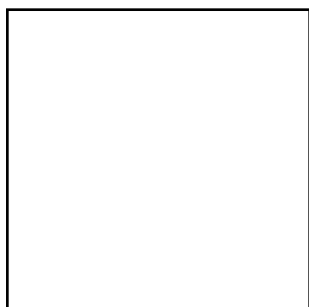
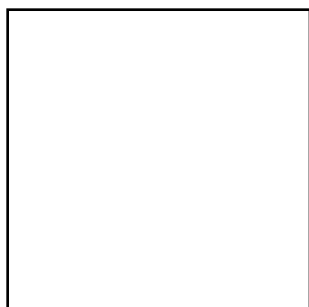
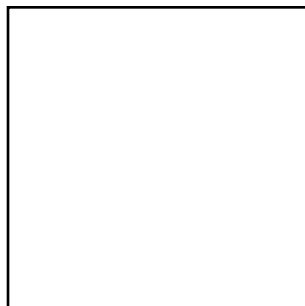
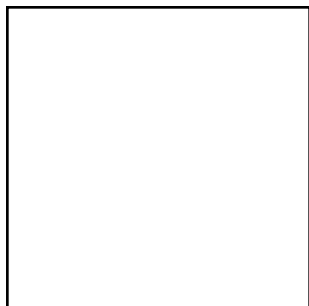
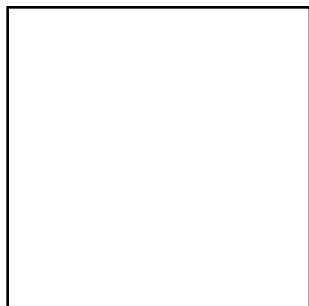




**DORIN**<sup>®</sup>

*i n n o v a t i o n*



**BOLLETTINO TECNICO**

**TECHNICAL BULLETIN**

**ТЕХНИЧЕСКИЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**



**BT 010**

**MODULAZIONE DI FREQUENZA CON INVERTER**

**FREQUENCY VARIATION WITH INVERTER**

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОМПРЕССОРА С ИНВЕРТОРОМ**

**Indice / Table of contents / Inhaltsverzeichnis / Содержание**

Sommario / Summary / Резюме	pag 3
Generalità / General information / Общая информация	pag 3
Parametri di gestione dell'inverter / Inverter operation parameters / Параметры эксплуатации инвертора	pag 4
Regolazione di velocità del compressore / Compressor speed control / Управление скоростью вращения коленвала компрессора	pag 4
Soluzioni per l'incremento della frequenza oltre i valori di rete / Solutions for frequency increase above the value available at the network / Мероприятия при увеличении частоты эл. тока выше величины местной сети электропитания	pag 5
I compressori della gamma HI caratteristiche e peculiarità / HI range: technical characteristics / Компрессоры серии HI: технические характеристики	pag 6
I compressori della gamma THI / THI compressor range / Компрессоры серии THI	pag 8
I compressori della gamma standard: limiti ed applicazioni a frequenza variabile / Standard compressors: limits and applications at variable speed / Стандартные компрессоры серии H: пределы эксплуатации и применение при переменной скорости вращения коленвала	pag 9
Uso di testa parzializzata nei compressori gestiti da inverter / Use of capacity control head on compressor driven by inverter / Применение регулятора производительности компрессора с инвертором	pag 11
Uso dei compressori tandem sotto inverter / Use of tandem compressors driven by inverter / Тандем компрессоры с инвертором	pag 11
Uso di compressori doppio stadio sotto inverter / Use of double stage compressors driven by inverter / Двухступенчатые компрессоры с инвертором	pag 11
Uso di compressori CO2 per applicazione sotto inverter / Use of compressors dedicated to CO2 applications driven by inverter / Компрессоры на хладагенте R744 / CO2 с инвертором	pag 11
Parametri per la corretta selezione dell'inverter / parameters for correct inverter selection / Параметры для правильного выбора инвертора	pag 12
Installazione e messa in servizio dell'inverter / Inverter commissioning / Пуск инвертора	pag 12
Fenomeni di risonanza determinati dall'accoppiamento compressore- impianto / Resonance phenomena due to the installation of the compressor driven by inverter in the plant / Явление резонанса при установке компрессора с инвертором в систему холодоснабжения	pag 13

## РЕЗЮМЕ

Данный технический бюллетень представляет полугерметичные компрессора, произведенные компанией Officine Mario Dorin с использованием инверторной технологии (изменение частоты эл. тока), дает основные рекомендации по выбору инвертора и по эксплуатации компрессора с инвертором.

Officine Mario Dorin с начала 90-х годов приступил к производству полугерметичных компрессоров с инвертором. Первые тесты были проведены на компрессорах стандартного исполнения.

Благодаря полученным положительным результатам, Officine Dorin приступил к разработке компрессоров с более широки диапазоном изменения частоты эл. тока: серия HI компрессоров.

Полученное ноу-хау при конструировании компрессоров серии HI было перенесено на компрессоры стандартного исполнения для применения как для фреонов HFC так и для R744 / CO<sub>2</sub>. Все серии компрессоров были спроектированы для эксплуатации с инвертором.

В данном техническом бюллетене рассмотрены компрессоры:

- серия HI
- серия THI
- серия H (стандартное исполнение)
- серия CD
- серия SCC

## ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В стандартных (обычных) системах холодоснабжения применяются компрессоры с постоянной скоростью вращения коленвала при определенной частоте эл. тока, доступной для существующей сети эл. напряжения. Для уменьшения холодопроизводительности компрессора используется один из следующих вариантов:

- установка регулятора производительности головки блока цилиндров (см. Технический Бюллетень BT\_002)
- установка байпаса на стороне нагнетания
- применение компрессора при циклической эксплуатации (пуск / останов).

Ни один из вышеуказанного вариантов не может гарантировать непрерывное регулирование производительности компрессора.

Кроме того, упомянутые решения не эффективны для всей системы.

