

Некоторые аспекты управления «Инверторными» компрессорами и их проверка

ТИПЫ ПРИМЕНЯЕМЫХ КОМПРЕССОРОВ

Инверторные компрессора

(конечно речь идёт только о компрессорах , используемых компанией БЕКО)

- TEE Brand - **VNTZ** Compressors
- Embraco Brand - **VEG** and **VES** Compressors



VNTZ Compressors



VEG and VES Compressors

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРАМИ VNTZ

Всего три алгоритма контроля за компрессорами такого типа.

Drop-in control :

Команда на включение и выключение компрессора поступает с симистора или от реле на основной плате. Основная плата руководствуется сигналами от датчиков температуры или от термостата. Скорость работы компрессора зависит от программного обеспечения платы инвертора.

Frequency control : Контрольная карта холодильника управляет работой компрессора путём подачи на плату управления компрессором сигнала с различной частотой. В этом случае скоростью компрессора управляет основная плата а не инверторная.

Frequency-dropin control : Команда на включение и выключение компрессора подаётся ЧАСТОТНЫМ сигналом. Регулировка скорости работы компрессора происходит так же как и в алгоритме Drop-in.

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРАМИ VNTZ

Drop-in Control

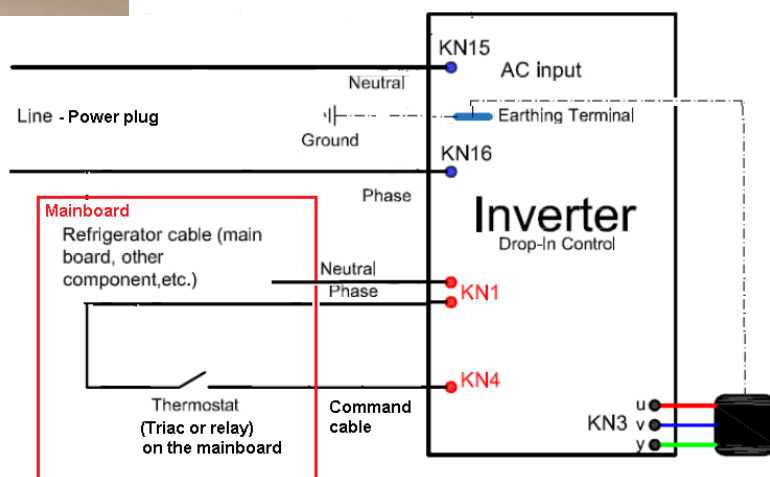
Основная плата холодильника управляет инверторным компрессором посредством его платы (платы инвертора) . Управление происходит в соответствии с показаниями датчиков температуры в холодильнике.

Итак , если основная плата холодильника считает что компрессор надо включить она подает сигнал «ВКЛ» на плату инвертора.

Если компрессор надо выключить то , соответственно , подаётся сигнал «ВЫКЛ».

Прошу обратить внимание **ОСОБОЕ** на то, что мы сейчас говорим о системе управления **Drop-in**.

- 1) Питание на плату инвертора (KN15-KN16)
- 2) Refrigerator Cable (KN1)
- 3) Сигнальный кабель с основной платы (KN4)
- 4) На обмотки компрессора (KN3)



Обратим внимание , что на плату инвертора приходят только 5 проводов (не считая 3-х , которые с неё уходят на обмотки мотора KN3).

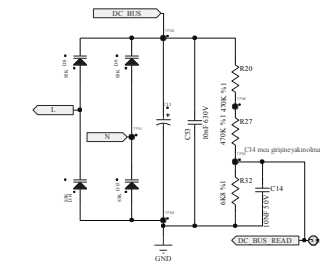
Из них 2 – собственно питание самой платы (её драйверов , процессора и т.д. KN15 , KN16)

А остальные 3 называются то же как питательные (Neutral, Phase, Command)

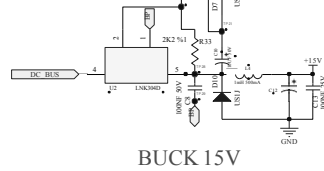
– это потому что с основной платы и приходит только один сигнал : ВКЛ/ВЫКЛ на KN4

Пример схемы электрической принципиальной

554556xx00 - номер платы схема от которой представлена ниже. Это плата управления инверторными компрессорами VNTZ105, 145,165 и др.

