

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 485 705 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **91115304.7**

(51) Int. Cl.⁵: **G04F 10/04**

(22) Anmeldetag: **10.09.91**

(30) Priorität: **13.11.90 DE 4036107**
12.06.91 DE 4119378
12.06.91 DE 4119377
12.06.91 DE 4119376
12.06.91 DE 4119374

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.05.92 Patentblatt 92/21

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB NL

(71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT
ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V.**
Leonrodstrasse 54
W-8000 München 19(DE)

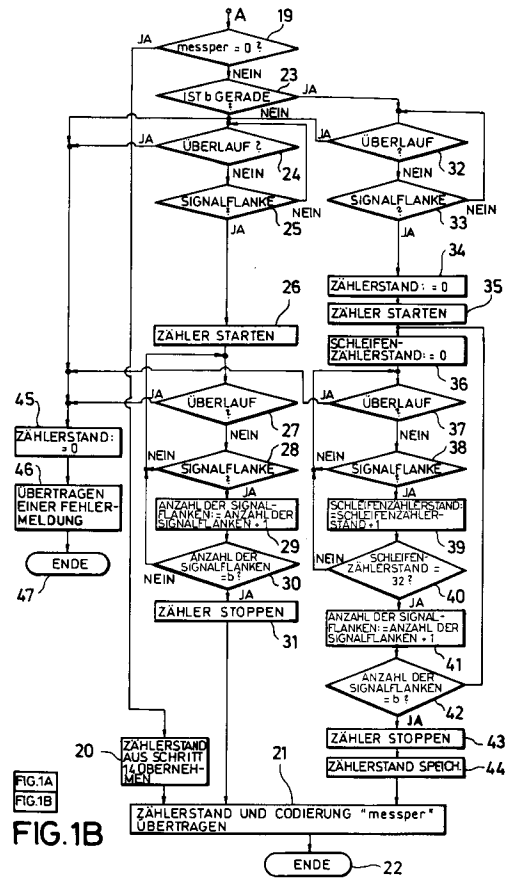
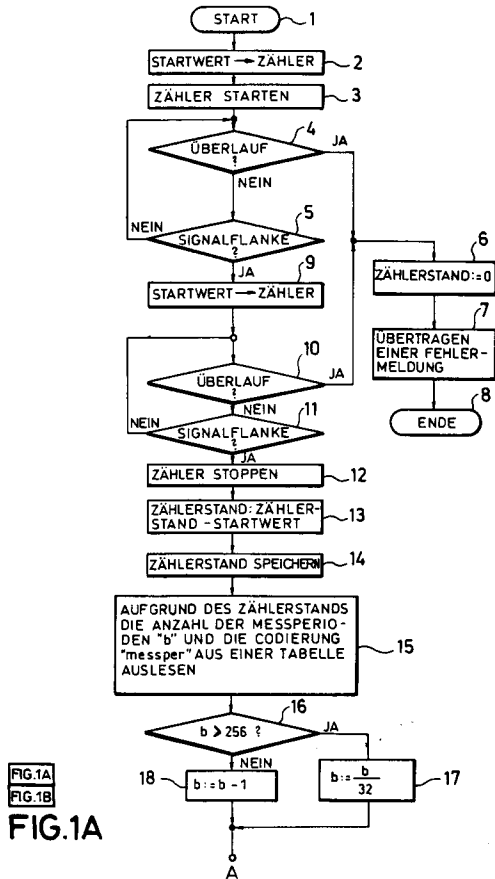
(72) Erfinder: **Wallrapp, Ludwig, Dipl.-Ing.**
Hollerweg 5
W-8520 Erlangen(DE)
Erfinder: **Haist, Markus**
An der Rösselwiese 18
W-8500 Nürnberg 90(DE)
Erfinder: **Seitzer, Dieter**
Humboldtstrasse 14
W-8520 Erlangen(DE)

(74) Vertreter: **Schoppe, Fritz, Dipl.-Ing. et al**
Seitnerstrasse 42
W-8023 Pullach bei München(DE)

(54) **Telemetrie-Periodendauer-Messverfahren.**

(57) Bei einem Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren wird eine erhöhte Meßauflösung dadurch erreicht, daß zunächst Taktpulse über eine Periodendauer des zu messenden Signales zur Ermittlung einer ungefähren Periodendauer gezählt werden, daß anschließend eine Tabelle mit diesem Periodendauer-Zählerstand ausgelesen wird, um eine Meßperiodenanzahl zu erhalten, die einen Periodendauerbereich zugeordnet ist, wobei die Meßperiodenanzahl so gewählt ist, daß die Zählung der Taktpulse mittels des Zählers auch bei der längsten Periodendauer dieses Periodendauerbereiches gerade noch nicht zu einem Zählerüberlauf führt, und daß anschließend die Taktpulse über die Periodendaueranzahl von Perioden des Meßsignales gezählt werden, so daß abschließend der so gewonnene Zählerstand zusammen mit einer Codierung der Meßperiodenanzahl zu einem Telemetrie-Empfänger übertragen werden kann.

