(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 854 482 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.04.2015 Patentblatt 2015/14

(51) Int Cl.:
H05B 33/08 *(2006.01)* ***G01S 17/00*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **14155995.5**

(22) Anmeldetag: **20.02.2014**

(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 RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **30.09.2013 DE 102013016386**

(71) Anmelder: **ELMOS Semiconductor AG**
44227 Dortmund (DE)

(72) Erfinder:
- **Burchard, Bernd, Dr.**
  44227 Dortmund (DE)
- **Schmitz, Christian**
  44227 Dortmund (DE)

(74) Vertreter: **Von Kreisler Selting Werner - Partnerschaft**
von Patentanwälten und Rechtsanwälten mbB
Deichmannhaus am Dom
Bahnhofsvorplatz 1
50667 Köln (DE)

(54) **Verfahren zur Erzeugung einer Sequenz von binären Codewörtern eines Mehrbit-Codes für ein Pulse Modulated Ansteuersignal für einen Verbraucher**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung einer Sequenz von binären Codewörtern eines Mehrbit-Codes für ein Pulse Modulated Ansteuersignal, wobei bei dem Verfahren
- ein Mehrbit-Code mit einer Vielzahl von binären Codewörtern mit jeweils gleicher Anzahl von n-Bits, mit n > 1 bereitgestellt wird, die sich in mindestens zwei Code-Klassen von Codewörtern unterteilen lassen, wobei mindestens eine Code-Klasse mehrere Codewörter mit der gleichen Anzahl von Eins-Bits aufweist und die Anzahl von Eins-Bits der Codewörter der Code-Klassen von Code-Klasse zu Code-Klasse verschieden ist, und
- das Pulse Modulated Ansteuersignal als Sequenz der Codewörter einer Code-Klasse erzeugt wird, indem die Codewörter dieser Code-Klasse in dem Pulse Modulated Ansteuersignal zufallsoder quasi zufallsgesteuert oder in beliebig variierender oder deterministisch variierender Reihenfolge aufeinanderfolgen.

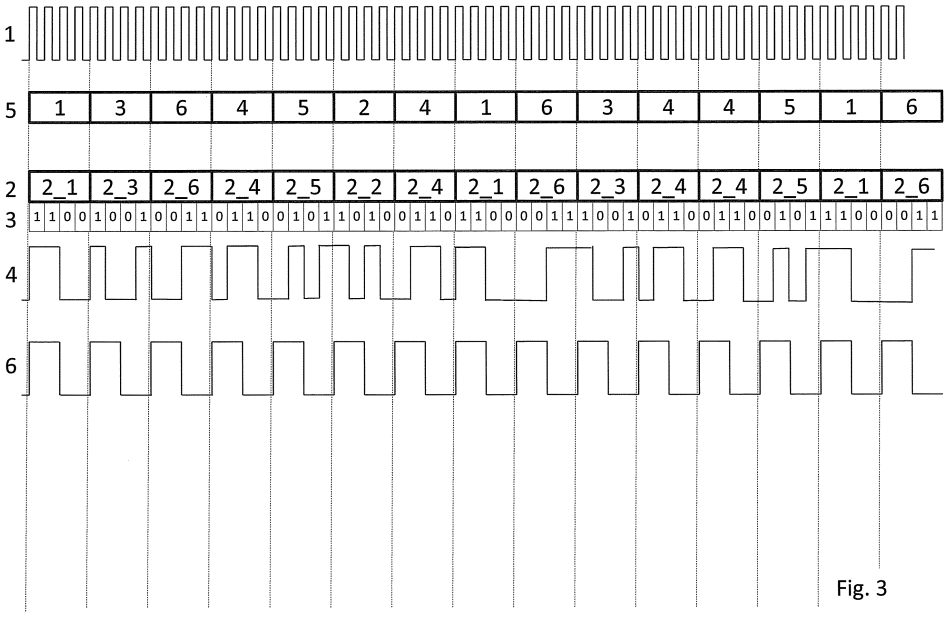


Fig. 3

EP 2 854 482 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung einer Sequenz von binären Codewörtern eines Mehrbit-Codes für ein Pulse Code Modulated (PCM-)Ansteuersignal für einen Verbraucher, insbesondere in ihrer Anwendung bei einer Beleuchtungsvorrichtung und insbesondere bei einer Vorrichtung zur Einstellung mehrfarbiger Lichtszenen in Kfz.

[0002] Elektrische/elektronische Verbraucher können z. B. durch Pulsmodulationsverfahren recht exakt angesteuert werden. Im Folgenden wird die Erfindung, bei der eine PCM-Modulation verwendet wird, anhand der Ansteuerung von LEDs als Beispiel für einen elektronischen Verbraucher beschrieben.

[0003] Die Verfügbarkeit mehrfarbiger LEDs ermöglicht die Einstellung verschiedener Lichtszenen insbesondere in Innenräumen. Ganz besondere Bedingungen herrschen dabei im Innern von Kfz.

[0004] Im Stand der Technik sind verschiedene Vorrichtungen bekannt, bei denen eine PWM Ansteuerung zur Regelung der Helligkeit verwendet wird.

[0005] Die PWM Modulation ist mit einigen Nachteilen insbesondere im Hinblick auf EMV-Aspekte behaftet, was nachfolgend im Einzelnen beschrieben werden soll.

[0006] Zur Einführung sei zunächst auf eine Definition der PWM nach dem Stand der Technik verwiesen.

[0007] Die Pulsweitenmodulation (PWM) respektive Pulslängenmodulation (siehe auch "Karsten Block, Peter Busch, Ludger Erwig, Franz Fischer, Wilken Pape, Manfred Weißgerber: Elektroberufe. Lernfelder 9-13. Energie- und Gebäudetechnik. 1. Auflage. Bildungsverlag EINS, Troisdorf 2006. ISBN 978-3-427-44464-0. S. 216 ff., 253 ff., 304" oder auch PLM für Puls-Längen-Modulation ist gemäß allgemein anerkannter Definition eine Modulationsart, bei der eine technische Größe (z. B. der elektrische Strom) zwischen zwei Werten wechselt. Dabei wird bei konstanter Frequenz der Tastgrad eines Rechteckpulses moduliert, also die Breite der ihn bildenden Pulse. Der englische Begriff für das Verfahren lautet Pulse-Width-Modulation (PWM. Die PWM ist auch unter Pulsbreitenmodulation (PBM) und Pulsdauermodulation (PDM) bekannt. Der letztgenannte Begriff ist genormt. (Siehe auch DIN 5483-1:1983 - Zeitabhängige Größen: Benennung der Zeitabhängigkeit. Nr. 7.3)

[0008] Im Stand der Technik sind beispielsweise Beleuchtungsvorrichtungen bekannt, die eine Mehrzahl von Lichtstrahlern in zumindest zwei verschiedenen Farben umfassen, die darauf ausgelegt sind, an einen Stromkreis gekoppelt zu werden, der eine Stromquelle sowie eine gemeinsame Potentialreferenz und Treiber (TR1, TR2, TR3, DRV) zum Betreiben der Mehrzahl von Lichtstrahlern enthält, von denen zumindest zwei mit der Mehrzahl von Lichtstrahlern und dem Stromkreis verschaltet sind und den jeweiligen Strompfaden der zumindest zwei verschiedenfarbigen Lichtstrahler entsprechende Schalter umfassen. Des Weiteren enthält besagte Beleuchtungsvorrichtung aus dem Stand der Technik eine Steuerung zum periodischen und unabhängigen Öffnen und Schließen von zumindest zwei Schaltern. Dabei besitzt die Steuerung eine ihr von außen zugewiesene, veränderliche Bus-Adresse, um denAdress-Anteil eines Eingangsdatenflusses zu identifizieren und darauf zu reagieren, wobei der Datenflussanteil, insbesondere ein adressiertes Datenpaket, dieser Steuerung zugewiesen ist. Dabei ist diese Beleuchtungsvorrichtung aus dem Stand der Technik insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass jeder Lichtstrahler eine LED ist und die Steuerung eine Mehrzahl von PWM-Signalen erzeugt, wobei jedes PWM-Signal jeweils einer LED der Mehrzahl von LEDs verschiedener Farben zugeordnet ist und jedes der PWM-Signale einen entsprechenden der zumindest zwei Schalter zum Öffnen und Schließen mit entsprechenden Frequenzen gemäß den jeweiligen Arbeitszyklen veranlasst und wobei der Datenflussanteil Daten zur Bestimmung der jeweiligen Arbeitszyklen der zumindest zwei verschiedenfarbigen LEDs umfasst (siehe z. B. EP-B-1 016 062).

[0009] Fig. 1 zeigt ein beispielhaftes Spektrum für eine bipolare PWM entsprechend dem Stand der Technik.

[0010] Das Spektrum strahlt sehr stark auch noch in höheren Frequenzen. Dies kann beträchtliche EMV-Probleme verursachen.

[0011] Aus US-B-8 129 924 ist eine Beleuchtungsvorrichtung bekannt, bei der die Leuchtmittel zur Erzeugung von Licht mit gewünschter Intensität und Farbe mittels Pulsmodulation zufallsgesteuerter Pulsbreite betrieben werden, wodurch sich wiederum weißes Rauschen als Spektrum einstellt.

Aufgabe der Erfindung

[0012] Die Erfindung löst die Aufgabe, eine Vorrichtung zur Versorgung von Lichtstrahlern und/oder LEDs mit elektrischer Energie bereitzustellen, wobei ein Störspektrum mit verringerter Amplitude und ein im Gegensatz zum Stand der Technik in gewissen Grenzen modellierbares Störspektrum entstehen.

[0013] Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren gemäß dem Anspruch 1 gelöst. Einzelne Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0014] Eine später in der Beschreibung ergebende Teilaufgabe ist die Bereitstellung eines Pseudozufallssignals mit einem Füllfaktor, der von 50% abweicht.

Beschreibung der Erfindung

[0015] Die Erfindung schlägt ein Verfahren zur Erzeugung einer Sequenz von binären Codewörtern eines Mehrbit-Codes für ein Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignal für einen Verbraucher vor, wobei bei dem Verfahren

- ein Mehrbit-Code mit einer Vielzahl von binären Codewörtern mit jeweils gleicher Anzahl von n-Bits, mit n > 1 bereitgestellt wird, die sich in mindestens zwei Code-Klassen von Codewörtern unterteilen lassen, wobei mindestens eine Code-Klasse mehrere Codewörter mit der gleichen Anzahl von Eins-Bits aufweist und die Anzahl von Eins-Bits der Codewörter der Code-Klassen von Code-Klasse zu Code-Klasse verschieden ist, und
- das Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignal als Sequenz der Code-wörter einer Code-Klasse erzeugt wird, indem die Codewörter dieser Code-Klasse in dem Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignal zufalls- oder quasi zufallsgesteuert oder in beliebig variierender oder deterministisch variierender Reihenfolge aufeinanderfolgen.

[0016] Erfindungsgemäß werden die Verbraucher mittels eines Ansteuersignals angesteuert, das PCM-kodiert ist. Die Codewörter eines Mehrbit-PCM-Codes lassen sich, nach der Anzahl ihrer Eins-Bits sortiert, in mehrere Code-Klassen unterteilen. Jede Code-Klasse repräsentiert dabei eine bestimmte Energie/Leistung, mit der ein Verbraucher betrieben wird. Soll nun ein Verbraucher mit einer vorgebbaren Energie/Leistung angesteuert werden, die einer mehrere Codewörter umfassenden Code-Klasse zugeordnet ist, so werden deren Codewörter erfindungsgemäß insbesondere stochastisch wechseln, also zufalls- oder quasizufallsgesteuert alternierend, oder aber auch deterministisch variierend verwendet. Das hat den Vorteil, dass das in Bezug auf die EMV zu beachtende (Stör-)Spektrum im Vorhinein wählbar ist bzw. begrenzt werden kann und sich damit ganz eindeutig von weißem Rauschen unterscheidet. Damit wiederum ist es wesentlich einfacher, die zur Sicherstellung der EMV erforderlichen Maßnahmen, die überdies selbst wesentlich einfacher zu realisieren sind, zu treffen.

[0017] Zweckmäßig ist es, wenn die Reihenfolge der das Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignal bildenden Codewörter einer Code-Klasse sich zyklisch wiederholt.

[0018] Ferner kann es von Vorteil sein, wenn als Code-Klasse, aus der das Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignal bildende Codewörter ausgewählt werden, nur eine solche oder nur mehrere solcher Code-Klassen gewählt werden, der bzw. denen jeweils Codewörter zugeordnet sind, deren Anzahl an Eins-Bits in Relation zur Anzahl der n-Bits des Mehrbit-Codes innerhalb eines oder mehrerer Prozentbereiche liegt.

[0019] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, die Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignale lediglich aus solchen Code-Klassen, die mehrere Codewörter umfassen, Codewörter repräsentieren, die einen bezogen auf die Anzahl n der Bits des Mehrbit-Codes prozentualen Anteil an Eins-Bits aufweisen, der zwischen einer vorgegebenen unteren und einer vorgegebenen oberen Grenze und/oder innerhalb eines oder mehrere vorgegebener Bereiche liegt. Hierdurch ergibt sich beim Design einer Vorrichtung, bei der die Erfindung genutzt wird, ein weiterer Freiheitsgrad der Vorherbestimmung des (Stör-)Spektrums hinsichtlich dessen Frequenzgang(-gängen) und Lage(n).

[0020] Nach der Erfindung kann mit Vorteil auch vorgesehen sein, dass aus der Anzahl von Codewörtern einer Code-Klasse eine Untermenge an Codewörtern ausgewählt wird, und dass die Codewörter dieser Untermenge zur Bildung des Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignals verwendet werden. Auch durch diese Variante lässt sich das potentiell von der erfindungsgemäßen Ansteuerung einer Vorrichtung ausgehende (Stör-)Spektrum nach Frequenzgang und Lage beeinflussen.

[0021] Zweckmäßigerweise kann nach der Erfindung vorgesehen sein, dass jedes ein Codewort repräsentierendes Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignal im Frequenzbereich ein Teilspektrum aufweist und somit jedem Codewort jeder Code-Klasse ein Teilspektrum entspricht und dass diejenigen Codewörter, deren Teilspektren innerhalb eines vorgebbaren Gesamtspektrums liegen, potentiell für die Bildung des Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignals verwendet werden. Hierdurch ist die Zielvorgabe, dass nämlich das (Stör-)Spektrum eine gewünscht Lage und Größe aufweist, besonders vorteilhaft einzuhalten.

[0022] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Taktfrequenz der PCM-Ansteuersignale, mit denen die Code-Wörter übertragen werden, monofrequent oder bandbreitenbegrenzt mit einer unteren Grenzfrequenz ungleich Null und einer oberen Grenzfrequenz und damit variabel ist. Hierdurch werden weitere Störspektren unterdrückt, was mit der asynchronen Taktung zu tun hat, wie sie vorstehend als vorteilhaft angegeben ist.

[0023] Falls erforderlich, können nach der Erfindung innerhalb einer zeitlichen Aufeinanderfolge von Codewörtern einer Code-Klasse ein oder mehrere Codewörter einer oder mindestens einer anderen Code-Klasse übertragen werden. Hierbei ist anzumerken, dass eine derartige Modifikation, d. h. das "Einstreuen" von Codewörtern anderer Code-Klassen als derjenigen, die die elektrische Spannung, den elektrischen Strom oder die elektrische Leistung repräsentieren, mit der der Verbraucher aktuell versorgt werden soll, hinsichtlich der oben angegebenen Eigenschaftseinschränkungen eines Verbrauchers von Vorteil sein kann.

[0024] Vorteilhafterweise korrelieren die mindestens zwei PCM-Ansteuersignale nicht und/oder erst nach einer vorgebbaren Anzahl von Takten, z. B. erst nach 256, 512, 1024, 2048 oder 4096 Takten für einen oder wenige Takte

miteinander. Diese Maßnahme dient der Unterdrückung der Entstehung und/oder der Auswirkungen von Störungen.

[0025] In zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung kann ferner vorgesehen sein, den Verbraucher ggf. neben der PCM-Ansteuerung hinsichtlich der Größe der zuzuführenden elektrischen Leistung speziell zu steuern bzw. zu regeln. Dies soll nachfolgend anhand einer LED als Verbraucher erläutert werden, bei der die Ansteuereinheit die Farbtemperatur der LED anhand eines Soll- und eines Ist-Farbtemperaturwerts regelt, indem der Maximalstrom und/oder die Maximalspannung und/oder die Maximalenergie des jeweiligen PCM-Ansteuersignals geregelt wird. Hierdurch kann die Versorgung des Verbrauchers mit elektrischer Leistung, an dessen potentielle "Eigenschaftsverluste" angepasst und damit diese kompensiert werden. Hintergrund dieser Maßnahme ist, dass ein Verbraucher bei Ansteuerung durch die PCM-Signale mit Codewörtern aus derselben Code-Klasse unterschiedlich reagieren kann. Das liegt daran, dass die Lage der Eins-Bits der Codewörter ein- und derselben Code-Klasse unterschiedlich ist. So können z. B. die Eins-Bits einzeln, d. h. voneinander durch Null-Bits getrennt, oder aber gruppenweise mit unterschiedlichen Anzahlen von direkt "aneinanderhängenden "Eins-Bits aufeinanderfolgen. Aufgrund des "Anlaufs" des Verbrauchers bei dessen pulsförmiger Ansteuerung, wie dies bei der PCM-Modulation (aber auch bei anderen Pulsmodulationsverfahren wie z. B. Puls Amplituden Modulation (PAM), Puls Frequenz Modulation (PFM), Puls Weiten Modulation (PWM), Puls-Pausen-Modulation (PPM),Puls Phasen Modulation (PPM) und Puls-Position-Modulation (PPM), wie beispielsweise beim Manchester-Code) der Fall ist, arbeitet der Verbraucher also je nach Codewort und Aufeinanderfolge der Eins-Bits unterschiedlich lange mit der durch ein Eins-Bit definierten Betriebsspannung bzw. dem entsprechenden Betriebsstrom. Das kann z. B. bei Leuchtmitteln und insbesondere bei LEDs Einfluss auf deren Farbtemperatur haben. Daher wird dieser Effekt durch einen veränderlichen Wert (, der durch ein Eins-Bit des Codes repräsentiert wird) für die Spannung, den Strom oder die den Verbraucher zuzuführenden Leistung korrigiert. Alternativ oder zusätzlich kann die obige Erkenntnis auch dazu genutzt werden, diejenigen Codewörter einer Code-Klasse für eine Ansteuerung auszuschließen, deren Eins-Bit-Muster für den Betrieb eines Verbrauchers weniger vorteilhaft als andere Eins-Bit-Muster dieser Code-Klasse sind.

