



(11) **EP 2 282 150 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.02.2011 Patentblatt 2011/06

(51) Int Cl.:
F25D 29/00 ^(2006.01) **F25B 49/02** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10005346.1**

(22) Anmeldetag: **21.05.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(30) Priorität: **28.05.2009 DE 102009023086**
12.01.2010 DE 102010004378
08.03.2010 DE 102010010619
27.04.2010 DE 102010018459

(71) Anmelder: **Liebherr-Hausgeräte Ochsenhausen
GmbH**
88416 Ochsenhausen (DE)

(72) Erfinder: **Gerner, Herbert**
88416 Erlenmoos (DE)

(74) Vertreter: **Herrmann, Uwe et al**
Lorenz - Seidler - Gossel
Widenmayerstrasse 23
80538 München (DE)

(54) **Kühl- und/oder Gefriergerät**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit einer ersten elektronischen Steuerung, welche eine zweite elektronische Steuerung ansteuert. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, die erste elektronische Steuerung durch das gezielte Schalten einer oder mehrerer Netzhalbwellen einer Netzspannung

Steuersignale an die zweite elektronische Steuerung sendet. Die vorliegende Erfindung umfasst weiterhin ein entsprechendes Verfahren zum Betrieb eines Kühl- und/oder Gefriergeräts.

EP 2 282 150 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit einer ersten elektronischen Steuerung, welche eine zweite elektronische Steuerung ansteuert.

[0002] Bei der ersten elektronischen Steuerung kann es sich dabei um die Gerätesteuerung des Kühl- und/oder Gefriergerätes handeln, bei der zweiten elektronischen Steuerung um die Kompressorsteuerung eines drehzahlgeregelten Kompressors.

[0003] Bei nicht drehzahlgeregelten Kompressoren erfolgt die Ansteuerung üblicherweise über die Gerätesteuerung, welche über eine Thermostatschaltung die Netzspannung für den Kompressor ein- oder ausschaltet, um damit die Temperatur im Kühl- und/oder Gefriergerät zu regeln. Um drehzahlgeregelte Kompressoren auch an Geräten mit einer solchen einfachen Thermostatsteuerung betreiben zu können, kann die Kompressordrehzahl dabei in einer Drop-In-Version autonom durch die Kompressorsteuerung gesteuert werden. Hierzu sind in der Kompressorsteuerung entsprechende Algorithmen implementiert, z. B. zum zeitgesteuerten Erhöhen bzw. Reduzieren der Drehzahl oder zur kompressorlastabhängigen Veränderung der Drehzahl. Die Ansteuerung der Kompressorsteuerung des drehzahlgeregelten Kompressors erfolgt in diesem Fall wie die Ansteuerung eines Standardkompressors ohne Drehzahlregelung durch Ein- und Ausschalten eines Netzspannungssignals, welches nun als Steuersignal dient.

[0004] Damit die Gerätesteuerung die Drehzahl des Kompressors direkt ansteuern kann, ist die Verwendung von separaten Steuerleitungen bekannt, über welche Steuersignale zur Kompressorsteuerung übertragen werden können. Hierbei können unterschiedliche Protokolle eingesetzt werden. Zum einen kann die Kompressorsteuerung über eine serielle Schnittstelle mit der Gerätesteuerung kommunizieren, so dass auch eine bidirektionale Verbindung möglich ist. Alternativ hierzu sind bestimmten von der Gerätesteuerung erzeugten Frequenzen oder Frequenzbereichen Drehzahlen zugeordnet, so dass lediglich ein Frequenzsignal über die Signalleitung übertragen werden muss.

[0005] Beide Ansteuerungsvarianten haben den Nachteil, dass durch die notwendige Steuerleitung und deren Verlegung Mehrkosten entstehen. Des weiteren sind für die Ansteuerung eines Standardkompressors bzw. einer Drop-In-Version und für die Generierung eines Steuersignals für drehzahlgeregelte Kompressoren unterschiedliche Komponenten erforderlich, welche entweder zur Mehrbestückung der Steuerelektronik führen oder zu Bestückungsvarianten der Steuerelektronik abhängig davon, ob ein Standardkompressor bzw. eine Drop-In-Version oder eine Drehzahlsteuerung des Kompressors eingesetzt werden soll.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Kühl- und/oder Gefriergerät zur Verfügung zu stellen, welches eine einfachere und kostengünstigere Ansteuerung der zweiten elektronischen Steuerung über die erste elektronische Steuerung ermöglicht.

[0007] Diese Aufgabe wird von einem Kühl- und/oder Gefriergerät gemäß Anspruch 1 und von einem Verfahren zum Betrieb eines Kühl- und/oder Gefriergeräts nach Anspruch 14 gelöst.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Das erfindungsgemäße Kühl- und/oder Gefriergerät weist eine erste elektronische Steuerung und eine zweite elektronische Steuerung auf, wobei die zweite elektronische Steuerung über die erste elektronische Steuerung angesteuert wird. Dabei sendet die erste elektronische Steuerung durch das gezielte Schalten einer oder mehrerer Netzhalbwellen einer Netzspannung kodierte Steuersignale an die zweite elektronische Steuerung. Die zweite elektronische Steuerung dekodiert diese Steuersignale und kann diese dann z.B. zur Ansteuerung eines Verbrauchers oder zu internen Steueraufgaben heranziehen.

[0010] Dies hat den Vorteil, dass die ansonsten benötigte zusätzliche Signalleitung zur Übertragung von Steuersignalen von der ersten elektronischen Steuerung an die zweite elektronische Steuerung entfallen kann, so dass die damit verbundenen Mehrkosten ebenfalls entfallen. Zudem müssen keine unterschiedlichen Steuerelektroniken mehr für Geräte vorgesehen werden, bei welchen eine Ansteuerung allein durch Ein- und Ausschalten der Netzspannung erfolgt, und solchen Geräten, bei welchen kodierte Steuersignale durch das gezielte Schalten von Netzhalbwellen übertragen werden. Vielmehr kann die Ansteuerung jeweils über die gleiche Steuerelektronik erfolgen.

[0011] Dies ist möglich, da für das gezielte Schalten einer oder mehrerer Netzhalbwellen der Netzspannung auf üblicherweise bereits bei Steuerungen zum einfachen Ein- und Ausschalten der Netzspannung vorhandene Bauelemente zurückgegriffen werden kann. Vorteilhafterweise umfasst die erste Steuerung dabei eine Nulldurchgangserkennung der Netzspannung und Schaltelemente zum Schalten der Netzspannung wie z.B. Triacs.

[0012] Dem Netzspannungssignal können dabei durch das gezielte Unterdrücken einer oder mehrerer Netzhalbwellen der Netzspannung Steuersignale aufgeprägt werden, welche dann von der zweiten elektronischen Steuerung interpretiert werden können. Dies ermöglicht eine besonders einfache Realisierung einer unidirektionalen Kommunikation von der ersten elektronischen Steuerung zur zweiten elektronischen Steuerung. Die Anzahl der aufeinander folgenden Netzhalbwellen, welche zum Erzeugen eines Signals minimal geschaltet werden, bestimmt dabei die Übertragungsgeschwindigkeit. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein so implementiertes Protokoll an die Netzfrequenz gebunden ist, so dass ohnehin nur geringe Übertragungsgeschwindigkeiten realisiert werden können.

[0013] Vorteilhafterweise werden die Steuersignale daher durch das gezielte Schalten einzelner Netzhalbwellen oder

einzelner Netzperioden der Netzspannung kodiert. Damit bilden einzelne Netzhalbwellen oder einzelne Netzperioden die minimale Signalaufösung, durch welche Steuersignale kodiert und übertragen werden können.

[0014] Vorteilhafterweise handelt es sich erfindungsgemäß bei der ersten elektronischen Steuerung um die Gerätesteuerung des Kühl- und/oder Gefriergeräts. Diese kann durch Schalten der Netzspannungshalbwellen eine weitere elektronische Steuerung im Kühl- und/oder Gefriergerät ansteuern.

[0015] Weiterhin vorteilhafterweise handelt es sich bei der zweiten elektronischen Steuerung um die Kompressorsteuerung eines drehzahlgeregelten Kompressors. Die Kompressorsteuerung kann so erfindungsgemäß durch Schalten der Netzspannungshalbwellen angesteuert werden. Als Kompressorsteuerung wird dabei üblicherweise eine Inverterelektronik eingesetzt.

[0016] Das erfindungsgemäße Kühl- und/oder Gefriergerät weist eine Netzspannungsleitung auf, über welche die zweite elektronische Steuerung mit Netzspannung versorgt wird. In einem ersten Ausführungsbeispiel werden die Steuersignale jedoch über eine zusätzliche Signalleitung übertragen, auf welcher ein Netzspannungssignal anliegt. In einem zweiten Ausführungsbeispiel werden die Steuersignale dagegen über die Netzspannungsleitung übertragen. Hierdurch kann auf zusätzliche Signalleitungen komplett verzichtet werden, da die Signale der Netzspannungsversorgung aufgeprägt werden.

[0017] Bei dem erfindungsgemäßen Einsatz einer Übertragung von kodierten Steuersignalen durch Schalten eines Netzspannungssignals erfolgt die Stromversorgung der zweiten Steuerelektronik bzw. des durch diese Steuerelektronik angesteuerten Verbrauchers daher im ersten Ausführungsbeispiel separat. Im zweiten Ausführungsbeispiel erfolgt die Netzspannungsversorgung dagegen durch das Netzspannungssignal, welchem die Steuersignale aufgeprägt werden. In diesem Fall würde die Signalleitung gleichzeitig eine Netzspannungsleitung zur Versorgung der zweiten Steuerelektronik bilden.

[0018] Die zweite Ausführung eines Kühl- und/oder Gefriergeräts ist dabei auch unabhängig von der Signalerzeugung durch Schalten von einer oder mehreren Netzhalbwellen Gegenstand der vorliegenden Erfindung. Diese umfasst daher ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit einer ersten elektronischen Steuerung und einer zweiten elektronischen Steuerung, wobei die zweite elektronische Steuerung über eine Netzspannungsleitung mit Netzspannung versorgt wird, wobei die erste elektronische Steuerung über die Netzspannungsleitung kodierte Steuersignale an die zweite elektronische Steuerung sendet, welche von der zweiten elektronischen Steuerung dekodiert werden. Vorteilhafterweise erfolgt die Kodierung der Steuersignale jedoch so, wie dies oben dargestellt wurde.

[0019] Vorteilhafterweise ist die erste Steuerung geeignet, alternativ zur Ansteuerung der zweiten elektronischen Steuerung einen Verbraucher direkt durch Ein- und Ausschalten der Netzspannung anzusteuern.

