

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. März 2022 (31.03.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/063501 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H04L 29/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/073244

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. August 2021 (23.08.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 124 839.3
23. September 2020 (23.09.2020) DE

(71) Anmelder: **ENDRESS+HAUSER PROCESS SOLUTIONS AG** [CH/CH]; Christoph-Merian-Ring 12, 4153 Reinach (CH).

(72) **Erfinder: GÖBEL, Alexander**; Lörracher Straße 31/1, 79585 Steinen (DE). **KÖLBLIN, Robert**; Haagener Straße 36, 79539 Lörrach (DE).

(74) **Anwalt: ANDRES, Angelika**; Endress+Hauser Group Services (Deutschland) AG+Co. KG, Colmarer Str. 6, 79576 Weil am Rhein (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

(54) **Title:** METHOD FOR DIAGNOSING THE OPERATION OF AN EDGE DEVICE

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM DIAGNOSTIZIEREN DES BETRIEBS EINES EDGE DEVICES

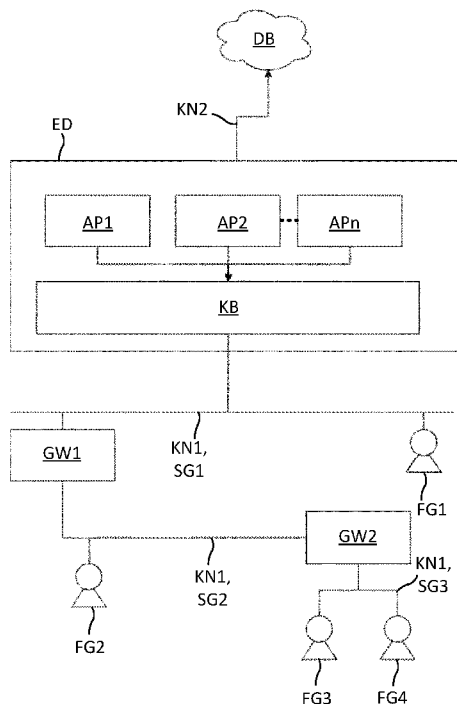


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention comprises a method for diagnosing the operation of an edge device (ED), in which the edge device (ED) has a communication link to a plurality of network subscribers (FG1, FG2, FG3, FG4, GW1, GW2) via one or more communication networks (KN1), and the edge device (ED) has a communication link to a database (DB) via a further communication network (KN2), and the edge device (ED) requesting data of those network subscribers (FG1, FG2, ..., GW2) which are defined via a first filter accessible to the first application (AP1). The method comprises: determining a first cycle time of the first application (AP1), the first cycle time designating the time period which is required in order to request the data of all network subscribers (FG1, FG2, ..., GW2) defined in the first application (AP1); comparing the determined cycle time with at least one first request time relating to one or more of the network subscribers (FG1, FG2, ..., GW2) defined in the first application (AP1); outputting information as to whether or not the determined first cycle time exceeds the at least one first request time.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung umfasst ein Verfahren zum Diagnostizieren des Betriebs eines Edge Devices (ED), wobei das Edge Device (ED) über ein oder mehrere Kommunikationsnetzwerke (KN1) mit einer Vielzahl von Netzwerkteilnehmern (FG1, FG2, FG3, FG4, GW1, GW2) in Kommunikationsverbindung steht, wobei das Edge Device (ED) über ein weiteres Kommunikationsnetzwerk (KN2) mit einer Datenbank (DB) in Kommunikationsverbindung steht, wobei auf dem Edge Device (ED) zumindest eine erste Applikation (AP1) abläuft, und wobei das Edge Device (ED) Daten derjenigen Netzwerkteilnehmer (FG1, FG2, ..., GW2) abfragt, welche über einen der ersten Applikation (AP1) zugänglichen ersten Filter definiert sind, umfassend: Ermitteln einer ersten Zykluszeit der ersten Applikation (AP1), wobei die erste Zykluszeit diejenige Zeitspanne bezeichnet, welche benötigt wird, um die Daten aller in der ersten Applikation (AP1) definierten Netzwerkteilnehmer

TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Verfahren zum Diagnostizieren des Betriebs eines Edge Devices

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Diagnostizieren des Betriebs eines Edge Devices, wobei das Edge Device über ein oder mehrere Kommunikationsnetzwerke mit einer Vielzahl von

Netzwerkteilnehmern in Kommunikationsverbindung steht, wobei das Edge Device über ein weiteres Kommunikationsnetzwerk mit einer Datenbank in Kommunikationsverbindung steht, wobei auf dem Edge Device zumindest eine erste Applikation abläuft, und wobei das Edge Device Daten derjenigen Netzwerkteilnehmer abfragt, welche über einen der ersten Applikation zugänglichen ersten Filter definiert sind.