[0026] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere zur Versorgung mindestens eines elektrischen/elektronischen wie z. B. eines elektromechanischen, elektrooptischen oder elektroakustischen Verbrauchers, insbesondere eines Leuchtmittels wie z. B. eine LED, oder eines Verbrauchers mit einer ggf. parasitären, ohmschen und/oder induktiven und/oder kapazitiven Last, wie sie in elektrischen/elektronischen Gegenständen/Komponenten im Automotive-Bereich und/oder des täglichen Lebens für z. B. Wohn- und/oder Industriegebäude, Accessoire, Transport anzutreffen sind, mit elektrischer Energie.

[0027] Die Erfindung löst das Problem der unkontrollierten EMV-Emissionen durch die Nutzung von Zufalls-Bit-Folgen oder Pseudozufalls-Bit-Folgen. Solche Zufallsfolgen und Pseudozufallsfolgen haben die Eigenschaft, dass ca. 50% der Bits 1 sind und ca. 50% der Bits 0 sind. Bei einer echten Zufallsfolge handelt es sich um weißes Rauschen. Würde eine solche Folge direkt für die Ansteuerung der Leuchtmittel, insbesondere von LEDs benutzt, so würde deren Leuchtstärke auch in Frequenzbereichen rauschen, die durch das menschliche Auge wahrgenommen werden. Dies ist nicht erwünscht. Es ist daher wichtig, dass die Zufallsfolge bandbegrenzt ist. Insbesondere ist es wichtig, dass die Amplitude des Steuersignals unterhalb einer unteren Grenzfrequenz ω_u im Idealfall Null oder für den Anwendungszweck vernachlässigbar ist.

[0028] Eine Möglichkeit, um ein bandbegrenztes Pseudozufallssignal zu generieren, ist die Nutzung rückgekoppelter Schieberegister. Wenn die Länge des Schieberegisters K Bits beträgt, so ist die maximale Periodendauer T_P für ein solches rückgekoppeltes Schieberegister bis zur Wiederholung

$$T_P = \left(2^K - 1\right) T_{clk}$$

[0029] Dabei bedeutet T_{clk} die Taktperiodendauer für den Schiebevorgang. Die Rückkopplung erfolgt durch ein einfach primitives Polynom. Hier sei auf die europäische Anmeldung EP2631674A1 verwiesen. Der Kehrwert der maximalen Periodendauer T_P ist die untere Grenzfrequenz. Dabei ist jedoch zu vermerken, dass eine solche Pseudozufallsfolge immer einen mittleren Erwartungswert von ca. 50% für eine 1 hat und somit nicht zur Amplitudenregelung geeignet ist.

[0030] Es stellt sich somit die Teilaufgabe, wie eine Pseudozufallsfolge oder besser noch eine Zufallsfolge mit einem vorgegebenen Erwartungswert kleiner oder größer als 50% erzeugt werden kann.

[0031] Im Folgenden wird dieser Erwartungswert, ausgedrückt in %, mit "Füllfaktor" bezeichnet, da er bestimmt, wie viele 1-Bits im Mittel auf wie viele 0-Bits eines PCM-Codeworts kommen.

[0032] Die Erfindung löst diese Teilaufgabe mit Hilfe von mindestens zwei vordefinierbaren Codes, die mit einer konstanten Taktrate gesendet werden. Im Folgenden wird ausschließlich das Beispiel eines 4-Bit-Codes besprochen, da dieser in den Zeichnungen und der Beschreibung kurz und vereinfacht dargestellt werden kann. In einer realen Anwendung dürften in analoger Weise wesentlich längere Codes zum Einsatz kommen. Insofern ist diese Beschreibung nur beispielhaft und beschränkt die Offenbarung ausdrücklich nicht auf diese Code-Länge.

[0033] Eine erfindungsgemäße gesteuerte Vorrichtung kann mehrere Leuchtmittel (106, 107, 108, R, G, B) aufweisen, die über Zuleitungen (102, 103, 104) mit jeweils einem Treiber (TR1, TR2, TR3, DRV) verbunden sind. Ein Controller

regelt die Leistung und/oder den Strom und/oder die Spannung, die der jeweilige Treiber (TR1, TR2, TR3, DRV) an die Leuchtmittel (106, 107, 108, R, G, B) abgibt. Im Falle einer LED-Schaltung, die aus Parallel- und Serienschaltungen von LEDs bestehen kann, ist dies vorzugsweise eine Stromansteuerung. Eine Spannungs- bzw. Leistungssteuerung ist aber ebenso sinnvoll.

[0034] Im Gegensatz zum Stand der Technik erzeugt in jedem der Treiber (TR1, TR2, Tr3, DRV) ein PCM-Kanal (CHN) ein PCM-(Pulse Code Modulation)-Signal (102, 103, 104) entsprechend einem vorgegebenen Code, dem aktiven Code, und dem im Folgenden beschriebenen Verfahren.

[0035] Dieser aktive Code (in dem besagten beispielsweise ein 4-bit-Code) kann jeweils in einem Speicher (CTAB) für die beispielhaften 16 Codes, die sich aus den besagten beispielhaften 4 Bits ergeben, abgelegt sein.

[0036] Eine solche beispielhafte Code-Tabelle (CTAB) wird im Folgenden für den besagten beispielhaften 4-Bit-Code angegeben. Als Füllfaktor wird im Folgenden die Anzahl der 1-Bits in einem Code (in Bits) geteilt durch die Länge des Codes (ebenfalls in Bits) als Prozentzahl angegeben. Der Maximale Füllfaktor beträgt demnach 100%.

Benennung des Codes in den Figuren	Füllfaktor	Code	Datenwort	Code-Klasse
0_1	0%	0000	000	0
1_1	25%	1000	100	1
1_2	25%	0100	100	1
1_3	25%	0010	100	1
1_4	25%	0001	100	1
2_1	50%	1100	010	2
2_2	50%	1010	010	2
2_3	50%	1001	010	2
2_4	50%	0110	010	2
2_5	50%	0101	010	2
2_6	50%	0011	010	2
3_1	75%	1110	110	3
3_2	75%	1101	110	3
3_3	75%	1011	110	3
3_4	75%	0111	110	3
4_1	100%	1111	001	4
Nicht benutzt	Nicht benutzt	Nicht benutzt	101	Nicht benutzt
Nicht benutzt	Nicht benutzt	Nicht benutzt	011	Nicht benutzt
Nicht benutzt	Nicht benutzt	Nicht benutzt	111	Nicht benutzt

[0037] In dem hier beschriebenen Beispiel zur Verdeutlichung der Erfindung soll ein Zahlenwert von 0 der besagten beispielhaften 4-Steuerbits einer Leistungs- oder Stromabgabe von 0% und einem Füllfaktor von 0% entsprechen. Ein Zahlenwert von 16, also der Zahlenwert des Codes, bei dem alle 4 Bits auf logisch 1 stehen, soll einer Abstrahlleistung von 100% und einem Füllfaktor von 100% entsprechen.

[0038] Dabei korrespondiert beispielsweise ein 3-Bit-Datenwort zur Selektion des Füllfaktors mit jeweils einer Code-Klasse.

[0039] Dabei ist es nicht notwendig, dass der Mittelwert der Bits eines Codes, d. h. der Füllfaktor, einem von außen vorgegebenen Zahlenwert, d. h. einem Datenwort, tatsächlich proportional ist. Es ist beispielsweise denkbar, dass eine Intensitätskennline durch unterschiedliche Codes implementiert wird. Für diesen Zweck kann ein Code beispielsweise über mehr als 16-Bit für das besagte Beispiel verfügen, wobei der konkrete Code beispielsweise durch eine 4-bit-Zufallszahl aus der Menge der Codes mit gleichen Füllfaktor ausgewählt wird.

[0040] So ist es beispielsweise sinnvoll, die physiologische Empfindlichkeit zu berücksichtigen.

[0041] Im Folgenden wird zur Vereinfachung lediglich eine proportionale Zuordnung zwischen Datenwort und Füllfaktor betrachtet. Die Offenbarung wird dadurch aber nicht beschränkt. Es ist offensichtlich, dass zu einem Wert, bei dem N

Bits der M Bits, die den Code bilden - in dem Beispiel 4 Bit -, einen logischen Wert von 1 haben $q = \frac{M!}{(M-N)!N!}$ Möglichkeiten der Kodierung der M Bits, die von der PCM-Kanal (CHN) erzeugt werden. Würde der PCM-Kanal (CHN) stets den gleichen Code senden, so hätte dies zur Folge, dass einzelne Frequenzen bevorzugt würden. Das Ziel eines Verwischen der Transienten würde verfehlt.

[0042] Es ist daher sinnvoll, die Codes von PCM-Periode zu PCM-Periode auszutauschen. Dabei werden Codes gleichen Füllfaktors zu Code-Klassen zusammengefasst. In dem Beispiel eines 4-Bit langen Codes gibt es daher fünf Code-Klassen, nämlich die Code-Klasse 0 mit Füllfaktor 0% mit nur einem Code, die Code-Klasse 1 mit Füllfaktor 25% mit vier Codes, die Code-Klasse 2 mit Füllfaktor 50% mit sechs Codes, die Code-Klasse 3 mit Füllfaktor 75% mit vier Codes und die Code-Klasse 4 mit Füllfaktor 100% mit wiederum nur einem Code (siehe die rechte Spalte der Tabelle).

[0043] Der Austausch kann beispielsweise dadurch geschehen, dass beispielsweise wie oben beschrieben, mittels eines rückgekoppelten Schieberegisters und eines einfach primitiven Polynoms, das beispielsweise in Form einer entsprechende Logik implementiert ist, eine Zufalls- oder Pseudozufallszahl (ZZ) in einem Zufallsgenerator (ZG) erzeugt wird, die nun aber nicht direkt zur Ansteuerung der Leuchtmittel und/oder der LED, sondern zur Selektion des zu verwendenden aktiven Codes aus der Menge der erlaubten und/oder möglichen Codes für die nächste Sendeperiode aus den Codes der vorgegeben Code-Klasse durch einen Controller (CTR) genutzt wird und diesen zu verwendenden aktiven Code festlegt. Die Code-Klasse entspricht dabei dem gewünschten Füllfaktor. Sie entspricht in der Funktion derjenigen des Tastverhältnisses bei einer PWM. Durch die Selektion der Code-Klasse kann somit ein Füllfaktor für das PCM-Signal festgelegt werden, der von 50% wesentlich abweicht, also zumindest in bestimmten Betriebslagen weniger als 45% und/oder mehr als 55% beträgt. Bei einer entsprechenden Länge der erzeugten Zufallsfolge wird daher das gesamte PCM-Signal, das durch den Controller (CTR) erzeugt wird, zu einem bandbegrenzten aperiodischen Quasizufalls- oder Zufallssignal mit einem Füllfaktor entsprechend der gewählten Code-Klasse, das sich für die Ansteuerung der Leuchtmittel und besonders von LEDs eignet.

[0044] Die Selektion von Codes innerhalb einer Code-Klasse kann aufgrund von EMV-Anforderungen eingeschränkt werden. So ist es, beispielsweise bezogen auf das hier diskutierte Beispiel, denkbar, nicht alle sechs Codes mit Füllfaktor 50% (siehe Tabelle) zu verwenden, sondern beispielsweise nur zwei oder auch nur einen dieser sechs möglichen Codes. Bei der Verwendung von nur einem Code ergäbe sich allerdings ein periodisches Signal, da dann ja keine Auswahl des Codes aufgrund des Zufallssignals mehr stattfinden kann und das PCM-Signal die Eigenschaft eines Zufallssignals verlieren würde.

[0045] Insbesondere bei mittleren Füllfaktoren der PCM-Codes (siehe Tabelle) sind im Übrigen auch sehr hohe Frequenzen möglich. Es besteht daher die Möglichkeit durch die besagte Selektion von bestimmten Codes und durch den Ausschluss von anderen Codes das spektrale Verhalten der PCM-Modulation zu steuern und beispielsweise nur solche Codes als aktive Codes zu erlauben, die vorzugsweise zu niedrigeren Störfrequenzen führen. Somit kann in Abhängigkeit von dem bisher abgestrahlten Spektrum oder dem erwarteten zukünftigen Abstrahlspektrum der nächste aktive Code oder die Menge an zulässigen aktiven Codes bestimmt werden. Auch sollte berücksichtigt werden, dass unter Umständen Codes, die hohe Frequenzanteile besitzen, durch die Ansteuerung, die Zuleitungen und die LEDs selbst aufgrund von deren Tiefpasseigenschaften nicht mehr dargestellt werden können. Insofern ist es sinnvoll, bestimmte kritische Codes entweder nicht darzustellen oder für sehr niedrige Leuchtstärken die Nichtlinearität der LEDs derart zu berücksichtigen, dass durch eine nichtlineare Abbildung der Codes diese auf darstellbare Codes als aktiver Code abgebildet werden. Eine Code-Bit-Folge 0010 könnte so zur Folge 0110 transformiert werden, wobei die erste 1 der Sequenz infolge der Tiefpasseigenschaften des Treibers (DRV, TR1, TR2, TR3), der Zuleitungen (102, 103, 103) und der LEDs (106, 107, 108, R, G, B) nicht dargestellt wird, so dass sich wieder der gewünschte Code 0010 als effektiv durch die LEDs dargestellter aktiver Code ergibt.

[0046] Eine erfindungsgemäß ansteuerbare Beleuchtungsvorrichtung umfasst daher in einer speziellen Ausprägung typischerweise eine Mehrzahl von Lichtmitteln und/oder LEDs in mindestens zwei, typischerweise jedoch drei oder vier oder mehr verschiedenen Farben. Diese sind typischerweise darauf ausgelegt, an eine elektrische Energieversorgung angeschlossen zu werden. Die Energieversorgung enthält einen elektrischen Stromkreis und eine gemeinsame Potentialreferenz (105). Die Treibermittel (TR1, TR2, TR3, DRV) zum Betreiben der Mehrzahl von Lichtstrahlern und/oder LEDs sind ebenfalls Teil der Vorrichtung. Die Treibermittel (TR1, TR2, TR3, DRV) sind mit den besagten Leuchtmitteln und/oder LEDs und dem Stromkreis verschaltet sowie mit den jeweiligen Strompfaden (102, 103, 104) die zumindest zwei verschiedenfarbigen Leuchtmitteln/LEDs entsprechende Schalter und/oder Regler umfassen. Des Weiteren ist eine Steuerung zum aperiodischen und unabhängigen Öffnen und Schließen der zumindest zwei Schalter oder zumindest zwei Regler vorgesehen. Dabei soll unter dem Öffnen und Schließen im Falle eines besagten Reglers eine Verminderung oder Erhöhung des Energiedurchsatzes durch den jeweiligen Regler zu verstehen sein. Die Steuerung ist dabei an ein drahtgebundenes oder drahtloses Datennetzwerk und/oder eine Datenleitung und/oder einen Daten-Bus angeschlossen. Dabei kann die Steuerung eine von außen mittels Programmierung oder unter Zuhilfenahme eines Adressengenerators, der Teil der Vorrichtung ist, veränderliche Bus-Adresse aufweisen. Diese Bus-Adresse wird durch die Vorrichtung genutzt,

um z. B. aus dem Datenstrom Daten, insbesondere Datenpakete oder andere Datenbotschaften, herauszufiltern. Sie identifiziert also den jeweiligen Anteil eines zugewiesenen Eingangsdatenflusses und reagiert darauf typischerweise durch Veränderung eines Parameters der Vorrichtung. Beispielsweise ist es denkbar, einen Code oder Teile der Code-Tabelle (CTAB) oder die ganze Code-Tabelle (CTAB) auszutauschen. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Größe der Code-Tabelle (CTAB) nicht notwendigerweise 2^n betragen muss, wobei n die Länge des Codes bezeichnet. Es ist vielmehr denkbar, dass die Code-Tabelle (CTAB) wesentlich kürzer mit weniger Codes implementiert wird. Es ist also ein wesentliches mögliches Merkmal der Erfindung, dass die Selektion der aktiven Codes durch Vorgaben über die besagte Datenschnittstelle beeinflusst wird. Dabei sind typischerweise zumindest zwei der besagten Leuchtmittel LEDs. Die Steuerung (101) erzeugt typischerweise mittels der Treiber (TR1, TR2, TR3) eine Mehrzahl von PCM-Signalen (102, 103, 104). Vorzugsweise korrelieren die PCM-Signale (102, 103, 104) nicht miteinander. Diese Nicht-Korrelation kann sich auch nur auf Abschnitte der Signale beziehen. Es ist beispielsweise denkbar, dass eine Korrelation erst nach 256 oder 512 oder 1024 oder 2048 oder 4096 Takten auftritt, was aber nicht dem technischen Optimum entspricht. Die Nicht-Korellation ist aber nicht zwingend erforderlich. Jedes der PCM-Signale (102, 103, 104) korrespondiert dabei jeweils mit einer Farbe der Mehrzahl von LEDs (106, 107, 108, R, G, B) und/oder Leuchtmitteln verschiedener Farben. Dabei wird jedes der PCM-Signale (102, 103, 104) erzeugt, indem jeweils mindestens ein entsprechender, dem jeweiligen PCM-Signal zugeordneter Schalter oder Regler zum Öffnen und Schließen entsprechend dem jeweiligen logischen Zustand des ebenfalls dem jeweiligen PCM-Signal zugehörigen internen PCM-Signals (PCM-S) des jeweiligen Kanals (CHN) der Steuereinheit (101) veranlasst wird. Dabei ist das Frequenzspektrum des Betrags der Frequenz des PCM-Signals, wie oben beschrieben, bandbegrenzt. Das bedeutet, dass das Signal eine untere Grenzfrequenz ω_u und/oder eine obere Grenzfrequenz ω_o besitzt.