EP 0 485 705 A2



Die vorliegende Erfindung betrifft ein Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Allgemein befaßt sich die Erfindung mit einem Telemetrie-Meßverfahren für ein Telemetrie-System, das unter anderem die Periodendauer eines von einem Sensor erzeugten Signales ermittelt und an einen Telemetrie-Empfänger überträgt.

Es ist bereits ein Periodendauer-Meßverfahren für ein Telemetrie-System bekannt, bei dem mittels eines Mikroprozessors eine Periodendauer eines zu messenden Signales dadurch gemessen wird, daß zwischen zwei Flanken gleicher Richtung des zu messenden Signales ein Zähler mittels eines Taktsignales hochgezählt wird. Der Zählerstand, der der Periodendauer entspricht, wird anschließend übertragen.

Gleichfalls ist es bekannt, bei einem derartigen System im Falle von relativ hochfrequenten, zu messenden Signalen die Takte zu zählen, die während einer festen Anzahl von Perioden des zu messenden Signales dem Zähler zugeführt werden. Die Anzahl der gemessenen Periodendauern des zu messenden Signales wird bei diesem System derart festgelegt, daß während der Anzahl der Meßperioden bei der untersten zu messenden Frequenz der maximale Zählerstand des Zählers gerade erreicht wird. Mit steigender Frequenz des zu messenden Signales nimmt die Meßzeit ab, so daß nötigerweise auch die erzielbare Auflösung mit ansteigender Frequenz abnimmt.

Bei Periodendauer-Meßgeräten oder Frequenz-Meßgeräten für den Laborbereich ist es bekannt, eine automatische Frequenzmeßbereicheinstellung des mikroprozeßorgesteuerten Meßgerätes dadurch herbeizuführen, daß dieses die Periodendauermessung zunächst ausgehend von einer Anzahl von Meßperioden, die dem Meßsignal mit der niedrigsten meßbaren Frequenz entsprechen, durchführt. Wenn hierbei ein Zählerüberlauf stattfindet, wird die Anzahl der Meßperioden um den Faktor 1000 verringert, woraufhin ein erneutes Hochzählen des Zählers stattfindet. Sollte wiederum ein Überlauf stattfinden, wird erneut eine Verringerung der Anzahl der Meßperioden um den Faktor 1000 vorgenommen, bis schließlich auch ein sehr hochfrequentes Signal ohne Zählerüberlauf bezüglich seiner Periodendauer gemessen werden kann.

Ebenfalls ist es bei derartigen Vielfach-Meßgeräten bekannt, im Falle eines Zählerüberlaufs von einer Periodendauermessung auf eine Frequenzmessung des zu messenden Signales umzuschalten. Ein derartiges Meßverfahren erfordert jedoch eine Grundeinstellzeit für das Meßgerät, die davon abhängt, welche Frequenz das zu messende Signal hat. Da innerhalb eines Telemetrie-Meßverfahrens nur ein bestimmtes, unveränderliches zeitliches Fenster für das Messen und Übertragen von Meßdaten für jeweils einen Sensor zur Verfügung steht, kommt das soeben geschilderte, bei Vielfach-Meßgeräten im Labor eingesetzte Meßverfahren für den Bereich der Telemetrie-Meßtechnik nicht in Betracht.

Ausgehend von dem oben genannten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß ohne Erhöhung des schaltungstechnischen Aufwandes für das Telemetrie-Meßsystem, mit dem das Meßverfahren ausführbar ist, eine erhöhte Meßauflösung erreicht wird.

Diese Aufgabe wird durch ein Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

Bei dem Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung wird der Zähler nach der Messung der Dauer der ersten Periode, die auf die Synchronisation auf die erste Flanke des Meßsignales folgt, angehalten. Mit diesem Wert wird ein Tabellenauslesen zum Ermitteln der ungefähren Periodenzahl durchgeführt. Erst dann wird der Zähler erneut gestartet. Zwischen dem Anhalten und dem erneuten Starten des Zählers bleibt eine Zeitdauer für die Messung ungenutzt, die zumindest einer Periode entspricht. Da die Gesamtmeßzeit bei dem Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren begrenzt ist, führt das zwischenzeitliche Anhalten des Zählers insbesondere bei der Periodendauermessung bei niedrigen Frequenzen zu einem Genauigkeitsverlust.

Im Gegensatz zu dem Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung wird der Zähler gemäß dem in Anspruch 9 niedergelegten zweiten Aspekt der Erfindung nach der ersten Periodendauer nicht angehalten, sondern es wird nur der Zählerwert gespeichert. Der Zähler läuft damit während der folgenden Verfahrensschritte, die den Zugriff auf die Tabelle umfassen, weiter und registriert somit zumindest auch eine zweite Periode.

Gemäß einem weiterführenden Aspekt der Erfindung kann ein Zähler mit einer Wortlänge von 16 Bit eingesetzt werden. Um den Zählerstand eines derartigen 16-Bit-Zählers bei einem laufenden Zähler zu speichern, würde man üblicherweise einen 16-Bit-"Move"-Befehl benötigen. Die Erfindung gemäß dem weiterführenden Erfindungsaspekt ermöglicht jedoch auch eine Abspeicherung des Zählerstandes mittels solcher Prozessoren, bei denen nur 8-Bit-Befehle zur Verfügung stehen. Dies ist bei den meisten Prozessoren der Fall und trifft insbesondere auf die üblichen Prozessoren der 8051-Prozessorfamilie zu.