[0020] Dies hat den Vorteil, dass sowohl bei der Verwendung eines Standardkompressors, einer Drop-In-Version als auch eines drehzahlgeregelten Kompressors die gleiche Elektronik zur Ansteuerung des Kompressors verwendet werden kann. Der Standardkompressor wird dabei durch Ein- und Ausschalten der Netzspannung direkt ein- und ausgeschaltet, wobei dieses Ein- und Ausschalten der Netzspannung bei der Drop-In-Version als Schaltsignal für die autonome Drehzahlregelung dient. Erfindungsgemäß kann nun über die gleiche Elektronik die Kompressorsteuerung eines drehzahlgeregelten Kompressors durch das Schalten von Netzhalbwellen der Netzspannung kodierte Steuersignale von der Gerätesteuerung erhalten.

[0021] Vorteilhafterweise erfolgt die Kommunikation zwischen der ersten elektronischen Steuerung und der zweiten elektronischen Steuerung anhand eines Protokolls, welches in beiden elektronischen Steuerungen implementiert ist. Vorteilhafterweise handelt es sich dabei um ein digitales Protokoll, mit welchem Steuerbefehle durch digitale Steuersignale kodiert sind. Weiterhin handelt es sich dabei vorteilhafterweise um ein unidirektionales Protokoll, da dieses mit weniger Aufwand implementierbar ist.

[0022] Vorteilhafterweise wird das Protokoll dadurch implementiert, dass eine bestimmte Anzahl von Netzhalbwellen zu einem Telegramm zusammengefaßt werden, welches die Steuersignale digital kodiert. Z. B. können zehn Halbwellen oder zehn Perioden als Telegrammlänge festgesetzt werden.

[0023] Das Ausbleiben einer Halbwellen bzw. einer Periode kann dann z. B. als eine 0 interpretiert werden, das Vorhandensein der Halbwellen bzw. Periode als eine 1. Den jeweiligen Steuersignalen werden dann entsprechende Kodierungen zugewiesen.

[0024] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird dabei eine Abfolge von mehreren physikalischen Halbwellen bzw. Perioden zu einer logischen Einheit verbunden, um eine Fehlerkontrolle zu ermöglichen. So können z. B. das Ausbleiben einer Halbwellen bzw. einer Periode gefolgt von dem Vorhandensein der Halbwellen bzw. Periode als eine logische 1 interpretiert werden, das Vorhandensein einer Halbwellen bzw. einer Periode gefolgt von dem Ausbleiben der Halbwellen bzw. Periode als eine logische 0.

[0025] Vorteilhafterweise werden erfindungsgemäß Steuersignale für ein Einschaltkommando und/oder ein Ausschaltkommando übertragen. Hierdurch kann durchgehend ein Netzspannungssignal anliegen, während das Einschaltkommando und/oder das Ausschaltkommando zum Ein- bzw. Ausschalten eines Verbrauchers oder der elektronischen Steuerung selbst durch ein dem Netzspannungssignal aufgeprägtes kodiertes Steuersignal übertragen werden. Ein solches Protokoll wird vorteilhafterweise dann implementiert, wenn die Steuersignale über eine separate Signalleitung

übertragen werden.

[0026] Alternativ ist es möglich, dass das Ein- und Ausschalten des von der zweiten Steuerung gesteuerten Verbrauchers weiterhin durch das Ein- und Ausschalten der Netzspannung angesteuert wird, dass aber zusätzlich bei eingeschalteter Netzspannung Steuersignale übertragen werden. So bedarf es bei der Ansteuerung eines Standardkompressors und eines drehzahlgeregelten Kompressors keiner Änderung im Ansteuerungsmodus. Ein solches Protokoll wird vorteilhafterweise dann implementiert, wenn die Steuersignale über die Netzspannungsversorgung der zweiten Steuerung übertragen werden.

[0027] Vorteilhafterweise werden erfindungsgemäß Steuersignale für die Solldrehzahl eines drehzahlgeregelten Kompressors übertragen. Hierdurch wird eine Ansteuerung der Solldrehzahl des Kompressors über die Gerätesteuerung möglich, ohne dass eine zusätzliche Signalleitung vorgesehen werden muss.

[0028] In einer Ausgestaltung der Erfindung bildet die Solldrehzahl dabei das einzige Steuersignal. In diesem Fall wird vorteilhafterweise das Ein- und Ausschalten des von der zweiten Steuerung gesteuerten Verbrauchers weiterhin durch das Ein- und Ausschalten der Netzspannung angesteuert wird, das Protokoll überträgt dagegen die Solldrehzahl. Ein solches Protokoll wird vorteilhafterweise dann implementiert, wenn die Steuersignale über die Netzspannungsversorgung der zweiten Steuerung übertragen werden.

[0029] Weiterhin vorteilhafterweise kann die zweite elektronische Steuerung durch ein Steuersignal in einen Default-Zustand versetzt werden. Hierdurch können die werkseitigen Einstellungen wiederhergestellt werden.

[0030] Weiterhin vorteilhafterweise kann eine Anzeige eines Fehlerspeichers gestartet werden.

[0031] Weiterhin vorteilhafterweise kann eine Diagnoseroutine gestartet werden, um Fehler diagnostizieren zu können.

[0032] Weiterhin vorteilhafterweise kann die zweite elektronische Steuerung durch die Steuersignale in unterschiedliche Modi versetzt werden. Insbesondere können dabei einer oder mehrere der folgenden Modi vorgesehen sein: ein Defaultmodus, ein Diagnosemodus, ein Fehlerspeichermodus, ein Drop-In-Modus, bei welchem die Drehzahl des Kompressors autonom von der Kompressorsteuerung gesteuert wird, ein Drehzahlraster sowie unterschiedliche Automatik-Modi, mit denen die zweite Steuerung auf das Ausbleiben von Steuersignalen reagiert.

[0033] Weiterhin vorteilhafterweise werden die aktuellen Ansteuerbefehle für die zweite Steuerung in regelmäßigen Abständen übertragen. Hierdurch kann die Sicherheit des unidirektionalen Protokolls verbessert werden.

[0034] Vorteilhafterweise ist vorgesehen, dass die zweite elektronische Steuerung beim Ausbleiben von Steuersignalen in einen Automatik-Modus wechselt. Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass im Automatik-Modus der Verbraucher, insbesondere der drehzahlgeregelte Kompressor, auf eine Maximaldrehzahl geregelt oder komplett abgeschaltet wird. Alternativ kann vorgesehen sein, dass der Kompressor im Automatik-Modus wie im Drop-In-Modus betrieben wird und die Kompressorsteuerung den Kompressor autonom ansteuert. Insbesondere kann die Ansteuerung der Drehzahl dabei zeitabhängig oder lastabhängig erfolgen.

[0035] Vorteilhafterweise ist dabei ein Timer vorgesehen, welcher bei Eingang eines korrekten Steuersignals jeweils wieder zurückgesetzt wird, bei Eingang eines fehlerhaften Steuersignals oder beim Ausbleiben eines Steuersignals jedoch weiterläuft. Überschreitet der Timer dabei eine gewisse Zeitspanne von z.B. einigen Minuten, so wechselt die zweite Steuerung in den Automatik-Modus.

[0036] Weiterhin vorteilhafterweise enthalten die Steuersignale erfindungsgemäß Informationen zur Fehlererkennung. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn es sich um eine unidirektionale Steuerung handelt. Hierdurch können die einzelnen Steuerbefehl-Telegramme abgesichert werden, um Fehlübertragungen zu vermeiden. Dies kann z. B. durch Check-Summen oder eine entsprechende Anzahl von Telegrammwiederholungen realisiert werden.

[0037] Die vorliegende Erfindung umfasst weiterhin ein Verfahren zum Betrieb eines Kühl- und/oder Gefriergeräts mit einer ersten elektronischen Steuerung und einer zweiten elektronischen Steuerung, welches folgende Schritte umfasst: Erzeugen von kodierten Steuersignalen in der ersten elektronischen Steuerung durch das gezielte Schalten einer oder mehrerer Netzhalbwellen einer Netzspannung, und Dekodieren der Steuersignale in der zweiten elektronischen Steuerung. Die zweite elektronische Steuerung kann die dekodierten Steuersignale dann zum Ansteuern eines Verbrauchers, insbesondere zum Ansteuern eines Kompressors verwenden.

[0038] In einer weiteren Ausführungsform umfasst die vorliegende Erfindung weiterhin ein Verfahren zum Betrieb eines Kühl- und/oder Gefriergeräts mit einer ersten elektronischen Steuerung und einer zweiten elektronischen Steuerung, welches folgende Schritte umfasst: Versorgen der zweiten elektronischen Steuerung über eine Netzspannungsleitung mit Netzspannung, Übertragen von kodierten Steuersignalen von der ersten elektronischen Steuerung an die zweite elektronische Steuerung über die Netzleitung, und Dekodieren der Steuersignale in der zweiten elektronischen Steuerung.

[0039] Vorteilhafterweise wird das erfindungsgemäße Verfahren dabei zum Betrieb eines Kühl- und/oder Gefriergeräts eingesetzt, wie es oben beschrieben wurde. Insbesondere umfasst das erfindungsgemäße Verfahren damit vorteilhafterweise jene Merkmale, welche oben bereits bezüglich des Kühl- und/oder Gefriergeräts beschrieben wurden.

[0040] Die vorliegende Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen und Zeichnungen näher dargestellt. Dabei zeigen:

- Figur 1: ein Beispielprotokoll zur Erzeugung von kodierten Steuersignalen, bei welchen die Steuersignale durch das Schalten von Netzhalbwellen kodiert werden,
- Figur 2: ein Beispielprotokoll zur Erzeugung von Steuersignalen, bei welchen die Steuersignale durch das Schalten von Netzperioden kodiert werden,
- Figur 3 die Zustandsregelung der zweiten Gerätesteuerung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel (Option-Standard)
- Figur 4 den Betriebszustand des Kompressors gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel (Option-Standard)
- Figur 5 ein Diagramm zur Abtastung der Netzperiode
- Figur 6 ein Ausführungsbeispiel einer Signalcodierung
- Figur 7 ein Diagramm zur Synchronisation der Signale
- Figur 8 ein control-telegram gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel (Option-Standard)
- Figur 9 ein signal-telegram gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel (Option-Standard)
- Figur 10 ein Diagramm des Fehlerhandling gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel (Option-Standard)
- Figur 11 die Zustandsregelung der zweiten Gerätesteuerung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel (Option AC)
- Figur 12 ein control-telegram dem zweiten Ausführungsbeispiel (Option AC) und
- Figur 13 das Fehlerhandling gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel (Option AC).

