe avec la fréquence du réseau. Pour les moteurs asynchrones à 4 pôles, la vitesse nominale qui en résulte est de

- 1450 min⁻¹ à 50 Hz (point ① de la fig. 2A) resp.
- 1750 min⁻¹ à 60 Hz.

Les explications suivantes se réfèrent à 50 Hz.

2.2 Régulation de la vitesse du compresseur

La puissance frigorifique et la puissance absorbée du compresseur à piston varient à peu près proportionnellement avec la vitesse (fig. 1). Par variation de la vitesse, la puissance frigorifique du compresseur peut être adaptée de façon continue à la demande de froid de l'installation.

Le rapport tension / fréquence (U/f) à la sortie du convertisseur de fréquences doit rester constant afin que le moteur du compresseur lui même puisse fournir un couple constant en cas d'élévation de la vitesse. La progression du moment de charge à l'arbre du compresseur (M) reste constante, comme pour toutes les machines.

Le convertisseur de fréquences varie fréquence et tension sur une vaste plage. Quand le moteur est à fréquence nominale, la tension de sortie du convertisseur de fréquences atteint, de façon idéale, la tension nominale de celui-ci (point ① de la fig. 2A).

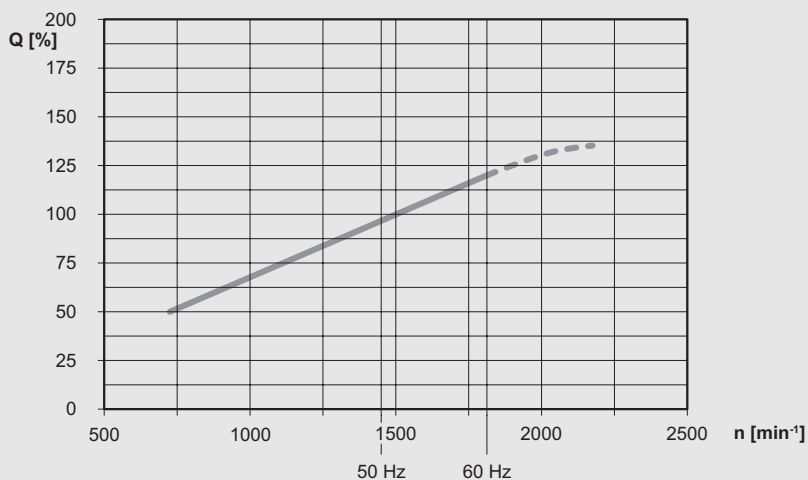


Abb. 1 Typischer Verlauf der Kälteleistung in Abhängigkeit von der Drehzahl

Fig. 1 Typical behaviour of the cooling capacity vs. speed

Fig. 1 Evolution typique de la puissance frigorifique par rapport à la vitesse

2.3 Übersynchroner Betrieb

Der Betrieb im Frequenzbereich oberhalb der Nennfrequenz des Motors wird als "übersynchroner Betrieb" bezeichnet.

Der Frequenzumrichter kann keine Spannung abgeben, die über seiner Eingangsspannung (= Netzspannung) liegt (400 V in Abb. 2A). Das bedeutet, dass beim Anheben der Frequenz über die Synchron-Drehzahl das Spannungs-Frequenz-Verhältnis U/f fällt. Da das vom Verdichter benötigte Moment konstant bleibt, wird die Stromaufnahme des Motors ansteigen. Deshalb sollte der Motor bei Netzfrequenz ausreichende Reserve (Strom / Leistung) aufweisen. Die Drehzahl kann nahezu bis zur Stromgrenze des Motors erhöht werden.

Bei Netzfrequenz 50 Hz sollte für den übersynchronen Betrieb bis 60 Hz ein Motor mit 25 % Leistungsreserve ausgewählt werden (Abb. 2B).

2.3 Trans-synchronous operation

The operation in the frequency range above the nominal frequency of the motor is called "trans-synchronous operation".

The frequency inverter cannot deliver voltage that lies above the input voltage (identical with mains supply voltage, 400 V in Fig. 2A). This means that when raising the frequency above the synchronous speed, the voltage-frequency ratio U/f falls. Since the torque required by the compressor remains constant, the current consumption of the motor will increase. Therefore, the motor should have adequate reserve (current / power) at the mains supply frequency. The speed can be increased until the current limit the motor is almost reached.

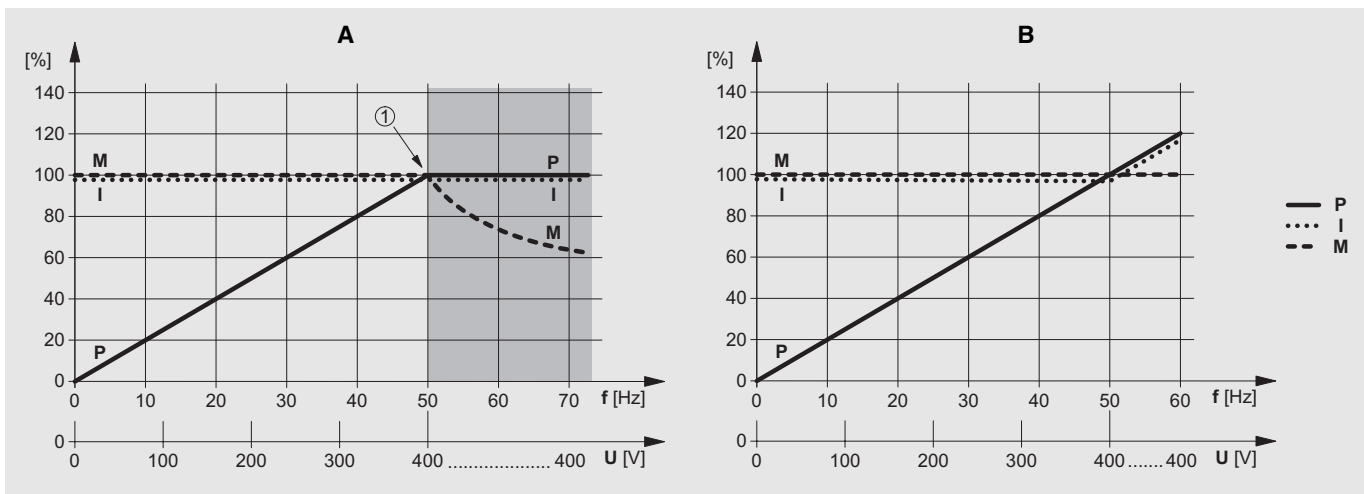
In the case of 50 Hz mains supply frequency, a motor with 25 % power reserve should be selected (Fig. 2B) for trans-synchronous operation of up to 60 Hz.

2.3 Fonctionnement hypersynchrone

Le fonctionnement dans la plage de fréquences au-delà de la fréquence nominale du moteur est nommé "fonctionnement hypersynchrone".

Le convertisseur de fréquences ne peut pas délivrer une tension qui se situe au-dessus de la tension d'entrée (= tension du réseau, 400 V sur fig. 2A). Ceci signifie qu'en cas d'augmentation de la fréquence au-delà de la vitesse synchrone, le rapport tension-fréquence U/f baisse. Etant donnée que le moment nécessaire au compresseur reste constant, le courant absorbé par le moteur va augmenter. Par conséquent, le moteur devra disposer de suffisamment de réserve (courant / puissance) à fréquence nominale. La vitesse peut pratiquement être élevée jusqu'à la limite du courant absorbé par le moteur.