Gemäß der Erfindung wird der Zählerstand nacheinander für eine höherwertige und eine niedrigerwertige Bitgruppe des Zählers gespeichert. Würde dies bei einem laufendem Zähler erfolgen, könnte es zur Abspeicherung eines falschen 16-Bit-Zählerstandes kommen, da zwischen der Abspeicherung der höher-

wertigen Bitgruppe und der Abspeicherung der niedrigerwertigen Bitgruppe ein Übertrag vom 8. Bit zum 9. Bit des Zählers auftreten kann. Daher wird für die Zählerstandsabfrage der Zähler kurz angehalten und kurz darauf wieder gestartet.

Gemäß einem ergänzenden Erfindungsaspekt wird die Dauer der Unterbrechung des Zählverlaufs
5 dadurch berücksichtigt, daß der aktuelle Zählerstand um eine entsprechende Anzahl von Zählerständen erhöht wird, welche der verstrichenen Zeit der Unterbrechung entsprechen.

Bei dem Gegenstand dem ersten Aspekt der Erfindung werden die Taktpulse über eine Periodendauer des Meßsignales gezählt, um die ungefähre Periodendauer des Meßsignales zu ermitteln. Mit diesem
10 Zählwert wird ein Tabellenzugriff durchgeführt, wodurch die Meßperiodenanzahl ermittelt wird. Über die aus der Tabelle ausgelesene Meßperiodenanzahl wird dann der Zähler mit den Taktpulsen hochgezählt. Falls das Meßsignal jedoch eine schnellfallende Signalfrequenz hat, trifft die anfängliche Periodendauermessung zur Ermittlung der Meßperiodenanzahl für das dann zu messende Signal nicht mehr zu, so daß es zu einer Überschreitung der Meßzeit kommen könnte. Bei einem Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren muß
15 jedoch sichergestellt werden, daß die Bestimmung der Signalfrequenz beispielsweise eines Sensors während der dafür vorgesehenen Meßzeit mit Sicherheit abgeschlossen ist.

In Abweichung zu dem Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach dem ersten Aspekt der Erfindung wird beim Gegenstand des in Anspruch 11 festgelegten dritten Erfindungsaspektes aus der Tabelle nicht nur die Meßperiodenanzahl, sondern auch ein Überlaufzählerstand ausgelesen und zu dem momentanen
20 Zählerstand addiert. Sollte während des Zählens der Taktpulse über die aus der Tabelle ausgelesene Meßperiodenanzahl ein Zählerüberlauf stattfinden, wird die Messung beendet. Falls jedoch das Zählen der Taktpulse über die aus der Tabelle ausgelesene Meßperiodenanzahl abgeschlossen werden können, wird von dem so ermittelten Zählerstand der Überlaufzählerstand subtrahiert, bevor der Verfahrensschritt des Übertragens des Zählerstandes durchgeführt wird.

Der Überlaufzählerstand ist derart bemessen, daß der Zähler nach der firmgebenden Maximalmeßzeit
25 überläuft und somit der Zählerüberlauf für die Beendigung der Messung herangezogen werden kann. Falls nun ein Meßsignal mit einer zu stark fallenden Signalfrequenz gemessen wird, würde die vorab bestimmte Anzahl der Perioden zur Überschreitung der Meßzeit führen. Durch die Berücksichtigung des Überlaufzählerstandes kommt es jedoch in diesem Fall zu einem die Messung beendigenden Zählerüberlauf. Nach Beendigung der Messung wird der Überlaufzählerstand von dem aktuellen Zählerstand subtrahiert, bevor
30 die Übertragung des Zählerstandes an den Telemetrieempfänger erfolgt.

Bei dem Gegenstand dem ersten Aspekt der Erfindung findet für die Ermittlung der Meßperiodenanzahl vor dem Tabellenzugriff ein anfängliches Zählen der Taktpulse über eine Periodendauer statt. Falls es sich bei dem Meßsignal um ein hochfrequentes Meßsignal handelt, erreicht der Zähler bei der Messung über
35 eine einzige Periodendauer nur einen geringen Zählerstand, der somit auch nur eine ungenaue Wiedergabe der Meßperiodendauer ist. Wird aufgrund dieses anfänglich ermittelten Zählerstandes nun auf die Tabelle zum Auslesen der Meßperiodenanzahl zugegriffen, so kann es zu einem Auslesen einer Meßperiodenanzahl kommen, die nur für Meßsignale zutreffend ist, welche in einem anderen Periodendauerbereich liegen. Um hierdurch bedingte ungültige Messungen zu verhindern, muß die Zuordnung anfänglicher Periodendauerzählerstände zu den verschiedenen Meßperiodenanzahlen in der Tabelle einen ausreichenden Spielraum
40 zur Verhinderung ungültiger Messungen berücksichtigen, wodurch jedoch auf die bestmögliche Ausschöpfung der Zählerkapazität und somit auf die maximal mögliche Meßgenauigkeit verzichtet wird.