Aus dem Stand der Technik sind bereits Feldgeräte bekannt geworden, die in industriellen Anlagen zum Einsatz kommen. In der Prozessautomatisierungstechnik ebenso wie in der Fertigungsautomatisierungstechnik werden vielfach Feldgeräte eingesetzt. Als Feldgeräte werden im Prinzip alle Geräte bezeichnet, die prozessnah eingesetzt werden und die prozessrelevante Informationen liefern oder verarbeiten. So werden Feldgeräte zur Erfassung und/oder Beeinflussung von Prozessgrößen verwendet. Zur Erfassung von Prozessgrößen dienen Messgeräte, bzw. Sensoren. Diese werden beispielsweise zur Druck- und Temperaturmessung, Leitfähigkeitsmessung, Durchflussmessung, pH-Messung, Füllstandmessung, etc. verwendet und erfassen die entsprechenden Prozessvariablen Druck, Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert, Füllstand, Durchfluss etc. Zur Beeinflussung von Prozessgrößen werden Aktoren verwendet. Diese sind beispielsweise Pumpen oder Ventile, die den Durchfluss einer Flüssigkeit in einem Rohr oder den Füllstand in einem Behälter beeinflussen können. Neben den zuvor genannten Messgeräten und Aktoren werden unter Feldgeräten auch Remote I/Os, Funkadapter bzw. allgemein Geräte verstanden, die auf der Feldebene angeordnet sind.

Eine Vielzahl solcher Feldgeräte wird von der Endress+Hauser-Gruppe produziert und vertrieben.

In modernen Industrieanlagen sind Feldgeräte in der Regel über Kommunikationsnetzwerke wie beispielsweise Feldbusse (Profibus®, Foundation® Fieldbus, HART®, etc.) mit übergeordneten Einheiten verbunden. Normalerweise handelt es sich bei den übergeordneten Einheiten um Leitsysteme bzw. Steuereinheiten, wie beispielsweise eine SPS (speicherprogrammierbare Steuerung) oder einen PLC (Programmable Logic Controller). Die übergeordneten Einheiten dienen unter anderem zur Prozesssteuerung, Prozessvisualisierung, Prozessüberwachung sowie zur Inbetriebnahme der Feldgeräte. Die von den Feldgeräten, insbesondere von Sensoren, erfassten Messwerte werden über das jeweilige Bussystem an eine (oder gegebenenfalls mehrere) übergeordnete Einheit(en) übermittelt. Daneben ist auch eine Datenübertragung von der übergeordneten Einheit über das Bussystem an die Feldgeräte erforderlich, insbesondere zur

Konfiguration und Parametrierung von Feldgeräten sowie zur Ansteuerung von Aktoren.

Ein Edge Device ist eine Vorrichtung, mit der Daten von Feldgeräten in die sogenannte Cloud (eine cloudfähige Datenbank, welcher per Internet kontaktiert werden kann) im Rahmen von digitalen Services transportiert werden können. Für ein Edge Device kann die Ausführung mehrerer Dienste konfiguriert werden. Für einen Benutzer eines digitalen Service werden eine oder mehrere Apps (meist in Form von Webapplikationen) zur Verfügung gestellt. Ein digitaler Service kann beispielsweise den zyklischen Zugriff auf einen oder mehrere Parameter von einem oder mehreren Feldgeräten zur Voraussetzung haben.

Jeder Zugriff auf ein Feldgerät benötigt eine bestimmte Ausführungszeit, die zum großen Teil von der Übertragungsrate des verwendeten Netzwerkprotokolls, von den angewendeten Verfahren eines Netzwerkprotokolls (bspw. Master-Slave-Kommunikationen) und von den Ausführungszeiten eines Zugriffs im Feldgerät, sowie von den Laufzeiten im Edge Device selbst abhängt. Für einen zyklischen Zugriff werden Zykluszeiten vorgegeben, die sich nach der Dynamik eines Parameterwerts des Feldgeräts richten und damit letzten von der Dynamik des physikalischen Prozesses, den die Feldgeräte beobachten, abhängen.

Wird nun eine große Anzahl von digitalen Services ausgeführt, von welcher jeder zyklische Zugriffe auslöst oder eine große Zahl abzufragender Feldgeräte definiert, kann die gemeinsame Ausführung dazu führen, dass die vorgegebene Zykluszeit überschritten wird. Da dies zu einer Verletzung des Abtasttheorems führen wird, ist die korrekte Funktionsweise, bzw. Auswertung, einer App nicht mehr gegeben. Ob die Grenze der Zykluszeiten überschritten wird, kann nicht im Voraus ermittelt werden, da die Ausführungszeiten zufällige Abweichungen, die mit der jeweiligen Konfiguration eines Edge Devices zusammenhängen, aufweisen können.