Pour un fonctionnement hypersynchrone jusqu'à 60 Hz, il faudra sélectionner un moteur disposant de 25 % de réserve, à la fréquence de réseau 50 Hz (fig. 2B).



P Leistungsaufnahme Verdichter
M Drehmoment an Verdichter-Welle
I Stromaufnahme Verdichter
f Frequenz (Frequenzumrichter-Ausgang)
U Ausgangsspannung (Frequenzumrichter)
① Nennfrequenz / Nennspannung des Motors

P Compressor power consumption
M Torque at compressor shaft
I Compressor current
f Frequency (frequency inverter output)
U Voltage (frequency inverter output)
① Nominal frequency / nominal voltage of the motor

P Puissance absorbée compresseur
M Couple à l'arbre compresseur
I Courant absorbé compresseur
f Fréquence (sortie convertisseur de fréq.)
U Tension de sortie (convertisseur de fréq.)
① Fréquence nominale / tension nominale du moteur

Abb. 2 Betriebscharakteristika zweier Verdichter-Motoren bei Betrieb mit Frequenzumrichter (400 V/3/50 Hz)

A Motor ohne Reserve (Strom / Leistung)
B Motor mit ca. 25 % Reserve (Strom / Leistung) bei 50 Hz

Fig. 2 Operating characteristics of two compressor motors for operation with a frequency inverter (400 V/3/50 Hz)

A Motor without reserve (current / power)
B Motor with approx. 25% reserve (current / power) at 50 Hz

Fig. 2 Courbe caractéristique de fonctionnement avec convertisseur de fréquences (400 V/3/50 Hz) de deux moteurs de compresseurs

A Moteur sans réserve (courant / puissance)
B Moteur avec environ 25% de réserve (courant / puissance) à 50 Hz

2.4 Einsatz von Sondermotoren

Durch Einsatz eines Sondermotors kann auch im Bereich über 50 Hz ein konstantes Verhältnis U/f eingehalten werden. Damit steht ein konstantes Drehmoment über den gesamten Einsatzbereich zur Verfügung.

- 400 V/3/60 Hz
20 % höhere Verdichterdrehzahl im Proportionalbereich möglich (Abb. 3 Kurve ②)
- 230 V/3/50 Hz
73 % höhere Verdichterdrehzahl im Proportionalbereich möglich (Abb. 3 Kurve ③)
Obere Verdichter-Drehzahlgrenze beachten! Siehe Einsatzgrenzen. Bei 2KC-05.2(Y) .. 4CC-9.2(Y) entspricht diese Anschluss-Spannung dem Standard-Motor, der im Dreieck geschaltet ist (40S/ Δ).

Mit dieser Auslegung liegt der Betriebsstrom bei ② (Abb. 3) um das 1,2-fache bzw. bei ③ um das 1,73-fache höher als bei 400 V. Dadurch erhöhen sich die Kosten für den Frequenzumrichter.

Der Sondermotor kann bei einem Ausfall des Frequenzumrichters nicht direkt mit Netzspannung betrieben werden.

2.4 Use of special motors

A constant ratio U/f can also be maintained in the range above 50 Hz if a special motor is used. A constant torque is available over the entire application range.

- 400 V/3/60 Hz
20 % higher compressor speed is possible in the proportionality range (Fig. 3 curve ②)
- 230 V/3/50 Hz
73 % higher compressor speed is possible in the proportionality range (Fig. 3 curve ③)
Observe the upper compressor speed limit! See Application limits. For 2KC-05.2(Y) .. 4CC-9.2(Y) this supply voltage corresponds to a standard motor connected in delta (40S/ Δ).

With this design the operating current at ② (Fig. 3) lies 1.2-fold higher than in the case of 400 V; at ③ it lies 1.73-fold higher. This causes an increased cost of the frequency inverter.

A special motor cannot be operated directly with the mains supply voltage in case of a frequency inverter failure.

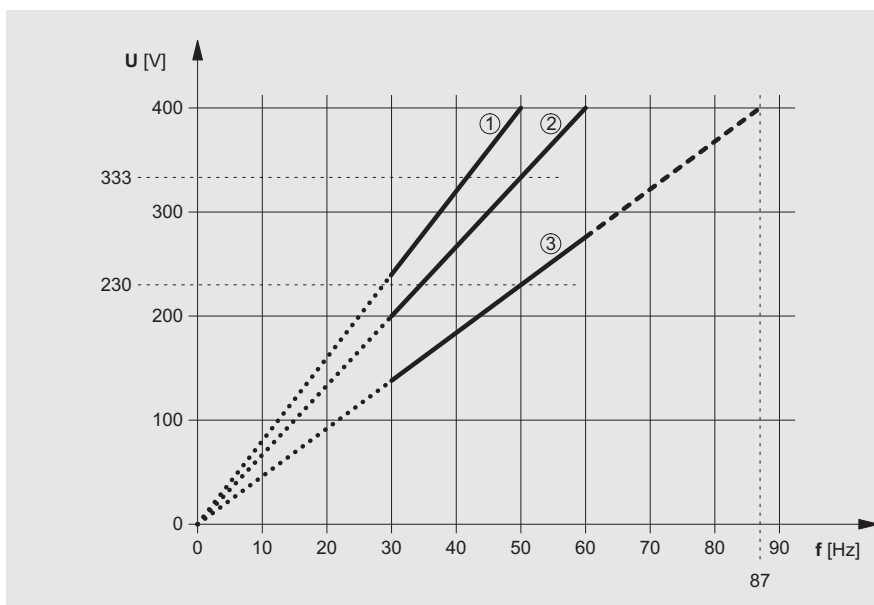
2.4 Usage de moteurs spéciaux

L'usage d'un moteur spécial permet de maintenir constant le rapport U/f dans la plage au-dessus de 50 Hz. Par conséquent, un couple constant est disponible sur la totalité de la plage d'application.

- 400 V/3/60 Hz
Elévation de 20 % de la vitesse du compresseur possible dans la plage proportionnelle (fig. 3 courbe ②).
- 230 V/3/50 Hz
Elévation de 73 % de la vitesse du compresseur possible dans la plage proportionnelle (fig. 3 courbe ③).
Tenir compte de la limite supérieure de la vitesse de rotation du compresseur! Voir limites d'application.
Pour 2KC-05.2(Y) .. 4CC-9.2(Y), cette tension de raccordement correspond au moteur standard branché en triangle (40S/ Δ).

Avec cette sélection, le courant de fonctionnement est en ②, (fig. 3): 1,2 fois resp. en ③: 1,73 fois plus élevé qu'à 400 V. Ceci engendre une augmentation des coûts pour le convertisseur de fréquences.

Les moteurs spéciaux ne peuvent pas être opérés directement avec la tension de réseau en cas de défaillance du convertisseur de fréquences.