Использование частотного преобразователя, которого обычно называют инвертором, при эксплуатации полугерметичных компрессоров гарантирует следующие преимущества:

- ✓ непрерывная модуляция (регулирование частоты) холодопроизводительности системы.
- ✓ увеличение эффективности при частичной нагрузке системы, поскольку потребляемая мощность пропорциональна скорости вращения коленвала компрессора.
- ✓ уменьшение  $\Delta T$  (разница температур кипения и охлаждаемого помещения), приводящее к увеличению сохранности продукции, увеличение холодильного коэф-та COP.
- ✓ уменьшение температурного колебания в охлаждаемом помещении, приводящее к увеличению сохранности продукции.
- ✓ увеличение срока службы компрессора и надежности системы холодоснабжения из-за уменьшения циклической эксплуатации компрессора (пуск / останов).
- ✓ уменьшение уровня шума особенно в ночное время за счет уменьшения нагрузки на компрессор.
- ✓ интеграция функции мягкого пуска.
- ✓ уменьшение риска жидкостного удара при пуске компрессора.
- ✓ возможность уменьшения типоразмера компрессора из-за возможности увеличения скорости вращения коленвала компрессора за счет увеличения частоты эл. тока сети.

## SUMMARY

Present technical bulletin describes the operation of semi-hermetic compressors produced by Officine Mario Dorin under frequency modulation and indicates some guide lines for inverter selection and compressor operation control.

Officine Mario Dorin started with the use of the inverter technology applied to semi-hermetic compressors at the beginning of '90.

First tests were performed on compressor developed for standard start/stop operation.

Due to the great results Officine Mario Dorin decided to developed a dedicated compressor range to be used with inverter on a very wide frequency range: the actual HI range.

The know-how derived from the HI design has been therefore applied to the standard compressor range for application with both HFC and CO<sub>2</sub> application. The actual compressor ranges have been design to be driven by inverter.

Subjects of present technical bulletin are:

- HI range
- THI range
- H range
- CD range
- SCC range

## GENERAL INFORMATION

On standard refrigeration systems compressors are used at constant speed determined by frequency available at the voltage supply net.

It is possible to reduce the cooling capacity supplied by the compressor using one of the following solutions:

- installation of capacity control heads (see BT\_002)
- installation of a by pass on the discharge line
- using the compressor in the start/stop cycle

None of above method can ensure a continuous regulation of compressor cooling capacity.

Moreover mentioned solutions have a bad influence of general system efficiency.

The use of a frequency converter, usually called inverter, on semi-hermetic compressors ensures following advantages:

- ✓ continuous modulation of cooling capacity supplied by the system.
- ✓ increase of the system efficiency at partial load because the absorbed power is proportional to rotating speed of the compressor.
- ✓ general reduction of evaporating mean delta T with general increase of system COP and better food preservation
- ✓ general reduction of room temperature fluctuation with better food preservation.
- ✓ increase of compressor life time and system reliability due to the consistent reduction of start/stop cycles.
- ✓ reduction of noise emission especially during night time due to the compressor slow down with decreased requested load.
- ✓ integration of soft-start function of inverter set up.
- ✓ ruction of liquid slug risk at the start up.
- ✓ possibility of compressor downsizing due to the possibility to increase the compressor speed above the frequency of supply network.

The use of the inverter requires a good system design which must ensure the correct oil return even at low refrigerant mass flow.

It is also recommended to select a good quality inverter characterized by low harmonic frequency distortion factor.

The harmonics reduce the motor efficiency and cause motor superheating even during standard operation.

Использование инвертора требует идеальную конструкцию, которая должна гарантировать правильный возврат масла с учетом уменьшения массового расхода хладагента. Для того, чтобы избежать проблем резонанс, которые возможны в случае использования инвертора в поршневых компрессорах. Нет возможности заранее определить частоту резонанса для каждого агрегата, т.к. эти явления зависят от компрессора и системы холодоснабжения. Для уменьшения проблем резонанса требуется должный расчет трубопровода и соответствующее крепление компрессора на раме (см. рекомендации ASERCOM\_Inverter\_12a, п.п. 5 – 3, стр. 13). Частоты резонанса ограничены небольшим диапазоном (1 – 2 Гц), который может быть легко сглажен инвертором.

## ПАРАМЕТРЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНВЕРТОРА

Входные данные в инвертор получены в результате исследований, обычно 0-10 В или 4-20 мА. Управляя скоростью вращения коленвала компрессора, возможно контролировать другие параметры. Например, возможно выполнять управление компрессором по давлению нагнетания для того, чтобы предохранить систему в случае достижения давления нагнетания верхнего максимально-допустимого предела (должна быть установлена специальная звуковая защита).

## УПРАВЛЕНИЕ СКОРОСТЬЮ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНВАЛА КОМПРЕССОРА.

Управление скоростью вращения коленвала компрессора осуществляется в соотношении эл. напряжения (V) к частоте эл. тока (f), которое равно постоянной величине (k):  $V/f=k$

В случае постоянного режима эксплуатации (температуры кипения и конденсации, тип хладагента) вращающий момент коленвала поршневого компрессора почти постоянен. Поэтому потребляемая мощность изменяется пропорционально скорости вращения коленвала компрессора.

Асинхронные эл. двигатели, используемые в полугерметичных компрессорах, обеспечивают постоянный вращающий момент, если эл. напряжение изменяется в линейной зависимости с частотой эл. тока. Константа этой зависимости связано как с типом эл. двигателя, так и с типом электрического подключения. Это можно увидеть из данных на этикетке компрессора. Если инвертор поддерживает выходную частоту эл. тока при соблюдении постоянства отношения эл. напряжения сети к частоте эл. тока ( $V/f=constant$ ), в этом случае эл. ток, подаваемый в компрессор, остается почти неизменным указанный при 50 Гц. Изменение мощности будет осуществляться за счет изменения эл. напряжения на выходе из инвертора.

Furthermore a good matching between the compressor and the system is generally required in order to avoid resonance problems which could always happen in case of use of inverter on reciprocating compressors.

Those phenomena depend on compressor and system design, therefore it is not possible to determine which will be the resonance frequency characteristic of each plant in advance.

A good piping design and a stiff compressor connection to the frame can prevent the majority of resonance problem. Moreover resonance frequencies are limited to a small frequency range (1-2 Hz) which can be easily avoided by the inverter.

## INVERTER OPERATION PARAMETERS

The input data at the inverter is in general obtained by a probe (usually a 0-10 V or 4-20 mA) which detects the evaporating pressure of the system.

It possible to control the compressor speed also in accordance to some other parameters. For example it is possible to perform a control on compressor discharge pressure in order to prevent system block in case the discharge pressure is close to the system protection threshold (a dedicated alarm has to be installed). In this way the cooling capacity supplied by the compressor will be lower than the one required by the system but is will be possible to prevent dangerous interruption of cooling capacity.