Der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren vorzustellen, welches eine Überprüfung des korrekten Abfragens von Feldgeräten mittels eines Edge Devices ermöglicht.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Diagnostizieren des Betriebs eines Edge Devices gelöst, wobei das Edge Device über ein oder mehrere Kommunikationsnetzwerke mit einer Vielzahl von Netzwerkteilnehmern in Kommunikationsverbindung steht, wobei das Edge Device über ein weiteres Kommunikationsnetzwerk mit einem Server in Kommunikationsverbindung steht, wobei auf dem Edge Device zumindest eine erste Applikation abläuft, und wobei das Edge Device Daten derjenigen Netzwerkteilnehmer abfragt, welche über einen der ersten Applikation zugänglichen ersten Filter definiert sind, umfassend:

- Ermitteln einer ersten Zykluszeit der ersten Applikation, wobei die erste Zykluszeit die jeweilige Zeitspanne zwischen zwei Abfragen eines in der ersten Applikation definierten Netzwerkteilnehmers bezeichnet;
- Vergleichen der ermittelten Zykluszeit mit zumindest einer ersten Anforderungszeit der in
- Ausgeben einer Information, ob die ermittelte erste Zykluszeit die zumindest eine erste Anforderungszeit überschreitet oder nicht.

Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens soll überprüft werden, ob für die abzufragenden

Netzwerkteilnehmer genug Zeit zum Abfragen zur Verfügung steht und somit die Anforderungszeit der Applikation erfüllt werden kann. Auf diese Art und Weise kann sichergestellt werden, dass die erste Applikation verlässliche Ergebnisse liefert, weil beispielsweise eine Verletzung des Abtasttheorems ausgeschlossen werden kann.

Der erste Filter kann dem Edge Device, bzw. der ersten Applikation, frei hinzugefügt werden. Beispielsweise ist der Filter in einer Datei enthalten, welche in das Edge Device geladen werden kann und welche der ersten Applikation zugänglich gemacht wird.

Bei der Applikation handelt es sich beispielsweise um einen eingangs definierten digitalen Service.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass auf dem Edge Device zumindest eine zweite Applikation abläuft, wobei das Edge Device zusätzlich Daten derjenigen Netzwerkteilnehmer abfragt, welche über einen der zweiten Applikation zugänglichen zweiten Filter definiert sind, wobei zusätzlich eine zweite Zykluszeit der zweiten Applikation ermittelt wird, wobei die zweite Zykluszeit die jeweilige Zeitspanne zwischen zwei Abfragen eines in der zweiten Applikation definierten Netzwerkteilnehmers bezeichnet, wobei anhand der ersten Zykluszeit und der zweiten Zykluszeit eine Gesamtzykluszeit berechnet wird, wobei die Gesamtzykluszeit mit zumindest einer zweiten Anforderungszeit betreffend einen oder mehrere der in der ersten Applikation und/oder zweiten Applikation definierten Netzwerkteilnehmer verglichen wird und wobei eine Information, ob die Gesamtzykluszeit die zweite Anforderungszeit überschreitet oder nicht, ausgegeben wird.

Es können eine Vielzahl weiterer Applikationen vorgesehen sein, welche auf dem Edge Device ablaufen und welche auf einen separaten Filter zugreifen können, welcher Feldgeräte zum Abfragen definiert. Jede der weiteren Applikationen definiert hierbei eine jeweilige zusätzliche Zykluszeit, welcher der Gesamtzykluszeit hinzuberechnet wird.

Gemäß einer ersten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die erste Zykluszeit und/oder die zweite Zykluszeit durch Aufsummieren einer jeweiligen Abfragezeit von jedem einzelnen der in der ersten Applikation, bzw. in der zweiten Applikation, definierten Netzwerkteilnehmer ermittelt wird, wobei jede Abfragezeit aus einem aktiven Abfragezeitanteil und einem passiven Abfragezeitanteil besteht.

Der aktive Abfragezeitanteil bezeichnet hierbei denjenigen Zeitanteil, welcher benötigt wird, um eine Information von dem entsprechenden Netzwerkteilnehmer zu erhalten und umfasst somit die Zeitdauer des Absendens und des Übermittels des requests, die Zeitdauer der Verarbeitung und Datenerstellung des Netzwerkteilnehmers und die Zeitdauer des Absendens und des Übermittels der Antwort.

Der passive Abfragezeitanteil bezeichnet hierbei denjenigen Zeitanteil, welcher zwischen dem Empfangen der Antwort und dem Beginn der Abfrage des nächsten Netzwerkteilnehmers liegt.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der ersten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die jeweilige Abfragezeit durch Abfragen von Daten des jeweiligen Teilnehmers durch das Edge Device ermittelt wird. Hierbei wird bei Absenden des requests an den entsprechenden Netzwerkteilnehmer ein Timer gestartet, welcher erst bei Absenden des requests an den nächsten Netzwerkteilnehmer gestoppt wird. Vorteilhafterweise wird eine Zeitmarke gesetzt, wenn die Antwort bei dem Edge Device eingeht, um den aktiven und den passiven Abfrageanteil bestimmen zu können.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der ersten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die jeweilige Abfragezeit vorab ermittelt wird, gespeichert wird und dem Edge Device bekannt gemacht wird. Die Abfragezeiten können hierfür auf einer externen Datenbank oder auf dem Edge Device selbst gespeichert werden. Hierdurch wird der Verfahrensablauf beschleunigt. Es kann vorgesehen sein, die Verfahrensschritte der vorherigen Ausgestaltung auszuführen, um die jeweilige Zykluszeit, insbesondere inklusive dem aktiven und dem passiven Abfrageanteil, bestimmen und anschließend zu speichern. Es kann auch vorgesehen sein, die Verfahrensschritte der vorherigen Ausgestaltung regelmäßig zu wiederholen und zu speichern, um stets die korrekten Zeitwerte verfügbar zu haben.