[0047] In einer besonderen Ausprägung der Erfindung bestimmt der besagte Datenflussanteil, also typischerweise ein Datenpaket, die Daten zur Bestimmung der jeweiligen aktiven Bereiche der Sende-Codes, die die zumindest zwei verschiedenfarbigen LEDs aussenden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Datenflussanteil, also typischerweise ein für die Vorrichtung bestimmtes Datenpaket, eine vordefinierte oder vorprogrammierte Farbpalette in Form einer Untermenge der möglichen aktiven Codes bestimmt. Die Vorrichtung verfügt daher je Leuchtmittel über eine Teilvorrichtung, die die diesem Datenflussanteil entsprechende Untermenge der möglichen aktiven Codes in eine Zufallssequenz von Ein- und Ausschaltsignalen und insbesondere in ein PCM-Signal (PCM-S) für die besagten Schalter mit dem vorgewählten Füllfaktor umwandelt.

[0048] In einer weiteren Ausprägung der Erfindung umfasst die Steuerung zumindest zwei Register für die Ansteuerung der zumindest zwei verschiedenfarbigen Leuchtmittel/LEDs. Statt zweier Register können selbstverständlich auch Teile von Registern verwendet werden. Diese Register bzw. Registerteile werden jeweils zum Speichern von Werten verwendet, die zum Beispiel die besagte Datenschnittstelle aus einem Datenfluss erhält. Diese Datenflussanteile, insbesondere Datenpakete, werden dann den jeweiligen verschiedenfarbigen Leuchtmitteln/LEDs zugeordnet und geben beispielsweise jeweils den besagten Füllfaktor und damit die aktive Code-Klasse vor. Dies kann zum einen in direkter Weise geschehen in der Form, dass der Inhalt des Datenflussanteils direkt den Füllfaktor widerspiegelt, der verwendet werden soll oder zum anderen in der Weise geschehen, dass der Inhalt des Datenflussanteils auf den Füllfaktor direkt oder indirekt über weitere Tabellen verweist, die verwendet werden sollen. Beispielsweise ist die Verwendung von Farbpaletten denkbar, auf die dann der Registerinhalt verweisen kann. Dies ist besonders effizient, wenn z. B. eine Beschränkung auf 16 Farben stattfindet. In diesem Fall müssen nicht alle Daten, sondern beispielsweise nur ein 4-Bit-Datenwort für die Farbe übertragen werden.

[0049] Mit Hilfe dieses beispielhaften 4-Bit-Datenwortes wird dann der Füllfaktor jedes einzelnen PCM-Signals (102, 103, 104, PCM-Out) mit Hilfe der Farbpalette bestimmt.

[0050] Die Erfindung kann zweckmäßigerweise über eine Steuerung verfügen, die dafür eingerichtet ist, den Code-Füllfaktor geeignet einzustellen. Dabei wird wie oben beschrieben festgelegt, welche Art von Codes überhaupt verwendet werden dürfen. In dem hier dargestellten Beispiel eines vier Bit-Codes ergeben sich die möglichen Füllfaktoren von 0%, 25%, 50%, 75% und 100% der beispielhaften Code-Klassen 0 bis 4. Wie der Tabelle oben zu entnehmen ist, sind für die Füllfaktoren nahe dem Wert von 50% jeweils die maximale Anzahl an Code-Variationen möglich. Wird dieser Code an ein Leuchtmittel bzw. eine LED gesendet, so ist die mittlere Einschaltdauer pro Einschaltzyklus gleich dem Produkt aus Code-Transmissionsdauer und Füllfaktor. Das bedeutet, dass das Verhalten demjenigen einer PWM analog ist, bei der die Datenwerte zum Bestimmen der mittleren Einschaltdauer pro Zeiteinheit der zugehörigen Farb-LEDs (allg. Farb-Leuchtmittel) zugeordnet werden.

[0051] In einer weiteren Ausprägung der Erfindung umfasst die Steuerung zumindest ein weiteres Register für die Ansteuerung der zumindest zwei verschiedenfarbigen Leuchtmitteln bzw. LEDs. Statt dieses zusätzlichen dritten Registers können selbstverständlich auch Teile von Registern verwendet werden. Dieses dritte Register bzw. dieser dritte Registerteil wird jeweils zum Speichern eines dritten Wertes verwendet, den zum Beispiel die besagte Datenschnittstelle ebenfalls aus einem Datenfluss erhält. Auch hier ist wieder die direkte Verwendung des Wertes möglich, aber auch die indirekte Verwendung über eine der Farbpalette ggf. zugeordnete Code-Palette. In dem letzteren Fall verweist der Inhalt des dritten Wertes beispielsweise auf die richtige Code-Tabelle. Dieser Datenflussanteil, insbesondere ein Datenpaket,

wird bei der direkten Verwendung der aktiven Code-Tabelle zugeordnet und steuert beispielsweise die Selektion der Codes aus der Code-Tabelle.

[0052] Dabei ist es grundsätzlich sinnvoll, die Vorrichtung mit einem Gehäuse zu versehen, das im Wesentlichen die Mehrzahl von Leuchtmitteln bzw. LEDs, die Treibermittel (TR1, TR2, TR3, DRV) und die besagte Steuerung (101) umgibt.

[0053] In einer weiteren Ausprägung der Erfindung umfasst diese einen elektrischen Regler zum Steuern der über die Strompfade zu der Mehrzahl von LEDs gelieferten Maximalströme, um so die Maximalströme auf konstanten Maximalwerten zu halten. Dies hat den Vorteil, dass die Farbtemperatur der LEDs konstant gehalten werden kann.

[0054] Es wird also zusätzlich zur Vorgabe des PCM-Pulsmusters typischer Weise auch die Amplitude des PCM-Pulssignals geregelt.

[0055] Darüber hinaus kann die Erfindung einen Farbsensor vorsehen, der es der Steuereinheit (101) ermöglicht, den Füllfaktor und/oder die Farbtemperatur der Leuchtmittel bzw. LEDs so nachzuregeln, das die erwünschte Farbabstrahlung oder Farbreflektion des bestrahlten Objekts erzielt wird.

[0056] So ist es beispielsweise sinnvoll, die Farbtemperatur eines Kanals (CHN, CHN1, CHN2, CHN3) immer dann zu messen, wenn die anderen Kanäle ausgeschaltet sind, was bei nicht korrelierten PCM-Signalen (102, 103, 104, PCM-Out), die auf Zufallssignalen oder Pseudozufallszahlen beruhen, immer wieder der Fall sein wird. Dies ermöglicht es, durch Nachregelung des Maximalstroms und/oder der Maximalspannung und/oder der Maximalenergie die Farbtemperatur sehr einfach nachzuregeln.

[0057] In einer weiteren beispielhaften Ausprägung der Erfindung umfasst diese einen elektrischen Regler zum Steuern der über die Strompfade zu der Mehrzahl von Leuchtmitteln bzw. LEDs gelieferten Maximalenergie, um so die durch die Leuchtmittel bzw. LEDs aufgenommene Maximalenergie auf konstanten Maximalwerten zu halten. Eine solche Regelung hat im Gegensatz zur Regelung des Stromes den Vorteil, dass die Energiemenge, die umgesetzt wird unter Kontrolle gehalten werden kann.

[0058] In einer weiteren zweckmäßigen Ausprägung der Erfindung umfasst diese einen Regler zum Steuern der über die Strompfade zu der Mehrzahl von LEDs gelieferten Maximalströme oder der elektrischen Maximalenergie, um so die Maximalströme und/oder Maximalenergie auf konstanten Maximalwerten zu halten, wobei das Gehäuse im Wesentlichen zusätzlich zur Mehrzahl von LEDs, den Treibermitteln (TR1, TR2, TR3, DRV) und der Steuerung (101) nun auch den Regler (PWR) umgibt. Eine solche integrierte Lösung hat den Vorteil, dass die EMV Robustheit weiter erhöht wird.

[0059] In einer weiteren vorzugsweisen Ausprägung der Erfindung ist die Steuerung zum Identifizieren und Reagieren auf einen Eingangsdatenflussanteil, also dem jeweiligen Datenpaket, in Übereinstimmung mit einem LIN-Datenprotokoll und/oder einem Flexray-Datenprotokoll und/oder einem CAN-Datenprotokoll und/oder einem KNX-Datenprotokoll und/oder einem IP-Datenprotokoll und/oder einem USB-Datenprotokoll und/oder einem HDMI-Datenprotokoll eingerichtet. Dabei ist es von besonderer Bedeutung, wenn die Einrichtung selbstständig ihre Position im Netzwerk feststellen kann. Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn eine erste Datenschnittstelle und eine zweite Datenschnittstelle zur Verfügung stehen. Die Durchleitung von der ersten Datenschnittstelle zur zweiten Datenschnittstelle sollte dabei vorzugsweise davon abhängen, ob die Datenschnittstelle bereits eine gültige Bus-Adresse erhalten hat. Sofern dies nicht der Fall ist, werden die Datenpakete nicht weitergeleitet.

[0060] Dementsprechend ist es auch sinnvoll, wenn die Erfindung eine Funkschnittstelle und/oder eine Bluetooth Schnittstelle und/oder eine WLAN Schnittstelle nutzt.

[0061] In einer weiteren Ausprägung der Erfindung umfasst jeder Eingangsdatenflussanteil vorteilhafterweise jeweils ein Datenwort aus einem oder einer Mehrzahl von Bits oder Bytes für jede Leuchtmittel- bzw. LED-Farbe. Dabei enthält das Byte 8 Datenbits zum Festlegen der Intensität der jeweiligen LED-Farbe innerhalb eines Bereichs, der den Dezimalzahlen 0 bis 255 entspricht. Die Steuerung ist dabei dafür eingerichtet, den Füllfaktor der jeweils angewandten Codes in Übereinstimmung mit dem Bitinhalt des jeweiligen Datenwortes zu steuern.

[0062] In einer weiteren Ausprägung der Erfindung umfasst ein Verbraucher eine Mehrzahl von roten und/oder grünen und/oder blauen und/oder gelben und/oder weißen Leuchtmitteln bzw. LEDs und/oder UV-Leuchtmitteln bzw.-LEDs und/oder IR-Leuchtmitteln bzw. -LEDs.

[0063] Dabei kann grundsätzlich die Mehrzahl von Leuchtmitteln bzw. LEDs eine serielle und/oder parallele Anordnung von Leuchtmitteln bzw. LEDs umfassen.

[0064] Eine solche Vorrichtung kann in einem Beleuchtungsnetzwerk eingesetzt werden. Ein solches Beleuchtungsnetzwerk umfasst eine zentrale Steuerung zum Erzeugen des besagten Eingangsdatenflusses und eine Mehrzahl von Beleuchtungsvorrichtungen wie zuvor beschrieben. Dabei sollte jeder der Beleuchtungsvorrichtungen dafür eingerichtet sein, den Datenfluss zu empfangen und seine veränderliche Bus-Adresse während der Initialisierungsphase anders als die übrigen Beleuchtungsvorrichtungen des Beleuchtungsnetzwerks und im Gegensatz zum Stand der Technik selbst zu setzen, um sicherzustellen, dass die Beleuchtungseinrichtungen auf verschiedene Anteile des Eingangsdatenflusses reagieren. Es ist daher von besonderem Vorteil, wenn jede der Beleuchtungsvorrichtungen über eine Einrichtung verfügt, um eine veränderliche Netzwerkadresse (Bus-Adresse) selbst zu erzeugen, die vorzugsweise von der Position im Beleuchtungsnetzwerk abhängt. Beispielhafte Verfahren hierzu sind in DE-B-102 56 631, EP-B-1 490 772, EP-B-1 364 288 und/oder in EP-A-2 571 200 offenbart.

[0065] Bei einer solchen Art der Autoadressierung erfolgt insbesondere keine Zuweisung einer Bus-Adresse an einen vorbestimmten Endknoten durch die Steuerung. Vielmehr stellt die Steuerung beispielsweise eine Bus-Adresse allen Bus-Teilnehmern (Beleuchtungsvorrichtung) geleichzeitig zur Verfügung und die Bus-Teilnehmer entscheiden, ob diese Bus-Adresse für den jeweiligen Bus-Teilnehmer geeignet ist. Wenn diese Entscheidung positiv ausfällt, übernimmt der Bus-Teilnehmer die zur Verfügung gestellte Bus-Adresse und signalisiert allen anderen Bus-Teilnehmern, dass diese Bus-Adresse übernommen wurde bzw. dass nun die Übernahme der nächsten Bus-Adresse durch einen anderen Bus-Teilnehmer erfolgen soll. Diese Signalisierung kann beispielsweise durch die Durchleitung des Datenflusses von der besagten ersten Datenschnittstelle der Beleuchtungsvorrichtung zur besagten zweiten Datenschnittstelle der Beleuchtungsvorrichtung und umgekehrt ab dem Zeitpunkt erfolgen, ab dem die veränderliche Bus-Adresse der Beleuchtungsvorrichtung übernommen wurde.

[0066] Bei den oben zitierten Autoadressierungsverfahren wird die Bus-Adresse also nicht einem Bus-Teilnehmer konkret zugewiesen. Es ist somit so, dass die Steuerung dem Netzwerk - also allen Bus-Teilnehmern - eine Bus-Adresse zur (freien) Verfügung stellt. Einzelne Bus-Teilnehmer entscheiden dabei entsprechend diesem Verfahren selbstständig, ob sie diese Bus-Adresse verwenden. Es handelt sich somit nicht um eine Zuweisung bezogen auf einen einzelnen Bus-Teilnehmer, sondern um die Zuweisung der Bus-Adresse zu einer Netzwerk-Position. Der besondere Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass die einzelnen Bus-Teilnehmer aufgrund ihrer Position ihre Bus-Adresse erhalten und nicht vorkonfiguriert werden müssen.

[0067] Hierfür kann es auch sinnvoll sein, dass der Bus-Teilnehmer die Adresstabelle aller verwendeten Netzwerkadressen (Bus-Adressen) des Beleuchtungsnetzwerks vorhält. Der Bus-Teilnehmer wählt selbstständig, bestimmt durch die Position im Kabelbaum, eine der Bus-Adressen aus.

[0068] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen weiter erläutert.

Fig. 1 zeigt das Spektrum einer bipolaren PWM entsprechend dem Stand der Technik.

Fig. 2 zeigt den schematischen Aufbau einer erfindungsgemäß ansteuerbaren beispielhaften Vorrichtung 100 mit drei Gruppen von RGB-Leuchtmitteln 108, 107, 106 insbesondere in Form von LEDs. Eine Gruppe kann dabei auch nur ein Leuchtmittel und weitere elektrische Komponenten und Vorrichtungen enthalten. Die Steuereinheit 101 verfügt in diesem Beispiel über eine Datenschnittstelle 109. Über diese Datenschnittstelle 109 kommuniziert die Vorrichtung 100 mit dem Beleuchtungsnetzwerk, in die die Vorrichtung 100 eingebunden ist. Die Steuereinheit 101 gibt drei PCM-Signale 102, 103, 104 aus, mit denen die Gruppen von RGB-Leuchtmitteln 106, 107, 108 betrieben werden. Dabei soll in diesem Beispiel die mit "R" markierte Leuchtmittelgruppe rotes Licht ausstrahlen, die mit "B" markierte Leuchtmittelgruppe blaues Licht ausstrahlen und die mit "G" markierte Leuchtmittelgruppe grünes Licht ausstrahlen. Somit ist das erste PCM-Signal 102 der rot strahlenden Leuchtmittelgruppe 108 zugeordnet, das zweite PCM-Signal 103 der blau strahlenden Leuchmittelgruppe 107 zugeordnet und das dritte PCM-Signal 104 der grün strahlenden Leuchtmittelgruppe 106 zugeordnet. Alle Komponenten 101, 106, 107, 108 sind über ein Bezugspotenzial 105 verbunden. In einem Kfz ist dieses Bezugspotenzial vorzugsweise mit der Karosserie verbunden.

Fig. 3 zeigt einen beispielhaften Basis-Systemtakt 1 der die Position der Flanken des PCM-Steuersignals 4 bestimmt. Die Zeit ist dabei von links nach rechts dargestellt. In dem Beispiel sind die Codes 2, die jeweils aktiv sind, dargestellt. Die möglichen beispielhaften Codes mit beispielhafter Code-Länge vier sind in der Tabelle oben aufgelistet. Es handelt sich um die bereits dargestellten beispielhaften 4-Bit-Codes. In der Realität sind, wie erwähnt, andere und insbesondere größere Code-Längen sinnvoll. Da die Codes eine Code-Länge von vier Bit haben, wird mit jedem vierten Takt des Basis-Systemtakts 1 erst eine neue Zufallszahl 5 bestimmt und dann der entsprechende Code als neuer aktiver Code 2 gewählt. Dabei wird das Verfahren zur Bestimmung der Zufallszahl ZZ vorzugsweise so gewählt, dass alle Codes des gerade aktiven Füllfaktors mit der gleichen Wahr-scheinlichkeit gewählt werden können. In dem Beispiel beträgt der aktive Füllfaktor 50%.
Zum Vergleich zu einer PWM-Modulation mit einem Duty-Cycle von 50 % ist ganz unten in Fig. 3 das entsprechende PWM-Signal 6 dargestellt, was deutlich den Unterschied der erfindungsgemäßen PCM-zur bekannten PWM-Modulation und - Ansteuerung der Leuchtmittel bzw. LEDS zeigt.
Der Basis-Systemtakt 1 könnte, statt monofrequent, wie in Fig. 3 gezeigt, auch innerhalb vorgebbarer Frequenzgrenzen (mit der unteren Grenze ungleich Null) bandbreitenbegrenzt sein, was zu einer asynchronen Taktung des Systems führen würde.