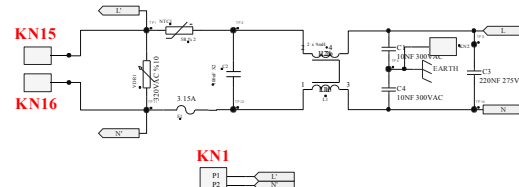


AC Mains & Rectifier & SMPS Circuit

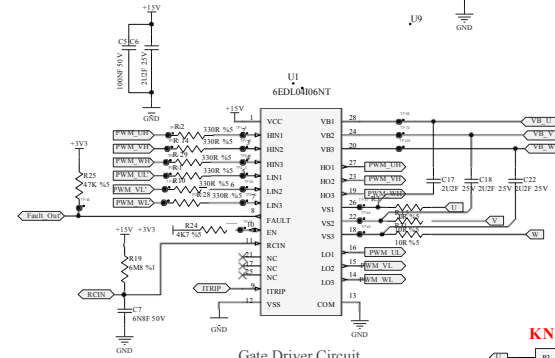


BUCK 15V

AC INPUT

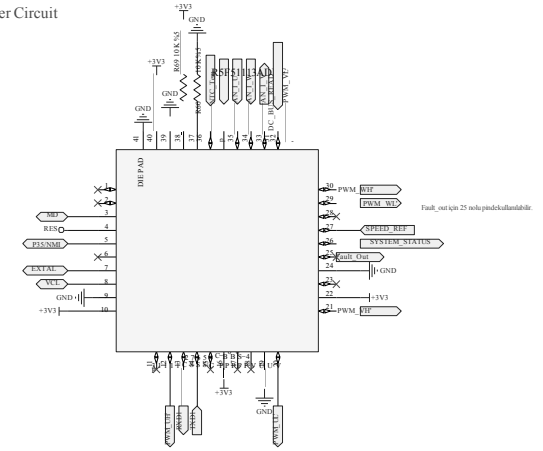


AC Output to Refrigerator

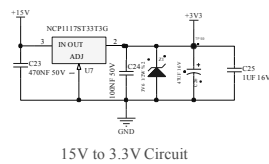


Gate Driver Circuit

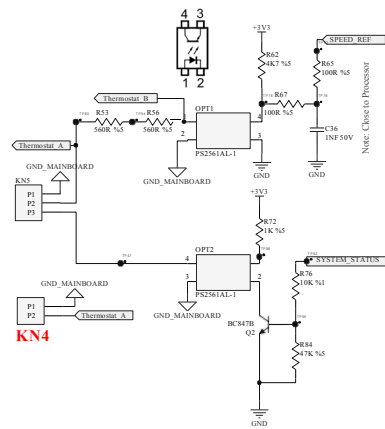
Inverter Circuit



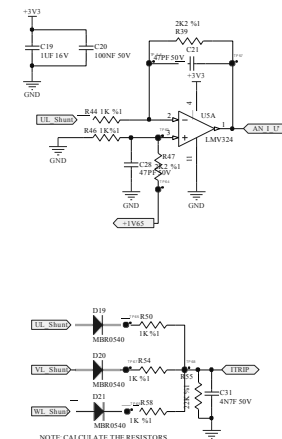
Motor Connector



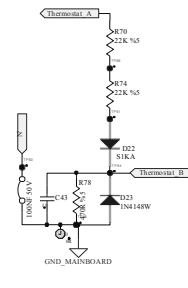
15V to 3.3V Circuit



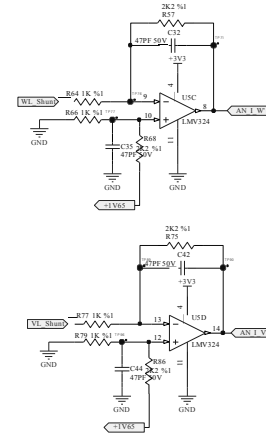
Isolated-Refrigerator Mainboard Communication Circuit



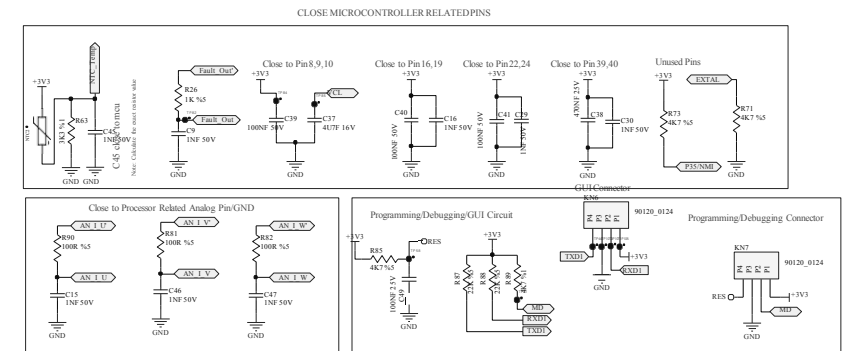
Over Current Trip & Comparator Circuit



Thermostat Circuit



Current Sense Circuits



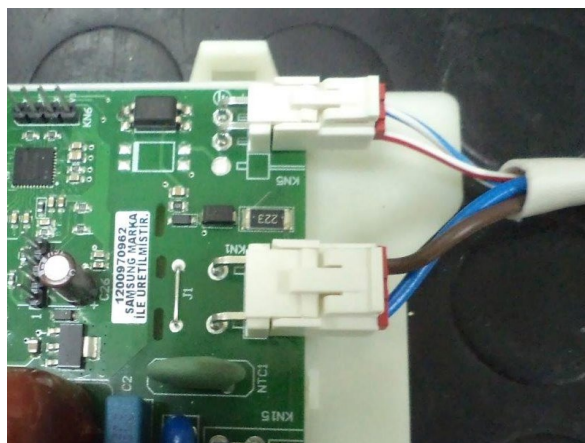
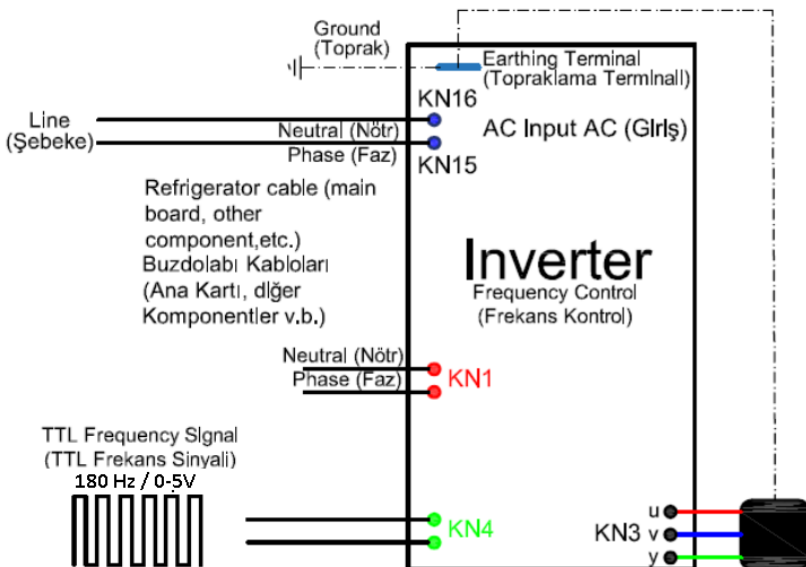
3.3V to 1.65V Reference Circuit

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРАМИ VNTZ

Frequency Drop-in Control

Frequency Drop-in управление инверторным мотором очень похоже на управление **Drop-in**.