## COMPRESSOR SPEED CONTROL.

**Compressor speed control with voltage (V) on frequency (f) ratio constant (k):  $V/f=k$**

In case of steady working conditions (evaporating and condensing temperature and refrigerant type) the resistant torque at the reciprocating compressor shaft is almost constant. Therefore the absorbed power varies proportionally with the compressor shaft speed.

Asynchronous motors used in semi-hermetic compressors supply a constant torque if the inlet voltage varies in linear proportion with the frequency. The constant of proportionality depend on both the motor type and on the type of electrical connection. It is possible to evaluate them from the data printed on the compressor label.

If the inverter makes a output frequency variation maintaining the voltage of frequency ratio constant ( $V/f=constant$ ) the current absorbed by the compressors will remain almost stable at the value indicated at 50 Hz. The variation of power will be compensated by the variation of the voltage out from the inverter.

### **Частотное регулирование компрессора при не постоянном отношении эл. напряжения к частоте эл. тока ( $V/f \neq k$ ): недонапряжение (пониженное напряжение).**

Этот двигатель является двигателем стандартного исполнения, способный работать при более высокой скорости, чем частота эл. тока местной сети электропотребления без увеличения эл. напряжения.

Например, эксплуатация двигателя PWS 400/3/50, который подключен к сети электропитания 400/3/50 и эксплуатируется с помощью инвертора при частоте эл. тока выше 50 Гц.

Инвертор не может выдавать более высокое эл. напряжение, чем эл. напряжение местной сети электропитания, поэтому инвертор может увеличить частоту эл. тока, при поддержании постоянного значения эл. напряжения на выходе из местной сети электроснабжения.

Увеличение потребляемой мощности двигателя будет получено за счет увеличения потребляемого эл. тока двигателем компрессора, с последующим увеличением температуры двигателя. Условия эксплуатации компрессора (тип хладагента, температуры кипения и конденсации, перегрев на всасывании), имеют влияние на максимальную частоту эл. тока, которую компрессор может достичь с учетом мощности двигателя и его охлаждения.

Максимально допустимую частоту эл. тока для каждой модели компрессора можно посмотреть на стр. 12 и 13 настоящего Технического Бюллетеня.

Кроме того, пределы эксплуатации по частоте эл. тока, описанные в этих параграфах и некоторые другие ограничения из-за механических характеристик компрессоров, должны быть учтены. Параграф настоящего Бюллетеня посвящен пределам эксплуатации каждой модели компрессора при изменении частоты эл. тока.

### **МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ЧАСТОТЫ ЭЛ. ТОКА ВЫШЕ ВЕЛИЧИНЫ МЕСТНОЙ СЕТИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ**

Возможно эксплуатировать компрессор на более высокой частоте эл. тока, чем частота эл. тока местной сети электропитания, используя следующие действия:

#### **Эл. двигатель версии Звезда-Треугольник:**

Если эл. напряжение в сети электропитания - 400/3/50 и компрессор оснащен двигателем пригодным для эл. соединения  $Y$ /звезда 400/3/50 или  $\Delta$ /треугольник 230/3/50, то возможно эл. соединение для данного компрессора по схеме  $\Delta$ /треугольник 230 В 50 Гц для работы с инвертором.

Это позволяет эксплуатировать компрессор до 87 Гц, поддерживая отношение  $V/f=k$ , если механические характеристики компрессора выдерживают такую высокую скорость. С другой стороны, инвертор будет в 1,73 раза мощнее по сравнению с двигателем компрессора для эл. соединения  $Y$ /звезда 400/3/50.

#### **Компрессор, оснащенный двигателем для 60 Гц**

Использование эл. двигателя 380/3/60 для подключения через инвертор к сети с напряжением 400/3/50 позволяет эксплуатировать компрессор при 60 Гц и постоянным отношением  $V/f=const$ . Кроме того, компрессор может работать при 70 Гц почти во всей области и условий эксплуатации компрессора (см. область применения для каждой модели компрессора при 50 Гц в нашем программном обеспечении выбора оборудования Dorin Calc) с ограниченным использованием двигателя с недонапряжением (пониженным напряжением) по сравнению с эл. двигателем стандартного исполнения 50 Гц.

Для правильного определения диапазона регулирования частоты эл. тока, см. стр. 12 и 13 настоящего Бюллетеня.

### **Compressor frequency regulation with non constant voltage on frequency ratio ( $V/f \neq k$ ): under-voltage.**

This motor supplied mode is typical when the motor is pushed to work at higher speed than frequency available on the net without a correspondent increase of voltage supply.

For example this operation mode is reached when a 400/3/50 PWS motor is connected to a 400/3/50 supply voltage network and it is pushed to work above 50 Hz by the inverter.

The inverter can not supply a higher voltage than the one available at the network, therefore it will increase the frequency maintaining the outlet voltage at the constant value available at the network.

The increase of power requested by the motor will be obtained with an increase of absorbed current to the compressor electrical motor, with a consequent increase of the motor temperature.

Compressor working conditions (refrigerant type, evaporating and condensing temperature, suction superheating) have a consistent influence on the maximum frequency the compressor can reach because of the big effect they have on the absorbed power and motor cooling.

The maximum allowable frequency for each compressor model is available on page 12-13 of present technical bulletin.

Further the electrical limits described in these paragraphs some other limitation due to the mechanical characteristics of the compressors must be taken in account. Therefore a paragraph of present bulletin is dedicated to the frequency limits of each compressor ranges.

### **SOLUTIONS FOR FREQUENCY INCREASE ABOVE THE VALUE AVAILABLE AT THE NETWORK**

It is possible to drive the compressor at higher frequency than the one available at the network using following solutions:

#### **Star-delta motors:**

If the voltage available at the network is 400/3/50 and the compressor is equipped with a motor suitable to be connected either star 400/3/50 or delta 230/3/50 it is possible to connect the compressor delta at set the inverter output voltage at 230 V 50 Hz.

It will be therefore possible to run the compressor up the 87 Hz maintaining the  $V/f=k$  if mechanical characteristics of the compressor tolerate such high speed.

On the other hand the inverter will be 1,73 time bigger than the one selected to drive the compressor star connected.

#### **Compressor equipped with 60 Hz motor**

The use of 380/3/60 electrical motor connected via inverter to a 400/3/50 supply voltage network allow the compressor to work up 60 Hz with  $V/f$  ratio constant.