Bei der Datenbank handelt es sich vorzugsweise um eine cloudfähige Datenbank, welche auf einem Server integriert ist und über das Internet kontaktierbar ist.

Gemäß einer zweiten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die erste Zykluszeit und/oder die zweite Zykluszeit derart bestimmt wird, indem ein Netzwerkteilnehmer erstmalig abgefragt wird, alle weiteren in der ersten Applikation, bzw. in der zweiten Applikation definierten Netzwerkteilnehmer abgefragt werden und diejenige Zeit als erste Zykluszeit und/oder zweite Zykluszeit gemessen wird, welche vergeht, bis der Netzwerkteilnehmer erneut abgefragt wird.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass in dem Falle, dass die ermittelte erste Zykluszeit und/oder die Gesamtzykluszeit die zumindest eine Anforderung unterschreitet, die jeweilige Information Angaben zur verfügbaren Zeit bis zum Überschreiten der zumindest einen ersten Anforderung, bzw. zweiten Anforderung, enthält, und wobei die jeweilige Information durch zusätzliches Abfragen der durch das erste Filter, bzw. das zweite Filter, definierten Netzwerkteilnehmer ermittelt wird.

Diese Situation bezeichnet den „Gutfall“, in welchem noch Potential für das Hinzufügen weiterer Netzwerkteilnehmer vorhanden ist.

Die Information wird vorteilhafterweise der Datenbank zur Verfügung gestellt, bzw. an die Datenbank übermittelt.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die jeweilige Information eine Anzahl möglicher zusätzlicher Netzwerkteilnehmer zumindest eines Gerätetyps enthält, wobei einem Gerätetyp eine durchschnittliche Abfragezeit zugewiesen wird, welche insbesondere per Abfragen von einem der Netzwerkteilnehmer dieses Gerätetyps bestimmt wird, wobei die Anzahl anhand der verfügbaren Zeit und der durchschnittlichen Abfragezeit berechnet wird. Dem Benutzer wird dadurch eine Zahl von Netzwerkteilnehmern mitgeteilt, welche möglich ist, bevor eine Verletzung der Zykluszeit eintritt.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass im Falle, dass die erste Anforderung und/oder die zweite Anforderung nicht erfüllt wird, die Information zumindest eine Maßnahme zur Reduktion der ersten Zykluszeit, bzw. der Gesamtzykluszeit, enthält. Beispielsweise kann der passive Abfragezeitanteil von einem oder mehrerer der Netzwerkteilnehmer reduziert werden. Es kann hierfür vorgesehen sein, einen maximalen passiven Abfragezeitanteil vorzugeben, so dass der individuelle Abfragezeitanteil von zumindest einem bis allen Netzwerkteilnehmer auf diesen reduziert wird. Das Edge Device kann diesen maximalen passiven Abfragezeitanteil anhand der Informationen über die einzelnen Netzwerkteilnehmer und deren Abfragecharakteristiken berechnen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass es sich zumindest bei einem der Teil der Netzwerkteilnehmer um Feldgeräte der Automatisierungstechnik handelt. Bei dem Abfragen werden Daten der Feldgeräte abgefragt, insbesondere von den Feldgeräten erhobene physikalische Messwerte eines verfahrenstechnischen Prozesses, Diagnosedaten der Feldgeräte und/oder Statuswerte der Feldgeräte.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass es sich zumindest bei einem der Teil der Netzwerkteilnehmer um Steuerungskomponenten oder Gateways handelt. Bei dem Abfragen werden Daten der Steuerungskomponenten oder Gateways abgefragt, insbesondere Diagnosedaten der Steuerungskomponenten oder Gateways und/oder Statuswerte der Steuerungskomponenten oder Gateways und/oder, im Falle, dass Feldgeräte mit Gateways verbunden sind, Daten dieser Feldgeräte abgefragt, insbesondere von diesen Feldgeräten erhobene physikalische Messwerte eines verfahrenstechnischen Prozesses, Diagnosedaten dieser Feldgeräte und/oder Statuswerte dieser Feldgeräte .

Des Weiteren wird die Aufgabe durch ein Edge Device gelöst, welches zur Verwendung in dem erfindungsgemäßen Verfahren ausgestaltet ist.

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Figur näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1: ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens.