Fig. 4 zeigt eine beispielhafte Implementation der Steuereinheit 101. Die beispielhafte Steuereinheit verfügt über einen Mikro-Controller μC, der zusammen mit einer Speichereinheit RAM/ROM/FLASH und dem Taktgenerator CLK ein Mikrorechnersystem bildet. Die Teilvorrichtungen des beispielhaften Mikrorechnersystems sind über einen internen Daten- und Steuerbus IBUS miteinander verbunden. An diesen internen Daten- und

Steuerbus IBUS ist eine Datenschnittstelle IF angeschlossen, über die der Mikro-Controller μC mit dem Rest des Beleuchtungsnetzwerks kommunizieren kann. Die Datenschnittstelle IF ist dabei mit dem externen Bus EBUS verbunden, der zusammen mit der zuvor genannten Datenschnittstelle (IF) mit der zuvor erwähnten externen Datenschnittstelle (109) der Fig. 2 identisch ist. Eine Energieversorgung PWR versorgt die Vorrichtung mit Energie. Die Energieversorgung PWR erhält die elektrische Energie über einen externen Energieanschluss EXTPWR. Es ist vorteilhaft, wenn der Mikro-Controller μC deren Zustand über den internen Bus IBUS abfragen und dadurch ggf. die Leistung der Vorrichtung verändern kann. Eine Schaltung zur Detektion des Einschaltvorgangs PWRst setzt die Vorrichtung in einen definierten Zustand zurück, wenn die externe Energieversorgung der Vorrichtung über den externen Energieanschluss EXTPWR eingeschaltet wird. Zu diesem Zeitpunkt versucht eine Adresserzeugung AdrGen eine im Beleuchtungsnetzwerk nur einmal vergebene Bus-Adresse zu erzeugen. Diese wird der Schnittstelle IF zur Verfügung gestellt. Dieses Basis-Rechnersystem entspricht dabei weitestgehend dem Stand der Technik.

Die Vorrichtung verfügt nun je PCM-Kanal CHN, CHN1, CHN2, CHN3 über eine PCM-Treibereinrichtung DRV, TR1, TR2, TR3 mit einem Ausgangssignal PCM-Out, die je eines der besagten PCM-Signale 102, 103, 104 als Ausgangssignal PCM-Out für eine der zuvor erwähnten Gruppen von RGB-Leuchtmitteln 108, 106, 107 erzeugt. In dem Beispiel der Fig. 4 erzeugt mit Hilfe der Zeitbasis CLK ein Zufallsgenerator ZG eine Zufallszahl ZZ und stellt diese einem Controller CTR zur Verfügung. Der Controller erzeugt mit Hilfe der Zeitbasis CLK, der Code-Tabelle CTAB und eines Registerwertes REG, der den Füllfaktor festlegt, das PCM-Steuersignal PCM-S. Dieses wird durch einen Treiber DRV zu dem besagten nieder-ohmigen Ausgangsignal PCM-Out umgesetzt. Der Treiber kann dabei einen Regler enthalten, der den Maximalpegel des PCM-Out-Signals entsprechend einer Vorgabe regelt. Diese Vorgabe kann insbesondere von extern, beispielsweise über ein Register oder durch Messung der Farbtemperatur, erfolgen. Der Regler kann dabei den Maximalstrom oder die Maximalenergie oder die Maximalspannung ausregeln. Eine Regelung des Maximalstroms ist besonders vorteilhaft. Der Regler ist in diesem Sinne ein Teil des Treibers. Der Treiber verfügt in der Regel über mindestens einen ersten Schalter, der in Abhängigkeit vom PCM-Steuersignal PCM-S den Treiberausgang PCM-Out mit der Energiequelle, bevorzugt über den Regler, verbindet. In vielen Realisierungen wird der Treiber über eine Push-Pull-Stufe mit zwei Schaltern verfügen, von denen der zusätzlich zweite Schalter den Ausgang PCM-Out nur dann beispielsweise mit dem Bezugspotenzial 105 verbindet, wenn der andere zuvor erwähnte erste Schalter geöffnet ist. Als Schalter werden typischer Weise Bipolar- oder Feldeffekt-Transistoren oder ähnliches verwendet. Es ist dabei besonders vorteilhaft, wenn die Komponenten ihren Status an den Mikro-Controller μC melden können und von diesem konfiguriert werden können. Der Treiber DRV wird dabei durch die Spannungsversorgung PWR mit Energie versorgt. Dabei wird das Referenzpotenzial 105 über einen separaten Anschluss Ref zugeführt. Über diesen Anschluss wird der Strom der Treiber TR1, TR2, TR3, DRV von den RGB-Leuchtmitteln 106, 107, 108 und LEDs zurückgeführt. Im Beispiel der Fig. 2 sind drei Kanäle CHN notwendig. In der Fig. 4 ist zur Vereinfachung jedoch nur ein Kanal CHN als Repräsentant für die Mehrzahl an Kanälen CHN1, CHN2, CHN3 einer Steuereinrichtung 101 eingezeichnet. Die besagten PCM-Signale 102, 103, 104 der Fig. 2 werden jeweils an einen Ausgang PCM-Out je eines Kanals CHN1, CHN2, CHN3 der Steuereinrichtung 101 angeschlossen. Da es sich nur um ein Beispiel handelt, wird bei den PCM-Signalen in der Folge immer auch ein Signal PCM-Out für einen einzelnen Kanal vermerkt. Dieses Signal PCM-Out repräsentiert jedoch bei der Verwendung mehrerer Kanäle CHN1, CHN1, CHN3 mehrere PCM-Signale 102, 103, 104). In dem Beispiel der drei PCM-Signale 102, 103, 104 werden diese somit ebenfalls durch den allgemeineren Begriff PCM-Out umfasst.

Fig. 5 zeigt ein beispielhaftes Beleuchtungsnetzwerk mit einer zentralen Kontrolleinheit CENTR und vier beispielhaften Vorrichtungen 100, die über einen sternförmigen Bus miteinander verbunden sind.

Fig. 6 zeigt ein beispielhaftes Beleuchtungsnetzwerk mit einer zentralen Kontrolleinheit CENTR und vier beispielhaften Vorrichtungen 100, die über einen sequentiellen Bus miteinander verbunden sind. Dabei verfügt jede der Vorrichtungen über eine weitere zweite Datenschnittstelle. Dies ermöglicht die Durchführung eines Verfahrens zur Ermittlung der veränderlichen Bus-Adresse wie in DE-B-102 56 631, EP-B-1 490 772, EP-B-1 364 288 und/oder in EP-A-2 571 200 offenbart.

Fig. 7 zeigt eine beispielhafte schematische Vorrichtung mit zwei Schnittstellen IF1, IF2, die jeweils an einen Datenbus EBUS1, EBUS2 angeschlossen sind. Diese Vorrichtung ist für ein Bussystem entsprechend Fig. 6 geeignet. Die Vorrichtung verfügt darüber hinaus beispielhaft über eine Funkschnittstelle TX/RX.

Fig. 8 zeigt eine beispielhafte schematische Vorrichtung 200 mit zu einem Stern verschalteten induktiven Lasten 206, 207, 208. Die zuvor beschriebene Steuereinrichtung 201 erzeugt mittels dreier Kanäle CHN1, CHN2,

CHN3 mit je einem Treiber TR jeweils ein Steuersignal 202, 203, 204. Aus dem Stand der Technik ist bekannt, dass solche Konstruktionen beispielsweise geeignet sind, um beispielsweise die Statorfeldspulen von bürstenlosen DC Motoren anzusteuern. Die Treiber TR müssen dabei für die Ansteuerung induktiver Lasten geeignet sein. Eine beispielhafte Ausführung einer solchen Treiberstufe ist aus EP-A-2 688 209 bekannt. In dem hier demonstrierten Beispiel dient der Sternpunkt als Potenzialreferenz 205. Die Steuerung der Steuereinrichtung 201 erfolgt wieder über einen Datenbus. Solche Konstruktionen werden vorzugsweise für die Erzeugung von Drehfeldern verwendet.

Fig. 9 zeigt eine Vorrichtung ähnlich der aus Fig. 8 mit dem Unterschied, dass nun der Sternpunkt 205 über einen weiteren Kanal CHN4 und einen zugehörigen Treiber TR angesteuert wird. Der Ausgang des Treibers 210 Treibt dabei eine separate Sternpunktsinduktivität. 211 Ziel ist es dabei typischerweise, dass die Sternpunktsspannung 0V wird. Eine solche Topologie ist beispielsweise sinnvoll, wenn die Informationen der Messmittel der Kanäle CHN1, CHN2, CHN3, CHN4 auch zur Lagebestimmung des Rotors einer rotierenden Maschine, beispielsweise eines bürstenlosen Gleichstrommotors, herangezogen werden sollen.

Fig. 10 zeigt eine Vorrichtung ähnlich der aus Fig. 9 mit dem Unterschied, dass das Bezugspotenzial der Steuereinrichtung 201 nicht mehr mit dem Sternpunkt verbunden ist.

Fig. 11 zeigt eine Vorrichtung ähnlich der in Fig. 8 mit dem Unterschied, dass die Induktivitäten nun im Dreieck geschaltet sind.

Fig. 12 zeigt eine andere einschlägige Anwendung, an der sich besonders gut die Möglichkeiten zur Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit diskutieren lassen. Die Vorrichtung verfügt beispielhaft hier nur über einen einzigen Kanal CHN1. Dieser steuert über den Treiber TR die Leitung 302. Die Leitung weist eine parasitäre Induktivität 308 und eine parasitäre Kapazität 312 auf. Es sei die Aufgabe der Schaltung 300, einen Verbraucher 307, also beispielsweise eine LED, mit elektrischer Energie in der Art zu versorgen, dass durch die Schaltvorgänge der Schwingkreis aus Induktivität 308 und Kapazität 307 nicht anschwingt oder, wenn dies doch geschehen solle, schnell ausschwingt.

Das Problem beschränkt sich dabei nicht nur auf die Resonanzfrequenz des Schwingkreises bestehend aus Induktivität 308 und Kapazität 312, sondern erstreckt sich typischerweise auch auf Oberwellen der Resonanzfrequenz.

Typischerweise lässt sich beispielsweise ein Empfindlichkeitsspektrum e(f) in Abhängigkeit von der Frequenz angeben. Diese soll nun durch die Vorrichtung 200 und die Steuereinrichtung 201 berücksichtigt werden. Diese Berücksichtigung erfolgt durch geeignete Auswahl des nächsten zu sendenden Codes durch die Steuereinrichtung 201. Hierzu speichert die Steuereinheit zumindest eine zeitbegrenzte Sequenz der gesendeten Codes und damit die gesendete Bit-Sequenz ab. Vor der Aussendung eines Codes wird dieser durch die Steuereinrichtung 201 auf Eignung geprüft. Es wird der geeignetste Code gesendet. Diese Eignungsprüfung, also eine Bewertung, erfolgt beispielsweise so, dass die abgespeicherte Code-Sequenz um den zu bewertenden Code ergänzt wird und die so erhaltene Code-Sequenz Fourier-transformiert wird. Hierbei ist übrigens zu beachten, dass die Länge der so erhaltenen Code-Sequenz nicht schon selbst Transienten erzeugt, die mit der Resonanzfrequenz und oder deren Oberwellenfrequenzen korrelieren. Nun wird das durch die Fourier-Transformation erhaltene Spektrum der ergänzten Code-Sequenz mit dem Empfindlichkeitsspektrum e(f) multipliziert und das Produkt über den interessierenden Bereich integriert. Die so erhaltene Zahl ist ein beispielhaftes Maß für die Korrelation und damit dafür, inwieweit der Code die Resonanz oder eine der möglichen Oberschwingungen anregen würde.

Auf diese Weise werden nun alle Codes mit dem vorgegebenen Füllfaktor, dem Zielfüllfaktor bewertet. Der Code mit der geringsten Anregung, bei diesem Beispiel der Code mit der geringsten Bewertung, wird für die Sendung ausgewählt. Ist die Anwendung sehr genau bekannt, so kann für verschiedene Füllfaktoren der zu wählende Code oder eine zu wählende Sequenz von Codes schon in der Konstruktionsphase vorausberechnet und in der Vorrichtung abgespeichert oder hart verdrahtet werden.

Es ist darüber hinaus denkbar, dass in der jeweiligen Applikation ein vom vorgegebenen Füllfaktor, dem Zielfüllfaktor, in geringem Maße abweichender Füllfaktor nicht auffallen würde. Daher ist es durchaus denkbar, wenn auch Codes mit einem geringfügig abweichenden Füllfaktor geprüft werden. Bei der Bewertung werden diese mit einem "Malus" versehen, der umso größer sein sollte, je größer die Abweichung des Füllfaktors ist. Dieser Malus kann beispielsweise ein Bewertungsoffset und/oder ein Malusfaktor sein, mit dem das Bewertungsergebnis verschlechtert wird. Andere, insbesondere nichtlineare Bewertungsmethoden sind denkbar. Das System selektiert daher den Code, der hinsichtlich der Bewertung der elektromagnetischen Verträglichkeit - hier das beispielhafte Anschwingen eines Serienresonanzkreises - und hinsichtlich der Bewertung des

Ergebnisses für den Nutzer die optimalen Eigenschaften im Sinne eines optimalen Kompromisses darstellt. Die exakte Bewertungsfunktion hinsichtlich dieser zwei Bewertungsdimensionen dürften von Anwendungsfall zu Anwendungsfall sehr stark schwanken, weshalb es hier bei diesen Beispielen bleiben soll.

[0069] Nachfolgend werden, in Gruppen eingeteilt, einzelne Merkmale der Erfindung aufgeführt, die einzeln oder in beliebigen Kombinationen, gruppenweise oder gruppenübergreifend die Erfindung definieren können.

1. Beleuchtungsvorrichtung, umfassend:

- eine Mehrzahl von Leuchtmitteln 106, 107, 108 und/oder insbesondere LEDs in zumindest zwei verschiedenen Farben, die darauf ausgelegt sind, an eine elektrische Energieversorgung gekoppelt zu werden, die einen elektrischen Stromkreis und eine gemeinsame Potentialreferenz 105 enthält;
- Treiber DRV, TR1, TR2, TR3 zum Betreiben der Mehrzahl von Leuchtmitteln 106, 107, 108, die zumindest zwei mit der Mehrzahl von Leuchtmitteln 106, 107, 108 und/oder insbesondere LEDs und dem Stromkreis verschaltete und den jeweiligen Strompfaden der zumindest zwei verschiedenfarbigen Leuchtmittel entsprechende Schalter und/oder Regler umfassen und
- eine Steuerung 101 zum aperiodischen und unabhängigen Öffnen und Schließen der zumindest zwei Schalter oder zumindest zwei Regler, wobei unter Öffnen und Schließen der Regler eine Verminderung oder Erhöhung des Energiedurchsatzes durch die besagten Regler zu verstehen ist, und wobei die Steuerung 101 eine veränderliche Bus-Adresse hat, um einen jeweiligen Anteil eines zugewiesenen Eingangsdatenflusses zu identifizieren und darauf zu reagieren und wobei der Datenflussanteil dieser Steuerung 101 mittels der besagten veränderlichen Bus-Adresse zugewiesen ist,
- wobei zumindest zwei der besagten Leuchtmittel 106, 107, 108 LEDs sind und
- wobei zumindest die besagte die Steuereinrichtung 101 eine Mehrzahl von PCM-Signalen 102, 103, 104, PCM-Out erzeugt und
- wobei jedes PCM-Signal PCM-Out, 102, 103, 104 jeweils einer Farbe der Mehrzahl von LEDs und/oder Leuchtmitteln 106, 107, 108 verschiedener Farben entspricht und
- wobei der logische Zustand jedes der PCM-Signale PCM-Out, 102, 103, 104 durch das Öffnen und Schließen eines der zumindest zwei Schalter oder Regler zum Öffnen und Schließen entsprechend dem jeweiligen logischen Zustand zumindest eines PCM-Steuersignals PCM-S bestimmt wird und
- wobei das Frequenzspektrum des Betrags der Frequenz des jeweiligen PCM-Signals PCM-Out, 102, 103, 104 und/oder des jeweiligen PCM-Steuersignals PCM-S bandbegrenzt ist und
- wobei ein Datenflussanteil des Datenstromes auf einem Datenbus EBUS, 109 oder eines funkgestützten Datenstroms Daten zur direkten oder indirekten Bestimmung des jeweiligen Füllfaktors der jeweiligen zumindest zwei PCM-Signale PCM-Out, 102, 103, 104 der zumindest zwei verschiedenfarbigen LEDs 106, 107, 108 oder Leuchtmittel umfasst.

2. Vorrichtung gemäß Punkt 1, wobei die Steuereinrichtung 101 zumindest zwei Register Reg oder zumindest zwei Teile von Registern für die zumindest zwei verschiedenfarbigen LEDs und/oder Leuchtmittel umfasst, die jeweils zum Speichern respektiver Datenwerte des Datenflussanteils für die zumindest zwei verschiedenfarbigen LEDs und/oder Leuchtmittel eingerichtet sind, wobei die Steuerung 101 dafür eingerichtet ist, die Datenwerte zum Bestimmen des Füllfaktors des PCM-Signals PCM-Out, PCM-S, 102, 103, 104 der jeweils zugehörigen Farb-LEDs direkt oder indirekt über eine Farbtabelle zu verwenden.

3. Vorrichtung gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Punkte, wobei zumindest ein PCM-Signal PCM-Out, PCM-S, 102, 103, 104 ein digitales Signal ist, das zumindest in einer möglichen Betriebslage eine Zufallsfolge oder Pseudozufallsfolge mit einem Füllfaktor ist, der von 50% verschieden ist und/ oder kleiner als 45% ist oder von 50% verschieden ist und/ oder größer als 50% ist.