Разница лишь в том что управляющий сигнал – частотный
(180 Гц , 0-5 Вольт)



Thermostat signal ON : Основная плата управления холодильником посылает на плату инвертора сигнал с частотой 180 Гц и этим запускает компрессор.

Thermostat signal OFF : Основная плата управления холодильником не посылает на плату инвертора сигнал с частотой 180 Гц и этим останавливает компрессор.

Drop-in Algorithm

«Смазочная» скорость: 1700 об./мин. *

На этой скорости компрессор стартует и работает на ней 1 минуту.

Когда речь идёт о режиме «Первое включение» то первая скорость работы компрессора 1400 об./мин. – 1 минута и затем 1700 об./мин. ещё 1 минута , далее – по программе.

Скорость в режиме «Первое включение»: 3200 об./мин.

В режиме «Первое включение» , после смазочных скоростей, компрессор начинает работу на скорости 3200 об./мин. и , если по показаниям датчиков температуры компрессор не будет остановлен в течении 180 минут , то скорость его работы повысится до 3600 об./мин. и останется такой до выключения компрессора. Если компрессор был остановлен по температуре в камерах холодильника и не доработал 180-ти минут , то следующее его включение будет на скорости 2500 об./мин.

«Drop-in» скорости: 1400 rpm, 1700 rpm, 2100 rpm, 2500 rpm, 3200 rpm, 3600 rpm, 4100 rpm, 4500 rpm*

Вообще эта шкала скоростей может меняться в зависимости от модели холодильника , однако скорости фиксированы и не может быть например скоростей 2175 или 3250 или 4178 если они не заданы программно. То есть управление скоростями не плавное , а ступенчатое.

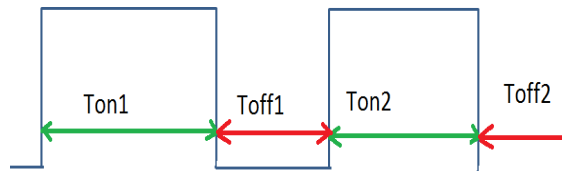
Для управления ступеньками скоростей используется время работы и останова компрессора - “RunTime” , статическое или динамическое , это зависит от программы платы инвертора.

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРАМИ VNTZ

Static run time

подсчитывается во время останова компрессора

$$RunTime1 = Ton1 / (Ton1 + Toff1)$$



Итак , если :

RunTime1 < 0,65 – следующий цикл компрессор будет работать на пониженной скорости (например: если скорость была 2500 об./мин. , подсчитанный цикл = 0,60 , тогда на следующем цикле скорость компрессора будет 2100 об./мин.)

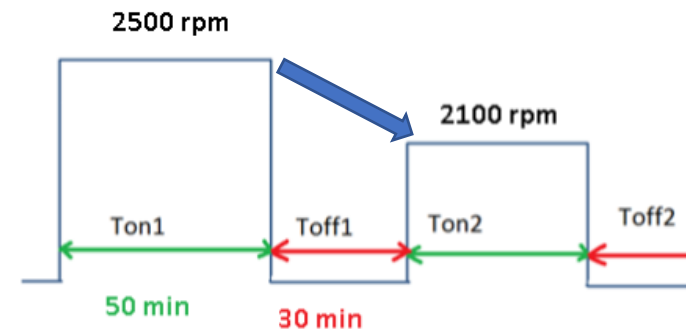
0,65 <= RunTime1 <= 0,85 – следующий цикл компрессор будет работать на той же самой скорости.

RunTime1 > 0,85 – скорость следующего цикла будет повышена на одну ступень.

Как видно из вышеприведённых формул, чем меньше значение Toff1 (останов компрессора) тем больше вероятность того , что на следующем цикле скорость компрессора будет повышена на одну ступень. И наоборот , если компрессор в цикле много стоит , то в следующем цикле скорость вращения мотора компрессора будет понижена.

Drop-in Algorithm

Пример расчета скорости компрессора :



$$\begin{aligned} RunTime1 &= 50 \text{ мин.} / (50 + 30) \text{ мин.} \\ &= 50 \text{ мин.} / 80 \text{ мин.} \\ &= 0,625 \end{aligned}$$

Скорость компрессора уменьшается

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРАМИ VNTZ

Drop-in Algorithm

Dinamic run time

подсчитывается во время работы компрессора

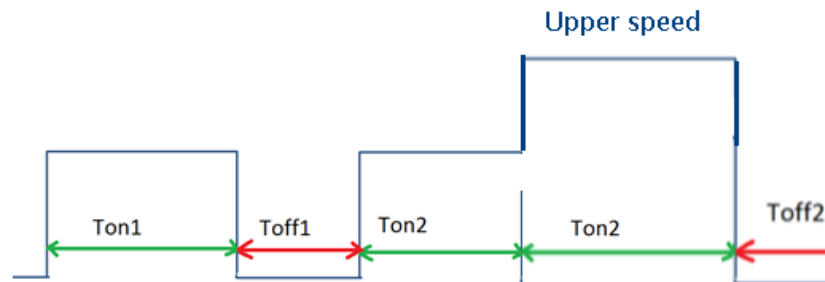
$$RunTime2 = Ton2 / (Ton2 + Toff1)$$

Если :

RunTime2 > 0,85 мотор компрессора начинает вращаться с повышенной скоростью прямо в этом цикле.