- ① 400 V/3/50 Hz
Standard-Motor 40P:
4VC(S)-6.2(Y) .. 6F-50.2(Y)
Standard-Motor 40S/Y:
2KC-05.2(Y) .. 4CC-9.2(Y)
- ② 400 V/3/60 Hz
- ③ 230 V/3/50 Hz
Standard-Motor 40S/ Δ :
2KC-05.2(Y) .. 4CC-9.2(Y)

Drehzahlgrenzen beachten (Kap. 3)!
Consider speed limits (chap. 3)!
Tenir compte de limites de la vitesse de rotation (chap. 3)

Abb. 3 Spannungsanstieg über der Frequenz bei verschiedenen Motoren

Fig. 3 Voltage increase via the frequency for different motors

Fig. 3 Elévation de la tension en fonction de la fréquence pour différents moteurs

3 Anwendungsbereiche

3 Application ranges

3 Champs d'application

3.1 Halbhermetische Hubkolbenverdichter

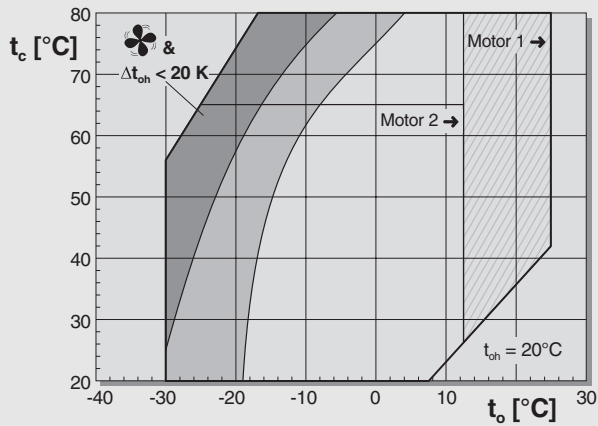
3.1 Semi-hermetic reciprocating compressors