4. Vorrichtung gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Punkte, wobei die Steuereinrichtung 101 zumindest ein drittes Register oder zumindest einen Teil eines Register Reg umfasst, die jeweils zum Speichern zumindest eines dritten Datenwertes des Datenflussanteils eingerichtet ist, wobei die Steuerung 101 dafür eingerichtet ist, die Datenwerte zum Bestimmen der zulässigen Codes für die Kodierung des PCM-Signals 102, 103, 104, PCM-Out der jeweils zugehörigen Farb-LEDs direkt oder indirekt über eine Code-Tabelle zu verwenden.

5. Vorrichtung gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Punkte, wobei die Steuereinrichtung 101 zumindest Register Reg oder andere Speichermittel z. B. Ram/ROM/FLASH oder eine feste Verdrahtung aufweist, die die zulässigen Codes für die Kodierung des PCM-Signals 102, 103, 104 der jeweils zugehörigen Farb-LEDs oder

Algorithmen und/oder Parameter zu deren Bestimmung enthalten.

6. Vorrichtung gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Punkte, die ein Gehäuse umfasst, das im Wesentlichen die Mehrzahl von LEDs, die Treiber TR1, TR2, TR3, DRV und die Steuerung 101 umgibt.

7. Vorrichtung gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Punkte, weiterhin umfassend einen elektrischen Regler DRV zum Steuern der über die Strompfade zu der Mehrzahl von LEDs gelieferten Maximalströme, um so die Maximalströme auf konstanten Maximalwerten zu halten.

8. Vorrichtung gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Punkte, weiterhin umfassend einen elektrischen Regler DRV zum Steuern der über die Strompfade zu der Mehrzahl von LEDs gelieferten Maximalenergie, um so die durch die LEDs aufgenommene Maximalenergie auf konstanten Maximalwerten zu halten.

9. Vorrichtung gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Punkte, weiterhin umfassend einen Regler zum Steuern der über die Strompfade zu der Mehrzahl von LEDs gelieferten Maximalströme oder der elektrischen Maximalenergie, um so die Maximalströme auf konstanten Maximalwerten zu halten, wobei das Gehäuse im Wesentlichen zusätzlich zur Mehrzahl von LEDs, den Treibern TR1, TR2, TR3, DRV und der Steuerung 101, den Regler umgibt.

10. Vorrichtung gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Punkte, wobei die Steuerung zum Identifizieren und Reagieren auf den jeweiligen Eingangsdatenflussanteil in Übereinstimmung mit einem LIN-Datenprotokoll oder einem Flexray-Datenprotokoll oder einem CAN-Datenprotokoll oder einem KNX-Datenprotokoll oder einem IP-Datenprotokoll oder einem USB-Datenprotokoll oder einem HDMI-Datenprotokoll eingerichtet ist.

11. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Punkte, wobei die Vorrichtung über eine Funkschnittstelle und/oder eine Bluetooth-Schnittstelle und/oder eine WLAN-Schnittstelle verfügt.

12. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Punkte, wobei jeder Eingangsdatenflussanteil jeweils ein Datenwort umfasst, das den Füllfaktor zum Festlegen der Intensität der jeweiligen LED-Farbe enthält, und die Steuerung dafür eingerichtet ist, den Füllfaktor zumindest eines PCM-Signals in Übereinstimmung mit dem Bitinhalt des jeweiligen Datenwortes zu steuern.

13. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Punkte, wobei die Mehrzahl von LEDs rote und/oder grüne und/oder blaue und/oder gelbe und/oder weiße LEDs und/oder eine UV-LED und/oder eine IR-LED umfasst.

14. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Punkte, wobei die Mehrzahl von LEDs eine serielle und/oder parallele Anordnung von LEDs umfasst.

15. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Punkte, wobei die Vorrichtung zumindest einen Zufallszahlgenerator ZG und/oder einen Pseudozufallszahlgenerator umfasst.

16. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Punkte, wobei die Vorrichtung zumindest eine Code-Tabelle CTAB umfasst.

17. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Punkte, wobei die Vorrichtung mehr als eine, zumindest aber zwei Code-Tabellen CTAB umfasst, die durch einen Register-Wert selektiert werden.

18. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Punkte, wobei die Vorrichtung eine Farbpalette umfasst, die einen Füllfaktor in Abhängigkeit von einem Register-Wert für zumindest einen Kanal CHN vorgibt.

19. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Punkte, wobei die Vorrichtung zumindest eine Datenschnittstelle IF, 109 umfasst.

20. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Punkte, wobei die Vorrichtung zumindest einen Datenspeicher (z.B. RAM/ROM) umfasst.

21. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Punkte, wobei die Vorrichtung zumindest eine Energieversorgung PWR umfasst.

22. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Punkte, wobei die Vorrichtung zumindest eine Teilvorrichtung PWRst umfasst, die die Vorrichtung in einen definierten Zustand versetzt, wenn diese aus einem Zustand ungenügender Energieversorgung in einen Zustand genügender Energieversorgung übergeht.

23. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Punkte, wobei die Vorrichtung mindestens zwei PCM-Signale 102, 103, 104, PCM-Out ausgibt, die bei Bildung einer Auto-Korrelationsfunktion oder Kreuzkorrelationsfunktion nicht miteinander korrelieren.

24. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Punkte, wobei die Vorrichtung mindestens zwei PCM-Signale 102, 103, 104, PCM-Out ausgibt, die bei Bildung einer Auto-Korrelationsfunktion oder Kreuzkorrelationsfunktion erst nach mindestens 256 oder 512 oder 1024 oder 2048 oder 4096 Takten miteinander korrelieren.

25. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Punkte, wobei die Vorrichtung über einen Farbsensor verfügt, der die abgestrahlte Farbe des Lichts der Mehrzahl von Leuchtmitteln 106, 107, 108 und/oder von LEDs oder die Farbe des reflektierten der Mehrzahl von Leuchtmitteln 106, 107, 108 und/oder von LEDs vermisst.

26. Vorrichtung gemäß Punkt 25, wobei die Vorrichtung die Farbtemperatur einer einzelnen Mehrzahl von Leuchtmitteln 106, 107, 108 und/oder von LEDs vermisst, wenn nur eines der PCM-Signale 102, 103, 104, PCM-Out aktiv ist und die zugehörige Mehrzahl von diesem PCM-Signal zugehörigen Leuchtmitteln 106, 107, 108 und/oder von diesem PCM-Signal zugehörigen LEDs mit Energie versorgt.

27. Vorrichtung gemäß Punkt 26, wobei die Vorrichtung die Farbtemperatur einer einzelnen Mehrzahl von Leuchtmitteln 106, 107, 108 und/oder von LEDs mit Hilfe des Messwerts der Farbtemperatur nachregelt, indem der Maximalstrom und/oder die Maximalspannung und/oder die Maximalenergie des zugehörigen PCM-Signals nachgeregelt wird.

28. Beleuchtungsnetzwerk, umfassend

- eine zentrale Steuerung CENTR zum Erzeugen eines Eingangsdatenflusses
- und eine Mehrzahl von Beleuchtungsvorrichtungen 100 gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei jeder der Beleuchtungsvorrichtungen dafür eingerichtet ist, den Datenfluss zu empfangen und seine veränderliche Bus-Adresse anders mittels einer Autoadressierungsvorrichtung AdrGen zusetzen, um so auf verschiedene Anteile des Eingangsdatenflusses zu reagieren.

29. Beleuchtungsnetzwerk nach Punkt 28, wobei jeder der Apparate über eine Autoadressierungsvorrichtung (AdrGen) verfügt, um eine veränderliche Bus-Adresse selbst zu erzeugen, die von der Position im Beleuchtungsnetzwerk abhängt.

30. Beleuchtungsnetzwerk nach einem oder mehreren der Punkte 28 bis 29

- wobei eine zentrale Steuerung CENTR, die Teil des Beleuchtungsnetzwerks ist, einer Mehrzahl von Satelliten und/oder Beleuchtungsvorrichtungen gleichzeitig eine Bus-Adresse zur Verfügung stellt und
- wobei die besagten Satelliten und/oder Beleuchtungsvorrichtungen aufgrund ihrer Position am Kabelbaum des Netzwerkes entscheiden, ob diese Bus-Adresse ihre neue veränderliche Bus-Adresse ist.

31. Beleuchtungsnetzwerk nach einem oder mehreren der Punkte 28 bis 30, wobei ein Satellit und/oder eine Beleuchtungsvorrichtung eine Adresstabelle aller oder eines Teils der verwendeten Netzwerkadressen (Bus-Adressen) des Beleuchtungsnetzwerks vorhält.

32. Beleuchtungsnetzwerk nach Punkt 31, wobei ein Satellit und/ oder eine Beleuchtungsvorrichtung selbstständig aufgrund der Position im Kabelbaum eine der Bus-Adressen der Adresstabelle als veränderliche Bus-Adresse auswählt.

33. Verfahren zur Erzeugung eines PCM-Signals wobei

a. zuerst zu Beginn eines Code-Zyklus basierend auf einem vorgegeben Füllfaktor (Zielfüllfaktor) ein aktiver Code erzeugt oder selektiert wird,
b. dessen Bits in einem weiteren Schritt dann sequentiell als Teil des PCM-Signals in einer vorgegebenen

Reihenfolge herausgegeben werden
c. woraufhin in einem weiteren Schritt der Code-Zyklus mit dem Ende des Herausgebens des letzten Bits des aktiven Codes der nächste Code-Zyklus mit Schritt a) beginnt.

34. Verfahren zur Erzeugung eines PCM-Signals, wobei das PCM-Signal ein Zufallssignal oder Pseudozufallssignal ist, dessen relativer Füllfaktor kleiner als 45% und/oder größer als 55% ist.

35. Verfahren nach Punkt 33 oder 34, wobei zumindest zeitweise mindestens zwei verschiedene Codes zu verschiedenen Zeiten und nicht überlappend und mit einem gleichen Füllfaktor als Teil des PCM-Signals ausgegeben werden.

36. Verfahren nach Punkt 35 wobei eine Zufallszahl ZZ oder ein Zufallssignal oder ein Pseudozufallssignal oder eine Pseudozufallszahl bestimmt, welcher der mindestens zwei verschiedenen Codes als aktiver Code selektiert oder erzeugt und ausgegeben wird.

37. Verfahren zur Erzeugung eines PCM-Signals nach einem oder mehreren der Punkte 35 bis 36, wobei nicht alle möglichen Codes mit gleichem Füllfaktor und gleicher Code-Länge als aktive Codes verwendet werden.

38. Verfahren zur Erzeugung eines PCM-Signals nach einem oder mehreren der Punkte 35 bis 37, wobei in Abhängigkeit von dem bisher abgestrahlten Spektrum oder dem erwarteten zukünftigen Abstrahlspektrum der nächste aktive Code oder die Menge an zulässigen aktiven Codes bestimmt wird.

39. Verfahren zur Erzeugung eines ersten PCM-Signals nach einem oder mehreren der Punkte 35 bis 38, wobei dieses zusammen mit einem zweiten PCM Signal, das ebenfalls nach einem oder mehreren der Punkte 35 bis 38 erzeugt wird, erzeugt wird, wobei das erste PCM-Signal und das zweite PCM-Signal nicht oder weniger als 10% oder 25% miteinander korrelieren.

40. Verfahren zur Versorgung eines Verbrauchers mit elektrischer Energie, wobei der Verbraucher mit einer elektrischen Leistung versorgt wird, die mit einem PCM-Signal, das gemäß einem Verfahren nach einem der Punkte 35 bis 39 erzeugt wird, moduliert ist.

41. Verfahren zur Versorgung eines Verbrauchers mit elektrischer Energie nach einem der Punkte 35 bis 40 mit einem PCM-Signal, wobei der Verbraucher ein Lichtstrahler und/oder eine LED ist.

42. Verfahren zur Versorgung eines Verbrauchers mit elektrischer Energie nach einem der Punkte 35 bis 41, wobei der Füllfaktor durch eine Datenbotschaft bestimmt wird, die über ein Datennetzwerk erhalten wird.

43. Verfahren zur Versorgung eines Verbrauchers mit elektrischer Energie nach einem der Punkte 35 bis 42, wobei mindestens ein als aktiver Code zulässiger Code oder ein aktiver Code durch eine Datenbotschaft bestimmt wird, die über ein Datennetzwerk erhalten wird.

44. Verfahren zur Versorgung eines Verbrauchers mit elektrischer Energie nach einem der Ansprüche 35 bis 42 wobei mindestens ein aktiver Code einer Code-Tabelle CTAB in Abhängigkeit von einer Zufallszahl ZZ und/oder einem Zufallssignal und/oder einer Pseudozufallszahl und/oder einem Pseudozufallssignal entnommen wird.

45. Verfahren zur Versorgung eines Verbrauchers mit elektrischer Energie nach einem der Punkte 35 bis 42, wobei mindestens ein aktiver Code einer Code-Tabelle CTAB in Abhängigkeit von dem Spektrum einer Sequenz zuvor gesendeter Codes ergänzt um diesen Code hinsichtlich der Korrelation mit einem Empfindlichkeitsspektrum e(f), bewertet wird, wobei das Empfindlichkeitsspektrum e(f) auch nur eine oder wenige diskrete Frequenzen umfassen kann.

46. Verfahren zur Versorgung eines Verbrauchers mit elektrischer Energie nach Punkt 45, wobei der mindestens ein aktiver Code einer Code-Tabelle (CTAB) in Abhängigkeit von einem Bewertungsergebnis selektiert wird.

47. Verfahren zur Versorgung eines Verbrauchers mit elektrischer Energie nach Punkt 45, wobei der mindestens ein aktiver Code einer Code-Tabelle CTAB mindestens einmal selektiert wird, dessen Füllfaktor von einem Zielfüllfaktor abweicht.

48. Verfahren zur Versorgung eines Verbrauchers mit elektrischer Energie nach einem oder mehreren der Punkte 45 bis 46 und nach 47, wobei das Bewertungsergebnis eines Codes vom Unterschied des Füllfaktors des Codes zum Zielfüllfaktor abhängt.

49. Verfahren zu Verfahren zur Versorgung eines Verbrauchers mit elektrischer Energie wobei die abgegebene Energie, der Füllfaktor, von der Energie abweicht, die entsprechend einem Steuerwert, dem Zielfüllfaktor, abzugeben wäre und wobei diese Abweichung das Spektrum des Signals der Versorgungsleitung verändert.

50. Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Verfahren nach einem oder mehreren der Punkte 33 bis 44 durchführt.

51. Beleuchtungsvorrichtung mit

- einer ersten Gruppe von Leuchtmitteln zur Abgabe von Licht einer ersten Farbe, wobei die erste Gruppe mindestens ein Leuchtmittel umfasst,
- mindestens einer zweiten Gruppe von Leuchtmitteln zur Abgabe von Licht einer von der ersten Farbe verschiedenen zweiten Farbe, wobei die zweite Gruppe mindestens ein Leuchtmittel umfasst,
- einer ersten Treibereinheit zum Treiben der ersten Gruppe von Leuchtmitteln,
- einer zweiten Treibereinheit zum Treiben der zweiten Gruppe von Leuchtmitteln und
- einer Ansteuereinheit zur gemeinsam und/oder unabhängig voneinander erfolgenden Ansteuerung der ersten und der zweiten Treibereinheit mittels Ansteuersignalen,
- wobei jedes Ansteuersignal der Ansteuereinheit ein n-Bits repräsentierendes Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignal eines Mehrbit-Codes ist, mit n > 1,
- wobei der Mehrbit-Code eine Vielzahl von binären Codewörtern aufweist, die sich in mindestens zwei Code-Klassen von Codewörtern unterteilen,
- wobei mindestens eine Code-Klasse Codewörter mit der gleichen Anzahl von Eins-Bits aufweist,
- wobei die Anzahl von Eins-Bits der Codewörter der Klassen von Code-Klasse zu Code-Klasse verschieden ist,
- wobei die Code-Klassen verschiedenen Intensitäten zugeordnet sind, mit denen die Leuchtmittel Licht abgeben,
- wobei die Ansteuereinheit zur Steuerung der Intensität, mit der mindestens eine erste Leuchtmittel oder das mindestens eine zweite Leuchtmittel Licht abgibt, an die Treibereinheit bzw. Treibereinheiten Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignale mit einem Codewort aus derjenigen Code-Klasse sendet, die der Intensität zugeordnet ist, mit der das betreffende Leuchtmittel Licht abgeben soll, und
- wobei die Ansteuereinheit dann, wenn die Intensität, mit der das betreffende Leuchtmittel Licht abgibt, unverändert bleibt, nacheinander Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignale mit verschiedenen der Codewörter aus der der Intensität zugeordneten Code-Klasse sendet.

52. Beleuchtungsvorrichtung nach Punkt 51, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswahl der Codewörter aus einer Code-Klasse, die durch die Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignale der Ansteuereinheit repräsentiert werden, zufallsgesteuert, quasi zufallsgesteuert, beliebig variierend oder deterministisch variierend ist.

53. Beleuchtungsvorrichtung nach Punkt 51 und 52, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignale lediglich Codewörter aus denjenigen Code-Klassen repräsentieren, die Codewörter mit einem bezogen auf die Anzahl n der Bits des Mehrbit-Codes prozentualen Anteil an Eins-Bits zwischen einer vorgegebenen unteren und einer vorgegebenen oberen Grenze und/oder innerhalb eines oder mehrere vorgegebener Bereiche aufweisen.

54. Beleuchtungsvorrichtung nach Punkt 53, dadurch gekennzeichnet, dass der oder einer der vorgegebenen Bereiche zwischen 30 % und 70 %, insbesondere zwischen 45 % und 60 % liegt.

55. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Punkte 51 bis 54, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Anzahl von Codewörtern einer Code-Klasse eine Untermenge an Codewörtern ausgewählt ist, und dass die Codewörter dieser Untermenge zur Bildung des Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignals verwendet wird.

56. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Punkte 51 bis 55, gekennzeichnet durch einen mit der Ansteuereinheit gekoppelten Datenbus zum Empfangen von Datensignalen über den Datenbus, die die Ansteuereinheit befähigen, die Treibereinheiten mit den zur Erzeugung eines gewünschten Mischfarbenlichts erforderlichen Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignalen anzusteuern.

57. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Punkte 51 bis 56, gekennzeichnet durch mindestens eine Code-Tabelle, in der Codewörter der Code-Klassen oder zuvor ausgewählten Code-Klassen abgelegt sind.

58. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Punkte 51 bis 57, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei PCM-Ansteuersignale nicht miteinander korrelieren und/oder erst nach einer vorgebbaren Anzahl von Takten, z. B. erst nach 256, 512, 1024, 2048 oder 4096 Takten für einen oder wenige Takte miteinander korrelieren.

59. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Punkte 51 bis 58, gekennzeichnet durch eine Farb-Tabelle, in der für jede Gruppe von Leuchtmitteln die der gewünschten Farbe des von den Leuchtmitteln abzugebenden Lichts zugeordneten Code-Klassen angegeben sind.

60. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Punkte 51 bis 59, gekennzeichnet durch einen Farbsensor zur Erfassung der Farbe des von den Leuchtmitteln abgegebenen Lichts zur Regelung der Farbe durch die Ansteuereinheit.

61. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Punkte 51 bis 60, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuereinheit die Farbtemperatur der Leuchtmittel anhand eines Soll- und eines Ist-Farbtemperaturwerts regelt, indem der Maximalstrom und/oder die Maximalspannung und/oder die Maximalenergie des jeweiligen PCM-Ansteuersignals geregelt wird.

62. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Punkte 51 bis 61, dadurch gekennzeichnet, dass die Taktfrequenz der PCM-Ansteuersignale, mit denen die Code-Wörter übertragen werden, monofrequent oder bandbreitenbegrenzt mit einer unteren Grenzfrequenz ungleich Null und einer oberen Grenzfrequenz und damit variabel ist.

63. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Punkte 51 bis 62, dadurch gekennzeichnet, dass, falls erforderlich, innerhalb einer zeitlichen Aufeinanderfolge von Codewörtern einer Code-Klasse ein oder mehrere Codewörter einer oder mindestens einer anderen Code-Klasse übertragen werden.

64. Beleuchtungsanordnung mit

- mehreren Beleuchtungsvorrichtungen nach einem der Punkte 51 bis 33,
- einer Zentral-Steuereinheit, die über einen Datenbus mit den Ansteuereinheiten der Beleuchtungsvorrichtungen gekoppelt ist,
- wobei über den Datenbus gelangende Datensignale Adressinformationen zur Adressierung einer oder mehrerer Beleuchtungsvorrichtungen und Nutzinformationen zur Versorgung der adressierten Beleuchtungsvorrichtung bzw. Beleuchtungsvorrichtungen mit den zur Erzeugung des jeweils gewünschten Farblichts durch diese erforderlichen Informationen aufweisen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung einer Sequenz von binären Codewörtern eines Mehrbit-Codes für ein Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignal zur Versorgung eines Verbrauchers, wobei bei dem Verfahren

   - ein Mehrbit-Code mit einer Vielzahl von binären Codewörtern mit jeweils gleicher Anzahl von n-Bits, mit n > 1 bereitgestellt wird, die sich in mindestens zwei Code-Klassen von Codewörtern unterteilen lassen, wobei mindestens eine Code-Klasse mehrere Codewörter mit der gleichen Anzahl von Eins-Bits aufweist und die Anzahl von Eins-Bits der Codewörter der Code-Klassen von Code-Klasse zu Code-Klasse verschieden ist, und
   - das Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignal als Sequenz der Codewörter einer Code-Klasse erzeugt wird, indem die Codewörter dieser Code-Klasse in dem Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignal zufalls- oder quasi zufallsgesteuert oder in beliebig variierender oder deterministisch variierender Reihenfolge aufeinanderfolgen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reihenfolge der das Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignal bildenden Code-wörter einer Code-Klasse sich zyklisch wiederholt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Code-Klasse, aus der das Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignal bildende Codewörter ausgewählt werden, nur eine solche oder mehrere socher Code-Klassen gewählt werden, der bzw. denen jeweils Codewörter zugeordnet sind, deren Anzahl an Eins-Bits in

Relation zur Anzahl der n-Bits des Mehrbit-Codes innerhalb eines oder mehrerer Prozentbereiche liegt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder einer der vorgebbaren Prozentbereiche zwischen 30 % und 70 %, insbesondere zwischen 45 % und 60 % liegt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der Anzahl von Codewörtern einer Code-Klasse eine Untermenge an Codewörtern ausgewählt wird, und dass die Codewörter dieser Untermenge zur Bildung des Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignals verwendet werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes ein Codewort repräsentierendes Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignal im Frequenzbereich ein Teilspektrum aufweist und somit jedem Codewort jeder Code-Klasse ein Teilspektrum entspricht und dass diejenigen Codewörter, deren Teilspektren innerhalb eines vorgebbaren Gesamtspektrums liegen, potentiell für die Bildung des Pulse Code Modulated (PCM-) Ansteuersignals verwendet werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Taktfrequenz der PCM-Ansteuersignale, mit denen die Code-Wörter übertragen werden, monofrequent oder bandbreitenbegrenzt mit einer unteren Grenzfrequenz ungleich Null und einer oberen Grenzfrequenz und damit variabel ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**, falls erforderlich, innerhalb einer zeitlichen Aufeinanderfolge von Codewörtern einer Code-Klasse ein oder mehrere Codewörter einer oder mindestens einer anderen Code-Klasse übertragen werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens zwei PCM-Ansteuersignale nicht miteinander korrelieren und/oder erst nach einer vorgebbaren Anzahl von Takten, z. B. erst nach 256, 512, 1024, 2048 oder 4096 Takten für einen oder wenige Takte miteinander korrelieren.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **gekennzeichnet durch** seine Verwendung zur Versorgung mindestens eines Verbrauchers, insbesondere eines Leuchtmittels wie z. B. eine LED, oder eines Verbrauchers mit einer ggf. parasitären, ohmschen und/oder induktiven und/oder kapazitiven Last, wie sie in elektrischen/elektronischen Gegenständen/Komponenten im Automotive-Bereich und/oder des täglichen Lebens für z. B. Wohn- und/oder Industriegebäude, Accessoire, Transport anzutreffen sind, mit elektrischer Energie.