Moreover the compressor can work up to 70Hz in the majority of compressor application envelope (see the application envelope referred to 50 Hz of each compressor on our selection software Dorin Calc) with a limited use of motor under-voltage compared to 50Hz motor.

For correct limit operation in this working condition see pag 12-13 of present bulletin.

## КОМПРЕССОРЫ СЕРИИ HI: ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Следуя за первым тестом по эксплуатации стандартного компрессора серии Н с инвертором, Officine Mario Dorin спроектировал специальную серию компрессоров для работы с инвертором: **серия HI**.

Стандартная серия компрессоров обычно предназначены для эксплуатации при постоянной частоте эл. тока (50 или 60 Гц) и они могут работать в ограниченном диапазоне частоты эл. тока.

Компрессоры серии HI предназначены для эксплуатации с инвертором, благодаря специальному техническому решению, поэтому они могут работать в диапазоне 20 и 90 Гц (75 Гц для моделей HI1001CC и HI1501CC).

Характеристики этих моделей:

- кинетический аккумулятор для уменьшения вибрации при низкой скорости вращения коленвала (2-х цилиндровые компрессоры).
- специальная изоляция обмоточных проводов двигателя.
- оптимизированный внутренний поток хладагента для лучшего охлаждения двигателя во всей области эксплуатации компрессоров.
- оптимизированная балансировка на все модели серии HI.
- большие запорные вентили для лучшего потока хладагента при больших скоростях вращения коленвала.
- увеличенная камера нагнетания в головке блока цилиндров для уменьшения пульсации при высоких скоростях вращения коленвала (2-х цилиндровые компрессоры).
- жесткая виброопора
- двигатель большой мощности для эксплуатации во всей области применения.

Следующий Рис. показывает некоторые основные характеристики компрессора.

Компрессоры серии HI оснащены следующими двигателями:

HI100CC+HI751CC : 230/400/3/50

HI1001CC-HI1501CC: 400/3/50 PWS

Компрессоры **HI100CC+HI751CC** могут иметь эл. подключение  $\Delta$ /треугольник (230/3/50) и эксплуатироваться, соблюдая соотношение  $k = V/f = \text{const}$  в допустимом диапазоне частотного регулирования (20-90 Гц). Потребляемый эл. ток остается таким же как и потребляемый эл. ток компрессора при 50 Гц при тех же эксплуатационных режимах.

С другой стороны, эти компрессоры могут подключаться непосредственно к сети электропитания (эл. подключение Y/звезда 400/3/50) путем перекоммутации эл. подключения в клеммной коробке компрессора или с помощью инвертора.

Компрессоры **HI1001CC** и **HI1501CC** могут эксплуатироваться, соблюдая отношение  $V/f=k = \text{const}$  в пределах 20 и 50 Гц.

При частоте эл. тока выше 50 Гц эти компрессоры могут эксплуатироваться при недогруженном состоянии вплоть до 75 Гц. Эти модели могут быть подключены напрямую к местной сети электропитания.

## HI RANGE COMPRESSORS: TECHNICAL CHARACTERISTICS.

Following the first test with standard compressors driven by inverter Officine Mario Dorin decided to develop a compressor range dedicated to be driven by inverter: **the HI range**.

Standard compressors are usually designed to work at constant frequency (50 or 60 Hz) and they can work in a limited frequency range.

The compressors of HI range have been designed to be driven by inverter due to dedicated technical solution, they can therefore work between 20 and 90 Hz (75 Hz for HI1001CC and HI1501CC).

The characteristics of those models are:

- kinetic accumulator for vibration reduction at low speed (2 cylinders compressors).
- special insulation motor for a better matching with the waves supplied by the inverter.
- optimized internal flow for better motor cooling in all the working condition foreseen in the application envelope.
- optimized mass balancing on the whole compressor frequency range
- bigger service valves for better refrigerant evacuation at higher speed
- bigger head for proper pulsation reduction (2 cylinders compressors)
- stiffer vibration damper
- bigger motor for a proper operation on the whole compressor application envelope.

Following picture describes some of the main compressor characteristics.

HI compressors are equipped with following motors:

HI100CC+HI751CC : 230/400/3/50

HI1001CC-HI1501CC: 400/3/50 PWS

**HI100CC+HI751CC** can be connected delta and work with  $V/f$  ratio constant on the whole allowable frequency range (20-90 Hz). The absorbed current will remain the same as the one absorbed by the compressor at 50 Hz at the same working conditions.

On the other hand those compressors can be connected directly to the supply voltage network (star connection 400/3/50) just modifying the connection at the compressor electrical box or via a by pass of the inverter which can energized by a switch.

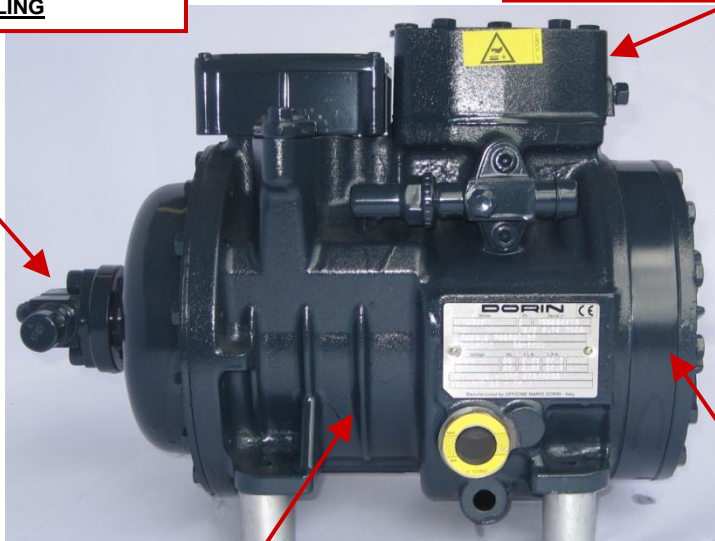
**HI1001CC** and **HI1501CC** can work with  $V/f=k$  between 20 and 50 Hz.

Above 50 Hz those compressors can work in under fed (trans-synchronous) operation up to 75 Hz.

This model can be connected to the voltage supply directly as well.