[0041] Die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung zeigen Übertragungsprotokolle zwischen der Gerätesteuerung eines Kühl- und/oder Gefriergerätes und der Kompressorsteuerung einem drehzahlgeregelten Kompressors, durch welche die Gerätesteuerung kodierte Steuersignale an die Kompressorsteuerung senden kann. Diese kodierten Steuersignale werden von der Kompressorsteuerung dekodiert und zur Ansteuerung des Kompressors herangezogen. Das Übertragungsprotokoll beruht dabei auf dem Schalten einzelner Netzhalbwellen bzw. Netzperioden. Die Steuersignale werden also dadurch kodiert, dass gezielt einzelne Netzhalbwellen oder Netzperioden der Netzspannung unterdrückt werden und hierdurch ein Signal bilden, welches von der Kompressorsteuerung interpretiert werden kann. Hierdurch kann die bisher zur Ansteuerung erforderliche zusätzliche Frequenzsignalleitung entfallen. Des weiteren kann bei der Kompressorsteuerung eine Variantenreduzierung erreicht werden, da das Protokoll offen für künftige Drehzahlversionen realisiert werden kann.

[0042] Die Darstellung erfolgt dabei im folgenden anhand der Ansteuerung eines Kompressors. Die eingesetzte Datenübertragung zwischen einer ersten Steuerung und einer zweiten Steuerung kann jedoch in gleicher Weise auch zur Ansteuerung beliebiger anderer Gerätekomponenten eingesetzt werden:

Das erfindungsgemäße Kühl- und/oder Gefriergerät weist dabei eine Gerätesteuerung auf, die die Funktionen des Gerätes steuert und insbesondere der Einhaltung einer Temperatur im Kühlschrankinneren dient. Hierfür ist mindestens ein Temperatursensor vorgesehen, welcher an die Gerätesteuerung angeschlossen ist. Aus den Daten des Temperatursensors bestimmt die Gerätesteuerung Steuersignale zum Ansteuern der Kompressorsteuerung. Die Kompressorsteuerung dient dabei zur Ansteuerung der Drehzahl des drehzahlgeregelten Kompressors und ist üblicherweise als Frequenzumrichter ausgeführt.

[0043] Die Kompressorsteuerung steht dabei erfindungsgemäß über eine Signalleitung mit der Gerätesteuerung in Verbindung, welche bei Standardgeräten dem Ein- und Ausschalten des Kompressors dient. Über diese Signalleitung werden nun erfindungsgemäß kodierte Steuersignale durch Schalten von einer oder mehreren Netzhalbwellen des Netzspannungssignals an die Kompressorsteuerung übertragen. Im Ausführungsbeispiel wird durch gezieltes Schalten einzelner Netzspannungshalbwellen bzw. Netzspannungsperioden ein Protokoll generiert, welches von der Kompressorsteuerung interpretiert werden kann. Dies ermöglicht die Realisierung eines unidirektionalen Protokolls von der Gerätesteuerung zum drehzahlgeregelten Kompressor.

[0044] Bei der Signalleitung kann es sich dabei um die Netzspannungsleitung handeln, mit welcher die Kompressor-

steuerung mit Netzspannung versorgt wird, oder um eine zusätzliche Signalleitung.

[0045] Zur Implementierung des Protokolls kann dabei gerätesteitig auf Triacs zurückgegriffen werden, welche auch zur Ansteuerung von Standardkompressoren eingesetzt werden, sowie auf die üblicherweise bereits vorhandene Nulldurchgangserkennung der Netzspannung. Die erfindungsgemäße Ansteuerung von drehzahlgesteuerten Kompressoren über ein Netzspannungssignal erlaubt es somit, mit der gleichen Geräteelektronik auch Standardkompressoren anzusteuern, welche durch schlichtes Ein- und Ausschalten der Netzspannung ein- und ausgeschaltet werden.

[0046] Natürlich ist auch der Einsatz von Drop-In-Versionen möglich, bei welchen die ansonsten autonome Drehzahlregelung durch das Ein- und Ausschalten der Netzspannung ein Schaltsignal zum Ein- oder Ausschalten des Kompressors von der Gerätesteuerung erhält. Beim Einsatz einer Drop-In-Version oder einer erfindungsgemäßen Drehzahlsteuerung kann die Stromversorgung der Kompressorsteuerung bzw. des Kompressors dabei separat erfolgen. Alternativ kann jedoch auch die Drop-In-Version nur dann mit Netzspannung versorgt werden, wenn der Kompressor betrieben werden soll, so dass die Steuersignale der Netzspannung der Netzspannungsversorgung aufgeprägt werden, wobei insbesondere nur die Soll-Drehzahl übertragen wird.

[0047] Das erfindungsgemäße Protokoll zur Ansteuerung der Kompressorsteuerung kann dabei ein und/oder mehrere der folgenden Steuersignale beinhalten:

- Signale für die Soll-Drehzahl
- Signal für Kompressor ein
- Signal für Kompressor aus
- Signale zum Einstellen unterschiedlicher Modi der Kompressorsteuerung.

[0048] Als unterschiedliche Modi für die Kompressorsteuerung können dabei insbesondere ein oder mehrere der folgenden Modi implementiert sein:

- Default-Modus
- Diagnosemodus
- Fehlerspeichermodus
- Drop-In-Modus, bei welchem die Drehzahl des Kompressors autonom von der Kompressorsteuerung gesteuert wird, z. B. durch zeitgesteuertes Erhöhen bzw. Reduzieren der Drehzahl oder durch eine kompressorlastabhängige Veränderung der Drehzahl
- No-Signal-Condition: Continuously off: hier reagiert die Kompressorsteuerung beim Ausbleiben von Steuersignalen dadurch, dass der Kompressor abgeschaltet wird, so lange keine neuen Steuersignale vorliegen
- No-Signal-Condition: Continuously on: hierbei reagiert die Kompressorsteuerung beim Ausbleiben von Steuersignalen dadurch, dass der Kompressor solange autonom betrieben wird, bis wieder Steuersignale vorliegen
- Drehzahlraster-Modus.

[0049] Da das in dem Ausführungsbeispiel gezeigte Protokoll nur eine unidirektionale Kommunikation ermöglicht, muss ein entsprechendes Fehlerhandling implementiert werden.

[0050] Zum einen muss definiert werden, wie die Kompressorsteuerung beim Ausbleiben von Steuersignalen reagiert. Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass regelmäßig z.B. im Abstand von einigen Sekunden Steuersignale mit den aktuellen Soll-Betriebszuständen übertragen werden. In der Kompressorsteuerung ist dabei ein Timer vorgesehen, welcher die Zeit mißt, welche seit dem Empfang des letzten fehlerfreien Steuersignals vergangen ist. Überschreitet diese Zeit eine gewisse Grenze von z.B. einigen Minuten, so schaltet die Kompressorsteuerung in einen Automatikmodus.

[0051] Weiterhin können die einzelnen Signaltelegramme abgesichert werden, um Fehlübertragungen zu vermeiden. Dies kann sowohl durch Check-Summen als auch durch eine entsprechende Anzahl von Telegrammwiederholungen realisiert werden.

[0052] Zudem können mehrere physikalische Signaleinheiten zu einer logischen Signaleinheit zusammengefaßt werden, um die Übertragungssicherheit zu verbessern.

[0053] Da das Protokoll an die Netzfrequenz gebunden ist, kann nur eine geringe Übertragungsgeschwindigkeit realisiert werden. Als minimale Signalaufösung kann dabei, wie in Figur 1 gezeigt, eine Halbwelle der Netzspannung herangezogen werden. Alternativ kann, wie in Figur 2 gezeigt, eine Periode der Netzspannung als minimale Signalaufösung herangezogen werden. Selbstverständlich können auch drei oder mehr Netzhalbwellen als minimale Signalaufösung herangezogen werden, was jedoch die Übertragungsgeschwindigkeit verringert. Ein Protokoll kann nun z. B. dadurch implementiert werden, dass eine bestimmte Anzahl von Signalen zu einem Telegramm zusammengefaßt werden, welches die Steuersignale digital kodiert. Z. B. können zehn Halbwellen oder zehn Perioden als Telegrammlänge festgesetzt werden.

[0054] Das Ausbleiben einer Halbwelle bzw. einer Periode wird dann als eine 0 interpretiert. Das Vorhandensein der Halbwelle bzw. Periode als eine 1. Zum besseren Fehlerhandling können mehrere physikalische Einheiten zu einer

logischen Einheit zusammengefaßt werden. Den jeweiligen Steuersignalen werden dann entsprechende Kodierungen zugewiesen. Die Kodierung und die Dekodierung der Steuersignale erfolgt dabei vorteilhafterweise durch eine Microcontroller oder einen Mikroprozessor.

[0055] Die vorliegende Erfindung ermöglicht damit eine einfache und kostengünstige Ansteuerung der Kompressorsteuerung, indem das gezielte Schalten einer oder mehrerer Netzhalbwellen eines Netzspannungssignals zur Übertragung von kodierten Signalen herangezogen wird. Dies ermöglicht sowohl eine Reduzierung bei den Varianten der Gerätesteuerung, als auch bei den Varianten für die Kompressorsteuerung.

[0056] Das im Ausführungsbeispiel gezeigte Protokoll, welches durch Schalten von einzelnen Netzhalbwellen oder Netzperioden implementiert wird, ermöglicht dabei eine besonders einfache unidirektionale Kommunikation zwischen der Gerätesteuerung und der Kompressorsteuerung. Die vorliegende Erfindung kann dabei auch zur Kommunikation zwischen anderen elektronischen Komponenten eines Kühl- und/oder Gefriergerätes eingesetzt werden. Insbesondere kann die Gerätesteuerung hierbei auch andere elektronische Komponenten im Kühl- und/oder Gefriergerät erfindungsgemäß ansteuern.

[0057] Im folgenden soll die vorliegende Erfindung nun noch einmal anhand von zwei konkreten Ausführungsbeispielen näher dargestellt werden.

Funktionsbeschreibung AC-Protokoll

[0058] Für die Ansteuerung von Standardkompressoren werden in der Regel Triacs eingesetzt. Die Gerätesteuerung beinhaltet des Weiteren in der Regel eine Nulldurchgangserkennung der Netzspannung. Erfindungsgemäß wird dabei durch gezieltes Schalten einzelner Netzspannungshalbwellen ein Protokoll generiert, welches von der Kompressorsteuerung interpretiert werden kann. Durch diese Methode der Signalübertragung ist die Realisierung eines unidirektionalen Protokolls von der Gerätesteuerung zum drehzahlregelmäßigen Kompressor möglich.

[0059] Da das Protokoll in dieser Form nur unidirektional möglich ist, muss ein entsprechendes Fehlerhandling implementiert sein, welches

- entsprechende Reaktionen der Kompressorsteuerung beim Ausbleiben von Steuersignalen definiert
- die einzelnen Telegramme absichert, um Fehlübertragungen zu vermeiden

[0060] Da das Protokoll an die Netzfrequenz gebunden ist, kann nur eine geringe Übertragungsgeschwindigkeit realisiert werden. Zwei Beispielprotokolle mit Netzhalbwellen und mit Netzperioden sind in Figuren 1 und 2 dargestellt. Im Folgenden werden zwei Varianten zur Realisierung der Ansteuerung eines Kompressors erläutert.