Das erfindungsgemäße Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren gemäß dem in Anspruch 16 festgelegten dritten Erfindungsaspekt sieht vor, daß nach dem Auslesen der ersten Tabelle aufgrund des beispielsweise für eine Periodendauer ermittelten Periodendauerzählerstandes überprüft wird, ob die aus der ersten
45 Tabelle ausgelesene Meßperiodenanzahl einen Grenzwert überschreitet. Falls dies nicht der Fall ist, fährt das erfindungsgemäße Verfahren mit dem Zählen der Taktpulse über die Meßperiodenanzahl fort, woraufhin der so ermittelte Zählerstand zu dem Telemetrie-Empfänger übertragen wird. Falls jedoch das Ergebnis der Prüfung positiv ist und somit das Meßsignal als hochfrequent eingestuft wird, wird nach dem Auslesen der ersten Tabelle ein Zählen von Taktpulsen über eine Mehrzahl von Periodendauern des Meßsignales
50 durchgeführt, bevor mit diesem über eine Mehrzahl von Periodendauern ermittelten Zählwert auf eine zweite Tabelle zur Auslesung der nun genauen Meßperiodenanzahl zugegriffen wird. Nach dem Auslesen der zweiten Tabelle wird der Zähler mit den Taktpulsen über die aus dieser zweiten Tabelle ausgelesene Meßperiodenanzahl hochgezählt, bevor der Zählwert zu dem Telemetrie-Empfänger übertragen wird.

Bei dem Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach dem ersten Aspekt der Erfindung ist die obere
55 Grenzfrequenz für die erfaßbaren Meßsignale durch die Geschwindigkeit des verwendeten Prozessors vorgegeben, da pro Flanke des Meßsignales ein Interrupt abgearbeitet werden muß. Die Periodendauer des Meßsignales darf diese Bearbeitungszeit nicht unterschreiten, da sonst die einzelnen Flanken des Meßsignales nicht registriert werden können.

Daher liegt der Erfindung gemäß der vorliegenden Zusatzanmeldung die Aufgabe zugrunde, das Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren gemäß der Deutschen Patentanmeldung P4036107.1 so weiterzubilden, daß Meßsignale von höherer Frequenz erfaßt werden können. Diese Aufgabe wird durch ein Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Bei dem Verfahren nach dem in Anspruch 18 niedergelegten vierten Erfindungsaspekt wird zur Erfassung von Meßsignalen von höherer Frequenz nach dem Auslesen der Tabelle überprüft, ob die Meßperiodenanzahl einen Grenzwert überschreitet. Falls dies nicht der Fall ist, werden die Taktpulse über die Meßperiodenanzahl gezählt und daraufhin der Zählerstand zusammen mit der Meßperiodenanzahl zur Auswertung zu dem Telemetrieempfänger übertragen.

Falls die Meßperiodenanzahl jedoch den Grenzwert überschreitet und somit das Meßsignal als hochfrequent eingestuft wird, wird zunächst ein Vergleichsfrequenzpulszähler auf einen der Meßperiodenanzahl entsprechenden Wert gesetzt, sodann der Zähler rückgesetzt und gestartet, anschließend der Vergleichsfrequenzpulszähler mit jeder Flanke des Vergleichsfrequenzsignales dekrementiert und der Zähler angehalten, sobald der Zählwert des Vergleichsfrequenzpulszählers Null ist, woraufhin der Zählerstand und die Meßperiodendauer darstellende Information zu dem Telemetrieempfänger übertragen werden, der die Frequenz des Meßsignales aus dem übertragenen Zählerstand, dem Kehrwert der Meßperiodenanzahl und dem Kehrwert der Periodendauer des Vergleichsfrequenzsignales ermittelt.

Bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahrens sind in den übrigen Unteransprüchen angegeben.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahrens näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Flußdiagramm einer ersten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Telemetrie- Periodendauer-Meßverfahrens; und

Fig. 2 ein Flußdiagramm einer zweiten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Telemetrie- Periodendauer-Meßverfahrens.

Wie in Fig. 1 gezeigt ist, bildet ein erster Verfahrensschritt 1 bildet den Start des erfindungsgemäßen Meßverfahrens. Bei einem nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitenden Programm kann es sich um ein Unterprogramm zur Steuerung eines Mikroprozessors eines Telemetrie-Meßsystemes handeln, das in sich zyklisch wiederholender Weise mit einer Mehrzahl von Unterprogrammen in zeitmultiplexer Art die Ausgangssignale von mehreren Telemetrie-Sensoren verarbeitet und an einen Telemetrie-Empfänger überträgt.

In diesem Fall ist der erste Verfahrensschritt 1 derjenige Programmschritt, mit dessen Ausführung der Mikroprozessor des Telemetrie-Meßsystemes beginnt, wenn das Zeitfenster für die Verarbeitung und Übertragung eines Sensors mit einem Frequenzgangssignal erreicht ist, wobei diese Ausgangsgröße mittels des erfindungsgemäßen Periodendauer-Meßverfahrens erfaßt werden soll.