ЗАПОРНЫЙ ВСАСЫВАЮЩИЙ ВЕНТИЛЬ  
НА ФЛАНЦЕ КОРПУСА КОМПРЕССОРА  
НА СТОРОНЕ ЭЛ. ДВИГАТЕЛЯ для  
хорошего охлаждения эл. двигателя при  
малых скоростях вращения коленвала  
SUCTION SERVICE VALVE ON MOTOR  
COVER FOR BETTER COOLING

УВЕЛИЧЕННАЯ КАМЕРА НАГНЕТАНИЯ (2-х  
цилиндровые компрессоры) для понижения  
пульсации давления при высоких скоростях  
вращения коленвала  
LARGER DISCHARGE CHAMBER (2 CYLINDERS  
FOR PULSATION REDUCTION



ЭЛ. ДВИГАТЕЛЬ СПЕЦИАЛЬНОГО ИСПОЛНЕНИЯ  
класс нагрева стойкости изоляции обмоточных  
проводов «F»  
SPECIAL MOTOR INSULATION

СПЕЦИАЛЬНЫЙ КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АККУМУЛЯТОР для  
стабильной работы компрессора при пониженных  
частотах эл. тока не ниже 10 Гц (лабораторные  
испытания)  
KYNETIC ACCUMULATOR FOR A BETTER COMPRESSOR  
STABILITY UP TO 10 Hz (LAB TEST)

## КОМПРЕССОРЫ СЕРИИ TH1

Тандем компрессоры могут быть использованы при переменной скорости, если гарантирован рекомендуемый масляный уровень для обоих компрессоров.

Кроме того, если эксплуатируется один компрессор из двух, горячий газ, поступающий со стороны нагнетания работающего компрессора, направляется в головку блока цилиндров неработающего компрессора.

По этой причине Officine Mario Dorin разработал серию тандем компрессоров, эксплуатирующиеся с инвертором: **серия TH1**.

Компрессоры, принадлежащие этой серии, сделаны таким образом, что HI компрессоры сопоставимы с соответствующей моделью, принадлежащей к стандартной серии H.

HI компрессор будет эксплуатироваться при переменной скорости вращения коленвала, тогда как стандартный компрессор серии H будет работать циклично по схеме пуск/останов, чтобы перекрыть пик требуемой холодопроизводительности.

В тандем компрессоре, состоящий из стандартного компрессора H и компрессора HI с инвертором, позволяющий регулировать скорость вращения, не имеет значения включен или выключен компрессор H. Компрессоры серии TH1 оснащены следующими техническими решениями:

- тандем соединен с гидравлическим затвором для правильной балансировки масла и давлений для всех условий эксплуатации компрессора

- обратный клапан на линии нагнетания стандартного компрессора, чтобы избежать возврата горячего газа по байпасу.

Компрессор серии TH1 может создавать очень большую холодопроизводительность, начиная с самой малой производительности (стандартный компрессор H выключен, а HI компрессор эксплуатируется при частоте эл. тока 20 Гц) вплоть до максимальной производительности (стандартный компрессор H включен, а также работает HI компрессор, эксплуатирующийся при максимальной скорости вращения вала). Таким образом компрессор серии TH1 может быть использован, в некоторых случаях, как многокомпрессорный агрегат, где все проблемы по маслу и выравнивания давления автоматически решена на уровне конструкции компрессора.

## TH1 COMPRESSOR RANGE

Tandem compressors can be used at variable speed if the correct oil level is ensured at both compressors.

Moreover in case of operation of a single compressor it must be avoided that the hot gas coming from the discharge side of the working compressor enters in the standstill compressor head.

For this reason Officine Mario Dorin has developed a tandem compressor range dedicated to be driven by inverter: **the TH1 range**.

Compressors belonging to this range are made by matching an HI compressor and its correspondent model belonging to the standard H range.

The HI compressor will be driven at variable speed while the standard compressor will work in start/stop way and it will be energized to cover the cooling capacity request peak.

In order to allow the tandem with the inverter compressor working at various speed no matter if the standard compressor is switched on or off, the TH1 compressors are equipped with dedicated technical solutions:

- tandem joint with hydraulic seal for a proper oil and pressure balancing in all the operating conditions

- check valve on standard compressor discharge line to avoid hot gas return by pass.

TH1 compressor can supply a very big cooling capacity range from the lowest powerful condition (standard compressor off and HI compressor rotating at 20 Hz) up to the maximum powerful conditions (standard compressor on and HI compressor rotating at maximum speed). Those compressor can be therefore used, in some cases, as mini-rack where all the problem of oil and pressure equalization are automatically solved by the compressor matching design.



## СТАНДАРТНЫЕ КОМПРЕССОРЫ серии Н: ПРЕДЕЛЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ ПЕРЕМЕННОЙ СКОРОСТИ вращения коленвала

Стандартные компрессоры серии Н, созданные Officine Mario Dorin были спроектированы, чтобы эксплуатировать их при переменной скорости, даже если они ограничены частотой эл. тока, по сравнению с серией Н1 компрессора.

В случае наличия местного напряжения электропитания 400/3/50, возможно эксплуатировать стандартный компрессор серии Н в пределах частотного регулирования, указанных в следующей таблице.

**Предупреждение: чтобы эксплуатировать компрессор при более высокой частоте эл. тока, чем частота местной сети электропитания, мы рекомендуем использовать модели компрессоров СС, т.е. компрессоры, оснащенные более мощными эл. двигателями для данной объемной производительности.**

## STANDARD COMPRESSORS: LIMITS AND APPLICATION AT VARIABLE SPEED

Standard compressors produced by Officine Mario Dorin have been design to work at variable speed even though in a limited frequency range compared to the H1 compressor range.

In case of available supply voltage of 400/3/50 it is possible to drive standard H compressor within the frequency limits indicated in following table.