In Fig. 1 ist ein Edge Device ED abgebildet. Das Edge Device ED umfasst eine Betriebselektronik, welche Stacks zur Ausführung mehrerer Applikationen AP1, AP2, APn, sowie einen Kommunikationsbaustein KB.

Das Edge Device ED ist sowohl an ein erstes Kommunikationsnetzwerk KN1, als auch an ein zweites Kommunikationsnetzwerk KN2 angeschlossen. Bei dem ersten Kommunikationsnetzwerk handelt es sich beispielsweise um einen Feldbus der Automatisierungstechnik, an welchen mehrere Netzwerkteilnehmer angeschlossen sind. Bei den Netzwerkteilnehmern handelt es sich um mehrere Feldgeräte FG1, FG2, FG3, FG4, welche zum Erfassen von physikalischen Größen eines verfahrenstechnischen Prozesses, sowie zum Beeinflussen von physikalischen Größen eines verfahrenstechnischen Prozesses ausgestaltet sind. Beispiele für solche Feldgeräte FG1, FG2, FG3, FG4 sind im einleitenden Teil der Beschreibung aufgeführt. Ebenso kann es sich bei den Netzwerkteilnehmern um Steuerungskomponenten oder Gateways GW1, GW2 handeln. Das erste Kommunikationsnetzwerk KN1 kann in mehrere Segmente SG1, SG2 unterteilt werden, welche dasselbe Protokoll, oder ein unterschiedliches Protokoll aufweisen. Die Gateways GW1, GW2

dienen hierbei beispielsweise als Protokollumsetzungseinheit zwischen den verschiedenen Segmenten SG1, SG2. Als Protokolle können alle bekannten Feldbusprotokolle, beispielsweise HART, Profibus PA/DP, Foundation Fieldbus, aber auch Ethernetprotokolle verwendet werden. Es kann auch vorgesehen sein, dass es sich bei manchen der Netzwerkteilnehmer um Remote I/Os handelt, welche die Feldgeräte beispielsweise per HART-oder ASI-Kommunikation abfragen.

Das Edge Device ED fragt zyklisch Daten der Netzwerkteilnehmer ab, welche anschließend den Anwendungsapplikationen AP1, AP2, APn verfügbar gemacht werden und von diesen bearbeitet werden. Die bearbeiteten Daten werden über ein zweites Kommunikationsnetzwerk KN2, bei welchem es sich um das Internet handelt, an eine cloudbasierte Datenbank DB übermittelt, bspw. zu Asset Management-Zwecken oder zu Device Healthcare-Zwecken.

Den Anwendungsapplikationen AP1, AP2, APn werden jeweils entsprechende Filter zur Verfügung gestellt, welche abzufragende Netzwerkteilnehmer definieren. Entsprechend der Filter teilen die Anwendungsapplikationen AP1, AP2, APn dem Kommunikationsbaustein KB die abzufragenden Netzwerkteilnehmer mit. Anschließend fragt der Kommunikationsbaustein KB die entsprechenden Netzwerkteilnehmer zyklisch ab. Pro Netzwerkteilnehmer wird für ein Abfragen eine bestimmte Abfragezeit veranschlagt. Eine solche Abfragezeit besteht aus einem aktiven Abfragezeitanteil, welche für das Anfragen direkt benötigt wird und aus einem passiven Abfragezeitanteil, welcher eine Pause zwischen dem Ende des aktiven Abfragens eines Netzwerkteilnehmers und dem Beginn des aktiven Abfragens des nächsten Netzwerkteilnehmers definiert. Bei einer Vielzahl abzufragender Netzwerkteilnehmer kann es dazu führen, dass das Abtasttheorem verletzt wird und dadurch bei hoch dynamischen Messkurven Fehler auftreten, wenn beispielsweise zwischen zwei Abfragen Peaks in den Messwerte auftreten.

Um zu überprüfen, ob die Anforderungen noch erfüllt sind, wird eine Zykluszeit bestimmt. Als Zykluszeit wird diejenige Zeit bezeichnet, welche vergeht, bis einer der Netzwerkteilnehmer erneut abgefragt wird, bzw. genauer gesagt, dieselbe Variable, derselbe Art eines Wertes, etc. erneut abgefragt wird. Diese kann dadurch bestimmt werden, dass die jeweilige Abfragezeit durch Abfragen von Daten des jeweiligen Teilnehmers durch das Edge Device ermittelt wird oder dass die jeweilige Abfragezeit vorab ermittelt wird und von dem Edge Device ausgelesen wird, beispielsweise aus einer Datenbank.

Diese Zykluszeit wird mit einer Anforderungszeit der ersten Applikation verglichen. Die Anforderungszeit ist eine sogenannte „konfigurierte“ Zykluszeit und derart bemessen, dass alle definierten Netzwerkteilnehmer abgerufen werden können und das Abtasttheorem nicht verletzt

wird, so dass eine Messkurve fehlerfrei übermittelt werden kann.