3.1 Compresseurs à piston hermétiques accessibles

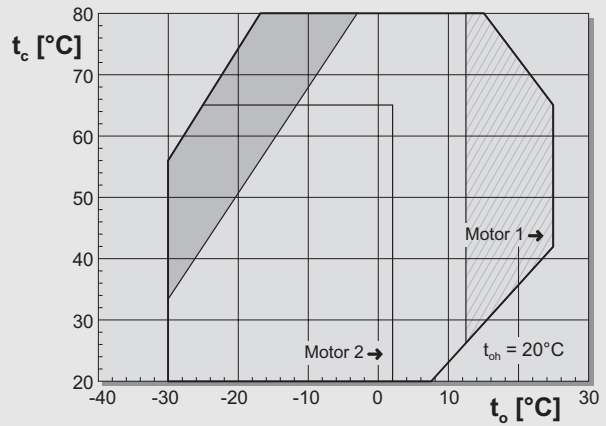
30 .. 50 Hz • Standard-Motor

50 .. 60 Hz • Standard-Motor

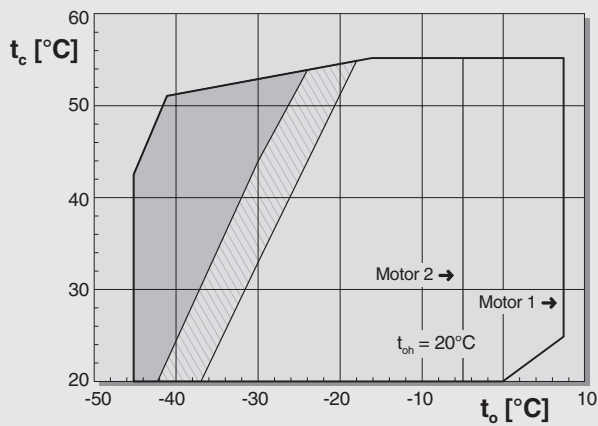
R134a 2KC-05.2Y .. 6F-50.2Y



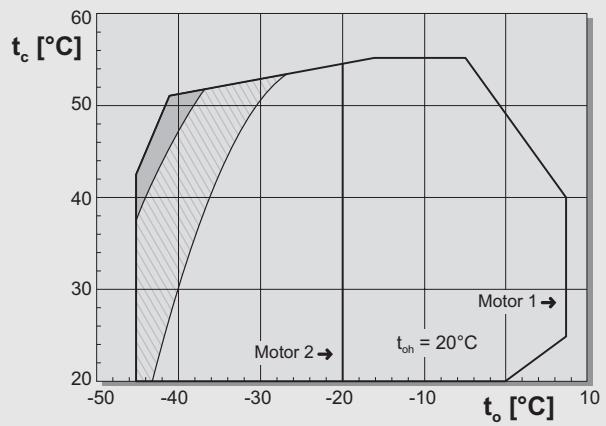
R134a 2KC-05.2Y .. 6F-50.2Y



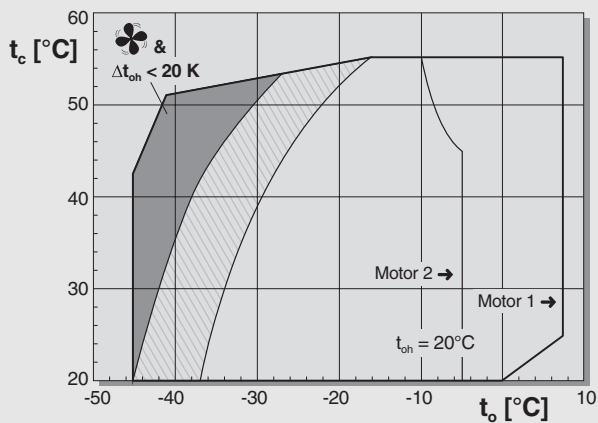
R404A • R507A 2KC-05.2Y .. 4CC-9.2Y



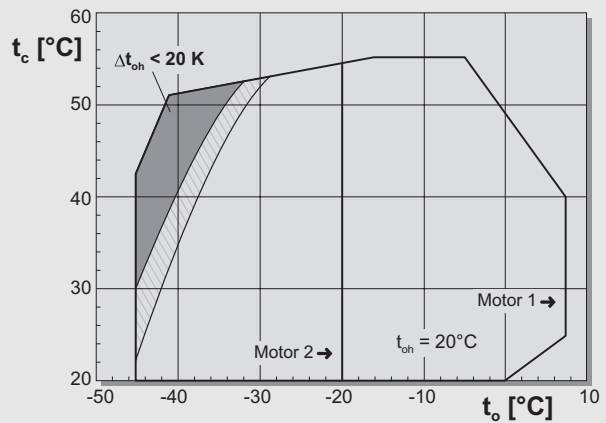
R404A • R507A 2KC-05.2Y .. 4CC-9.2Y

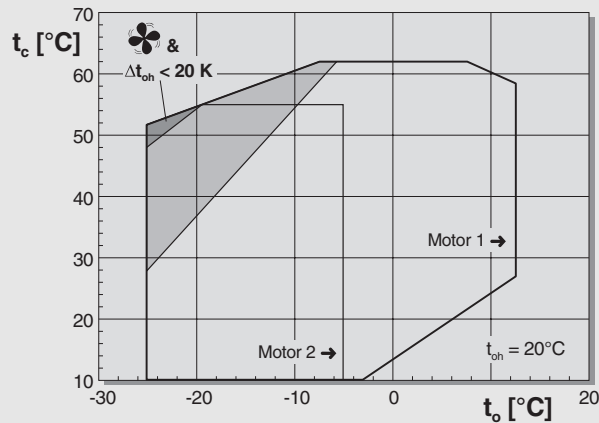
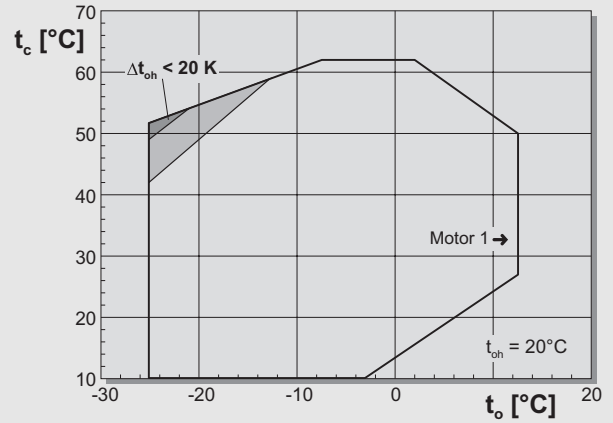
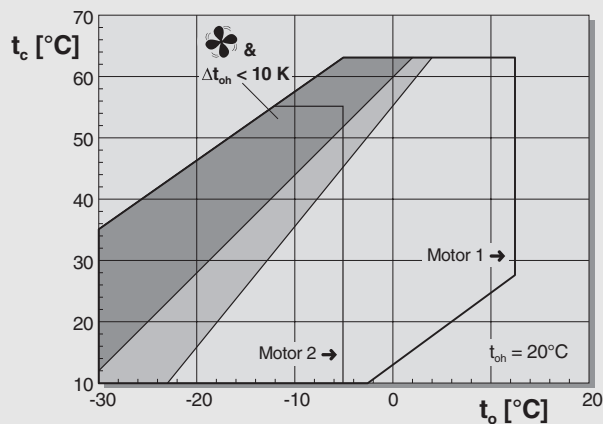
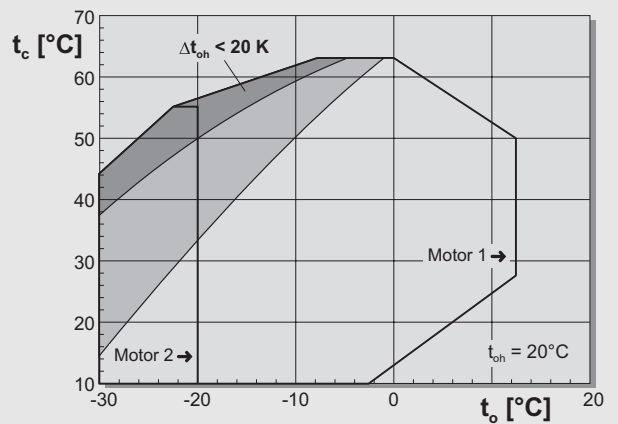


R404A • R507A 4VC(S)-6.2Y .. 6F-50.2Y



R404A • R507A 4VC(S)-6.2Y .. 6F-50.2Y



30 .. 50 Hz • Standard-Motor
50 .. 60 Hz • Standard-Motor
R407C 2KC-05.2Y .. 6F-50.2Y

R407C 2KC-05.2Y .. 6F-50.2Y

R22 2KC-05.2 .. 6F-50.2

R22 2KC-05.2 .. 6F-50.2

Legende

t_o Verdampfungstemperatur [°C]
 t_{oh} Sauggasttemperatur [°C]
 Δt_{oh} Sauggas-Überhitzung
 t_c Verflüssigungstemperatur [°C]

- Zusatzkühlung ($t_{oh} = 20^\circ\text{C}$)
- Zusatzkühlung oder max. 0°C Sauggasttemperatur
- Zusatzkühlung & eingeschränkte Sauggasttemperatur
- Sauggas-Überhitzung $> 10\text{ K}$

Die Einsatzgrenzen sind gültig für

Nennspannung des Verdichter-Motors
 400 V/3/50 Hz
 (Motorkennung 40P bzw. 40S/Y)

Legend

t_o Evaporating temperature [°C]
 t_{oh} Suction gas temperature [°C]
 Δt_{oh} Suction gas superheat
 t_c Condensing temperature [°C]

- Additional cooling ($t_{oh} = 20^\circ\text{C}$)
- Additional cooling or max. 0°C suction gas temperature
- Additional cooling & limited suction gas temperature
- Suction superheat $> 10\text{ K}$

The application limits are valid for

nominal voltage of the compressor
 motor 400 V/3/50 Hz
 (motor code 40P or 40S/Y)

Légende

t_o Température d'évaporation [°C]
 t_{oh} Température de gaz aspiré [°C]
 Δt_{oh} Surchauffe de gaz aspiré
 t_c Température de condensation [°C]

- Refroidissement additionnel ($t_{oh} = 20^\circ\text{C}$)
- Refroidissement additionnel ou température de gaz aspiré max. 0°C
- Refroidissement additionnel & température de gaz aspiré limitée
- Surchauffe à l'aspiration $> 10\text{ K}$

Les limites d'application valable pour

tension nominale du moteur du compresseur
 400 V/3/50 Hz
 (code moteur 40P resp. 40S/Y)

Erweiterte Frequenzbereiche für halbhermetische Verdichter

Extended frequency ranges for semi-hermetic compressors

Plages de fréquences étendues pour compresseurs hermétiques accessibles

Verdichter Compressor Compresseur	Frequenzbereich Frequency range Plage de fréquences
2KC-05.2(Y) .. 2FC-3.2(Y)	30 .. 70 Hz
2EC-2.2(Y) .. 2CC-4.2(Y)	30 .. 70 Hz
4FC-3.2(Y) .. 4CC-9.2(Y)	30 .. 70 Hz
4VCS-6.2(Y) .. 4NCS-20.2(Y)	30 .. 70 Hz
S4T-5.2(Y) .. S4G-12.2(Y)	25 .. 70 Hz

Verdichter Compressor Compresseur	Frequenzbereich Frequency range Plage de fréquences
4VC-6.2(Y) .. 4NC-20.2(Y)	25 .. 70 Hz
4Z-5.2(Y) .. 4N-20.2(Y)	25 .. 70 Hz
4J-13.2(Y) .. 4G-30.2(Y)	25 .. 70 Hz
6J-22.2(Y) .. 6F-50.2(Y)	30 .. 70 Hz
S6J-16.2(Y) .. S6F-30.2(Y)	30 .. 70 Hz

Einsatz von 25 bis 30 Hz und 60 bis 70 Hz nur nach Rücksprache mit BITZER.

Operation from 25 to 30 Hz and from 60 up to 70 Hz only after consultation with BITZER.

Utilisation de 25 à 30 Hz et 60 à 70 Hz uniquement après consultation avec BITZER.

Besonderheiten bei übersynchronem Betrieb siehe Kapitel 2.4.

See chapter 2.4 for specific features for trans-synchronous operation.

Particularités pour fonctionnement hyper-synchrone, voir chapitre 2.4.

Auslegung bei anderen Netz-Spannungen und -Frequenzen

Bei Netzversorgung, die von den zuvor definierten Standard-Bedingungen abweichen (400 V/3/50 Hz), sind ggf. Sonderspannungsmotoren und eine angepasste Auslegung des Frequenzumrichters erforderlich. Weitere Informationen auf Anfrage.

Design for other mains supply voltages and frequencies

Special voltage motors and adapted frequency-inverter design are required for the mains supply that deviates from the prior-defined standard conditions (400 V/3/50 Hz). More information is available upon request.

Sélection pour d'autres tensions et fréquences réseau

Si le réseau d'alimentation diffère des conditions standards définies précédemment (400 V/3/50 Hz), des moteurs avec tension spéciale et une sélection spécifique du convertisseur de fréquences peuvent, le cas échéant, s'avérer nécessaires. De plus amples informations, sur demande.