Option Standard:

[0061] Bei dieser Variante wird ein Kabel mit einer zusätzlichen Leitungsader (L, N, PE + "Signalleitung") für den Anschluss des Kompressors benötigt. Die Spannungsversorgung der Kompressorelektronik wird wie bisher realisiert, d.h. die Netzspannung liegt die ganze Zeit an der Kompressorelektronik an. Das Kabel zur Übermittlung des Frequenzsignals entfällt. Stattdessen wird auf der zusätzlichen vierten Ader, ein durch den Triacausgang modulierte Netzspannungssignal, das die Steuersignale für den Kompressor enthält, an die Kompressorelektronik übertragen. Diese Leitung wird an den Drop-In-Eingang der Kompressorelektronik angeschlossen.

Option AC:

[0062] Bei dieser Variante wird die bisher verwendete Versorgungsleitung (L, N, PE) benötigt. Diese Leitung dient sowohl der Spannungsversorgung des Kompressors, als auch der Übertragung des Protokolls. Ziel ist es, durch Auslassen einzelner Netzspannungshalbwellen, Kommandos auf die Netzspannung zu modulieren. Diese Kommandos werden von der Kompressorsteuerung interpretiert und der Kompressor wird entsprechend angesteuert. Anders als bei der Option Standard wird bei dieser Methode die Kompressorelektronik nicht die ganze Zeit mit der Netzspannung versorgt. Der Kompressor wird nur während einer Kompressoranforderung mit Spannung versorgt.

[0063] Diese Methode der Kompressorsteuerung liefert folgende Vorteile:

- Vereinheitlichung der Ansteuerung von Standard- und VCC-Kompressoren
- Vereinheitlichung der Elektronik von Standard und VCC-Kompressoren, wenn die Standardkompressoren nicht durch das Protokoll beeinflusst werden
- Energieeinsparung durch Ausschalten der Versorgungsspannung von VCC-Kompressoren wenn diese nicht angesteuert sind

Beschreibung Option-Standard

[0064] Für die Option-Standard werden folgende Steuerkommandos und Zustände umgesetzt:

5 Kommandos:

- cmd.Drop-In-ein
- cmd.Drehzahlvorgabe ein
- cmd.Drehzahl setzen
- 10 • cmd.No-Signal-condition on
- cmd.No-signal-condition off
- cmd.Default-state-einstellung
- cmd.Reset-auf-default
- cmd.Kompressor ein
- 15 • cmd.Kompressor aus Zustände:
- state.Protokoll-Mode
- state.Drop-In-Mode

20 [0065] Die Zustandsregelung gemäß der Option Standard ist in Fig. 3 dargestellt, der Betriebszustand des Kompressors in Fig. 4.

Kommandos

cmd.Drop-in-ein

25

[0066] Siehe Zustandsdiagramm "Zustandsregelung Option-Standard"

[0067] Mit dem senden des Kommandos cmd.Drop-In-ein wird der Status state.Drop-In-Mode aktiv

cmd.Drehzahlvorgabe ein

30

[0068] Siehe Zustandsdiagramm "Zustandsregelung Option-Standard"

[0069] Mit dem senden des Kommandos cmd.Drehzahlvorgabe-ein wird der Status state.Protokoll-Mode aktiv

cmd.Drehzahl-setzen

35

[0070] Siehe Zustandsdiagramm "Zustandsregelung Option-Standard"

[0071] Mit dem senden des Kommandos cmd.Drehzahl-setzen wird der Status state.Protokoll-Mode aktiv

[0072] Dieses Kommando enthält zusätzlich die Drehzahlvorgabe des Kompressors

cmd.No-Signal-condition on

40

[0073] Das Kommando cmd.No-Signal-condition on dient der Einstellung der Kompressordrehzahl bei Notbetrieb, sowie der Einstellung der Kompressordrehzahl im Default-zustand.

45 [0074] Wird das Kommando cmd.No-Signal-condition on gesendet, läuft der Kompressor im Notbetrieb und bei Defaulteinstellung mit 3000 1/min.

cmd.No-signal-condition off

50

[0075] Das Kommando cmd.No-Signal-condition off dient der Einstellung der Kompressordrehzahl bei Notbetrieb, sowie der Einstellung der Kompressordrehzahl im Default-zustand.

[0076] Wird das Kommando cmd.No-Signal-condition off gesendet, ist der Kompressor im Notbetrieb und bei Defaulteinstellung ausgeschaltet und läuft nicht.

cmd.Default-state-einstellung

55

[0077] Das Kommando cmd.Default-state-einstellung dient der Auswahl des Kompressorstatus während des Default-zustands.

[0078] Defaultzustand => Protokoll-Mode: signal-telegram, command-Bit D0 = 0 Defaultzustand => Drop-In-Mode:

signal-telegram, command-Bit D0 = 1

[0079] Standardmäßig ist im Defaultzustand der Drop-In-Mode ausgewählt

cmd.Reset-auf-default

[0080] Siehe Zustandsdiagramm "Zustandsregelung Option-Standard"

[0081] Das Kommando cmd.Reset-auf-default initialisiert den Kompressor mit dessen Defaultwerten.

Default-Mode: tokoll-Mode) abhängig vom eingestellten Defaultmodus (Drop-In- oder Pro-
standardmäßig ist der Drop-In-Mode ausgewählt

No-Signal-Condition: abhängig von cmd.No-Signal-condition
standardmäßig ist No-Signal-condition = on

Drehzahl: abhängig von Status No-Signal-condition
bei No-Signal-condition = off → 0 1/min
bei No-Signal-condition = on → 3000 1/min

cmd.Kompressor ein

[0082] siehe Abbildung "Betriebszustand Kompressor Option-Standard"

[0083] Das Kommando cmd.Kompressor ein schaltet den Kompressor ein. Das Signal wird von der Gerätesteuerung alle 15 Sekunden wiederholt an die Kompressorelektronik gesendet. Dies dient der Aktualisierung des Betriebszustands der Kompressorelektronik und ist funktionell vergleichbar mit dem bisher dauerhaft anliegenden Frequenzsignal.

cmd.Kompressor aus

[0084] siehe Abbildung "Betriebszustand Kompressor Option-Standard"

[0085] Das Kommando cmd.Kompressor aus schaltet den Kompressor im Protokoll-Mode aus.

[0086] Der Drop-In-Mode wird durch das Ausbleiben des Spannungssignals ausgeschaltet

Statusbeschreibung

state.Protokoll-Mode

[0087] Der Protokoll-Mode stellt den aktuellen VCC-Regelbetrieb dar.

[0088] Dieser Zustand wird aktiv, sobald ein gültiges Protokoll anliegt. Ausnahme cmd.Drop-In-ein

[0089] Mit dem Senden des Kommandos cmd.Drehzahl-setzen wird der Kompressor auf seine neue aktuell gültige Kompressordrehzahl aktualisiert. Nach dem senden von cmd.Kompressor ein startet der Kompressor mit der nun gültigen Kompressordrehzahl. Das Signal cmd.Kompressor ein muss z.B. alle 15 Sekunden als "Refresh" wiederholt werden. Das Signal cmd.Drehzahl-setzen sollte alle z.B. 5 Minuten wiederholt werden.

[0090] Mit dem Senden des Kommandos cmd.Drehzahlvorgabe ein und anschließend cmd.Kompressor ein (ohne Drehzahlvorgabe) läuft der Kompressor mit der in den Defaulteinstellung eingestellten Drehzahl. Diese wird spätestens nach z.B. 5 Minuten durch das Signal cmd.Drehzahl-setzen aktualisiert.

[0091] Wird das Kommando cmd.Reset-auf-default an die Kompressorelektronik gesendet, startet der Kompressor mit der eingestellten Defaultdrehzahl, nachdem das Signal cmd.Kompressor ein gesendet wurde.

[0092] Durch senden des Kommandos cmd.Kompressor aus wird der Kompressor ausgeschaltet. Die Kompressorelektronik befindet sich jedoch weiterhin in dem Status state.Protokoll-Mode und wartet auf das nächste Kommando.

state.Drop-in-Mode

[0093] Dieser Modus stellt den aktuellen Drop-In-Betrieb dar.

[0094] Dieser Zustand wird durch die Kommandos cmd.Drop-In-ein oder cmd.Reset-auf-default (Default-Mode = Drop-In-Mode) aktiv.

[0095] Mit dem Senden des Kommandos cmd.Drop-In-ein oder cmd.Reset-auf-default und anschließend senden von cmd.Kompressor ein startet der Kompressor seine Drop-In-Routine. Diese berechnet die benötigte Drehzahl selbstständig und steuert den Kompressor, dem implementierten Algorithmus entsprechend, an.

[0096] Liegt keine Spannung am Drop-In-Eingang an, schaltet der Kompressor aus. Die Kompressorelektronik befindet

sich weiterhin in dem Status state.Drop-In-Mode und wartet auf das Spannungssignal am Drop-In-Eingang oder auf das nächste gültige Kommando.

[0097] Nach einem Power up ist standardmäßig der state.Drop-In-Mode aktiv.

5 **Fehler/Diagnose-Anzeige**

[0098] Die Fehler/Diagnose-Anzeige dient der Fehlerüberwachung der Protokollübertragung. Tritt ein Fehler während der Übertragung des Telegramms auf, wird ein Fehlerzähler inkrementiert und eine LED leuchtet 400 ms auf.

- 10 • Visualisierung einer fehlerhaften Protokollübertragung
- Zählen der aufgetretenen Übertragungsfehler (eine Möglichkeit den Fehlerzähler auszulesen ist vorzusehen)

Signalauflösung

15 **[0099]** Die Signalauflösung beträgt eine Netzperiode, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist.

Nulldurchgangserkennung

20 **[0100]** Die Nulldurchgangserkennung der Netzspannung hat entscheidenden Anteil an der Funktionalität der Protokollübertragung. Werden die Nulldurchgänge bzw. die Nulldurchgangserkennung der Geräteelektronik und Kompressorelektronik nicht aufeinander synchronisiert, ist eine fehlerfreie Telegrammübertragung nicht möglich. Die Netzspannung weist, je nach Land, eine unterschiedliche Stabilität auf. Es können Störspikes, Rundsteuersignale sowie teilweise mehrere dicht beieinander liegende Nulldurchgänge auftreten. Diese Störungen sind zu erkennen und sowohl von der Geräteelektronik, als auch von der Kompressorelektronik auf die gleiche Weise zu interpretieren. Somit ist sichergestellt, dass die gleichen Nulldurchgänge erkannt werden. Eine Synchronisierung von Geräteelektronik und Kompressorelektronik und eine fehlerfreie Übertragung des Protokolls ist somit möglich.

Abtastung der Netzhalbwellen

30 **[0101]** Für eine fehlerfreie Erfassung der Netzperioden muss das Signal während einer Netzperiode mehrmals abgetastet werden. Prinzipiell genügt es, die positive Netzspannungshalbwellen abzutasten. Ist die entsprechende Netzspannungshalbwellen vorhanden, entspricht dies einem High-Pegel, ist die Netzspannungshalbwellen abgeschnitten, entspricht dies einem Low-Pegel. Durch die Erkennung und Interpretation der Netzperioden wird eine Digitalisierung der Netzspannung erzielt.