Unterschreitet die Zykluszeit die Anforderungszeit, so wird dies dem Anwender als „Gutfall“ mitgeteilt. Anschließend können noch weitere Netzwerkteilnehmer hinzugefügt werden.

- 5 Dem Anwender wird vom Edge Device berechnet, bzw. ausgegeben, wieviele weitere Netzwerkteilnehmer hinzugefügt werden können, bis die Anforderungszeit gerade noch unterschritten bleibt. Hierfür wird eine sogenannte verfügbare Zeit bestimmt. Diese verfügbare Zeit wird aus der Differenz der Anforderungszeit und der ermittelten Zykluszeit berechnet. Aus Kenntnis der Zeit eines Netzwerkteilnehmers kann daraus die Zeit der noch verfügbaren Netzwerkteilnehmer dieses Typs berechnet werden.
- 10

Wird die Anforderungszeit überschritten, so wird dies dem Anwender als „Schlechtfall“ mitgeteilt.

Dem Anwender wird zudem eine Maßnahme zur Verringerung der Zykluszeit mitgeteilt.

Beispielsweise kann der passive Abfragezeitanteil der einzelnen Netzwerkteilnehmer reduziert

- 15 werden, indem die nächste Abfrage jeweils früher gestartet wird.

Es kann vorgesehen sein, dass jede Applikation durch entsprechende Filter mehrere abzufragende Netzwerkteilnehmer definiert. Hier wird eine Gesamtzykluszeit berechnet, welche die jeweiligen

Anforderungszeiten von jeder der Applikationen nicht überschreiten darf. Als Maßnahme zur

- 20 Reduktion der Gesamtzykluszeit kann vorgesehen sein, die Zyklen jeder Applikation nicht nacheinander zu durchlaufen, sondern die Abfragen ineinander zu verschieben, beispielsweise in genügend große passive Abfragezeitanteile, wodurch die Gesamtzykluszeit massiv verringert wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird insbesondere nach Erstkonfiguration eines Edge Devices ED

- 25 durchgeführt, um schnell Rückmeldung geben zu können, ob das Edge Device ED das Abfragen der gewünschten Netzwerkteilnehmer leisten kann. Vorteilhafterweise wird das Verfahren auch nach Austausch oder Hinzufügen von Netzwerkteilnehmern durchgeführt.

Bezugszeichenliste

	AP1, AP2, APn	Applikationen
	DB	Datenbank
5	ED	Edge Device
	FG1, FG2, FG3, FG4	Feldgeräte, Netzwerkteilnehmer
	GW1, GW2	Gateways, Netzwerkteilnehmer
	KB	Kommunikationsbaustein
10	KN1, KN2	Kommunikationsnetzwerke