3.2 Offene Hubkolbenverdichter

- 2T.2(Y) .. 4G.2(Y): 750 .. 1750 min⁻¹
6H.2(Y) .. 6F.2(Y): 900 .. 1750 min⁻¹
und
W2TA .. W4GA: 750 .. 1750 min⁻¹
W6HA .. W6FA: 900 .. 1750 min⁻¹
jeweils mit 4-poligem Asynchron-
motor
- Standard-Einsatzgrenzen (siehe
Prospekt KP-520)
- Betrieb außerhalb dieser Dreh-
zahlbereiche auf Anfrage
- 4UFC(Y) .. 6NFC(Y)
auf Anfrage

Motorzuordnung und Auslegung des Frequenzumrichters in Abstimmung mit den Herstellern vornehmen.

! Achtung!
Gefahr von ungenügender Motor-Kühlung!
Die geförderte Kühlluftmenge des Motorlüfters verändert sich nicht proportional zur Drehzahl. Sicherstellen, dass der Motor bei jeder Drehzahl ausreichend gekühlt wird!

Im übersynchronen Betrieb: erhöhter Leistungsbedarf des Lüfters!

i Bei niedrigen Drehzahlen und hohen Druckverhältnissen ist ggf. Kupplung mit erhöhter Schwungmasse erforderlich.

3.2 Open drive reciprocating compressors

- 2T.2(Y) .. 4G.2(Y): 750 .. 1750 min⁻¹
6H.2(Y) .. 6F.2(Y): 900 .. 1750 min⁻¹
and
W2TA .. W4GA: 750 .. 1750 min⁻¹
W6HA .. W6FA: 900 .. 1750 min⁻¹
each with 4-pole asynchronous
motor
- standard application limits (see
brochure KP-520)
- operation outside these speed
ranges upon request
- 4UFC(Y) .. 6NFC(Y)
upon request

Select motor and frequency inverter in agreement with the manufacturer.

! Attention!
Danger of insufficient motor cooling!
The required volume of cooling air of the motor fan is not proportional to speed. Ensure that the motor is sufficiently cooled at every speed!

In trans-synchronous operation: increased power demand of the fan!

i A coupling with increased gyrating mass may be required for operation at low speeds with high pressure ratios.

3.2 Compresseurs à pistons ouverts

- 2T.2(Y) .. 4G.2(Y): 750 .. 1750 min⁻¹
6H.2(Y) .. 6F.2(Y): 900 .. 1750 min⁻¹
und
W2TA .. W4GA: 750 .. 1750 min⁻¹
W6HA .. W6FA: 900 .. 1750 min⁻¹
respectivement avec moteur asyn-
chrone 4 pôles
- limites d'application standards (voir
brochure KP-520)
- fonctionnement en dehors de ces pla-
ges de vitesse sur demande
- 4UFC(Y) .. 6NFC(Y)
sur demande

Consulter les fournisseurs pour l'affectation du moteur et la sélection du convertisseur de fréquences.

! Attention !
Risque de refroidissement insuffisant du moteur.
Le volume de refroidissement véhiculé par le ventilateur du moteur ne varie pas proportionnellement avec la vitesse de rotation. S'assurer que le moteur est suffisamment refroidi pour chaque vitesse de rotation.

En fonctionnement hypersynchrone: puissance nécessaire du ventilateur plus importante!

i Pour de faibles vitesses de rotation et des rapports de pression élevés, un accouplement avec une masse d'inertie plus importante peut, le cas échéant, s'avérer nécessaire.

3.3 Besondere Hinweise

Leistungsregelung

i Der Betrieb mit Frequenzumrichter (speziell bei niedrigen Drehzahlen) in Kombination mit der herkömmlichen Leistungsregelung durch Zylinder-Abschaltung ist nicht zulässig.

Auf Grund des stark verringerten Kältemittel-Massenstroms wäre dabei eine ausreichende Motorkühlung nicht sichergestellt.

Ölgleich bei Tandem-Verdichtern

In Tandem-Verdichtern kann sich bei Betrieb mit Frequenzumrichter ein unterschiedliches Ölniveau zwischen beiden Verdichter-Seiten einstellen. Deshalb muss zwischen beiden Seiten ein Ölniveau-Regelsystem oder Öl- und Gasausgleich installiert werden.

Kältemittel-Einspritzventil bei 2-stufigen Verdichtern

Bei diesen Verdichtern muss im gesamten Drehzahlbereich eine ausreichende Überhitzung am Kältemittel-Einspritzventil sichergestellt sein. Dazu Ventil individuell auswählen.

3.3 Special recommendations

Capacity control

i The operation with frequency inverters (especially at low speeds) in combination with conventional capacity control by blocked suction is not permitted.

It is not guaranteed that the motor will be cooled adequately because refrigeration mass flow is heavily reduced.

Oil equalisation for Tandem compressors

When tandem compressors are operated with frequency inverter, the oil level between both compressor sides may differ. Thus, between both sides an oil level control system or oil and gas equalisation must be installed.

Liquid injection valve for 2-stage compressors

For these compressors sufficient superheat at the liquid injection valve must be ensured over the entire speed range. Therefore select valve for application.

3.3 Recommandations particulières

Régulation de puissance

i Le fonctionnement avec convertisseur de fréquences (en particulier pour les faibles vitesses de rotation) en combinaison avec la régulation de puissance usuelle consistant à mettre des pistons hors service, n'est pas permis.

En raison de la forte réduction du débit masse de fluide frigorigène, le refroidissement suffisant du moteur ne serait plus assuré.

Egalisation d'huile pour compresseurs en tandem

Lors du fonctionnement de compresseurs en tandem avec un convertisseur de fréquences, le niveau d'huile peut différer d'un compresseur à l'autre. Par conséquent, il faudra installer entre les deux compresseurs, soit un système de régulation du niveau d'huile, soit une égalisation pour l'huile et pour les gaz.

Détendeur de fluide frigorigène pour compresseurs biétagés

S'assurer d'une surchauffe suffisante au détendeur de fluide frigorigène sur toute la plage de vitesses de rotation de ces compresseurs. Par conséquent, sélectionner le détendeur individuellement.

4 Auslegungskriterien

Nennbemessungsstrom

Der Frequenzumrichter muss den maximalen Betriebsstrom des Verdichtermotors dauerhaft aufbringen können. Zusätzlich sollten 10 % Reserve eingeplant werden.

i Meist werden vom Frequenzumrichter-Hersteller mehrere Nennbemessungsstrom-Werte dokumentiert (Werte für konstantes und quadratisches Belastungsmoment). Frequenzumrichter auf Basis eines konstanten Belastungsmoments auswählen.

Übermoment in der Hochlaufzeit

Der Frequenzumrichter muss während der Startphase in der Lage sein kurzzeitig ein Übermoment abzugeben:

- zur Überwindung des Losbrechmoments
 - zur Beschleunigung des Triebwerks
- Daraus ergibt sich ein erhöhter Strom bei Anlauf des Verdichters, den der Frequenzumrichter in der Hochlaufzeit erbringen muss.

Ausgleichsfaktor für Momentenverlauf

Hubkolbenverdichter weisen keinen gleichförmigen Momentenverlauf über den Drehwinkel auf. Die Gleichförmigkeit nimmt mit steigender Zylinderzahl zu. Deshalb ist bei kleinerer Zylinderzahl ein größeres Anlaufmoment erforderlich.