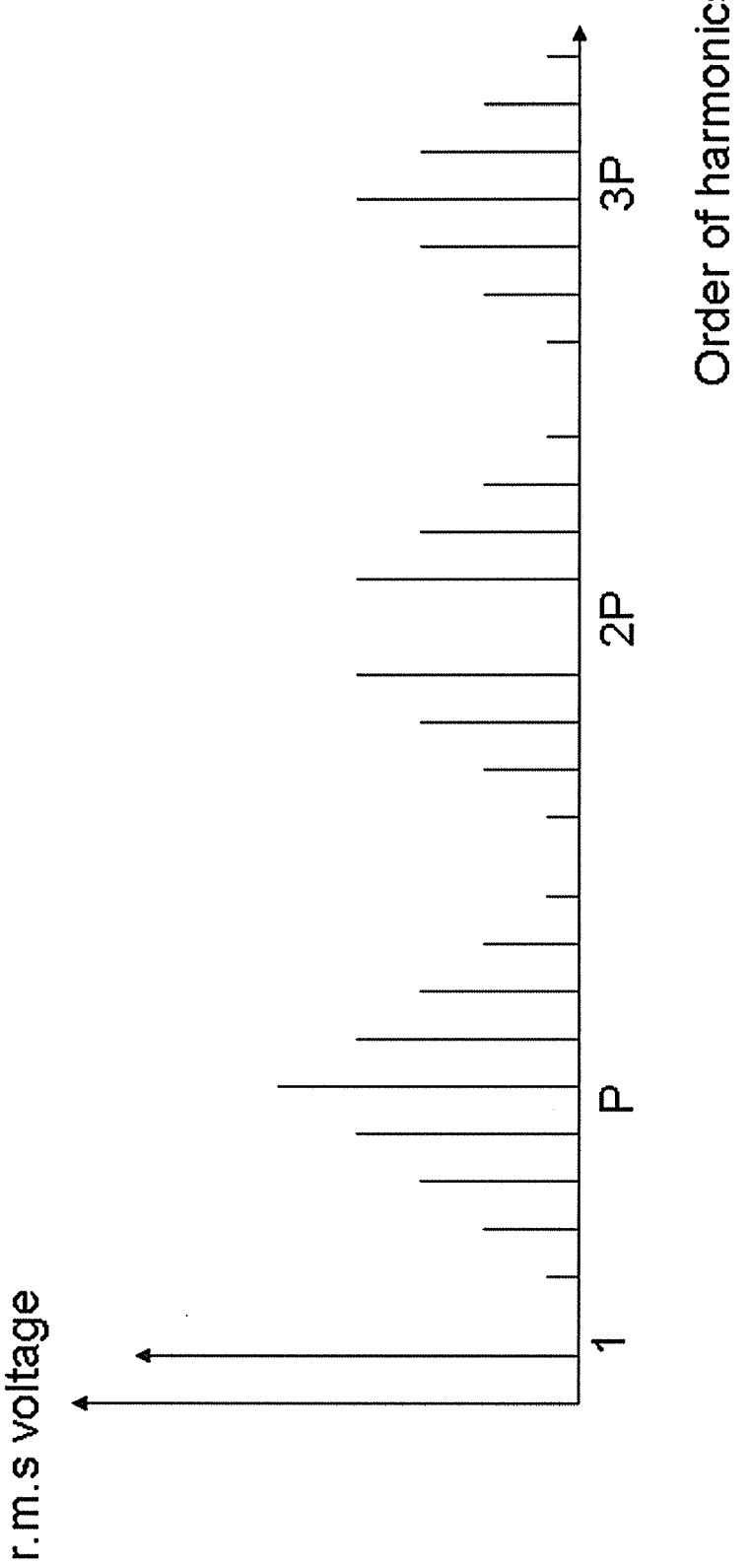


Fig. 1

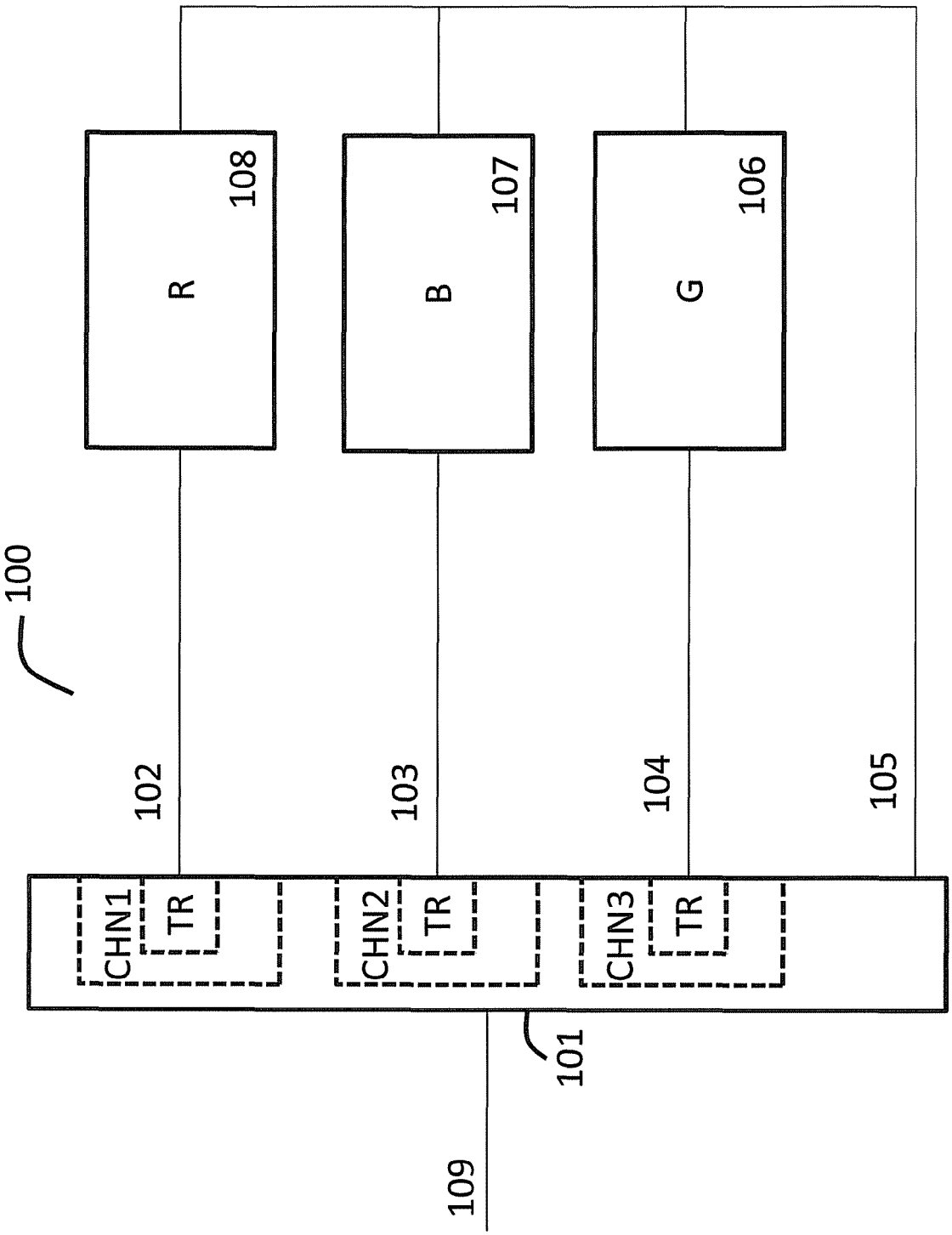

100
R
108
B
107
G
106
102
103
104
105
CHN1
TR
CHN2
TR
CHN3
TR
101
109

Fig. 2

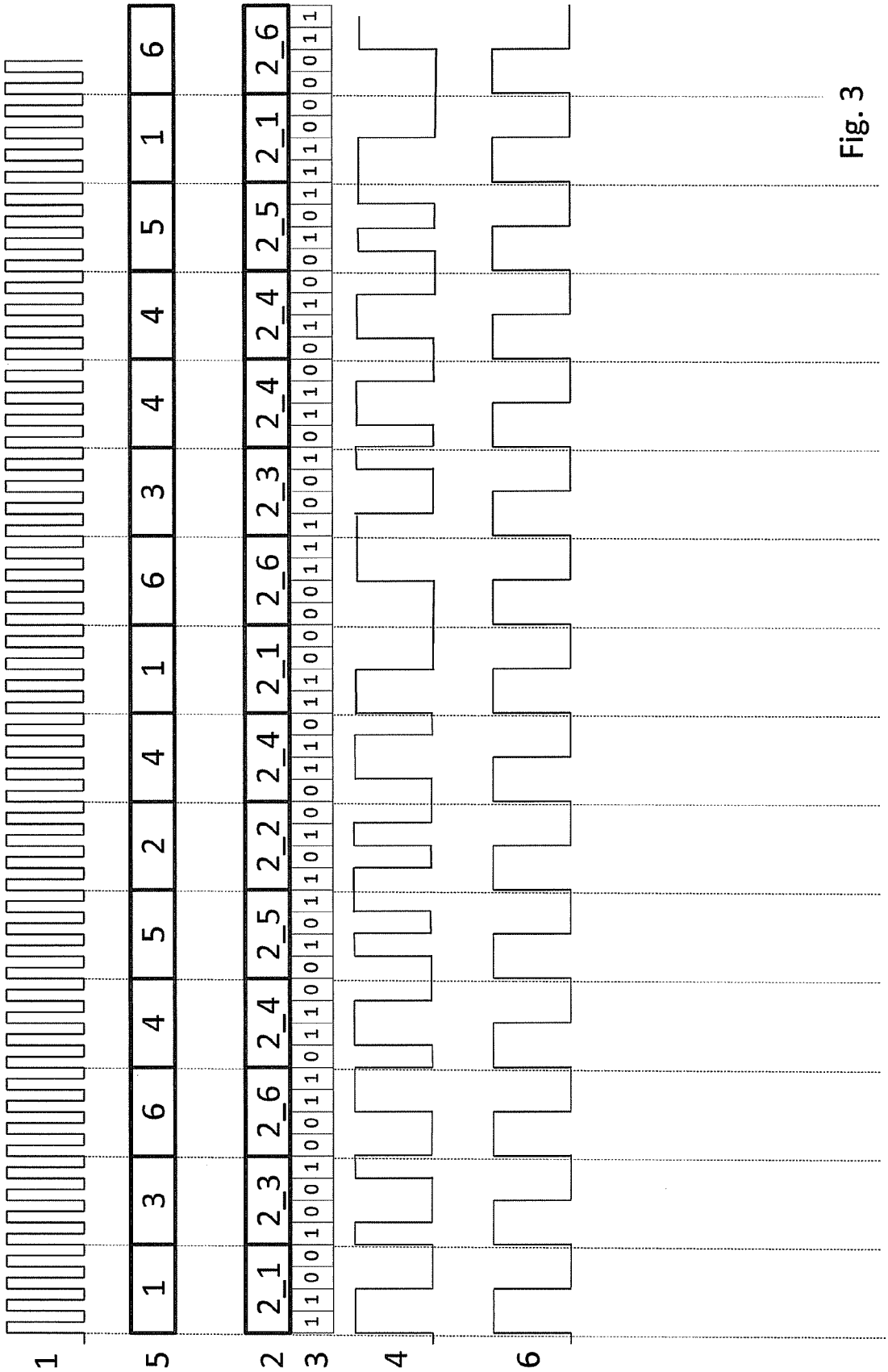


Fig. 3

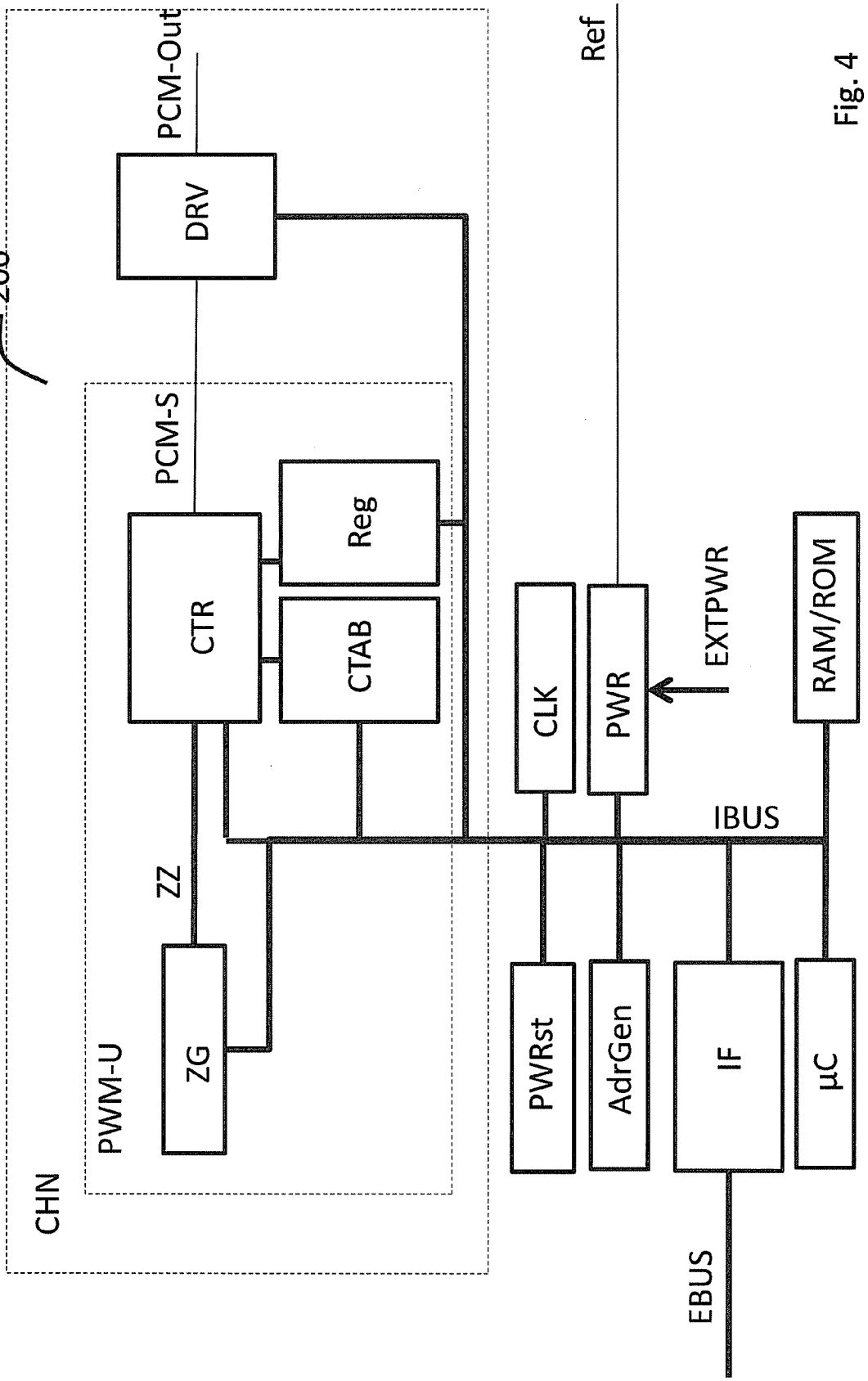

200
CHN
PWM-U
PCM-S
PCM-Out
DRV
CTR
Reg
CTAB
ZZ
ZG
Ref
CLK
PWR
EXTPWR
RAM/ROM
IBUS
PWRst
AdrGen
IF
µC
EBUS

Fig. 4

Fig. 5

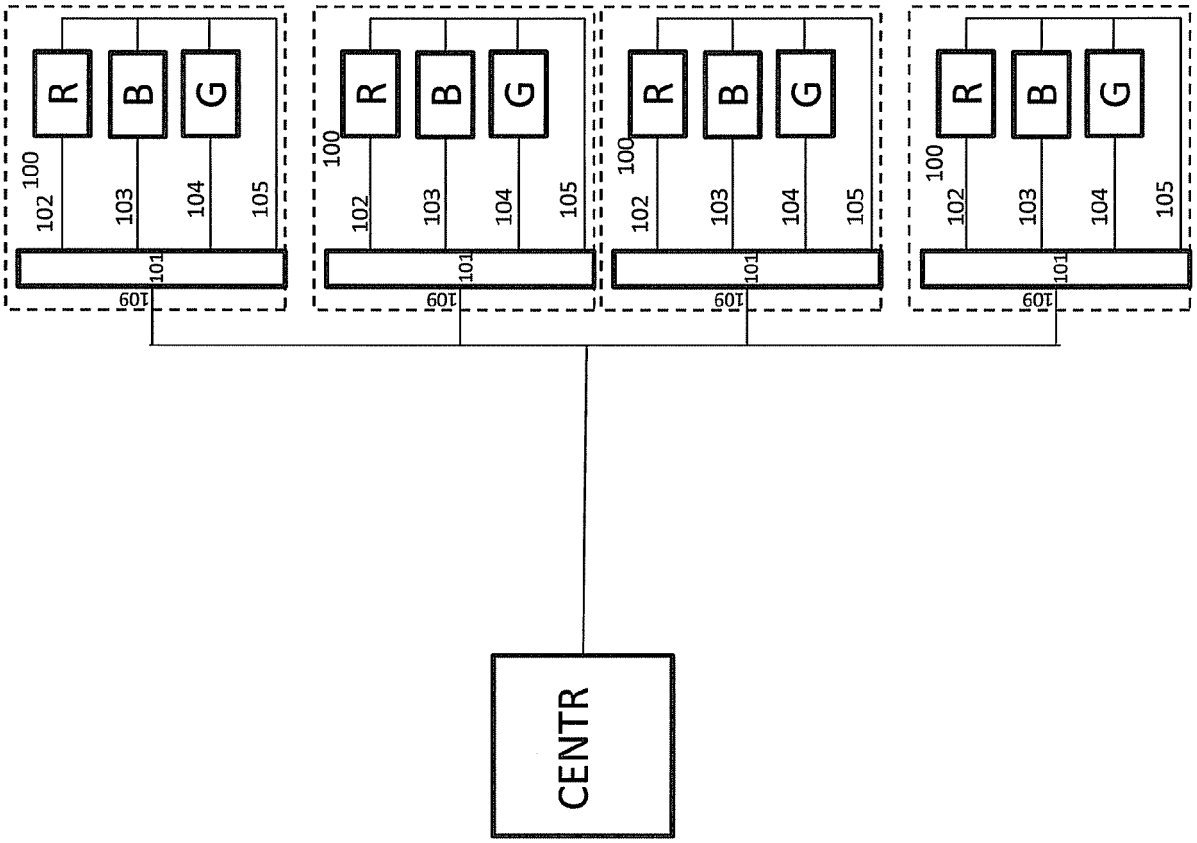
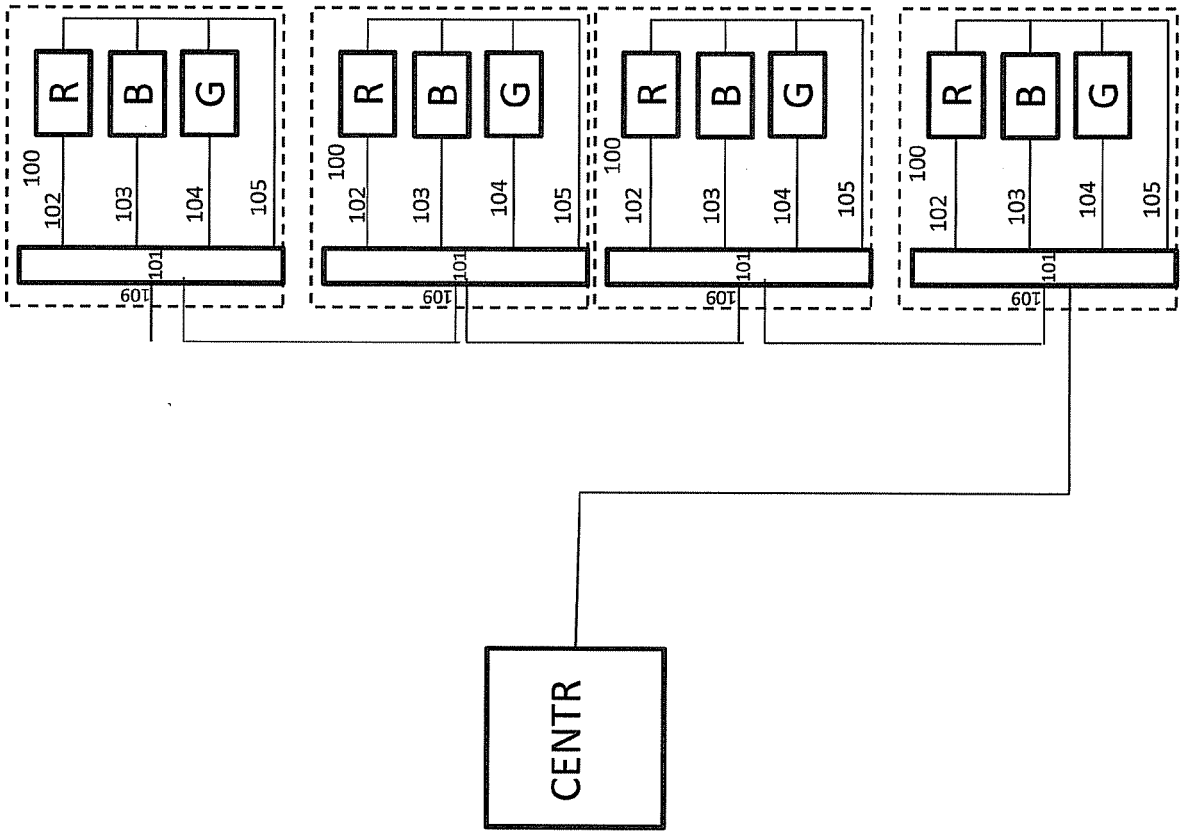


Fig. 6



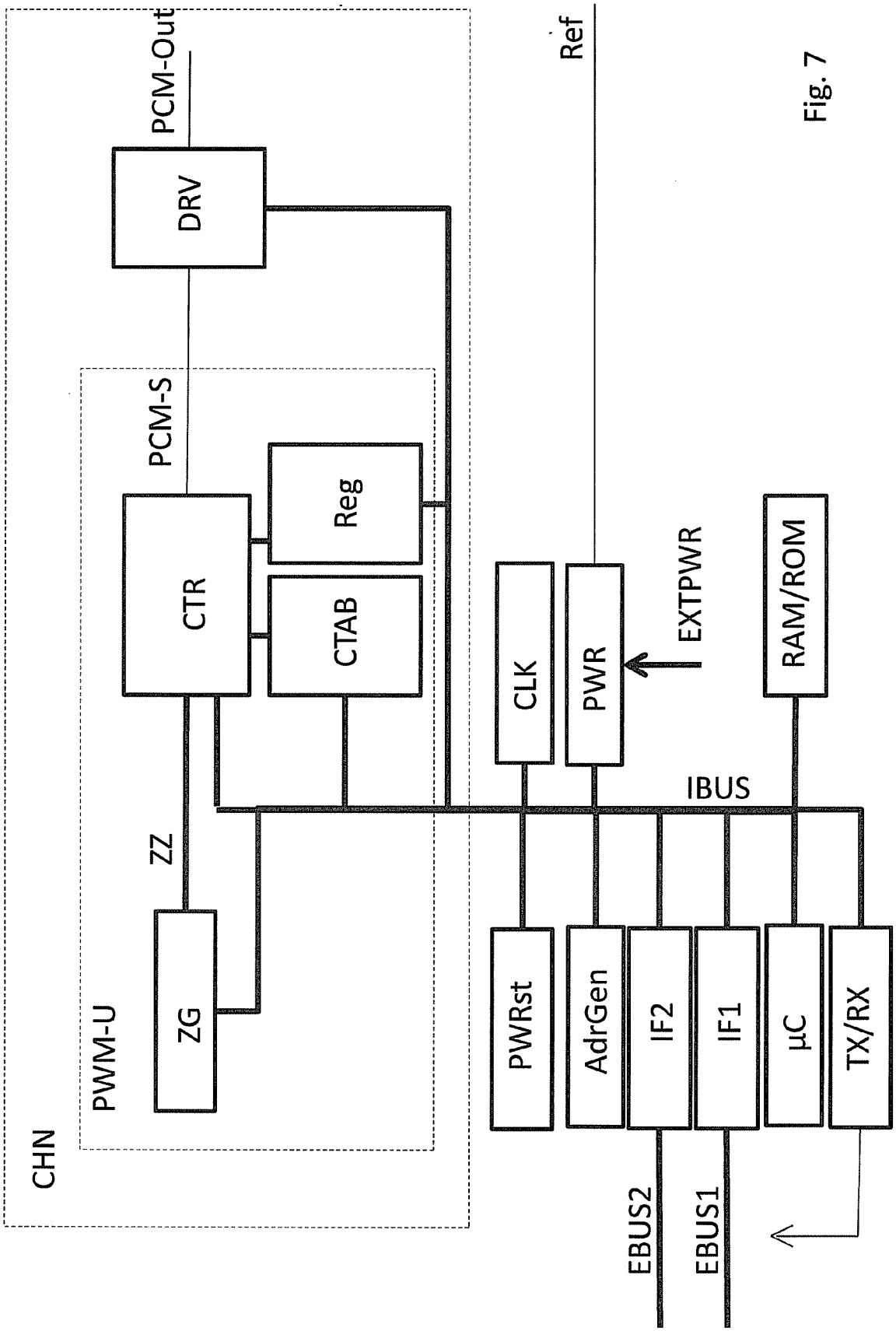
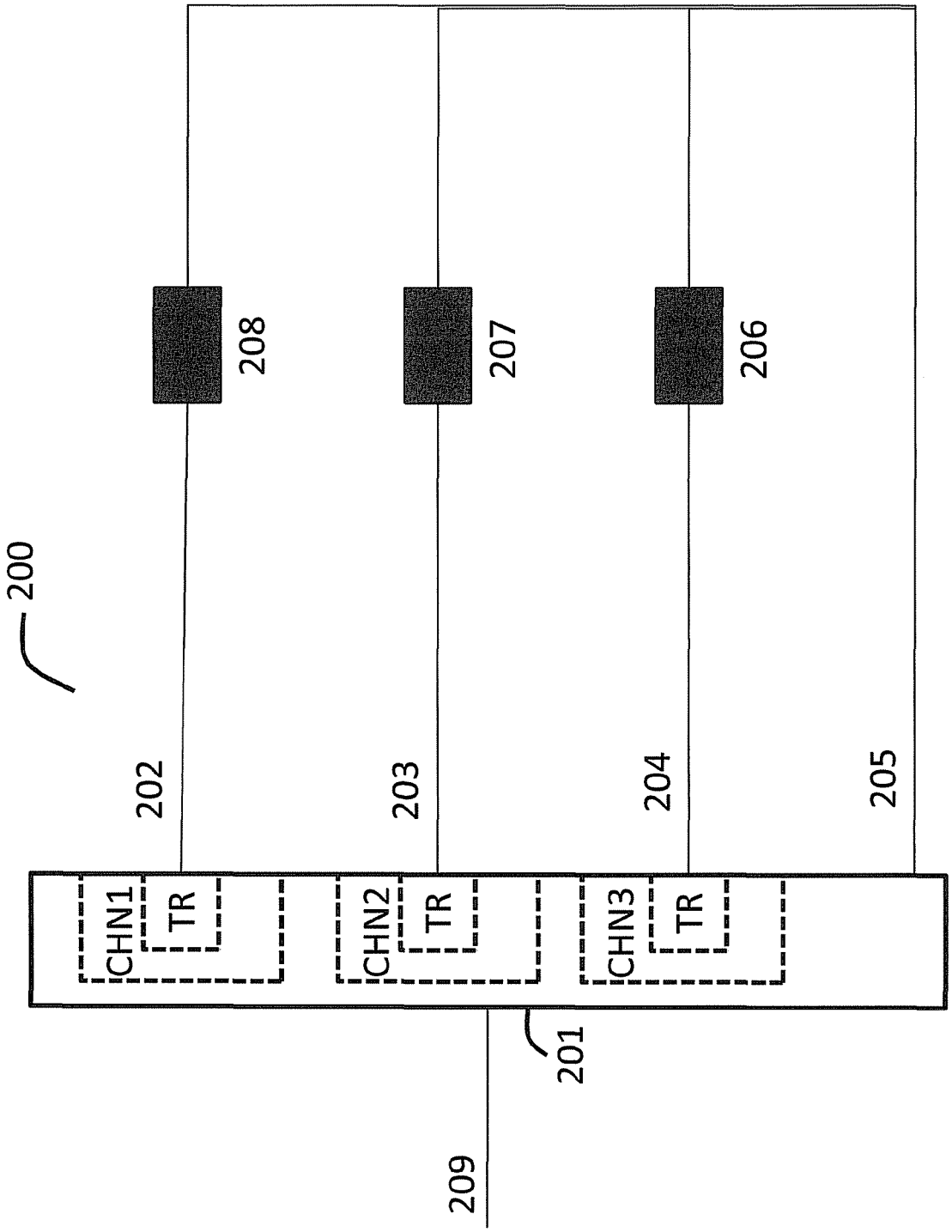