35 **[0102]** Fig. 5 zeigt eine solche Abtastung der Netzperiode.

Drehzahlaufklärung

[0103] Theoretisch ist eine Drehzahleinstellung im Bereich von 0 bis 8191 1/min möglich (13 Bit Kodierung).

40 **[0104]** Gefordert ist eine Drehzahleinstellung mit der Genauigkeit Faktor 10.

[0105] Wird eine Drehzahlanforderung gestellt, die die maximale Drehzahl des Kompressors übersteigt, läuft der Kompressor mit seiner höchst möglichen Drehzahl.

[0106] Wird eine Drehzahlanforderung gestellt, die unterhalb der minimal möglichen Drehzahl des Kompressors liegt, läuft der Kompressor mit seiner kleinst möglichen Drehzahl

45 **[0107]** Die minimal bzw. maximal mögliche Drehzahl ist aus dem jeweiligen Datenblatt des Kompressors zu entnehmen.

Telegrammstruktur

50 **Signalcodierung**

Option-Standard:

[0108]

55

Bei der Option-Standard wird durch Schalten bzw. Auslassen von ganzen, oder wahlweise halben Netzspannungsperioden eine Digitalisierung der Netzspannung erreicht.

Option-AC:

[0109] Bei der Option-AC wird durch Schalten bzw. Auslassen von Netzspannungshalbwellen eine Digitalisierung der Netzspannung erreicht. Zur Codierung des Netzspannungssignals wird jeweils die positive Halbwelle des Sinus-Signals geschaltet bzw. ausgelassen.

[0110] Für die Übertragung und zur Darstellung von einem "logischen Bit" werden im Telegramm zwei Bit benötigt (falls nötig, könnte ein drittes Bit spendiert werden).

Bitzustand "1" => 0 1

Bitzustand "0" => 1 0

[0111] Ein Beispiel für die Signalcodierung ist in Fig. 6 dargestellt.

[0112] Dieses Verfahren der Bitübertragung ermöglicht eine Fehlererkennung des Protokolls, noch während der Übertragung, durch die Kompressorelektronik. Eine Protokollwiederholung ist nicht notwendig.

[0113] Die Parität des Protokolls ist konstant.

[0114] Ein Fehlerfall trifft auf, wenn:

- 3 × "0" übertragen wird
- 3 × "1" übertragen wird

Synchronisation Geräteelektronik und Kompressorelektronik

[0115] Um eine fehlerfreie Übertragung des Protokolls zu gewährleisten, müssen Geräteelektronik und Kompressorelektronik aufeinander synchronisiert werden. Dies wird über die Nulldurchgänge des Netzspannungssignals erreicht.

[0116] Die Synchronisierung wird vor jeder Protokollübermittlung durchgeführt und über das Muster "11111" realisiert. Dieses Muster kommt während der Protokollübertragung nicht vor und ermöglicht somit eine Abgrenzung zum Telegramm. Durch den Zustandswechsel 1 → 0 wird das Startbit des Protokolls erkannt und die Interpretation der Daten gestartet.

[0117] Es müssen mindesten 5 Bit mit dem Zustand "1" zur Synchronisation gesendet werden. Bei der Option-AC ist solange eine "1" zu senden, bis der Kompressor aufgestartet ist.

[0118] Ein Beispiel für die Synchronisation ist in Fig. 7 dargestellt.

Kommandoadressierung

[0119] Abhängig vom Kommando wird das control-telegram oder das signal-telegram zur Datenübermittlung verwendet. Die Kommandos werden unterschiedlich adressiert.

command	address	protocol
cmd.Drehzahl setzen	0x0	control-telegram
cmd.Drop-In-ein	0xE	signal-telegram
cmd. Drehzahlvorgabe-ein	0x2	signal-telegram
cmd.No-signal-condition on	0xC	signal-telegram
cmd.No-signal-condition off	0x5	signal-telegram
cmd.Reset-auf-default	0x9	signal-telegram
cmd.Kompressor-on	0x8	signal-telegram
cmd.Kompressor-off	0xB	signal-telegram
cmd. Default-state-einstellung	0xF	signal-telegram

[0120] Die 4-Bit-Adressierung ermöglicht eventuell zusätzlich benötigte Kommandos.

Protokollaufbau Option-Standard

[0121] Eine Übertragung gilt als Protokoll, wenn Startbit und Adresse richtig interpretiert wurden. Tritt während dieser Übertragung ein Fehler auf, wird es nicht als fehlerhaftes Protokoll deklariert. Dieses Verfahren wird eingeführt, da ansonsten bei jedem Ausbleiben einer Netzhalbwellen ein Protokollfehler erkannt werden würde.

control telegram

[0122] Die folgende Abbildung zeigt den Aufbau eines control-telegram. Dieses Protokoll dient dem Senden des Kommandos cmd.Drehzahl-setzen mit der Kompressordrehzahl.

[0123] Das control-telegram ist in Figur 8 dargestellt.

Telegrammaufbau:

[0124]

ST = Startbit = 1
A0...A3 = Dekodierung Kommando
DO...D12 = Drehzahlvorgabe
EB = Ende Bit = 0

signal telegram

[0125] Die folgende Abbildung zeigt den Aufbau eines signal-telegram. Dieses Protokoll dient dem Senden der Kommandos. (siehe Kommandoadressierung)

[0126] Das signal-telegram ist in Abbildung 1 dargestellt.

Telegrammaufbau:

[0127]

ST = Startbit = 1
A0...A3 = Dekodierung Kommando
D0 = Zustandsvariable → low-aktiv
EB = Ende Bit = 0

Fehlerhandling

Fehlererkennung

[0128] Um Fehler schon während der Übertragung der Protokolle zu erkennen, wurde das unter Signalcodierung aufgeführte System der Bitübertragung entwickelt. Dieses System ermöglicht es, Telegramme nur einmalig zu senden und diese noch während der Übermittlung zu überprüfen. Telegrammwiederholungen, oder eine Überwachung durch geeignete Fehlererkennungsmethoden, wie z.B. CRC, werden nicht benötigt.

[0129] Zur Übermittlung der Daten werden standardisierte Protokolle verwendet, tritt ein Fehler auf, wird ein entsprechendes Fehlerhandling durchgeführt.

[0130] Zur Übermittlung der Daten ist folgende Protokollstruktur einzuhalten. Ein Fehler in dieser Struktur führt zu einem definierten Fehlerhandling.

Startbit: Erster Impuls des Telegramms muss "logisch 1" entsprechen
Periodendauer: zwischen zwei Impulsen innerhalb eines Telegramms liegt die Zeit einer Periodendauer
Adressierung: Die Kommandos müssen eine definierte Adresse besitzen
Endebit: Der letzte Impuls eines gültigen Codeworts muss "logisch 0" entsprechen
Aufruflänge: Nach dem Endebit darf z.B. 4 Sekunden lang kein weiteres Bit mit Informationen übertragen werden.

(fortgesetzt)

Refresh: Abhängig vom ausgewählten Zustand muss ein Refresh mittels cmd.Kompressor ein gesendet werden.

Fehlerhandling:

[0131] Die folgende Abbildung zeigt das Fehlerhandling des Standard-Protokolls.

[0132] Liegt ein gültiges Kommando an, wird der Timer zurückgesetzt und die aktuelle Anforderung wird ausgeführt. Der Timer wird gestartet.

[0133] Während der Timer kleiner z.B. 2,5 Minuten ist, wartet die Kompressorelektronik auf ein neues gültiges Kommando, führt aber gleichzeitig die aktuell gültige Anforderung aus. Wird ein fehlerhaftes Protokoll gesendet, wird dies über die Fehler/Diagnose-Anzeige angezeigt, der Timer wird weiter erhöht. Wird ein gültiges Kommando gesendet, wird der Timer zurückgesetzt, die aktuelle Anforderung bearbeitet und der Timer wieder gestartet.

[0134] Ist der Timer größer als 2,5 Minuten, läuft der Kompressor mit der in der No-Signal-condition eingestellten Drehzahl und wartet auf ein neues gültiges Kommando der Geräteelektronik. Wird ein fehlerhaftes Protokoll gesendet, wird dies über die Fehler/Diagnose-Anzeige angezeigt. Wird ein gültiges Kommando gesendet, wird der Timer zurückgesetzt, die aktuelle Anforderung bearbeitet und der Timer wieder gestartet.

[0135] In Abbildung 2 ist ein Ablaufdiagramm des Fehlerhandlings dargestellt.

Option-AC

Funktionsbeschreibung Option-AC

[0136] Die Übertragung des Protokolls erfolgt parallel zur Spannungsversorgung über die Versorgungsleitung der Kompressorelektronik. Eine zusätzliche Leitung bzw. Leitungsfader wird nicht benötigt.

[0137] Durch schalten bzw. auslassen einzelner Netzspannungshalbwellen, werden die Steuersignale auf die Versorgungsspannung des Kompressors moduliert. Diese werden von der Kompressorelektronik interpretiert und verarbeitet. Der Kompressor wird, entsprechend dem gesendeten Kommando, angesteuert.

[0138] Die Spannungsversorgung liegt nur während einer Kompressoranforderung an der Kompressorelektronik an. Liegt keine Kompressoranforderung vor, ist die Kompressorelektronik stromlos und der Kompressor kann nicht eingeschaltet werden.

[0139] Diese Methode der Kompressorsteuerung liefert folgende Vorteile:

- Vereinheitlichung der Ansteuerung von Standard- und VCC-Kompressoren
- Vereinheitlichung der Elektronik von Standard- und VCC-Kompressoren, wenn die Ansteuerung der Standardkompressoren nicht durch das Protokoll beeinflusst wird
- Energieeinsparung durch Abschalten der Versorgungsspannung der Kompressorelektronik wenn keine Kompressoranforderung anliegt

Protokollaufbau

[0140] Folgende Punkte sind identisch zu der Option-Standard und werden hier nicht explizit aufgeführt:

- Protokollanforderungen
- Nulldurchgangserkennung
- Abtastung der Netzhälfte
- Drehzahlauflösung
- Signalcodierung
- Synchronisation Geräteelektronik und Kompressorelektronik

[0141] Für die Option-AC werden folgende Steuerkommandos und Zustände umgesetzt:

Kommandos:

[0142]

- cmd.Drehzahl-setzen

Zustände:

[0143]

- state.Protokoll-Mode
- state.Drop-In-Mode

[0144] Die Zustandsregelung der Option-AC ist in Figur 11 dargestellt.