In einem zweiten Verfahrensschritt 2 wird ein Zähler mit einem Startwert geladen. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel beträgt der Startwert 7800H. Dieser Startwert des Zählers ist derart gewählt, daß bei Heraufzählen des Zählers mit einem Taktsignal, welches von einem CPU-Takt abgeleitet ist, über eine Periode eines Meßsignales mit der niedrigsten, zu erfassenden Frequenz gerade noch kein Zählerüberlauf auftritt.

Im Verfahrensschritt 3 wird der Zähler gestartet, woraufhin der Startwert mit jedem Taktpulse inkrementiert wird.

Im Verfahrensschritt 4 wird überprüft, ob ein Zählerüberlauf stattgefunden hat. Falls dies der Fall ist, kann bereits jetzt das zu überprüfende Meßsignal als zu niederfrequent für eine Auswertung mittels des erfindungsgemäßen Meßverfahrens eingestuft werden, so daß die Messung als ungültig definiert wird. In diesem Fall geht das Programm zu dem später zu erläuternden Verfahrensschritt 6.

In dem anschließenden Verfahrensschritt 5 wird überprüft, ob eine das Ende einer Periode des Meßsignales anzeigende Signalfanke aufgetreten ist. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel spricht der Mikroprozessor auf fallende Flanken des zu messenden Signales an und erzeugt bei Auftreten einer fallenden Flanke einen Interrupt. Solange keine Signalfanke auftritt, bleibt der Mikroprozessor in einer Warteschleife, bei der er zu dem Programmschritt 4 zurückkehrt.

Im Falle des Zählerüberlaufs wird der Zählerstand bei einem sechsten Verfahrensschritt auf Null gesetzt, woraufhin eine Fehlermeldung in einem Verfahrensschritt 7 zu dem Empfänger des Telemetrie-Systemes übertragen wird, die den ungültigen Charakter der durchgeführten Messung anzeigt. Mit dem darauffolgenden Verfahrensschritt 8 wird in diesem Fall der Meßzyklus beendet.

Die Verfahrensschritte 4 und 5 dienen einerseits dazu, daß zum Zwecke der Synchronisation des Startes der Periodendauermessung auf die jeweils nächste fallende Flanke gewartet wird, und daß andererseits bei zu niederfrequenten Signalen eine diesen Umstand anzeigende Fehlermeldung zum Empfänger des Telemetrie-Systemes übertragen werden kann.

5 Bei zu niedriger Signalfrequenz kann schon bei der Synchronisation auf den Meßbeginn bei den Schritten 4 und 5 die zur Verfügung stehende Zeit überschritten werden. Der Startwert des Zählers, der bei dem bereits erläuterten Verfahrensschritt 3 und dem noch zu erläuternden Verfahrensschritt 9 gewählt wird, ist so bemessen, daß die Zeit bis zu dem Zählerüberlauf gerade die Messung der längstmöglichen Periodendauer des Meßsignales erlaubt. Bei der Konfiguration nach dem Ausführungsbeispiel beträgt der
10 Startwert 7.800H, so daß bis zum Überlauf, der dem Zählerstand FFFFH nach OOOOH entspricht, die Zeit von 8.800H-Zählerständen vergeht. Dies entspricht einer Zeitdauer von 40,8 ms bzw. einer niedrigsten Meßfrequenz von 24,5 Hz.

Während der noch unter Bezugnahme auf die Verfahrensschritte ab dem neunten Verfahrensschritt zu erläuternden Messung der ersten Periodendauer gilt dasselbe Zeitlimit. Auch in diesem Fall muß der Zähler
15 in einem neunten Verfahrensschritt auf den erläuterten Startwert gesetzt werden.

Im ungünstigsten Fall, der dem Meßbeginn unmittelbar nach Auftreten einer fallenden Flanke entspricht, muß also 40,8 ms auf die erste fallende Flanke gewartet werden. Die darauffolgende Messung einer Periodendauer erfordert dieselbe Zeit. Die sich daraus ergebende maximale Zeit für die Periodendauermessung beträgt 81,6 ms. Wenn ein Signal mit längerer Periodendauer anliegt, führt das entweder bei dem
20 bereits unter Bezugnahme auf die Schritte 4 und 5 erläuterten Warten auf die erste Flanke oder bei dem nun zu erläuternden Warten auf die zweite Flanke mittels der Verfahrensschritte 10 und 11 zu einem Zählerüberlauf, der zu einer Beendigung des Meßprogrammes aufgrund der Verfahrensschritte 6 bis 8 führt.

Die Verfahrensschritte 6 bis 8 bewirken also, daß im Falle eines Zählerüberlaufs nicht das Auftreten der nächstfolgenden Signalfanke abgewartet wird, da ansonsten die zulässige Meßzeit überschritten werden
25 könnte.

Die Schritte 10 und 11 entsprechen identisch den Schritten 4 und 5, wobei auch hier die Feststellung des Überlaufs beim Schritt 10 zu einem Sprung zu dem Verfahrensschritt 6 führt.