**Warning: to work at higher frequency than the one available at the net we recommend to use CC models, i.e. compressors equipped with more powerful motor for a given displacement.**

СЕРИЯ	КОЛ-ВО ЦИЛИНДРОВ	ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОДКЛЮЧЕНИЕ	ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОСЕТИ ПРИ 50 Гц	РАЗРЕШЕННЫЙ ДИАПАЗОН ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
RANGE	N° CYLINDERS	CONNECTION	SUPPLY VOLTAGE AT 50 Hz	PERMITTED FREQUENCY RANGE
			[ V - ph- HZ ] / [ В-фаза-Гц ]	Hz / Гц
H1	2	DELTA / Δ	230/3/50	30-70
		STAR / Y	400/3/50	30-50
H2	2	DELTA / Δ	230/3/50	30-70
		STAR / Y	400/3/50	30-50
H32	2	DELTA / Δ	230/3/50	30-65
		STAR / Y	400/3/50	30-50
H35	4	DELTA / Δ	230/3/50	25-70
		STAR / Y	400/3/50	25-50
H41	4	PWS	400/3/50	25-50
H5	4	PWS	400/3/50	30-50
H6	6	PWS	400/3/50	30-50
H7	8	PWS	400/3/50	30-50

Таблица на стр. 9 показывает допустимую область частотного регулирования компрессора, который эксплуатируется в соответствии с отношением  $V/f=k$ .

Возможно достичь более высокую скорость, чем та, которая указана в Таблице на стр. 9, если компрессоры работают при условии недонапряжения (пониженного напряжения) и выполнения следующих требований:

#### Модели серии Н

- применение только моделей серии СС
- $F_{max} \leq 70$  Гц (65 Гц для серии Н32)
- минимальное значение  $F_{max}$  следует определять по формуле

$$F_{max} = \frac{a \times FLA_{(400V)} \times 50_{(Hz)}}{I_{(50Hz, SST, SCT)}}$$

где:  
 $I_{(50Hz, SST, SCT)}$ : потребляемый эл. ток компрессора при определенных условиях его эксплуатации температур кипения(SST) и конденсации (SCT), указанный в нашем программном обеспечении выбора оборудования Dorin Calc.

FLA: максимальный рабочий ток компрессора при подключении эл. двигателя Y/звезда или PWS/с разделенными обмотками; величина FLA указана на этикетке компрессора.

a: коэффициент, который зависит от серии компрессора; значения коэффициента «а» указаны в следующей Таблице на стр. 10.

Previous table describes allowable frequency ranges for compressor working with  $V/f=k$ .

It is possible to reach higher speed than the ones indicated in table when the compressors work on under voltage conditions as well, if following requirements are met:

#### H range models

- use only CC models
- $F_{max} \leq 70$  Hz (65 Hz for H32 range)
- limit  $F_{max}$  following below formula

$$F_{max} = \frac{a \times FLA_{(400V)} \times 50_{(Hz)}}{I_{(50Hz, SST, SCT)}}$$

Where:

$I_{(50Hz, SST, SCT)}$  is the absorbed current of the compressor at certain working condition of saturated suction temperature (SST) and saturated discharge temperature (SCT) indicated in our selection software Dorin Calc

FLA: is the maximum operating current of the compressor (full load ampere) star or PWS connected. His value is indicated on compressor label.

a: is a coefficient which depends on the range the compressor belongs to. It is indicated in following table.

СЕРИЯ	a
RANGE	
H1	1
H2	1
H32	1
H35	1
H41	1
H5	0,97
H6	0,94
H7	0,90

## ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОМПРЕССОРА С ИНВЕРТОРОМ

Применение одного или более регулятора производительности компрессора с одновременной эксплуатацией с инвертором не разрешено.

Одновременное использование регулятора производительности с инвертором не гарантирует соответствующего охлаждения эл. двигателя.

Явление вибрации может возникнуть из-за различной нагрузки на поршни.

## ТАНДЕМ КОМПРЕССОРЫ С ИНВЕРТОРОМ

На тандем компрессоры распространяются те же условия эксплуатации, что и на компрессоры стандартной серии H.

Кроме того, должно быть осуществлено правильное распределение масла и давления между двумя компрессорами при различной скорости.

Мы рекомендуем устанавливать симметричную линию всасывания от всасывающего запорного вентиля длиной равной 50 диаметров трубопровода.

Рекомендуется установить обратный клапан на линии нагнетания при эксплуатации компрессора в циклическом режиме (пуск/останов), чтобы избежать возврата горячего газа или возврата жидкости из конденсатора в случае длительного простаивания компрессора.

Officine Mario Dorin разработал серию тандем компрессоров, которые могут эксплуатироваться с инвертором. Эта серия тандем компрессоров показана в предыдущей главе настоящего Технического Бюллетеня.

## ДВУХСТУПЕНЧАТЫЕ КОМПРЕССОРЫ С ИНВЕРТОРОМ

Для того, чтобы эксплуатировать 2-х ступенчатый компрессор при переменной скорости, обратитесь в Технический отдел Dorin SpA.

## КОМПРЕССОРЫ НА ХЛАДАГЕНТЕ R744/CO2 С ИНВЕРТОРОМ

Компрессоры на R744, специально разработанные Officine Mario Dorin, как для субкритической (серия SCC), так и для транскритической (серия CD) областей применения могут эксплуатироваться с инвертором.

Тем не менее, разрешенный диапазон частотного регулирования, зависит от реального режима эксплуатации компрессора.

В случае применения компрессоров на R744 серий CD и SCC с инвертором, обратитесь в Технический отдел Dorin SpA.

## USE OF CAPACITY CONTROL HEAD ON COMPRESSORS DRIVEN BY INVERTER

The use of one or more capacity control step on compressor driven by inverter is not permitted.

The use of capacity control step with frequency modulation does not ensure a proper motor cooling.

Moreover vibration phenomena can occur due to the differential load on the pistons.

## TANDEM COMPRESSORS DRIVEN BY INVERTER

For tandem compressors the same indication as standard compressors are valid.

Moreover the correct oil and pressure balancing at various speed must be ensured between two compressors.

We recommend to install a symmetric suction line for a length of 50 diameters from the compressor suction service valve.

A non return valve on the discharge pipe of start/stop compressor is recommended to avoid hot gas return or liquid return from the condenser in case of prolonged stop of the compressor.

Officine Mario Dorin has developed a tandem compressor range dedicated to be driven by inverter. This range is described in the previous chapter of this technical bulletin.

## USE OF DOUBLE STAGE COMPRESSOR DRIVEN BY INVERTER

To drive double stage compressors at variable speed contact our application engineering department.

## USE OF COMPRESSORS DEDICATED TO CO2 APPLICATION DRIVEN BY INVERTER

Compressors dedicated to R744 application design by Officine Mario Dorin dedicated to both sub-critical application (SCC range) and trans-critical application (CD range) have been designed specifically to be driven by inverter.

However the permitted frequency range is dependent to the actual working conditions of the compressor.