Kommando

cmd.Drehzahl-setzen

[0145] Siehe Zustandsdiagramm "Zustandsregelung Option-AC"

[0146] Mit dem senden des Kommandos cmd.Drehzahl-setzen wird der Status state.Protokoll-Mode aktiv

[0147] Dieses Kommando enthält die Drehzahlvorgabe des Kompressors

Statusbeschreibung

state.Protokoll-Mode

[0148] Der Protokoll-Mode stellt den aktuellen VCC-Regelbetrieb dar und wird mit dem Kommando cmd.Drehzahl-setzen aktiv.

[0149] Mit dem Senden des Kommandos cmd.Drehzahl-setzen wird der Kompressor auf seine neue gültige Kompressordrehzahl aktualisiert und ein Timer wird gestartet.

[0150] Das Kommando cmd.Drehzahl-setzen muss z.B. alle 5 Minuten wiederholt an die Kompressorelektronik gesendet werden. Dabei wird die Drehzahl des Kompressors aktualisiert und der Timer wird zurückgesetzt.

[0151] Liegt ein gültiges Kommando und die Netzspannung an der Kompressorelektronik an, läuft der Kompressor mit der aktuell eingestellten Drehzahl im Protokoll-Mode.

[0152] Tritt bei der Aktualisierung des Kommandos ein Fehler auf oder ist der Timer ≥ 12 Minuten, wechselt der Kompressor vom Protokoll-Mode in den Drop-In-Mode und läuft mit der im Drop-In-Mode zwischengespeicherten Drehzahl weiter.

[0153] Das Kommando "Kompressor ein/aus" wird bei der Option-AC über die geschaltete/anliegende Spannungsversorgung des Kompressors realisiert.

[0154] Liegt keine Kompressoranforderung durch die Geräteelektronik an, wird die Spannungsversorgung des Kompressors eingestellt und der Kompressor schaltet aus.

state.Drop-in-Mode

[0155] Dieser Zustand stellt den aktuellen Drop-In-Betrieb dar und wird standardmäßig nach einem Power up oder nach Ablauf des Timers aus dem Protokoll-Mode aktiv.

[0156] Der Drop-In-Mode berechnet die benötigte Drehzahl selbstständig und steuert den Kompressor, dem implementierten Algorithmus entsprechend, an.

[0157] Ist der Protokoll-Mode aktiv, läuft der Drop-In-Mode parallel zu diesem im Hintergrund weiter, ohne diesen zu beeinflussen. Bei ausbleibendem oder fehlerhaftem Kommando cmd.Drehzahl-setzen wird der Drop-In-Mode aktiv und der Kompressor läuft mit der aktuell gültigen Drop-In-Drehzahl weiter.

[0158] Soll der Kompressor im Drop-In-Mode betrieben werden, ist nur die Spannungsversorgung des Kompressors notwendig. Ein senden des Kommandos cmd.Drehzahlsetzen ist nicht nötig.

[0159] Liegt keine Kompressoranforderung an, wird der Kompressor nicht mit Spannung versorgt.

Fehler/Diagnose-Anzeige

[0160] Ansteuerung siehe Zustandsdiagramm Fehlerhandling Option-AC

[0161] Der Zustand state.Fehler/Diagnose dient der Fehlerüberwachung der Protokollübertragung. Tritt ein Fehler während der Übermittlung des Telegramms auf, wird ein Fehlerzähler inkrementiert und eine LED leuchtet 400 ms auf.

- Visualisierung einer fehlerhaften Protokollübertragung

- Zählen der aufgetretenen Übertragungsfehler (eine Möglichkeit den Fehlerzähler auszulesen ist vorzusehen)

power up

- 5 **[0162]** Nach einem Power up ist standardmäßig der Drop-In-Mode aktiv.
[0163] Bevor der Kompressor anläuft, muss eine Anlaufverzögerung (z.B. 5 Sekunden) ablaufen. Diese Anlaufverzögerung stellt sicher, dass das gesendete Protokoll vollständig übermittelt und von der Kompressorelektronik interpretiert wurde.
[0164] Liegt ein gültiges Protokoll an bevor die Anlaufverzögerung abgelaufen ist, läuft der Kompressor vor Ablauf der Anlaufverzögerung an.
10 **[0165]** Nach einem Power up werden die Geräteelektronik und Kompressorelektronik aufeinander synchronisiert. Nach der Synchronisation wird das Kommando cmd.Drehzahl setzen gesendet und dekodiert. Liegt ein gültiges Kommando, mit einer aktuellen Drehzahlvorgabe an, startet der Kompressor im Protokoll-Mode mit der aktuell gültigen Drehzahl.
15 **[0166]** Nach einem Power up werden die Geräteelektronik und Kompressorelektronik aufeinander synchronisiert. Nach der Synchronisation wird das Kommando cmd.Drehzahl setzen gesendet und dekodiert. Liegt nach Ablauf der Anlaufverzögerung kein gültiges Kommando mit einer aktuell gültigen Drehzahlvorgabe an, startet der Kompressor im Drop-In-Mode mit seiner implementierten Drop-In-Routine.

Telegrammstruktur

- [0167]** Eine Übertragung gilt als Protokoll, wenn z.B. Startbit und die ersten 4 Bit der Drehzahleinstellung richtig interpretiert wurden. Tritt während dieser Übertragung ein
[0168] Fehler auf, wird es nicht als fehlerhaftes Protokoll deklariert. Dieses Verfahren wird eingeführt, da ansonsten
25 bei jedem Ausbleiben einer Netzhälfte ein Protokollfehler erkannt werden würde.
[0169] Die folgende Abbildung zeigt den Aufbau des control-telegram. Dieses Protokoll dient dem Senden des Kommandos cmd.Drehzahl-setzen mit aktuell gültiger Kompressordrehzahl. Eine Adressierung ist nicht notwendig.
[0170] Abbildung 3 zeigt das control-telegram der Option-AC.

Telegrammaufbau:

[0171]

- 35 **ST** = Startbit = 1
D0...D12 = Drehzahlvorgabe
EB = Ende Bit = 0

Fehlerhandling

- 40 **[0172]** Die folgende Abbildung zeigt das Fehlerhandling der Option-AC.
[0173] Liegt ein gültiges Kommando an, wird der Timer zurückgesetzt und die aktuelle Anforderung wird ausgeführt. Der Timer wird gestartet.
[0174] Während der Timer kleiner z.B. 12 Minuten ist, wartet die Kompressorelektronik auf ein neues gültiges Kommando, führt aber gleichzeitig die aktuell gültige Anforderung aus. Wird ein fehlerhaftes Protokoll gesendet, wird dies
45 über die Fehler/Diagnose-Anzeige angezeigt, der Timer wird weiter erhöht. Wird ein gültiges Kommando gesendet, wird der Timer zurückgesetzt, die aktuelle Anforderung bearbeitet und der Timer wieder gestartet.
[0175] Ist der Timer größer als 12 Minuten, wechselt der Kompressor in den Drop-In-Mode und wartet auf ein neues gültiges Kommando der Geräteelektronik. Wird ein fehlerhaftes Protokoll gesendet, wird dies über die Fehler/Diagnose-Anzeige angezeigt.
50 **[0176]** Wird ein gültiges Kommando gesendet, wird der Timer zurückgesetzt, die aktuelle Anforderung bearbeitet und der Timer wieder gestartet
[0177] Abbildung 4 zeigt das Fehlerhandling der Option-AC.

Spannungsversorgung

- 55 **[0178]** Der Kompressor wird über die AC-Leitung mit Spannung versorgt. Da die Kommandos auf die Spannungsversorgung moduliert werden, kommt es bei der Versorgung des Kompressors zum Entfall einzelner Netzhälfte. Dies darf den Kompressor nicht beeinflussen bzw. beschädigen. Er muss seine volle Funktionalität beibehalten

und darf durch den Entfall der Netzspannungshalbwellen nicht ausschalten.

Standard-Kompressor

- 5 **[0179]** Die Option-AC ermöglicht neben der Ansteuerung von VCC-Kompressoren auch die Ansteuerung von Standardkompressoren. Diese benötigen im Vergleich zu VCC-Kompressoren keine Steuerkommandos, sondern nur die Versorgungsspannung für den Betrieb. Wird die Vereinbarung getroffen, dass sowohl bei Standardkompressoren, als auch bei VCC-Kompressoren die gleiche Ansteuerung realisiert wird, ist es möglich einige Hardware- und Software-Varianten der Geräteelektronik einzusparen. Voraussetzung ist aber, dass sowohl Standard- als auch VCC-Kompressoren den Entfall der Netzspannungshalbwellen kompensieren können und ohne Fehler weiterlaufen.

Patentansprüche

- 15 1. Kühl- und/oder Gefriergerät mit einer ersten elektronischen Steuerung, welche eine zweite elektronische Steuerung ansteuert,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste elektronische Steuerung durch das gezielte Schalten einer oder mehrerer Netzhalbwellen einer Netzspannung Steuersignale an die zweite elektronische Steuerung sendet.
- 20 2. Kühl- und/oder Gefriergerät nach Anspruch 1, wobei die Steuersignale durch das gezielte Schalten einzelner Netzhalbwellen oder einzelner Netzperioden der Netzspannung kodiert werden.
- 25 3. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei es sich bei der ersten elektronischen Steuerung um die Gerätesteuerung des Kühl- und/oder Gefriergeräts handelt und/oder und/oder wobei es sich bei der zweiten elektronischen Steuerung um die Kompressorsteuerung eines drehzahlgeregelten Kompressors handelt.
- 30 4. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der vorangegangenen Ansprüche, mit einer Netzspannungsleitung, über welche die zweite elektronische Steuerung mit Netzspannung versorgt wird, wobei die Steuersignale über die Netzspannungsleitung oder über eine zusätzliche Signalleitung übertragen werden.
- 35 5. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die erste Steuerung geeignet ist, alternativ zur Ansteuerung der zweiten elektronischen Steuerung einen Verbraucher direkt durch Ein- und Ausschalten der Netzspannung anzusteuern.
- 40 6. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Kommunikation zwischen der ersten elektronischen Steuerung und der zweiten elektronischen Steuerung anhand eines Protokolls erfolgt, welches in beiden elektronischen Steuerungen implementiert ist.
- 45 7. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei Steuersignale für ein Einschaltkommando und/oder ein Ausschaltkommando übertragen werden und/oder wobei Steuersignale für die Solldrehzahl eines drehzahlgeregelten Kompressors übertragen werden und/oder wobei die zweite elektronische Steuerung durch ein Steuersignal in einen Default-Zustand versetzt werden kann und/oder wobei eine Anzeige eines Fehlerspeichers und/oder eine Diagnoseroutine gestartet werden kann und/oder wobei die zweite elektronische Steuerung durch die Steuersignale in unterschiedliche Modi versetzt werden kann.
- 50 8. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die zweite elektronische Steuerung beim Ausbleiben von Steuersignalen in einen Automatik-Modus wechselt.
9. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Steuersignale Informationen zur Fehlererkennung enthalten.
- 55 10. Verfahren zum Betrieb eines Kühl- und/oder Gefriergeräts mit einer ersten elektronischen Steuerung, welche eine zweite elektronische Steuerung, ansteuert, insbesondere zum Betrieb eines Kühl- und/oder Gefriergeräts nach einem der Ansprüche 1 bis 9 mit den Schritten:

- Erzeugen von kodierten Steuersignalen in der ersten elektronischen Steuerung durch das gezielte Schalten

EP 2 282 150 A2

einer oder mehrerer Netzhalbwellen einer Netzspannung,
- Dekodieren der Steuersignale in der zweiten elektronischen Steuerung.