Nach Erfassung der Signalfanke im elften Verfahrensschritt aufgrund des hierbei auftretenden Interrupt-Ereignisses wird in einem zwölften Verfahrensschritt 12 der Zähler gestoppt, woraufhin bei dem nachfolgenden
30 Verfahrensschritt 13 der aktuelle Zählerstand um den Startwert subtrahiert wird, da erst diese Differenz der Dauer der gemessenen Periode entspricht.

Der so ermittelte Zählerstand, der in erster Näherung die Periodendauer des zu messenden Signales darstellt, wird zum Auslesen einer Tabelle verwendet, in der jeweils vorbestimmten Zählerstandbereichen jeweils eine bestimmte Anzahl von Meßperioden b und eine bestimmte Codierung messper zugeordnet ist.
35 Die Meßperiodenanzahl b ist hierbei so gewählt, daß die Zählung der Taktpulse mittels des Zählers auch bei der längsten Periodendauer eines zu dem Periodendauerbereich dieses Wertes b gehörigen Signales gerade noch nicht zu einem Zählerüberlauf führt. Nach einem besonders bevorzugten Gedanken der Erfindung sind die Meßperiodenanzahlen b in einer solchen Staffelung mit der zugehörigen Codierung messper in der Tabelle für die jeweiligen Zählerstände abgelegt, daß einem bestimmten Zählerstand und
40 somit einer bestimmten, bereits ungefähr erfaßten Periodendauer des Meßsignales jeweils eine solche Meßperiodenanzahl b zugeordnet ist, daß diese der jeweils nächstkleinere, durch eine Zweierpotenz darstellbare Wert unterhalb desjenigen Wertes ist, der sich aus dem Zählerstand und somit der bereits ermittelten ungefähren Periodendauer geteilt durch die Periodendauer der Taktpulse sowie geteilt durch den maximal zulässigen Zählerstand ergibt. Bei einer bevorzugten, praktisch ausgeführten Ausgestaltung der
45 Erfindung ist der Meßperiodenanzahl b die Codierung messper folgendermaßen zugeordnet:

$$b = 2^{\text{messper}}$$

50 Mit anderen Worten sind die Meßperiodenanzahlen als Zweierpotenzen mit dem Exponenten messper festgelegt. Mögliche Werte der Meßperiodenanzahl b sind daher 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64,

Durch diese gestaffelte Zuordnung der Meßperiodenanzahlen zu der durch die Schritte 1 bis 15 vorab eingestufteten ungefähren Periodendauer ist es möglich, mittels des Taktsignales den Zähler unabhängig von der Periodendauer des zu messenden Signales immer bis zu einem relativ hohen Wert hochzuzählen,
55 bevor das nächste auftretende Interrupt-Signal nach der letzten Periodendauer den Zähler stoppt. Der hohe Zählerstand ermöglicht, wie später noch weiter verdeutlicht wird, eine Periodendauermessung für jedes Signal unabhängig von seiner Periodendauer mit einer hohen Auflösung.

Aufgrund hardware-mäßiger Beschränkungen des verwendbaren Systemes ist es nicht möglich, mittels eines einzigen Zählers mehr als 256 fallende Signalfanken und somit 256 Meßperioden des Signales zu erfassen.

Um auch derart hochfrequente Signale bezüglich ihrer Periodendauer vermessen zu können, zu deren
 5 Periodendauermessung mit hoher Auflösung mehr als 256 Meßperioden erforderlich sind, wird zunächst beim sechzehnten Verfahrensschritt 16 überprüft, ob die Meßperiodenanzahl größer als 256 ist. Falls dies der Fall ist, wird sie in einem siebzehnten Verfahrensschritt 17 durch einen Wert ersetzt, der der Meßperiodenanzahl geteilt durch einen Schleifenzählerwert von 32 entspricht. Wie später verdeutlicht wird, kann anstelle des Wertes von 32 auch ein anderer Quotient verwendet werden, falls der später erläuterte
 10 Schleifenzähler einen anderen Endwert hat.

Falls die Unterscheidung im sechzehnten Verfahrensschritt 16 dazu führt, daß die Meßperiodenanzahl den Wert 256 nicht übersteigt, wird dieser Wert in einem achtzehnten Verfahrensschritt 18 um eins vermindert.

In einem neunzehnten Verfahrensschritt 19 wird überprüft, ob die Codierung messper den Wert Null
 15 hat. Falls dies der Fall ist, bedeutet dies, daß eine einzige Meßperiode genügt, um das in diesem Fall sehr niederfrequente Eingangssignal mit einer hohen Auflösung zu messen. In diesem Fall geht das Programm zum zwanzigsten Verfahrensschritt 20, bei dem der Zählerstand aus dem vierzehnten Verfahrensschritt 14 übernommen wird und in einem darauffolgenden einundzwanzigsten Verfahrensschritt 21 zusammen mit der zugehörigen Codierung messper = 0 an den Empfänger des Telemetrie-Meßsystemes übertragen wird. In
 20 einem zweiundzwanzigsten Verfahrensschritt 22 ist in diesem Fall der Meßzyklus beendet.