In case of application of CD and SCC compressor under inverter kindly contact our technical-commercial office.

## ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ПРАВИЛЬНОГО ВЫБОРА ИНВЕРТОРА

Все инверторы известных брендов на рынке могут быть использованы для работы с компрессором, созданным Officine Mario Dorin, если характеристики инвертора соответствуют требованиям:

- инвертор должен выдерживать максимальный рабочий ток компрессора согласно формулы:  $1,5 \cdot \text{FLA}$  (полная нагрузка) в течении 60 с. В случае, если компрессор должен работать в сложных условиях недонапряжения / пониженного напряжения (вплоть до 70 Гц) необходимо учитывать формулу на стр. 13 – 14, которая оценивает максимальный рабочий ток компрессора.
- инвертор должен поддерживать напряжение частотного регулирования согласно отношения  $V/f=k$  для всех частот эл. тока для того, чтобы уменьшить недогруженность системы.
- инвертор должен выдать соответствующий сигнал пуска (см. следующий параграф).
- инвертор должен снабжать правильным пусковым крутящим моментом в зависимости от типа компрессора.

Наши рекомендации – необходимо приобретать инвертор, специально разработанный для систем холодоснабжения.

Для дальнейшей информации о выборе инвертора, обратитесь в Технический отдел Dorin SpA.

### ПУСК ИНВЕРТОРА

Для установки инвертора и его пуска, мы рекомендуем использовать экранированный кабель.

Для выбора соответствующего экранированного кабеля, мы рекомендуем обратиться к инструкциям изготовителя инвертора.

Инвертор должен быть оснащен фильтром ЭМС (ЭлектронноМагнитная Совместимость, например EN60034).

### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

**Выход инвертора определяется импульсом напряжения. Мы рекомендуем устанавливать синусоидальный фильтр, чтобы уменьшить эти явления и защитить двигатель.**

### Контактор компрессора

По причинам безопасности, контактор компрессора должен всегда быть установлен и подключен к другой защитной системе.

## PARAMETERS FOR CORRECT INVERTER SELECTION

All the inverter present on the market can be used to drive compressor produced by Officine Mario Dorin if the inverter characteristics are in compliance to following advises:

- The inverter has to stand the maximum operating current of the compressor following the formula:  $1,5 \cdot \text{FLA}$  (full load ampere) for 60 s. In case the compressor has to work in strong under-voltage conditions (up to 70 Hz) refer to the formula on pag 13-14 for the estimation of the maximum operating current of the compressor.
- the inverter has to keep the voltage on frequency ration constant  $V/f=k$  on all the frequencies where it is possible to keep that ratio constant in order to reduce the under fed working condition as much it is possible.
- the inverter has to give a proper starting ramp (see next paragraph).
- the inverter has to supply a correct starting torque depending on the compressor type.

Our advise is to purchase inverter designed to be used on refrigeration system.

For further information about inverter selection refer to our technical-commercial office.

### INVERTER COMMISSIONING

For inverter installation and commissioning we recommend to use screened cable.

Fro a proper screened cable connection we recommend to follow the inverter manufacturer instructions.

The inverter must be equipped with suitable EMC filter (e.g. to EN60034).

### WARNING:

**The inverter output is a sharp voltage pulse.**

**We recommend to install sinusoidal filter to reduce that phenomena and protect the motor.**

### Compressor contactor

For safety reason a compressor contactor must be always installed and connected to the other protection of the system

## Установка инвертора

Для пуска компрессора необходимо предусмотреть сигнал пуска.

Для того, чтобы избежать проблем со смазкой, необходимо предусмотреть изменение величины частотного регулирования во времени.

Рекомендуемая величина соотношения  $dFq/dt$  для изменения частоты эл. тока в пределах 0 – 30 Гц должна быть равна 15 Гц/с.

Продолжительность достижения частоты эл. тока в пределах 0 – 50 Гц составляет 5-8 с.

При более высоких величинах рекомендуется также применять **эффект мягкого пуска**.

Во время пуска компрессора пусковой крутящий момент обычно выше, чем одна из характеристик компрессора во время его эксплуатации при стандартных условиях.

По этой причине необходимо предвидеть эффект усиления пуска компрессора при его эксплуатации с инвертором.

Во время пуска необходимо установить значение коэффициента отношения  $V/f$  с более высокой величиной по сравнению к эксплуатационному режиму при стандартных условиях для того, чтобы иметь эффект усиления пуска.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: применение эффекта усиления пуска должно быть ограничено пусковым сигналом.**

**Во время эксплуатации стандартного компрессора, должно соблюдаться отношение  $V/f$ , величина коэффициента которого указана на этикетке компрессора.**

Во время эксплуатации компрессора, мы рекомендуем изменять частоту эл. тока во времени на основе следующего отношения:

$$dFq/dt < 5 \text{ Hz/s}$$

Мы рекомендуем проверять: указанная величина совместима ли с другими компонентами системы.

### Начальная частота инвертора.

Проверьте начальную частоту инвертора.

Рекомендуемая величина начальной частоты: **2+6 kHz**

Не правильная установка начальной частоты инвертора приводит к поломке двигателя.

## ЯВЛЕНИЯ РЕЗОНАНСА ПРИ УСТАНОВКЕ КОМПРЕССОРА С ИНВЕРТОРОМ В СИСТЕМУ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ

Давление пульсации, исходящее от компрессора с различной скоростью могут вызвать явления резонанса, которые в свою очередь влияют на трубопровод и раму для компрессора.

В этом случае, система холодоснабжения в целом может быть очень шумной. Шум может передаваться от конденсатора, который усиливает пульсацию давления трубопровода или на раму крепления компрессора. В некоторых случаях резонанс пульсации давления может повредить линию нагнетания системы с утечкой хладагента. По этой причине требуется соответствующее конструкторское решение по линии нагнетания и крепления компрессора на раме.

Кроме того, поскольку явления резонанса являются характеристиками каждого компрессора и агрегата в целом, необходимо тщательно проверить монтаж каждого компрессора и систему холодоснабжения в целом при различной скорости вращения коленвала в момент первого пуска агрегата.

Явление резонанса появляется в небольшом диапазоне частотного регулирования, обычно это 1-2 Гц около частоты, возникновения явления. Зная о явлении резонанса, возможно избежать его с запрограммированным инвертором, который «проскакивает» частотный резонанс.