Patentansprüche

1. Verfahren zum Diagnostizieren des Betriebs eines Edge Devices (ED), wobei das Edge Device (ED) über ein oder mehrere Kommunikationsnetzwerke (KN1) mit einer Vielzahl von
5 Netzwerkteilnehmern (FG1, FG2, FG3, FG4, GW1, GW2) in Kommunikationsverbindung steht, wobei das Edge Device (ED) über ein weiteres Kommunikationsnetzwerk (KN2) mit einer Datenbank (DB) in Kommunikationsverbindung steht, wobei auf dem Edge Device (ED) zumindest eine erste Applikation (AP1) abläuft, und wobei das Edge Device (ED) Daten derjenigen Netzwerkteilnehmer (FG1, FG2, ..., GW2) abfragt, welche über einen der ersten
10 Applikation (AP1) zugänglichen ersten Filter definiert sind, umfassend:
 - Ermitteln einer ersten Zykluszeit der ersten Applikation (AP1), wobei die erste Zykluszeit die jeweilige Zeitspanne zwischen zwei Abfragen eines in der ersten Applikation (AP1) definierten Netzwerkteilnehmers bezeichnet;
 - Vergleichen der ermittelten Zykluszeit mit zumindest einer ersten Anforderungszeit
15 betreffend der in der ersten Applikation (AP1) definierten Netzwerkteilnehmer (FG1, FG2, ..., GW2);
 - Ausgeben einer Information, ob die ermittelte erste Zykluszeit die zumindest eine erste Anforderungszeit überschreitet oder nicht.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei auf dem Edge Device (ED) zumindest eine zweite Applikation (AP2) abläuft, wobei das Edge Device (ED) zusätzlich Daten derjenigen Netzwerkteilnehmer (FG1, FG2, ..., GW2) abfragt, welche über einen der zweiten Applikation (AP2) zugänglichen zweiten Filter definiert sind, wobei zusätzlich eine zweite Zykluszeit der zweiten Applikation (AP2) ermittelt wird, wobei die zweite Zykluszeit die jeweilige Zeitspanne zwischen zwei
25 Abfragen eines in der zweiten Applikation (AP2) definierten Netzwerkteilnehmers bezeichnet, wobei anhand der ersten Zykluszeit und der zweiten Zykluszeit eine Gesamtzykluszeit berechnet wird, wobei die Gesamtzykluszeit mit zumindest einer zweiten Anforderungszeit betreffend einen oder mehrere der in der ersten Applikation (AP1) und/oder zweiten Applikation (AP2) definierten Netzwerkteilnehmer (FG1, FG2, ..., GW2) verglichen wird und wobei eine
30 Information, ob die Gesamtzykluszeit die zweite Anforderungszeit überschreitet oder nicht, ausgegeben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die erste Zykluszeit und/oder die zweite Zykluszeit durch Aufsummieren einer jeweiligen Abfragezeit von jedem einzelnen der in der ersten
35 Applikation (AP1), bzw. in der zweiten Applikation (AP2), definierten Netzwerkteilnehmer (FG1, FG2, ..., GW2) ermittelt wird, wobei jede Abfragezeit aus einem aktiven Abfragezeitanteil und einem passiven Abfragezeitanteil besteht.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die jeweilige Abfragezeit durch Abfragen von Daten des jeweiligen Teilnehmers durch das Edge Device (ED) ermittelt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die jeweilige Abfragezeit vorab ermittelt wird, gespeichert
5 wird und dem Edge Device (ED) zugänglich gemacht wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die erste Zykluszeit und/oder die zweite Zykluszeit
derart bestimmt wird, indem ein Netzwerkteilnehmer (FG1, FG2, ..., GW2) erstmalig abgefragt
wird, alle weiteren in der ersten Applikation (AP1), bzw. in der zweiten Applikation (AP2)
10 definierten Netzwerkteilnehmer (FG1, FG2, ..., GW2) abgefragt werden und diejenige Zeit als
erste Zykluszeit und/oder zweite Zykluszeit gemessen wird, welche vergeht, bis der
Netzwerkteilnehmer (FG1, FG2, ..., GW2) erneut abgefragt wird.
7. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, wobei in dem Falle, dass die
15 ermittelte erste Zykluszeit und/oder die Gesamtzykluszeit die zumindest eine Anforderung
unterschreitet, die jeweilige Information Angaben zur verfügbaren Zeit bis zum Überschreiten der
zumindest einen ersten Anforderung, bzw. zweiten Anforderung, enthält, und wobei die jeweilige
Information durch zusätzliches Abfragen der durch das erste Filter, bzw. das zweite Filter,
definierten Netzwerkteilnehmer (FG1, FG2, ..., GW2) mittels des Edge Devices (ED) ermittelt
20 wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die jeweilige Information eine Anzahl möglicher zusätzlicher
Netzwerkteilnehmer (FG1, FG2, ..., GW2) zumindest eines Gerätetyps enthält, wobei einem
Gerätetyp eine durchschnittliche Abfragezeit zugewiesen wird, welche insbesondere per
25 Abfragen von einem der Netzwerkteilnehmer (FG1, FG2, ..., GW2) dieses Gerätetyps bestimmt
wird, wobei die Anzahl anhand der verfügbaren Zeit und der durchschnittlichen Abfragezeit
berechnet wird.
9. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, wobei im Falle, dass die erste
30 Anforderung und/oder die zweite Anforderung nicht erfüllt wird, die Information zumindest eine
Maßnahme zur Reduktion der ersten Zykluszeit, bzw. der Gesamtzykluszeit, enthält.
10. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, wobei es sich zumindest bei einem
der Teil der Netzwerkteilnehmer (FG1, FG2, ..., GW2) um Feldgeräte der
35 Automatisierungstechnik handelt.

11. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, wobei es sich zumindest bei einem der Teil der Netzwerkteilnehmer (FG1, FG2, ..., GW2) um Steuerungskomponenten oder Gateways handelt.
- 5 12. Edge Device (ED), ausgestaltet zur Verwendung in einem Verfahren gemäß zumindest einem der Ansprüche 1 bis 11.