Falls die Überprüfung bei der zuletzt genannten Abfrage 19 negativ ist, überprüft der Mikroprozessor im nächsten Abfrageschritt 23 ob die Anzahl der Meßperioden b gerade ist. Falls dies nicht der Fall ist, so zeigt dies ein zu messendes Signal von nicht hoher Frequenz an.

Sollte im Verlauf der nachfolgenden Messungen von mehreren Periodendauern die Signalfrequenz stark
 25 absinken oder ausfallen, wird auch bei den dem dreiundzwanzigsten Verfahrensschritt nachfolgenden Verfahrensschritten 24, 25 bzw. 32, 33 durch Überprüfung des Zählerüberlaufs ein Interrupt ausgelöst und die Messung als ungültig beendet. In diesem Fall springt das Programm bei der Feststellung des Zählerüberlaufs im vierundzwanzigsten bzw. zweiunddreißigsten Programmschritt 24, 32 zum fünfundvierzigsten Programmschritt, bei dem der Zählerstand auf Null gesetzt wird, woraufhin bei dem sechsundvierzigsten Programmschritt die Fehlermeldung zu dem Empfänger des Telemetrie-Systemes übertragen wird,
 30 um bei dem siebenundvierzigsten Programmschritt den Meßzyklus zu beenden.

In dem auf den fünfundzwanzigsten Programmschritt folgenden sechsundzwanzigsten Schritt 26 wird der Zähler gestartet. Anschließend wird beim siebenundzwanzigsten Schritt 27 erneut überprüft, ob ein Zählerüberlauf aufgetreten ist. In diesem Fall findet ein Sprung zum fünfundvierzigsten Programmschritt 45
 35 statt. Anderenfalls durchläuft das Programm mittels des achtundzwanzigsten Programmschrittes 28 eine Warteschleife, bei der auf das Auftreten des Interrupt als Anzeichen der nächsten Signalfanke gewartet wird. Solange diese nicht auftritt, kehrt das Programm zum siebenundzwanzigsten Programmschritt zurück. Bei Auftreten der fallenden Signalfanke wird im neunundzwanzigsten Programmschritt der Signalfanken-
 40 zähler inkrementiert, woraufhin in dem dreißigsten Programmschritt überprüft wird, ob die gemessene Anzahl der Signalfanken bereits der Anzahl der Meßperioden b gleicht. Wenn dies nicht der Fall ist, kehrt das Programm zu dem siebenundzwanzigsten Programmschritt zurück. Anderenfalls wird in dem nächsten Verfahrensschritt 31 der Zähler gestoppt.

Anschließend geht das Programm zu dem bereits erwähnten Schritt 21, bei dem der Zählerstand mit der zugeordneten Codierung messper zu dem Empfänger des Telemetrie-Systemes übertragen wird.

45 Falls sich bei der Überprüfung des Schrittes 23 herausstellt, daß die Anzahl der Meßperioden ein gerader Wert ist, so bedeutet dies, daß es sich bei dem zu überprüfenden Signal um ein hochfrequentes Signal handelt (vgl. Schritte 16 bis 18).

Die Verfahrensschritte 32, 33 dienen in der bereits erläuterten Weise zu der Erfassung eines Meßsignales mit zu langer Periodendauer, die zu einem Auslösen eines Interrupt wegen eines Zählerüberlaufs führt.

50 Wird das Signal als in dem zulässigen Frequenzbereich liegend beurteilt, geht das Programm zum nachfolgenden Programmschritt 34.

Bei diesem Schritt 34 wird der Zähler auf Null gesetzt und bei dem Schritt 35 gestartet. Anschließend wird bei dem Schritt 36 ein Schleifenzähler auf Null gesetzt. Dieser Schleifenzähler hat einen festen Wert, bis zu dem er hochgezählt werden kann, bevor dessen Überlauf auftritt. Bei dem vorliegenden Ausführungs-
 55 beispiel ist dieser Wert die Zahl 32.

Falls bei dem siebenunddreißigsten Schritt ein Zählerüberlauf festgestellt wird, fährt das Programm nach Auslösung eines entsprechenden Interrupt mit dem einundvierzigsten Programmschritt 41 fort.

Bei dem nächsten Interrupt, der eine fallende Signalfanke anzeigt, die von einem Abfrageschritt 38 erfaßt wird, wird der Schleifenzähler bei dem Verfahrensschritt 39 um eins erhöht. Solange keine Signalfanke auftritt, verbleibt das Programm in einer Warteschleife bei den Programmschritten 37 und 38.

Solange der Schleifenzähler noch nicht seinen Endwert erreicht hat, was bei dem anschließenden Abfrageschritt 40 überprüft wird, kehrt das Programm zum Schritt 37 zurück. Sobald der Schleifenzähler seinen Endwert erreicht hat, wird bei einem einundvierzigsten Verfahrensschritt 41 der Zählerwert, der die erfaßte Anzahl der Signalfanken angibt, um eins erhöht. Für den Fachmann ist es offensichtlich, daß bei dieser Ausführungsform der Zählerwert nur bei jeder zweunddreißigsten Signalfanke erhöht wird.