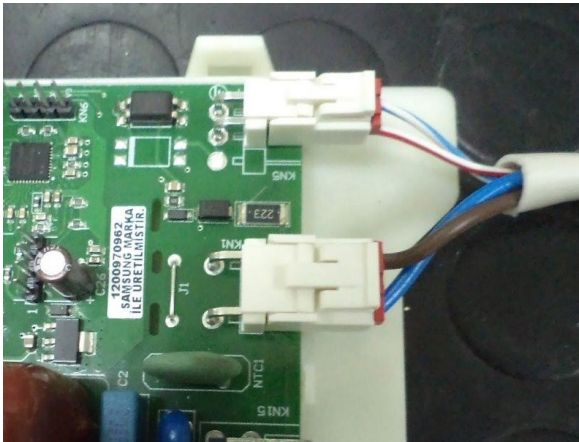
Как видно из вышеприведённых формул, со стартом нового цикла система начинает вычислять величину RunTime2. Как только эта величина станет больше 0.85 плата инвертора повысит скорость вращения мотора компрессора на одну ступень. Соответственно, чем меньше Toff1, тем скорее уже работающий компрессор переключится на более высокую скорость.

Итак система управления "Drop-in" нуждается от основной платы только в сигналах включения-выключения компрессора, обусловленных температурными режимами камер. Регулировка скорости мотора компрессора происходит внутри инверторной платы в соответствии с программой и временами RunTime1 и RunTime2.



МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРАМИ VNTZ

Frequency Algorithm

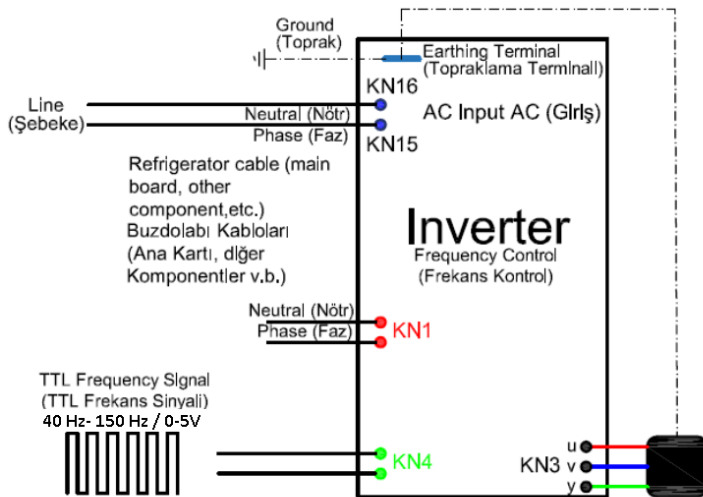


- Компрессор работает на 9-и скоростях. Для задания этих скоростей используют 9 частот.
- Формула получения скорости вращения вала мотора компрессора из частоты , посылаемой от основной платы на плату инвертора , такова :
Скорость = $30 \cdot \text{Частота}$
 - Первая скорость наименьшая , получается , например из частоты 42Гц.
Итого : $42 \cdot 30 = 1260$ об./мин. (может различаться)
 - Девятая скорость наибольшая , получается , например из частоты 150 Гц.
Итого : $150 \cdot 30 = 4500$ об./мин. (может различаться)

Система управления холодильником постоянно контролирует разницу между величинами FF Air и Cut-Out (текущей температурой воздуха холодильного отделения и температурой воздуха ХО , при которой должно происходить отключение компрессора)

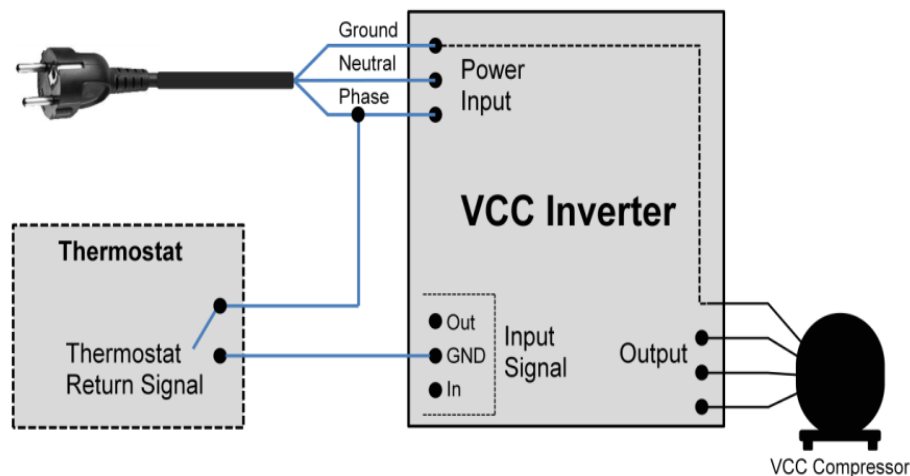
- Установлено 9 значений (точки отсечки) разницы между FF Air Temperature и Cut-Out Temperature
- Подсчитывается время загрузки компрессора (on time / (on time + off time) * 100). Установлены 3 области по загрузке : Низкая , Средняя , Высокая
- Для низкой загрузки (то есть если из подсчета RunTime предыдущего цикла , загрузка получилась низкой);
 - Если разница между температурами FF Air и Cut-Out меньше чем минимальная , предустановленная программой , то компрессор стартует на минимальной скорости.
 - Если разница между температурами FF Air и Cut-Out больше чем минимальная , предустановленная программой то компрессор стартует на второй скорости.
- Для средней загрузки;
 - Если разница между температурами FF Air и Cut-Out меньше чем минимальная то компрессор стартует на второй скорости.
 - Если разница величин FF Air и Cut-Out находится между первой и второй точками отсечки компрессор стартует на третьей скорости
 - Если разница величин FF Air и Cut-Out находится между второй и третьей точками отсечки компрессор стартует на четвертой скорости
 - И так далее.
- Для высокой загрузки ;
 - Если разница между температурами FF Air и Cut-Out меньше чем минимальная то компрессор стартует на восьмой скорости
 - Если разница между температурами FF Air и Cut-Out больше чем минимальная то компрессор стартует на девятой (наивысшей) скорости.