1/1

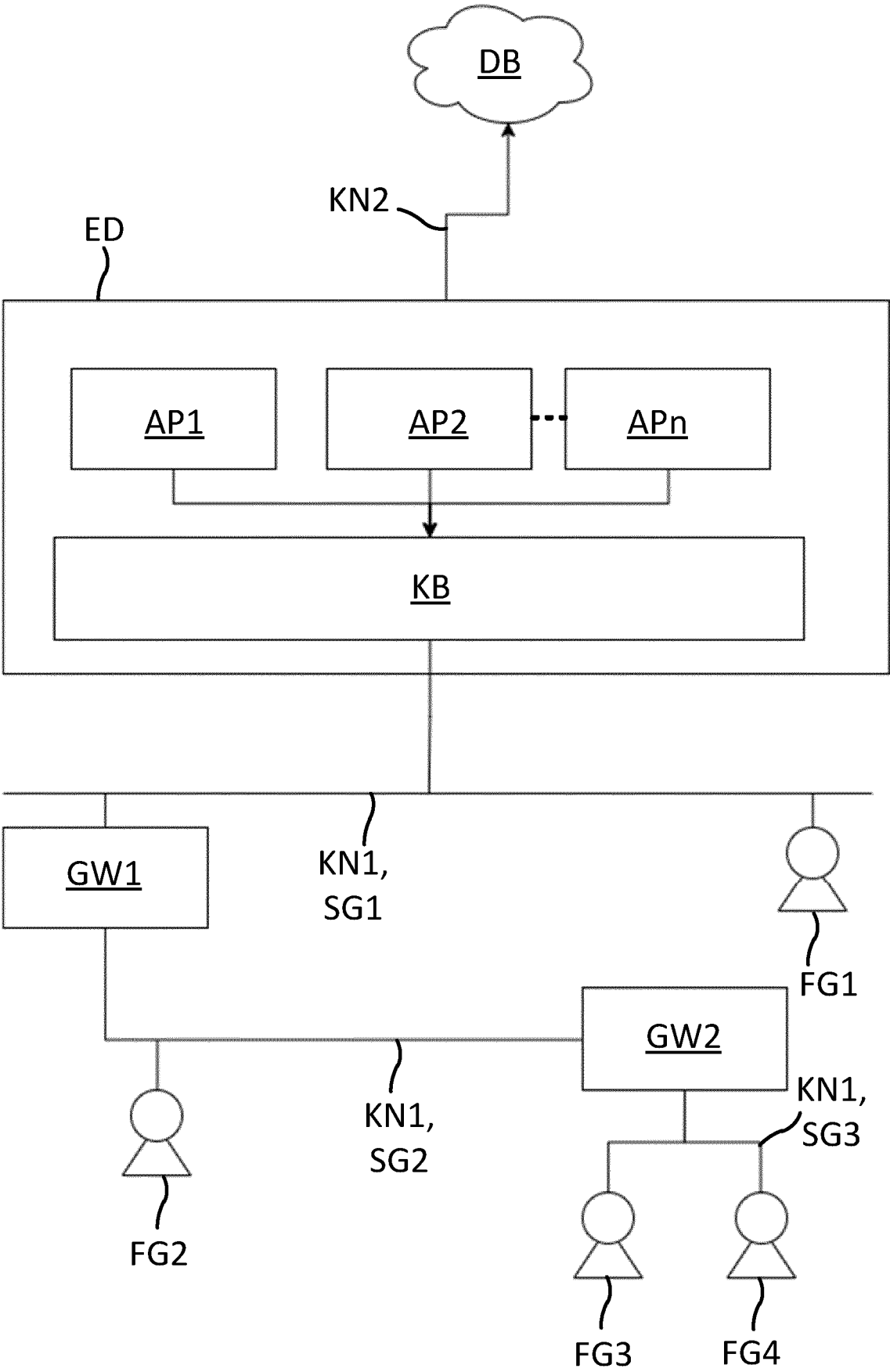


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/073244

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H04L 29/08</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04L Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
X	PRASAD RAJA ET AL. "Static and dynamic polling mechanisms for fieldbus networks" <i>OPERATING SYSTEMS REVIEW, ACM, NEW YORK, NY, US</i> , Vol. 27, No. 3, 01 July 1993 (1993-07-01), pages 34-45 DOI: 10.1145/155870.155875 ISSN: 0163-5980, XP058390930 page 34 page 36 figure 2	1-12		
X	US 2019320451 A1 (HANSEN EWA [SE] ET AL) 17 October 2019 (2019-10-17) paragraph [0028] paragraph [0034] paragraph [0048] paragraph [0056] figures 1, 4	1-12		
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; border: none;"> * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; border: none;"> "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family </td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search 17 November 2021		Date of mailing of the international search report 07 December 2021		
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Konrad, Markus Telephone No.		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/073244

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2019320451	A1	17 October 2019	CN	109906650	A	18 June 2019
				EP	3313134	A1	25 April 2018
				US	2019320451	A1	17 October 2019
				WO	2018073059	A1	26 April 2018

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H04L29/08
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H04L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PRASAD RAJA ET AL: "Static and dynamic polling mechanisms for fieldbus networks", OPERATING SYSTEMS REVIEW, ACM, NEW YORK, NY, US, Bd. 27, Nr. 3, 1. Juli 1993 (1993-07-01), Seiten 34-45, XP058390930, ISSN: 0163-5980, DOI: 10.1145/155870.155875 Seite 34 Seite 36 Abbildung 2	1-12
X	US 2019/320451 A1 (HANSEN EWA [SE] ET AL) 17. Oktober 2019 (2019-10-17) Absatz [0028] Absatz [0034] Absatz [0048] Absatz [0056] Abbildungen 1, 4	1-12



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. November 2021

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/12/2021

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Konrad, Markus

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/073244

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2019320451 A1	17-10-2019	CN 109906650 A	18-06-2019
		EP 3313134 A1	25-04-2018
		US 2019320451 A1	17-10-2019
		WO 2018073059 A1	26-04-2018