Ausgleichsfaktoren (F_C) für den Strom bei Anlauf des Verdichters:

- 2-Zylinder-Verdichter: $F_2 = 2,0$
2KC-05.2(Y) .. 2CC-4.2(Y)
2T.2(Y) & 2N.2(Y) / W2TA & W2NA
- 4-Zylinder-Verdichter: $F_4 = 1,6$
4FC-3.2(Y) ... 4G-30.2(Y)
S4T-5.2(Y) .. S4G-12.2(Y)
4T.2(Y) .. 4G.2(Y) / W4TA .. W4GA
- 6-Zylinder-Verdichter: $F_6 = 1,5$
6J-22.2(Y) ... 6F-50.2(Y)
S6J-16.2(Y) .. S6F-30.2(Y)
6H.2(Y) .. 6F.2(Y) / W6HA .. W6FA

Dieser max. Strom muss innerhalb der kurzfristigen Überlastfähigkeit des Frequenzumrichters liegen. Ist dies nicht gegeben, muss ein größerer Frequenzumrichtertyp gewählt werden.

4 Design criteria

Nominal current based on design

The frequency inverter must be able to continuously supply the maximum operating current to the compressor motor. 10 % Reserve should be planned additionally.

i Several values of rated current (constant and quadratic torque ratings) are provided by frequency inverter manufacturers. Select a frequency inverter based on a constant torque rating.

Over torque in the ramp-up time

The frequency inverter must be capable of briefly delivering over torque during the starting phase:

- to overcome the break-away torque
 - to accelerate the drive
- This results in increased current demand for starting the compressor, which must be provided by the frequency inverter in the ramp-up time.

Compensation factor for torque characteristic

The torque of reciprocating compressors is not constant with the angle of rotation: the higher the number of cylinders, the more constant the torque. Thus, a greater starting torque is required for a smaller number of cylinders.

Compensation factors (F_C) for the current during compressor's start:

- 2 cylinder compressor: $F_2 = 2,0$
2KC-05.2(Y) .. 2CC-4.2(Y)
2T.2(Y) & 2N.2(Y) / W2TA & W2NA
- 4 cylinder compressor: $F_4 = 1,6$
4FC-3.2(Y) .. 4G-30.2(Y)
S4T-5.2(Y) .. S4G-12.2(Y)
4T.2(Y) .. 4G.2(Y) / W4TA .. W4GA
- 6 cylinder compressor: $F_6 = 1,5$
6J-22.2(Y) .. 6F-50.2(Y)
6H.2(Y) .. 6F.2(Y) / W6HA .. W6FA

This maximum current must be within the transient overload rating of the frequency inverter. If this is not the case, then a larger type of frequency inverter must be selected.

4 Critères de sélection

Courant nominal déterminé

Le convertisseur de fréquences doit pouvoir fournir, en permanence, le courant de fonctionnement maximal du moteur du compresseur. 10 % de réserve supplémentaire sont à prévoir.

i Les fabricants de convertisseurs de fréquences proposent généralement plusieurs valeurs de courant nominal déterminé (valeur pour moment de charge constant et quadratique). Sélectionner le convertisseur de fréquences sur base d'un moment de charge constant.

Surmoment durant le temps d'accélération

Durant la phase de démarrage, le convertisseur de fréquences doit être capable de fournir un bref surmoment:

- pour surmonter le couple initial de décolllement
 - pour l'accélération de l'entraînement
- Il en résulte un courant plus élevé au démarrage du compresseur que le convertisseur de fréquences doit fournir durant le temps d'accélération.

Facteur de compensation pour courbe de moment

Les compresseurs à piston ne présentent pas une courbe de moment uniforme sur l'angle de rotation. L'uniformité croît avec le nombre de cylindres. Par conséquent, le moment de démarrage nécessaire est plus important quand il y a peu de cylindres.

Facteur de compensation (F_C) pour le courant, lors du démarrage du compresseur:

- Compresseur à 2 cylindres: $F_2 = 2,0$
2KC-05.2(Y) .. 2CC-4.2(Y)
2T.2(C) & 2N.2(Y) / W2TA & W2NA
- Compresseur à 4 cylindres: $F_4 = 1,6$
4FC-3.2(Y) .. 4G-30.2(Y)
S4T-5.2(Y) .. S4G-12.2(Y)
4T.2(Y) .. 4G.2(Y) / W4TA .. W4GA
- Compresseur à 6 cylindres: $F_6 = 1,5$
6J-22.2(Y) .. 6F-50.2(Y)
S6J-16.2(Y) .. S6F-30.2(Y)
6H.2(Y) .. 6F.2(Y) / W6HA .. W6FA

Ce courant max. doit se situer dans la capacité de surcharge à court terme du convertisseur de fréquences. Si ceci n'est pas donné, il faudra sélectionner un convertisseur de fréquences plus puissant.

5 In Betrieb nehmen

5.1 Installation

Elektronische Abschirmung

Abgeschirmte Kabel verwenden. Schirm am Verdichter möglichst großflächig anbringen.

Frequenzumrichter funkentstören (z. B. nach EN 55011, Klasse B). Motorkabel beidseitig erden.

Spannungsanstieg der Impulsspannung an den Motorklemmen

Die Spannung des Frequenzumrichter-Ausgangssignals steigt impulsartig an.

! Achtung!
Motorschäden möglich. Die Spannungs-Anstiegs-geschwindigkeit und die Spannungsimpulse an den Motorklemmen dürfen nicht zu steil ansteigen. Grenzen einhalten (Abb. 4). Ggf. Sinusfilter einsetzen.

Verdichterschütz

Wegen seiner Funktion in der Sicherheitskette sollte auf den Verdichterschütz nicht verzichtet werden.

5 Commissioning

5.1 Installation

Electronic screening

Use screened cables. Ensure large-area contact to the housing of the compressor.

The frequency inverter must be fitted with suitable emc-filters (e.g. to EN 55011, Class B). Connect both ends of motor cable to the ground.

Voltage increase of voltage pulses at the motor terminals

The pulsed output voltage of a frequency inverter rises with a steep edge.

! Attention!
Motor damage possible. The speed of voltage increase and the voltage pulses at the motor terminals must rise too steeply. Observe the limits (Fig. 4). If necessary, use sinusoidal filters.

Compressor contactor

A compressor contactor should always be used to ensure the correct function of the safety circuit.

5 Mise en service

5.1 Mise en place

Blindage électronique

Utiliser des câbles blindés. Prévoir le blindage autour du compresseur aussi large que possible.

Réaliser l'antiparasitage du convertisseur de fréquences (par ex. suivant EN 55011, classe B). Raccorder les deux extrémités des câbles moteur à la terre.

Elévation de tension de la tension d'impulsion aux bornes moteur

La tension du signal de sortie du convertisseur de fréquences croît sous forme d'impulsion.

! Attention !
Dégâts sur le moteur possibles. La vitesse de croissance de la tension et les impulsions de tension aux bornes du moteur ne doivent pas excéder trop escarpées. Respecter les limites (fig. 4). Le cas échéant, utiliser un filtre sinus.

Contacteur du compresseur

En raison de sa fonction dans la chaîne de sécurité, il ne faudrait pas se dispenser du contacteur du compresseur.