- ✓ Скорость компрессора может изменяться только после 10 минут работы на одной скорости.
- ✓ Минимальное время остановки компрессора – 6 минут.
- ✓ Минимальное время работы компрессора (5 или 10 или 15 минут) .
- ✓ Если компрессор работает на одной скорости 30 минут , то она увеличивается на один уровень.



МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРАМИ VEG И VES

Drop-in Algorithm



Pull Down (Первое включение)

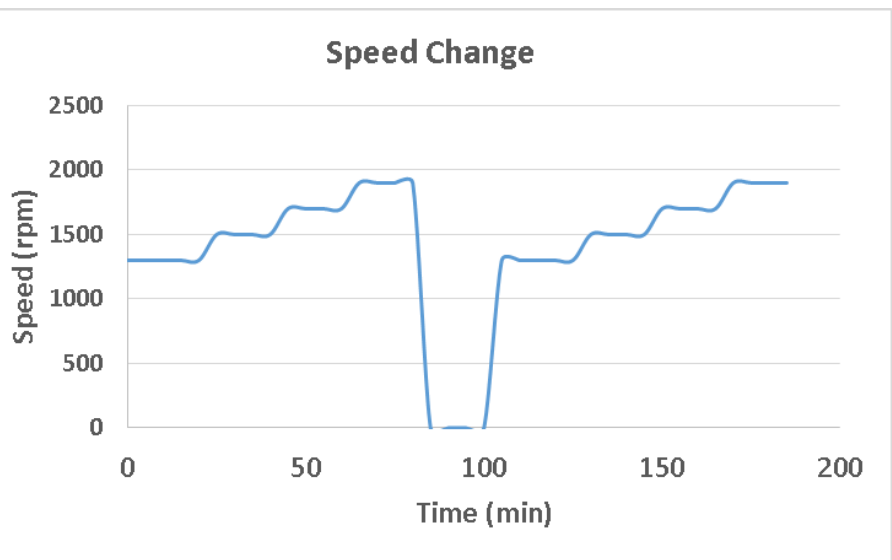
- Компрессор стартует со скоростью *SINIT* и через 7 минут поднимает её до *SMAX*;
- *SMAX* держится до окончания первого цикла.

Regular Cycles (после первого цикла)

- Компрессор стартует со скоростью *SMIN*;
- Инвертор устанавливает скорость мотора в диапазоне (*SMIN-SMAX*), основываясь на циклограммах компрессора.

Stability sub routine

- Если температура в холодильнике опустилась недостаточно за 20 минут – инвертор увеличивает скорость мотора на одну ступень.



<i>SINIT</i>	2.490 rpm
<i>SMIN</i>	1.300 rpm
<i>SMAX</i>	4.500 rpm

ДИАГНОСТИКА

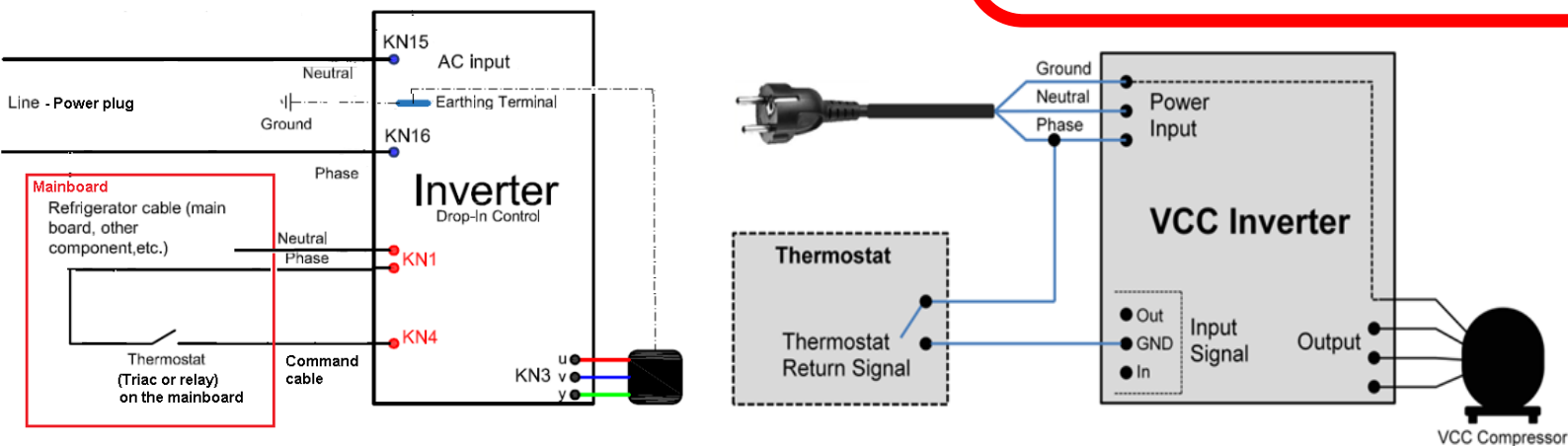
- Сначала определитесь с типом инвертора.
- Если тип **Drop-in** проверяем напряжение на контактах :