CHN
PWM-U
ZG
ZZ
PCM-S
CTR
Reg
CTAB
DRV
PCM-Out
Ref
CLK
PWR
EXTPWR
RAM/ROM
IBUS
PWRst
AdrGen
IF2
IF1
µC
TX/RX
EBUS2
EBUS1

Fig. 7

Fig. 8



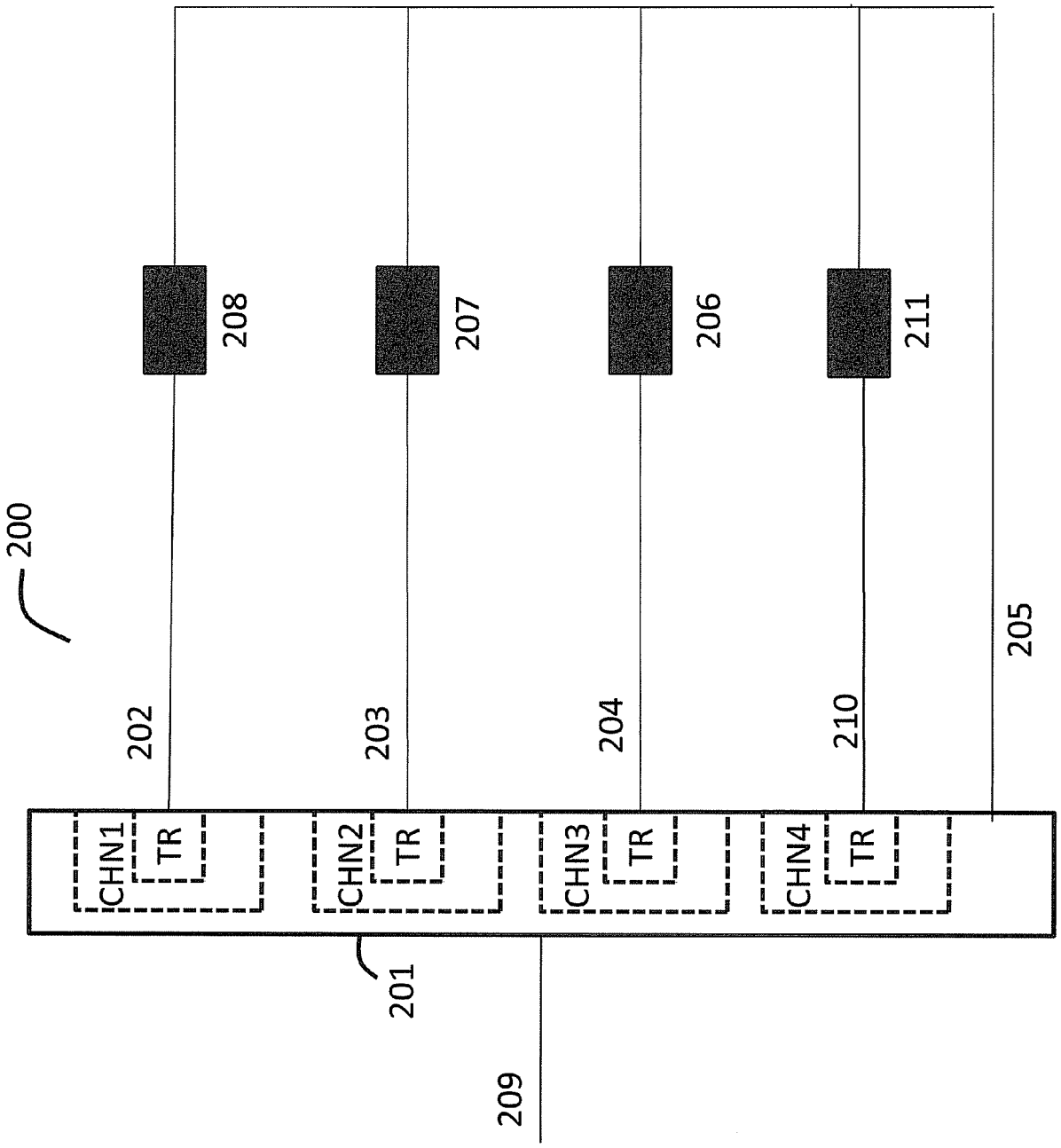

200
202
203
204
210
205
208
207
206
211
CHN1
TR
CHN2
TR
CHN3
TR
CHN4
TR
201
209

Fig. 9

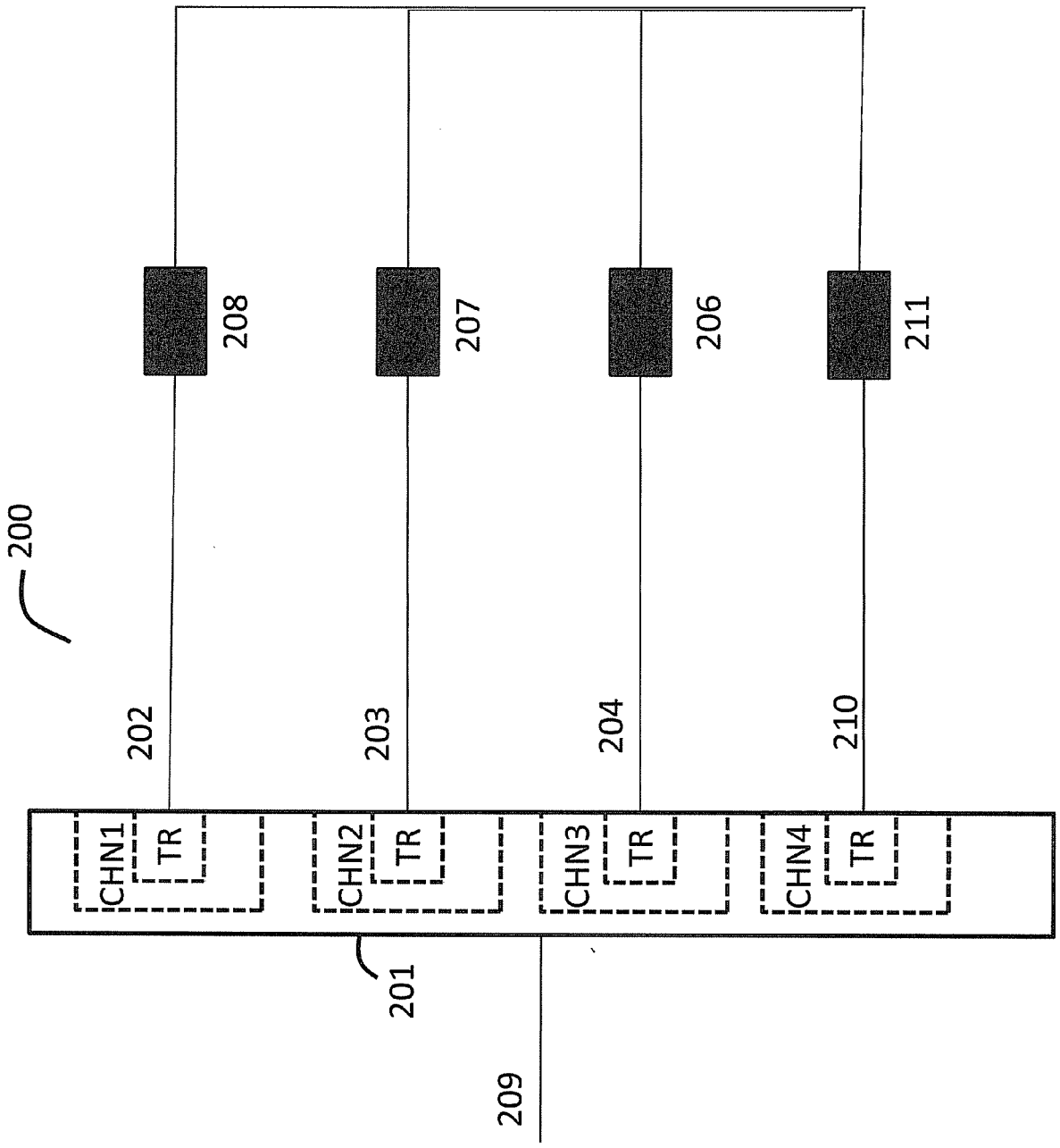

200
202
203
204
210
208
207
206
211
CHN1
TR
CHN2
TR
CHN3
TR
CHN4
TR
201
209

Fig. 10

Fig. 11

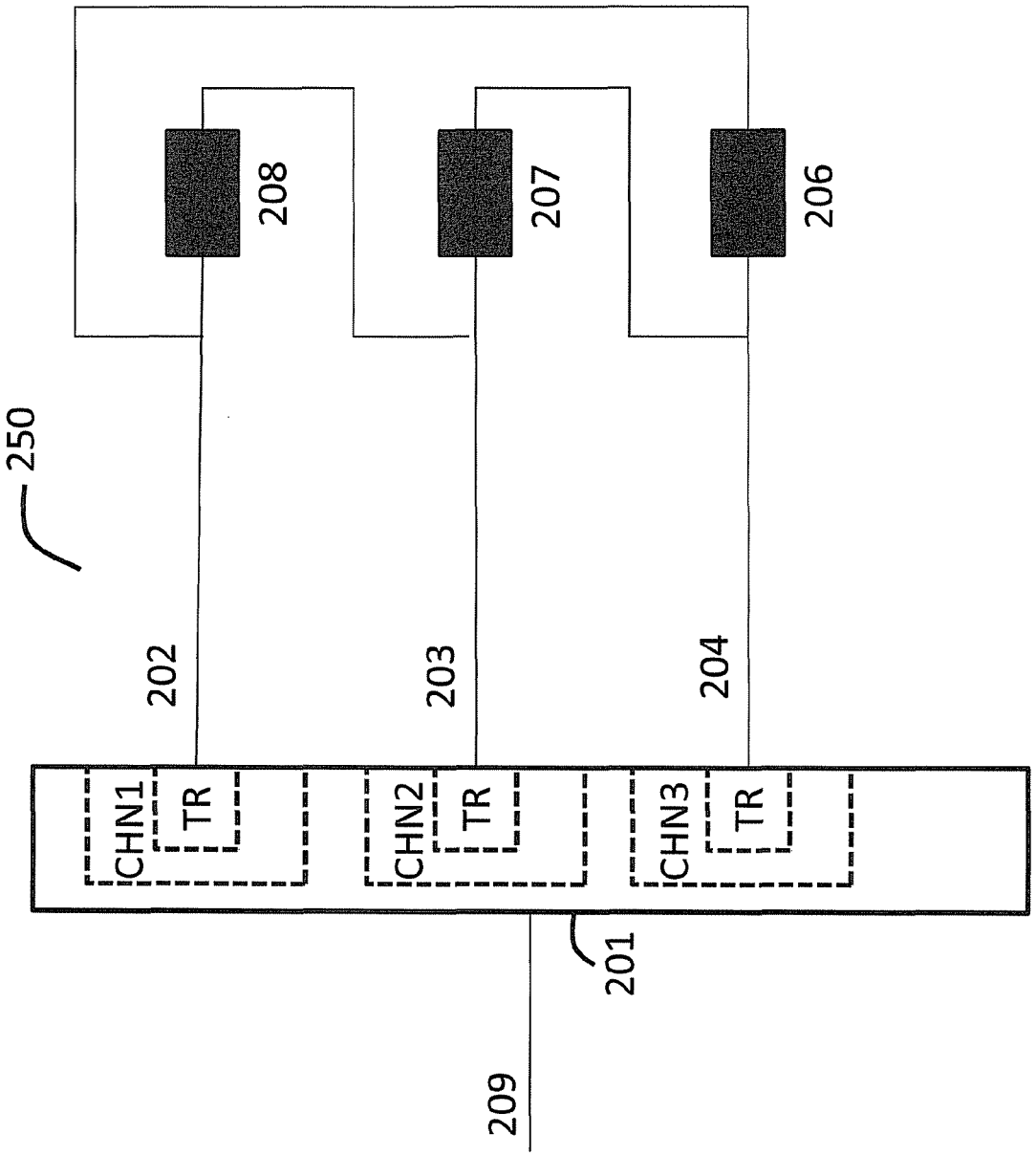
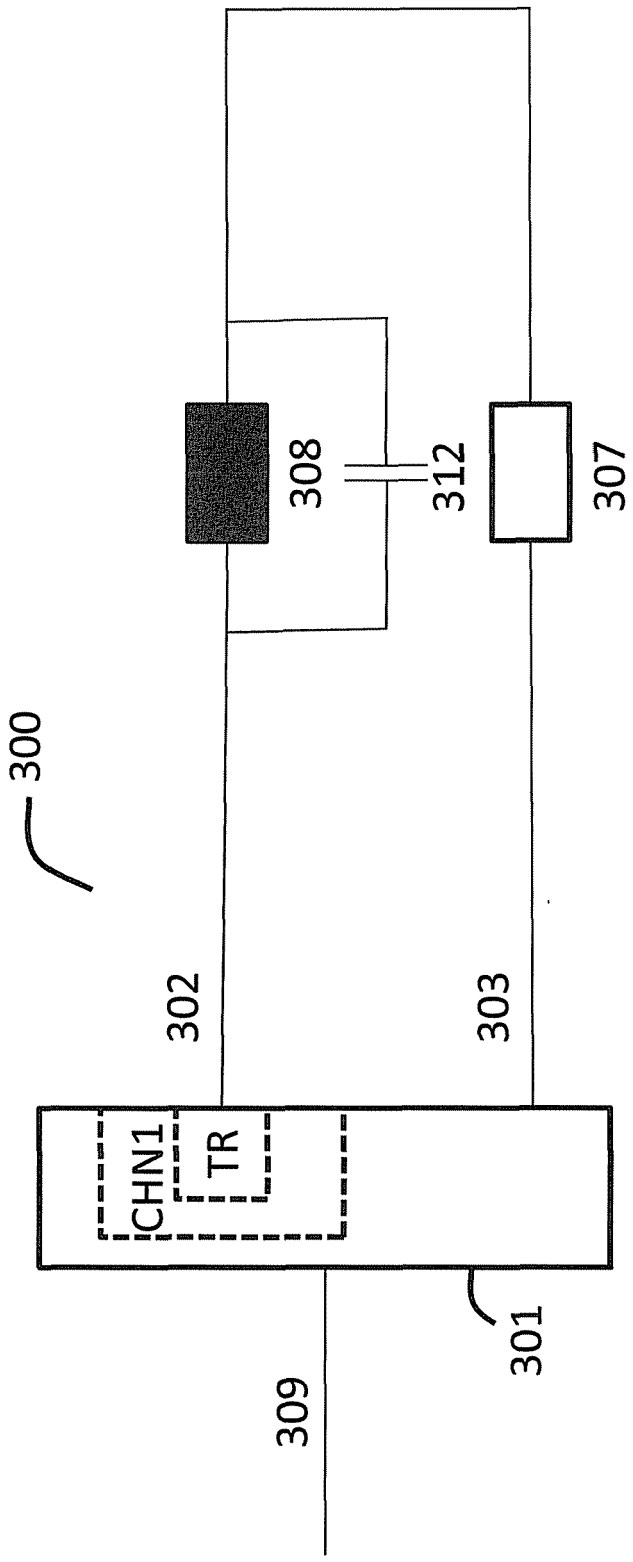


Fig. 12



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 15 5995

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 8 129 924 B2 (ESS DAVID VAN [US] ET AL VAN ESS DAVID [US] ET AL) 6. März 2012 (2012-03-06) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-5 * * Spalte 1, Zeile 14 - Spalte 2, Zeile 56 * * Spalte 2, Zeile 56 - Spalte 5, Zeile 39 *	1-10	INV. H05B33/08 G01S17/00
X	EP 2 696 657 A2 (INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE]) 12. Februar 2014 (2014-02-12) * Zusammenfassung * * Absätze [0002] - [0078]; Abbildungen 1-4 *	1-10	
X	US 2010/109550 A1 (HUDA MUZAHID BIN [US] ET AL) 6. Mai 2010 (2010-05-06) * das ganze Dokument *	1-10	
A	DE 11 2008 003651 T5 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 3. März 2011 (2011-03-03) * das ganze Dokument *	1-10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H05B G01S
X	WO 2009/040705 A2 (TIR TECHNOLOGY LP [CA]; KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; ASHDOWN I) 2. April 2009 (2009-04-02) * das ganze Dokument *	1-10	
A	CLAVIER A G ET AL: "Distortion in a Pulse Count Modulation System", TRANSACTIONS OF THE AMERICAN INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS, AMERICAN INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS, NEW YORK, NY, US, Bd. 66, Nr. 1, 1. Januar 1947 (1947-01-01) , Seiten 989-1005, XP011294078, ISSN: 0096-3860 * das ganze Dokument *	1-10	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag	6. August 2014	João Carlos Silva

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 14 15 5995

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-08-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 8129924 B2	06-03-2012	US 8476846 B1	02-07-2013
		US 2008111503 A1	15-05-2008
EP 2696657 A2	12-02-2014	CN 103687179 A	26-03-2014
		EP 2696657 A2	12-02-2014
		KR 20140020799 A	19-02-2014
		US 2014043176 A1	13-02-2014
US 2010109550 A1	06-05-2010	KEINE	
DE 112008003651 T5	03-03-2011	CN 101933241 A	29-12-2010
		DE 112008003651 T5	03-03-2011
		JP 4818437 B2	16-11-2011
		US 2010290505 A1	18-11-2010
		WO 2009096005 A1	06-08-2009
WO 2009040705 A2	02-04-2009	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1016062 B **[0008]**
- US 8129924 B **[0011]**
- EP 2631674 A1 **[0029]**
- DE 10256631 B **[0064] [0068]**
- EP 1490772 B **[0064] [0068]**
- EP 1364288 B **[0064] [0068]**
- EP 2571200 A **[0064] [0068]**
- EP 2688209 A **[0068]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **KARSTEN BLOCK ; PETER BUSCH ; LUDGER ERWIG ; FRANZ FISCHER ; WILKEN PAPE ; MANFRED WEIßGERBER.** Energie- und Gebäudetechnik. 2006, 216 ff, , 253 ff, , 304 **[0007]**