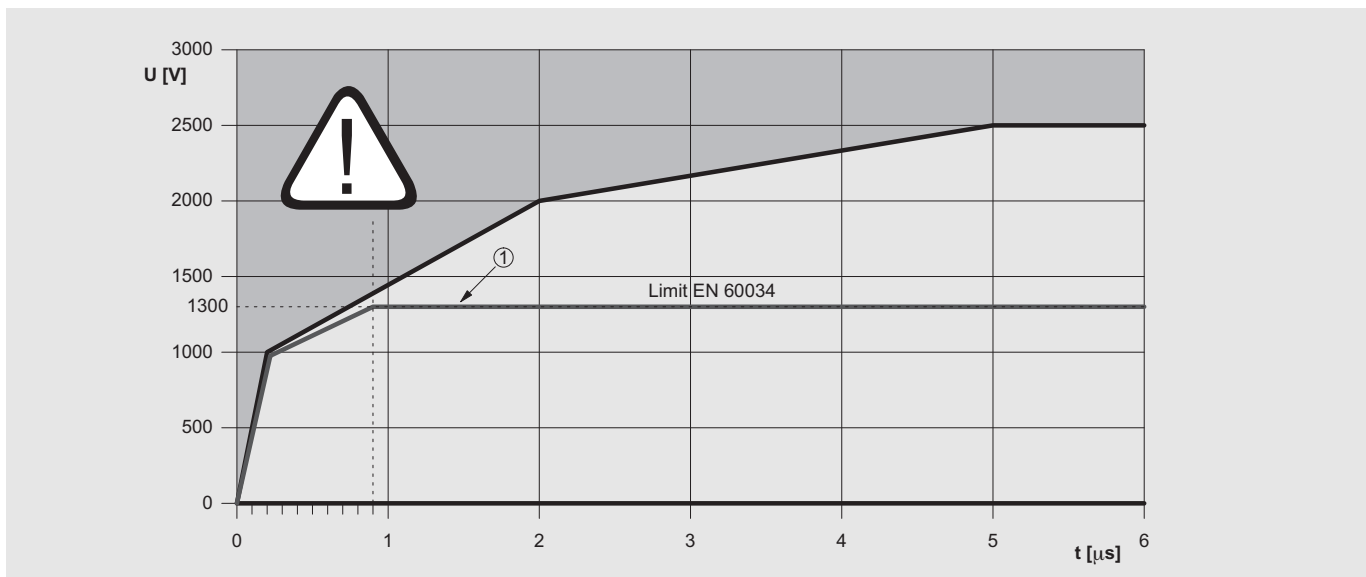


Abb. 4 Grenzen des Spannungs-Anstiegs an den Motorklemmen
■ zulässiger Bereich
t Anstiegszeit
U Impuls-Spannung an den Motorklemmen
① Grenzen gemäß EN 60034

Fig. 4 Limits of voltage increase on motor terminals
■ Permissible range
t Rise time
U Pulse voltage on motor terminals
① Limits according to EN 60034

Fig. 4 Limites de la croissance de la tension aux bornes du moteur
■ Plage admissible
t Temps de croissance
U Tension d'impulsion aux bornes du moteur
① Limites d'après EN 60034

5.2 Frequenzumrichter programmieren

Hochlaufzeit bis zum Erreichen der Mindest-Drehzahl

Als Hochlaufzeit hat sich ein Wert zwischen 1 .. 3 s bewährt. Damit wird ein sanfter Start ermöglicht und trotzdem schnell genug eine ausreichende Schmierung des Verdichters erreicht.

Spannungsüberhöhung beim Start

Um einen sicheren Verdichterstart zu gewährleisten, ist es empfehlenswert das Moment beim Start kurzzeitig zu erhöhen (sog. Boost). Dazu eine Spannungsüberhöhung beim Frequenzumrichter-Start programmieren. Das heißt, dass die U/f-Kennlinie beim Start vom linearen Verlauf abweicht.

Oft gibt es für den Wert der Spannungsüberhöhung einen eigenen Parameter im Menü des Frequenzumrichters. Dieser sollte durch Versuche nur soweit angehoben, dass der Motor gerade losläuft. Dies darf sich aber nur auf die Startphase auswirken und keinesfalls zu einer Verschiebung der U/f-Kennlinie im normalen Regelbereich führen.

Taktfrequenz des Frequenzumrichters einstellen

! Achtung!
Motorschäden möglich.
▪ Taktfrequenz prüfen und ggf. einstellen.
empfohlener Wert: 2 .. 6 kHz

5.2 Programming the frequency inverter

Ramp-up time to minimum speed

Experience has shown a ramp-up time between 1 .. 3 s to minimum speed to be a good compromise. This enables a soft start and at the same time adequate lubrication is achieved fast enough.

Voltage raising during the start

To ensure a successful compressor start, it is recommended that the starting torque is increased momentarily (so called boost). For this, set a voltage raising during the frequency inverter start. This means that the U/f characteristic deviates from a linear shape when starting.

Often, there is an individual parameter for boosting the voltage in the frequency inverter menu. This value should be raised only enough so that the motor just starts to run. This should only affect the start phase and must never lead to a shift of the characteristic in the normal of operation range U/f.

Adjusting the elementary frequency of frequency inverter

! Attention!
Motor damage possible.
▪ Check the elementary frequency and – if necessary – adjust it.
recommended value: 2 .. 6 kHz

5.2 Programmer le convertisseur de fréquences

Temps d'accélération jusqu'à ce que la vitesse de rotation minimale soit atteinte

Un temps d'accélération de 1 .. 3 a fait ses preuves. Il permet un démarrage en douceur mais reste suffisamment court pour assurer une lubrification suffisante du compresseur.

Surélévation de tension au démarrage

Afin de garantir un démarrage en sûreté du compresseur, il est conseillé d'augmenter le couple de démarrage durant un court instant (effet Boost). Pour cela, programmer une surélévation de la tension au démarrage du convertisseur de fréquences. Ceci signifie que durant le démarrage la courbe caractéristique U/f s'écarte de l'évolution linéaire.

Généralement, il existe dans le menu du convertisseur de fréquence un paramètre spécifique pour la valeur de la surélévation de la tension. Effectuer des essais pour déterminer de combien il suffit de l'augmenter afin que le moteur puisse juste démarrer. Ceci ne doit se manifester que durant la phase de démarrage et en aucun cas engendrer un écart par rapport à la courbe caractéristique U/f dans la plage de régulation normale.

Ajuster la fréquence des impulsions du convertisseur de fréquences

! Attention !
Dégâts sur le moteur possibles.
▪ Contrôler la fréquence des impulsions et – en cas utile – y ajuster valeur recommandée: 2 .. 6 kHz

Anlage im gesamten Frequenzbereich auf abnormale Schwingungen prüfen

Abhängig von der Verdichter-Drehzahl ändert sich auch die Pulsationsfrequenz der Gassäule in der Druckleitung und die Erregerfrequenz an den Verdichterfüßen und den Rohrleitungen. Dadurch kann es zu Resonanzeffekten in Rohrleitungen und anderen Anlagen-Komponenten kommen.

Deshalb muss die gesamte Anlage bei der Inbetriebnahme – und wiederholt während des Betriebs – bei jeder Frequenz sorgfältig auf abnormale Schwingungen geprüft werden.

Frequenzen, bei denen Resonanzen auftreten, müssen in der Programmierung des Frequenzumrichters ausgeblendet werden.

Checking the plant for abnormal vibrations in the entire frequency range

The pulsation frequency in the discharge line and the excitation frequency at the compressor feet and in the piping system depend on the compressor speed. This can result in resonance effects in pipelines and other plant components.

Therefore, the entire plant must be carefully checked for abnormal vibrations during commissioning – and repeatedly during the operation at each frequency.

Frequencies at which resonances occur must be blended out during frequency inverter programming.