Line (Phase-Neutral) : **200-240 VAC**

Refrigerator cable (Phase – Neutral) : **200-240 VAC**

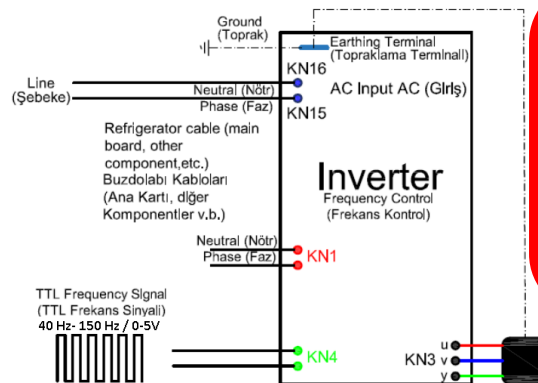
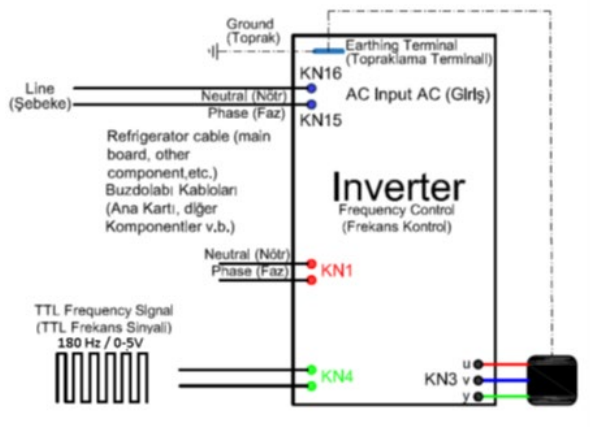
Thermostat (управляющая) cable :

(**KN4-Neutral** для **VNTZ** или **GND-Neutral** для **VEG** и **VES**) : **200-240 VAC**



**Контактные группы –
на следующем слайде**

- Если тип **Frequency Drop-in Control** или **Frequency Control** :



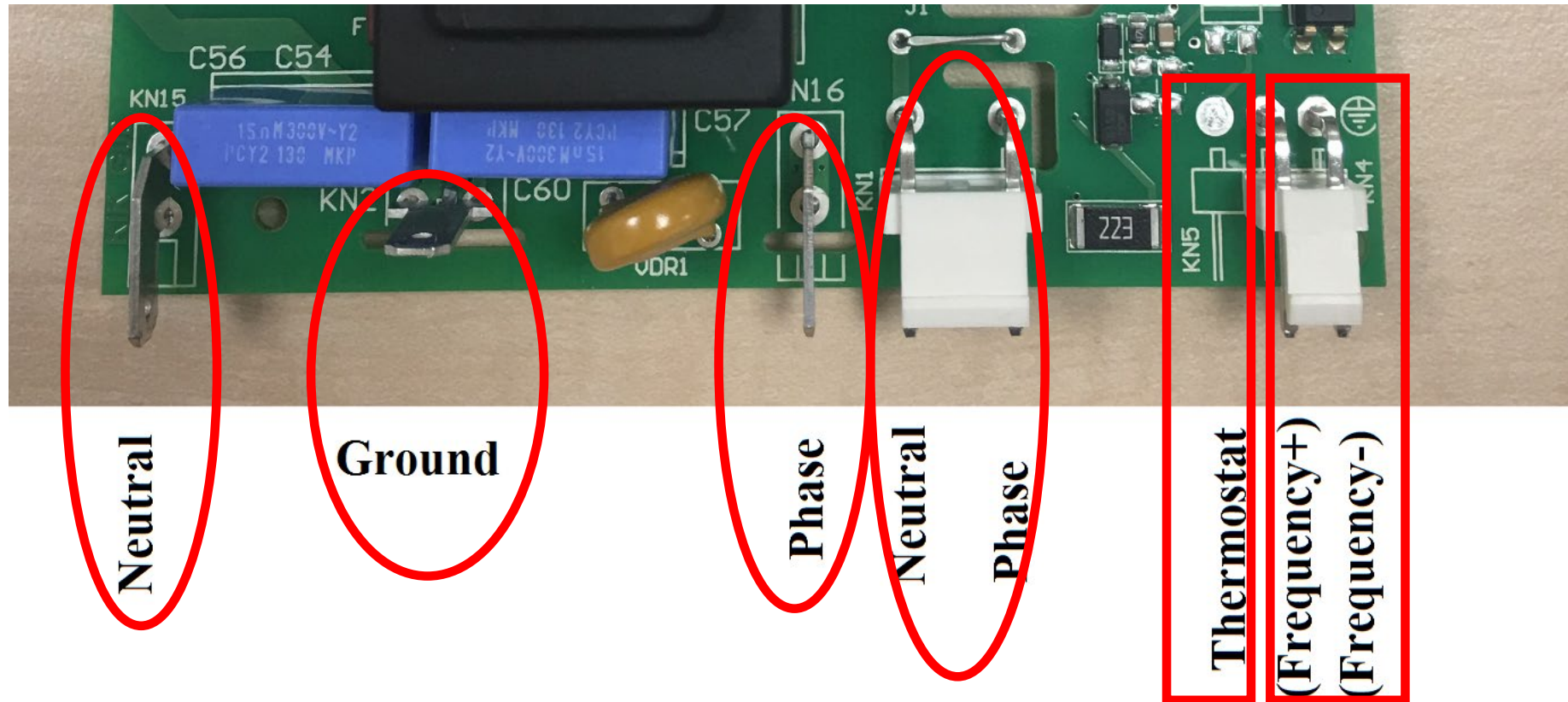
Line (Phase-Neutral) : **200-240 VAC**

Refrigerator cable (Phase – Neutral) : **200-240 VAC**

Frequency cable (KN4 + / -) :