5

10

15

20

25

30

35

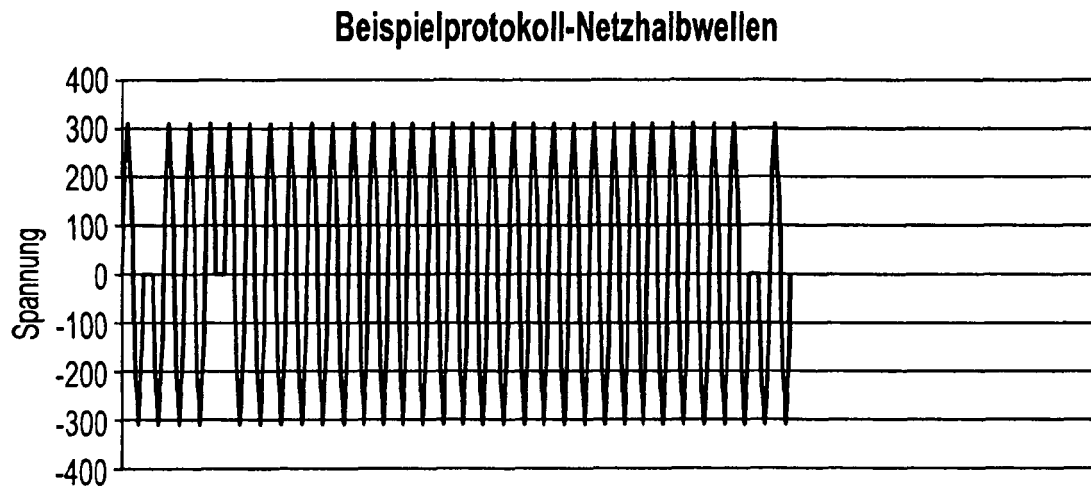
40

45

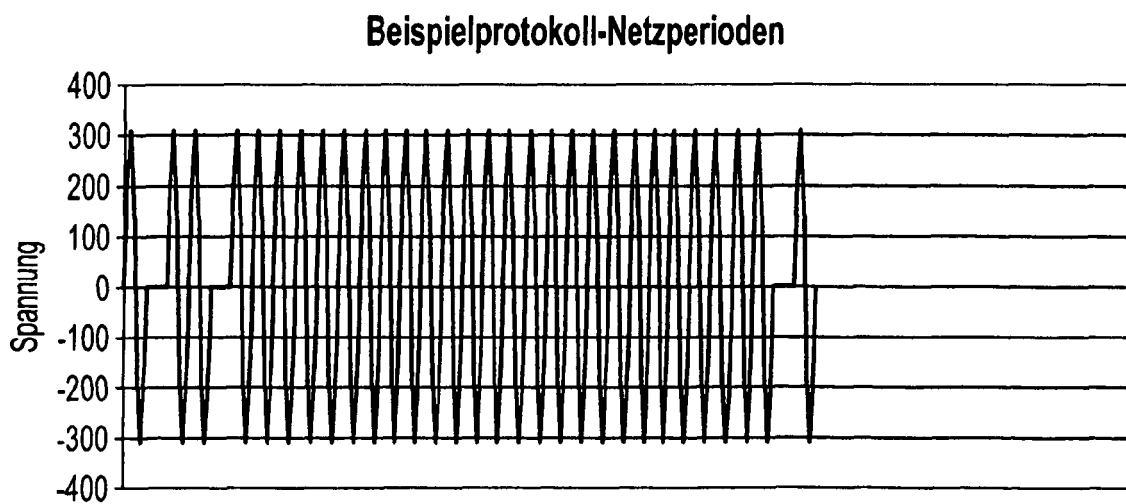
50

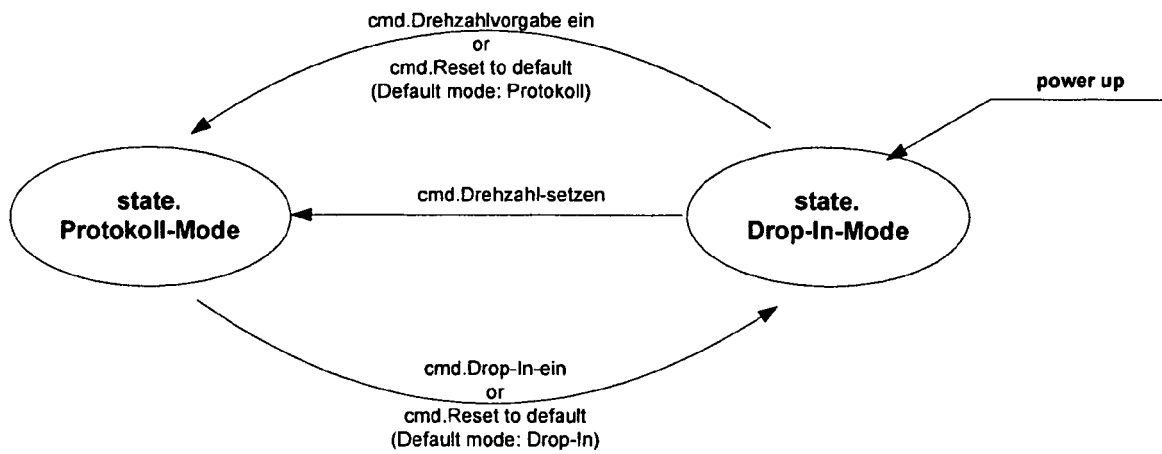
55

Figur 1

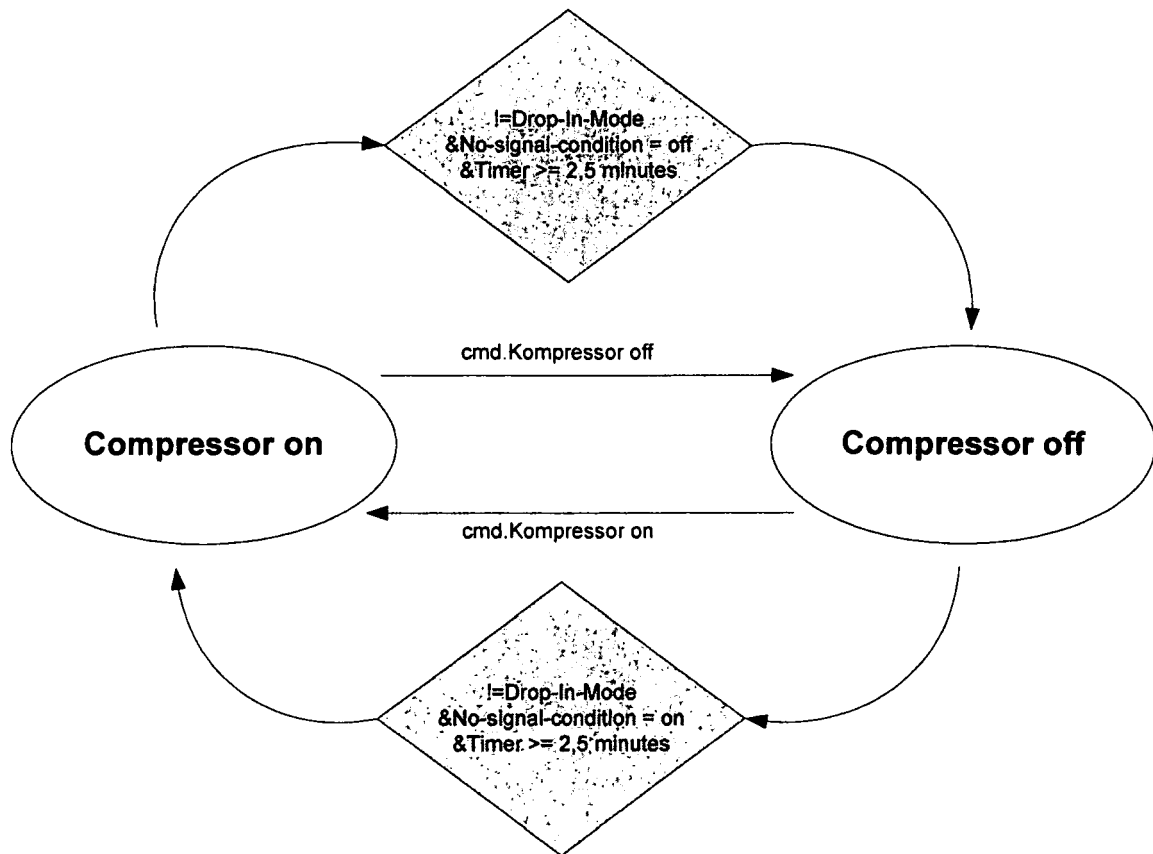


Figur 2

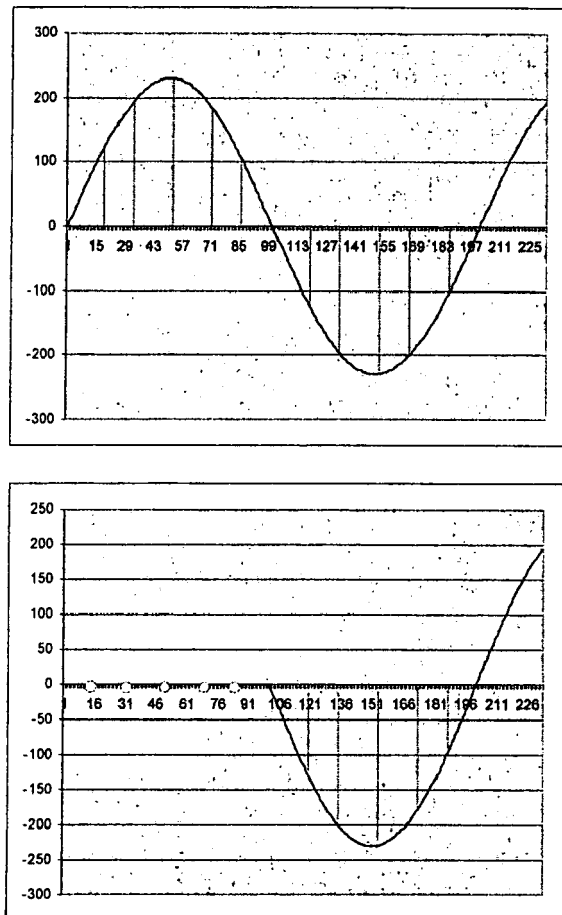




Figur 3 Zustandsregelung Option-Standard



Figur 4 Betriebszustand Kompressor Option-Standard

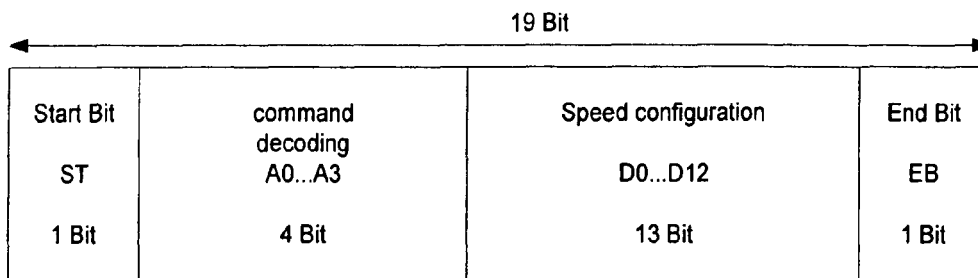
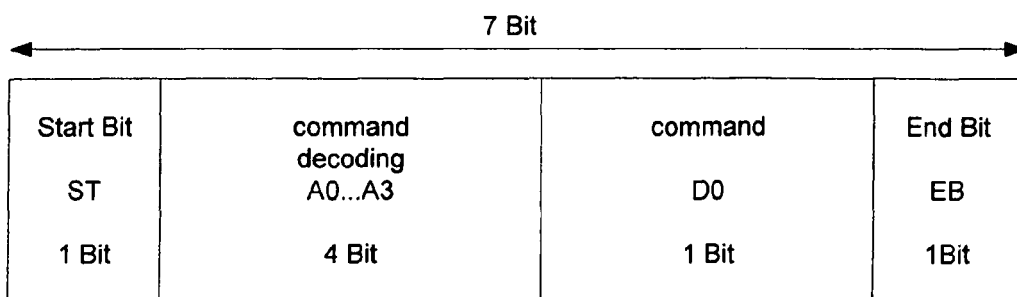


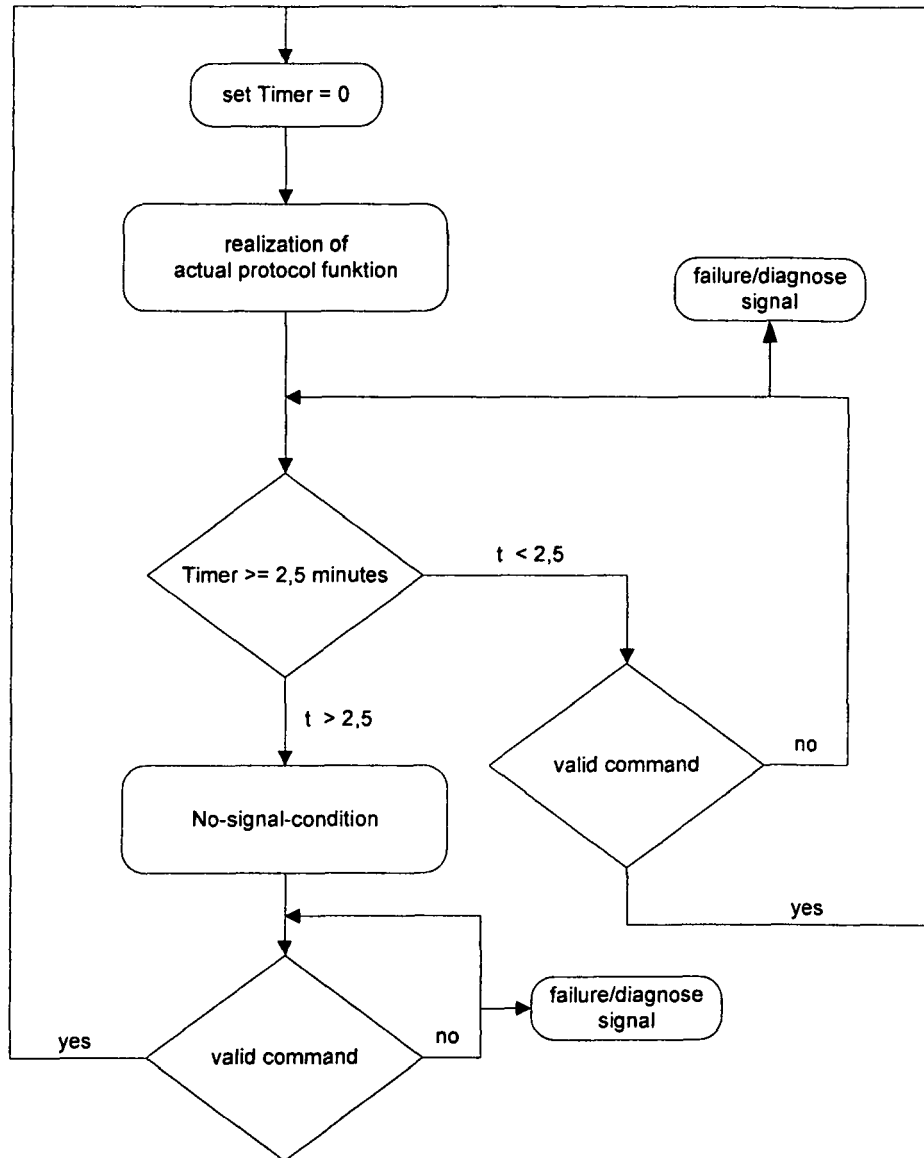
Figur 5 Abtastung der Netzperiode

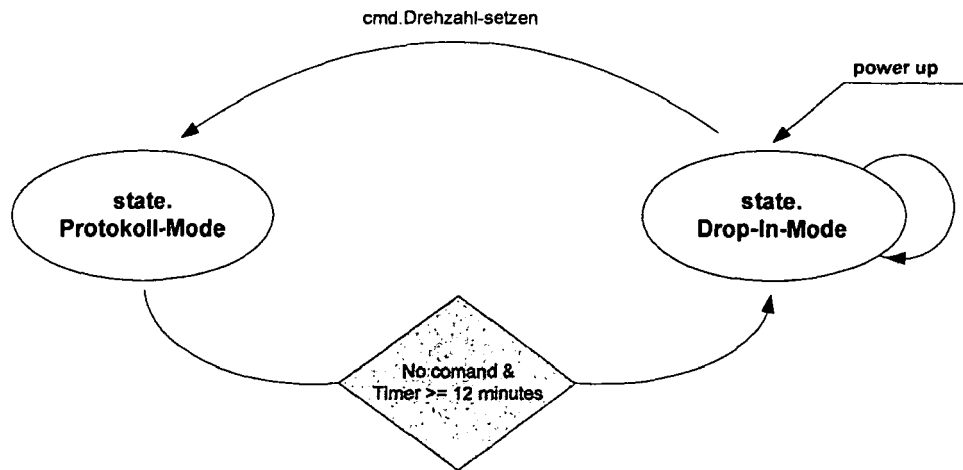