Contrôler l'installation sur toute l'étendue de la plage de fréquences en quête de vibrations anormales

En liaison avec la vitesse de rotation du compresseur, il y a également une variation de la fréquence de pulsion de la colonne de gaz dans la conduite de refoulement, et de la fréquence d'excitation au niveau des pieds du compresseur et des conduites. Il peut en résulter un effet de résonance dans les conduites ou sur d'autres composants de l'installation.

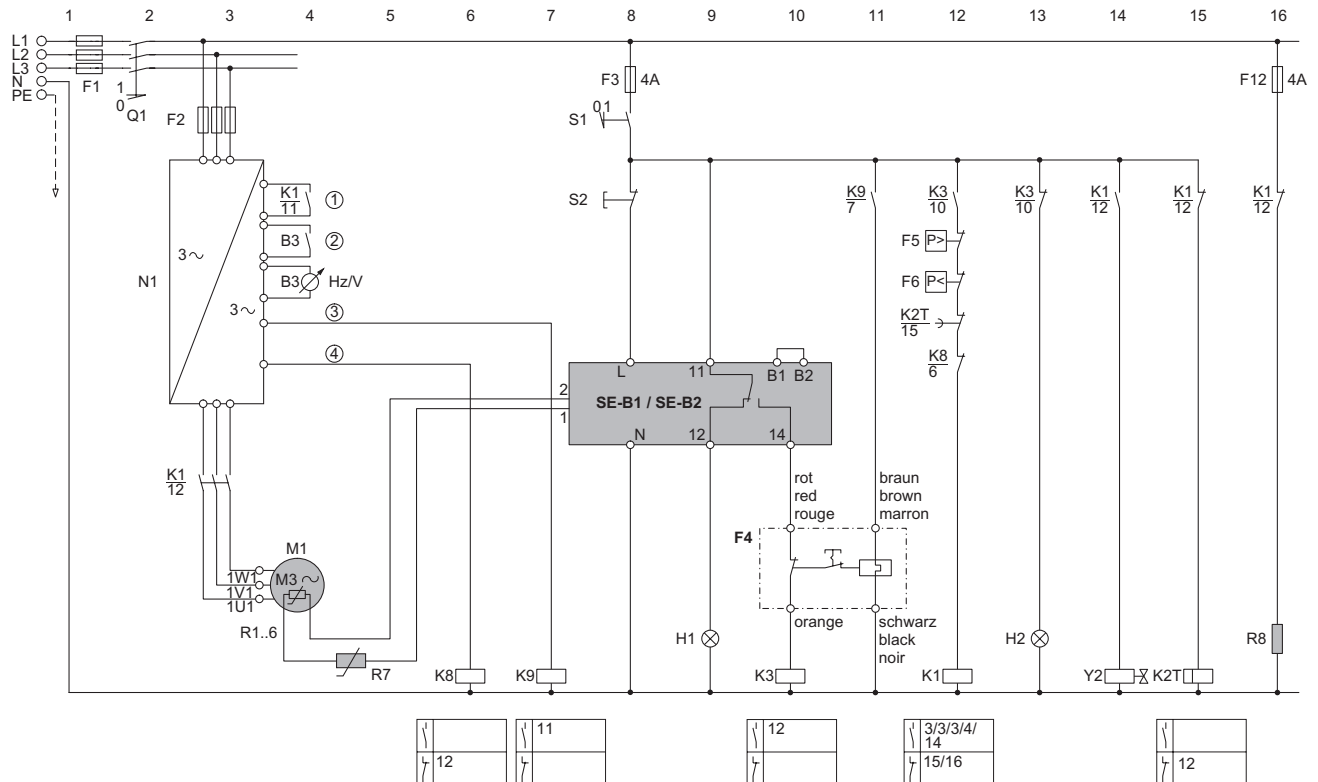
Par conséquent, toute l'installation doit être scrupuleusement contrôlée quant à l'apparition de vibrations anormales, et ceci pour chaque fréquence, à la mise en service et régulièrement durant le fonctionnement.

Les fréquences qui engendrent des résonances doivent être exclues lors de la programmation du convertisseur de fréquences.

6 Prinzipschaltbild

6 Schematic wiring diagram

6 Schéma de raccordement



Legende

B3	Steuereinheit (des FU)
F1	Hauptsicherung
F2	Verdichter-Sicherung
F3	Steuersicherung
F4	Öldifferenzdruck-Schalter (bei Verdichtern mit Ölpumpe)
F5	Hochdruck-Wächter
F6	Niederdruck-Wächter
F12	Sicherung der Ölsumpfheizung
H1	Leuchte "Übertemperatur"
H2	Leuchte "Öldruckstörung"
K1/K3	Motorschütze
K8/K9	Hilfsrelais
K2T	Zeitrelais "Einschaltverzögerung"
M1	Verdichter
N1	Frequenzumrichter (FU)
Q1	Hauptschalter
R1..R6	PTC-Fühler in Motorwicklung
R7	Druckgas-Temperaturfühler
R8	Ölsumpfheizung
S1	Steuerschalter
S2	Enriegelungstaster
Y2	Magnetventil (Flüssigkeitsleitung)
①	Freigabe (Verdichter)
②	Start (Verdichter)
③	Verdichter-Lauferkennung (durch FU)
④	Störung des FU

Legend

B3	Control unit (of FI)
F1	Main fuse
F2	Compressor fuse
F3	Control circuit fuse
F4	Differential oil pressure switch (for compressors with oil pump)
F5	High pressure limiter
F6	Low pressure limiter
F12	Fuse of the crankcase heater
H1	Signal lamp "over-temperature"
H2	Signal lamp "oil pressure fault"
K1/K3	Motor contactors
K8/K9	Auxiliary relays
K2T	Time relay "cut-in delay"
M1	Compressor
N1	Frequency inverter (FI)
Q1	Main switch
R1..R6	PTC sensors in motor windings
R7	Discharge gas temp. sensor
R8	Crankcase heater
S1	Control switch
S2	Fault reset
Y2	Solenoid valve (liquid line)
①	Release (compressor)
②	Start (compressor)
③	Operating recognition of the compressor (by FI)
④	Fault of FI

Légende

B3	Unité commande (du CF)
F1	Fusible principal
F2	Fusible de compresseur
F3	Fusible de protection de commande
F4	Pressostat différentiel d'huile (pour compresseurs avec pompe à huile)
F5	Limiteur de haute pression
F6	Limiteur de basse pression
F12	Fusible de la résistance de carter
H1	Lampe "témoin température exces."
H2	Lampe "manque de pression d'huile"
K1/K3	Contacteurs du moteur
K8/K9	Relais auxiliaires
K2T	Relais tempor. "retard à l'enclenchem."
M1	Compresseur
N1	Convertisseur de fréquence (CF)
Q1	Interrupteur principal
R1..R6	Sondes CTP dans bobinages moteur
R7	Sonde de temp. de gaz au refoulem.
R8	Résistance de carter
S1	Commutateur de commande
S2	Réarmement
Y2	Vanne magnétique (conduite de liqu.)
①	Libération (compresseur)
②	Démarrage (compresseur)
③	Reconnaissance de marche de compresseur (par CF)
④	Défaut de CR



Bitzer Kühlmaschinenbau GmbH
Eschenbrunnlestr. 15
71065 Sindelfingen, Germany
fon +49(0) 70 31-932-0
fax +49(0) 70 31-932-146 & -147
www.bitzer.de • bitzer@bitzer.de