40-150 Hz или 180 Hz – TTL уровень 3-5 VDC

Signal Checkings



Frequency Cable



Drop-in Cable



ДИАГНОСТИКА



Drop-in Thermostat Control



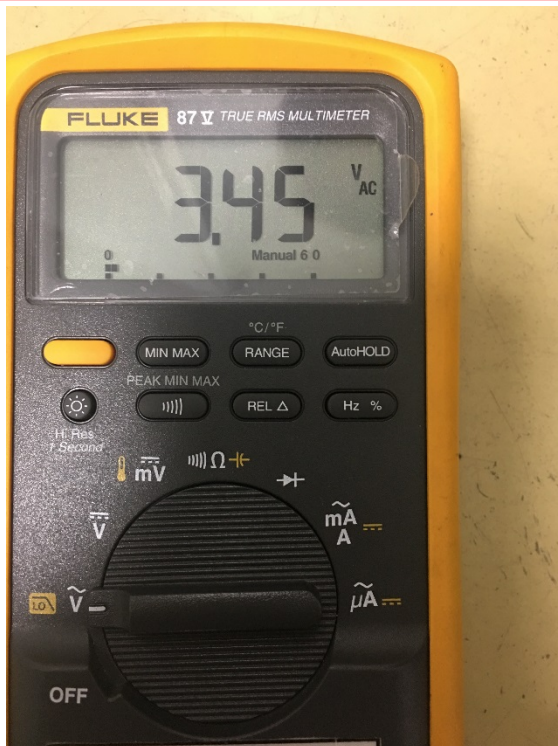
Frequency Signal Control

ДИАГНОСТИКА

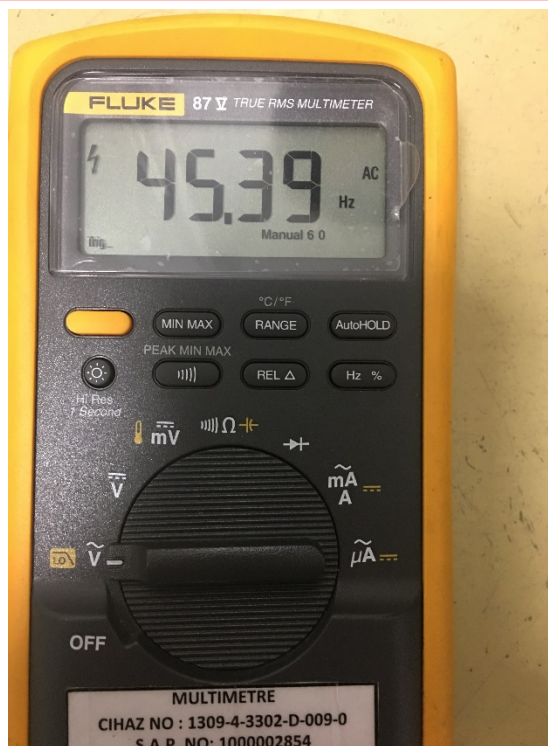
Варианты инверторов Embraco 578990xx00

VESD11C 230V 50Hz EMBRACO_2INDL_FREKANS	2	28		VESD11C	Frequency	230V	Attached	1300/4000 rpm	
VESF7C 230V 50Hz EMBRACO_2INDL_FREKANS	2	27		VESF7C	Frequency	230V	Attached	1300/4000 rpm	
VESD7C 230V 50Hz EMBRACO_2INDL_FREKANS	2	26		VESD7C	Frequency	230V	Attached	1300/4000 rpm	
VESF11C 230V 50Hz EMBRACO_2INDL_FR_5mH Inductance	2	25	519600250	VESF11C	Frequency	230V	Attached	1300/4000 rpm	
FMXD6C 230V 50Hz EMBRACO_DROP IN_EV	0	24		FMXC6C	Drop In	230V	Attached	1300/4000 rpm	
FMXC6C 230V 50Hz EMBRACO_DROP IN	2	23		FMXC6C	Drop In	230V	Attached	1300/4000 rpm	
FMXD6C 230V 50Hz EMBRACO_DROP IN	2	22		FMXD6C	Drop In	230V	Attached	1300/4000 rpm	
FMXD9C 230V 50Hz EMBRACO_FREKANS	2	21	519600234	FMXD9C	Frequency	230V	Attached	1300/4000 rpm	SQXAPIML001FLV
VESF11C 230V 50Hz EMBRACO_FREKANS_EV	0	20	519600209	VESF11C	Frequency	230V	Attached	950/4500 rpm	SQEF11CPTMVL001FLF
FMXY9C 230V 50Hz EMBRACO_FREKANS	2	19		FMXY9C	Frequency	230V	Attached	1300/4000 rpm	
FMXY9C 230V 50Hz EMBRACO_DROP IN	2	18	519600171	FMXY9C	Drop In	230V	Attached	1300/4000 rpm	SVXAPH001D2
VEMT11C 230V 50Hz EMBRACO_DROP IN	2	17	519600177	VEMT11C	Drop In	230V	Attached	1600/4500 rpm	SDMB11CPNV001D2
VESF11C 230V 50Hz EMBRACO_FREKANS	2	16	519600141	VESF11C	Frequency	230V	Attached	950/4500 rpm	SQEF11CPTMVL001FLF
VEMT11C 230V 50Hz EMBRACO_FREKANS	2	15	519600130	VEMT11C	Frequency	230V	Attached	1600/4500 rpm	SDMB11CPNV001FL
VEMT9C 230V 50Hz EMBRACO_FREKANS	2	14		VEMT9C	Drop In	230V	Attached	1600/4500 rpm	SDMB11CPNV001FL
VEMT7C 230V 50Hz EMBRACO_FREKANS	2	13		VEMT7C	Drop In	230V	Attached	1600/4500 rpm	
VEMX5C 230V 50Hz EMBRACO_DROP IN	2	12	519600129	VEMX5C	Drop In	230V	Attached	1200/4500 rpm	SDMX5C001D2
VEMC7C 230V 50Hz EMBRACO_FREKANS	2	11	519600140	VEMC7C	Frequency	230V	Attached	1200/4500 rpm	SDMC7CP0001FLX