## Inverter setting

For a proper compressor starting it is advised to foresee a starting ramp.

In order to avoid lubricating problem a careful regulation of frequency on time variation value during the starting ramp is needed.

Recommended  $dFq/dt$  value is 15 Hz/s between 0 and 30 Hz.

The whole starting ramp time is 5-8 s between 0 and 50 Hz

Above value can make a **soft starting** effect as well.

During compressor start up a starting torque usually higher than the one characteristic of the compressor during steady working condition is required.

For this reason it is possible to foresee a booster effect from the inverter during compressor start up.

During the starting ramp it is possible to set the  $V/f$  ratio at higher value compared to steady working conditions in order to have starting booster effect.

Inverter used on refrigeration have some boosting parameter already charged in the menu.

**Warning: the use of booster effect must be limited only at the start up ramp. During standard compressor working condition set the  $V/f$  ratio at the value indicated on compressor label.**

During normal compressor operation we recommend to variate the frequency depending on the time on the basis of following value:

$$dF/dt < 5 \text{ Hz/s}$$

We recommend to check if indicated value is compatible with other system component.

### Elementary frequency of inverter

Check the elementary frequency of the inverter and, in case, adjust it.

Recommended value: 2..6 kHz.

Motor damage are possible in case of non correct elementary frequency adjusting.

## RESONANCE PHENOMENA DUE TO THE INSTALLATION OF THE COMPRESSOR DRIVEN BY INVERTER IN THE PLANT

The pressure pulsations coming from the compressor at different speed can causes resonance phenomena which can affect the piping line and the compressor frame.

In this case the system can be very noisy. Noise can come from the condenser which emphasize pressure pulsation from the piping or from the compressor frame. In some cases pressure pulsation resonance can damage discharge line with refrigerant loses.

For this reason a dedicated design of discharge line and compressor fixing is required.

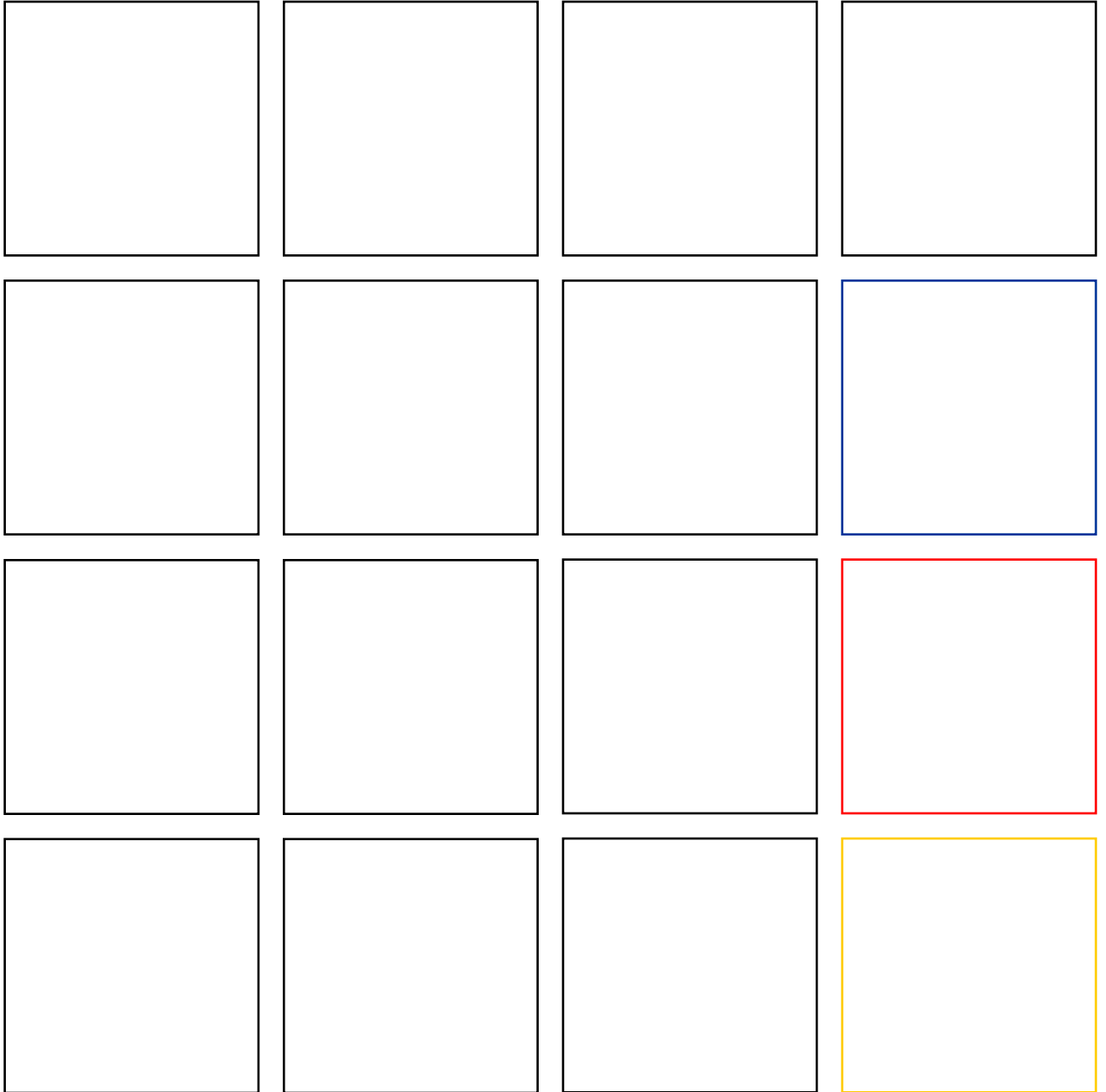
Moreover, because resonance phenomena are characteristics of each compressor and plant coupling, check carefully each compressor installation and control the system at various speed at the first start up of the system.

Resonance phenomena are characteristics of a small frequency range, usually 1-2 Hz around the frequency where resonance phenomena appears. In case of resonance phenomena it is possible to avoid it with a dedicated inverter setting, programming the inverter to jump resonance frequencies.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

**NOTE**





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

Via Aretina, 388; 50061 Compiobbi Firenze (Italy)

Tel. +39.055.623211 - Fax +39.055.62321380

[www.dorin.com](http://www.dorin.com) - [dorin@dorin.com](mailto:dorin@dorin.com)