logisches Bitmuster	1		0		1		0		1		0	
Telegramm	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1
										Fehler		

Figur 6 Signalcodierung

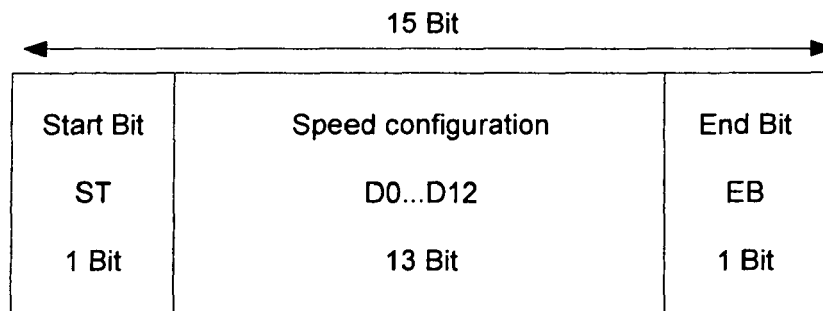
synchronisation					ST	address				...
1	1	1	1	1	01	x	x	x	x	

Figur 7 Synchronisation**Figur 8 control-telegram****Figur 9 signal-telegram**

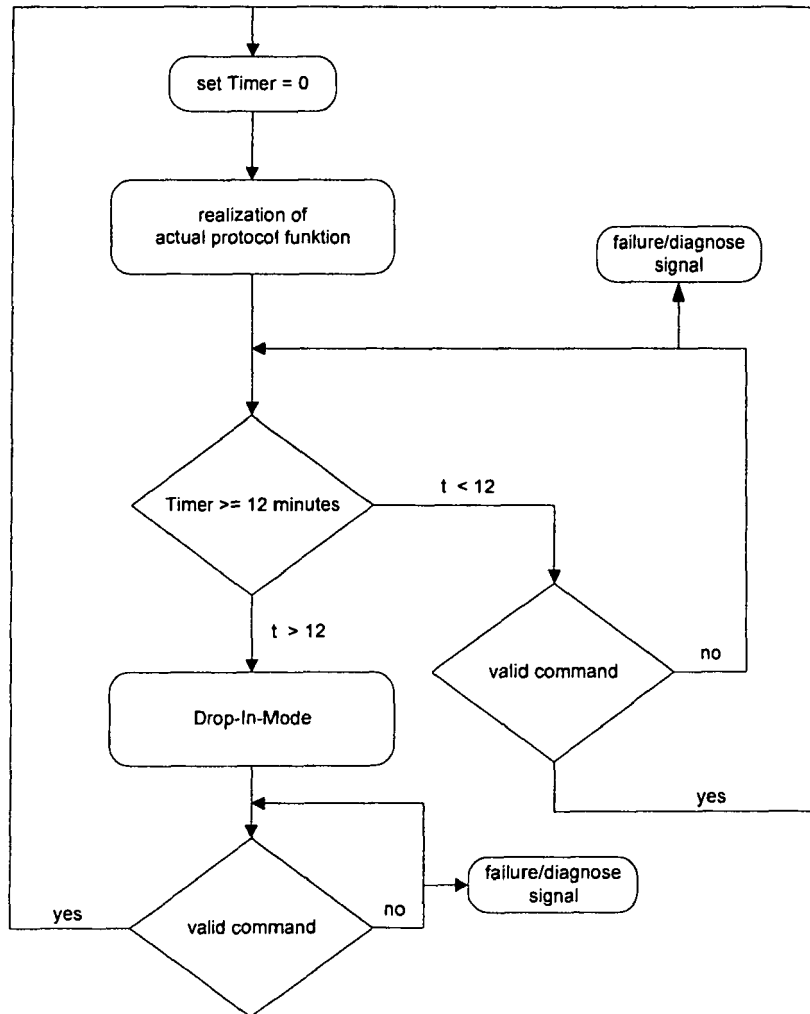
**Figur 10 Fehlerhandling Option-Standard**



Figur 11 Zustandsregelung Option AC



Figur 12 control-telegram Option-AC

**Figur 13 Fehlerhandling Option-AC**