VEMC7C 230V 50Hz EMBRACO_DROP IN	2	10	519600139	VEMC7C	Drop In	230V	Attached	1200/4500 rpm	SDMC7CP0001D2
VESC11C 230V 50Hz EMBRACO_FREKANS	2	09	519600138	VESC11C	Frequency	230V	Attached	1300/4500 rpm	SVES11CPSVL001FLS
VESC11C 230V 50Hz EMBRACO_DROP IN	2	08	519600136	VESC11C	Drop In	230V	Attached	1300/4500 rpm	SVES11CPSV001D2
VESD9C 230V 50Hz EMBRACO_FREKANS	2	07	519600134	VESD9C	Frequency	230V	Attached	1300/4500 rpm	SVES9CPSVL001FLS
VESA9C 230V 50Hz EMBRACO_DROP IN	2	06	519600132	VESA9C	Drop In	230V	Attached	1300/4500 rpm	SVES9CPSV001D2
VESA/D5C 230V 50Hz EMBRACO_FREKANS	2	05	519600135	VESA/D5C	Frequency	230V	Attached	1300/4500 rpm	SVES5CPSV001FLS
VESA/D5C 230V 50Hz EMBRACO_DROP IN	2	04	519600133	VESA/D5C	Drop In	230V	Attached	1300/4500 rpm	SVES5CPSV001D2
VESA7C 230V 50Hz EMBRACO_FREKANS	2	03	519600137	VESA7C	Frequency	230V	Attached	1300/4500 rpm	SVES7CPSVL001FLS
VEGZ11C 230V 50Hz EMBRACO_DROP IN	2	02	519600128	VEGZ11C	Drop In	230V	Attached	1200/4500 rpm	SDGZ11C001DS
VESA7C 230V 50Hz EMBRACO_DROP IN	2	01	519600131	VESA7C	Drop In	230V	Attached	1300/4500 rpm	SVES7CPSV001D2
	NOKTE	11	INVERTER CODE	VEM/VEG/VES	CONTROL MODE	VOLTAGE	BOX	MIN/MAX ROTATION	YAZILIM VERSİYON

ДИАГНОСТИКА



Вольтаж на сигнальной
линии



Частота на сигнальной
линии

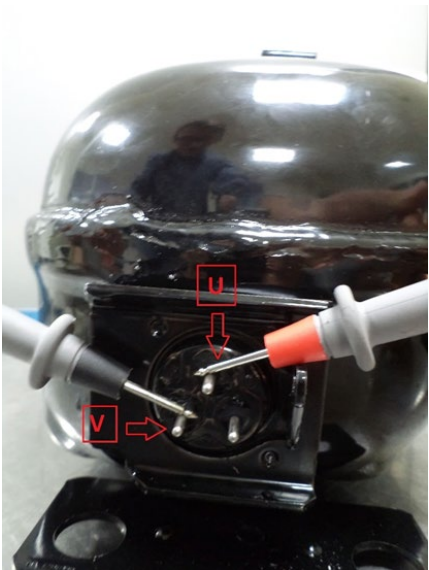
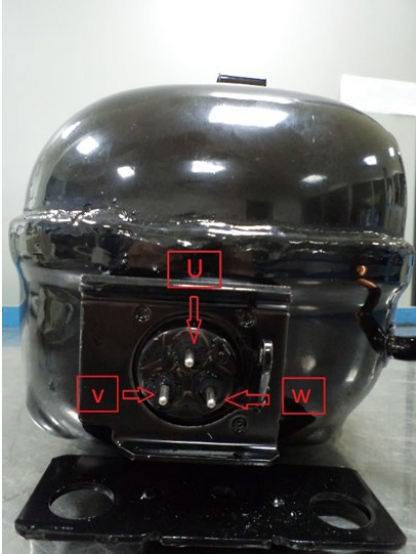
Вольтаж на сигнальной линии (KN4) 0 – 5 Volts.

Частота на сигнальной линии 43 - 150 Hz в случае **Frequency Control** инвертора.

Если нет частоты или уровня на этой линии – проверять надо основную плату.

ДИАГНОСТИКА

Проверка сопротивлений обмоток



Warnings !

При любых проблемах с мотором , первым делом проверяйте состояние обмоток.

Измерения проводить между каждыми двумя из трёх контактов. Сопротивления должны быть примерно равными.

$\text{Resistance}_{UV} = \text{Resistance}_{UW} = \text{Resistance}_{VW} =$
 $xx.xx^* \pm 5\% \text{ Ohm} .$

Если сопротивления не одинаковы или отсутствуют – компрессор нуждается в замене

$xx.xx^*$: Величина сопротивлений обмоток зависит от модели мотора.

Arçelik

Thank You