Sobald die Anzahl der Signalfanken der Meßperiodenanzahl b gleicht, wird in einem darauffolgenden Schritt 43 der Zähler gestoppt. Solange dies jedoch nicht der Fall ist, kehrt das Programm zu dem zweunddreißigsten Programmschritt zurück, bei dem der Schleifenzähler für die innere Schleife rückgesetzt wird.

Nach Stoppen des Zählers bei dem dreiundvierzigsten Verfahrensschritt 43 wird der Zählerstand bei dem darauffolgenden Schritt 44 gespeichert und in dem bereits erläuterten Schritt 21, zu dem das Programm nunmehr fortschreitet, zusammen mit der Codierung m an den Telemetrie-Empfänger übertragen.

Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel erfolgt das Erfassen einer Signalfanke durch Auslösen eines Interrupts. Für den Fachmann ist es offensichtlich, daß gleichfalls das Erfassen einer Signalfanke durch ein Abfragen bzw. ein Polling in Betracht kommt. Die Reaktion eines Prozessors auf ein Interrupt dauert zwar länger als das Warten auf eine Flanke durch Abfragen, jedoch ist durch Verwenden eines Interrupt eine bessere Auflösung möglich. Ein bedingter Sprung im Falle des Abfragens eines Bits dauert so lange, daß während dieser Zeit zwei Zählerstände des Zählers durchlaufen werden, während der Wartezustand auf ein Interrupt-Signal in einer der beschriebenen Leerlaufschleifen (Idle-Modus) erfolgt, so daß bei jedem Zählerstand reagiert werden kann. Somit ermöglicht die Verwendung von Interrupts zum Erfassen der Flanken eine Auflösung von einem Zählerstand des Zählers.

Ferner wird durch das beschriebene Programm der Prozessor bei dem Warten auf eine fallende Flanke in den sogenannten "Idle-Modus" versetzt, bei dem er keine Befehle ausführt, sondern nur auf das nächste Interrupt-Signal wartet. In diesem Zustand verringert sich die Stromaufnahme des Mikroprozessors erheblich. Bei einer praktisch realisierten Ausführungsform geht die Stromaufnahme von 17 mA auf 5 mA zurück.

Zur Erfassung hochfrequenter Signale bedient sich das Programm nach dem bevorzugten Ausführungsbeispiel eines Schleifenzählers, dessen Endwert bei diesem Ausführungsbeispiel 32 beträgt. Für den Fachmann ist es offensichtlich, daß auch Schleifenzähler mit anderen Werten in Betracht kommen. In diesem Fall muß der Quotient im Schritt 17 entsprechend angepaßt werden.

Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel werden für die anfängliche, ungefähre Bestimmung der Periodendauer mittels der Verfahrensschritte 1 bis 14 zwei vollständige Perioden des zu messenden Signales gemessen. Für den Fachmann ist es offensichtlich, daß auch die Messung zweier Halbperioden ebenso wie ein Vielfaches dieses Wertes denkbar ist, auch wenn die Messung von zwei ganzen Perioden aus Gründen der dann verwendbaren Interrupt-Signale zum Anzeigen fallender Signalfanken bevorzugt ist.

Wie in Fig. 2 gezeigt ist, bildet ein 1. Verfahrensschritt 1 bildet den Start der zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Meßverfahrens.

In einem 2. Verfahrensschritt 2 wird ein Zähler mit einem Startwert geladen. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel beträgt der Startwert 7800 H. Dieser Startwert des Zählers ist derart gewählt, daß bei Heraufzählen des Zählers mit einem Taktsignal, welches von einem CPU-Takt abgeleitet ist, über eine Periode eines Meßsignales mit der niedrigsten, zu erfassenden Frequenz gerade noch kein Zählerüberlauf stattfindet.

Im Verfahrensschritt 3 wird der Zähler gestartet, woraufhin der Startwert mit jedem Taktpuls inkrementiert wird.

Im Verfahrensschritt 4 wird überprüft, ob ein Zählerüberlauf stattgefunden hat. Falls dies der Fall ist, kann bereits jetzt das zu prüfende Meßsignal als zu niederfrequent für eine Auswertung mittels des erfindungsgemäßen Meßverfahrens eingestuft werden, so daß die Messung als ungültig zu definieren ist. In diesem Fall geht das Programm zu dem später zu erläuternden Verfahrensschritt 6.

In dem anschließenden Verfahrensschritt 5 wird überprüft, ob eine das Ende einer Periode des Meßsignals anzeigende Signalfanke aufgetreten ist.

Im Falle des Zählerüberlaufs, der bei der Prüfung gemäß Verfahrensschritt 4 erfaßt wird, wird der Zählerstand bei einem 6. Verfahrensschritt 6 auf Null gesetzt, woraufhin das Programm zu dem später zu erläuternden Verfahrensschritt 19 springt, der die Übertragung des Zählerstandes cnt und der codierten Periodenzahl ldn dient. Mit dem nachfolgenden Verfahrensschritt 20 ist in diesem Fall der Meßzyklus beendet.

Die Verfahrensschritte 4 und 5 dienen einerseits dazu, daß zum Zwecke der Synchronisation des Startes der Periodendauermessung auf die jeweils nächste fallende Flanke gewartet wird, und daß andererseits bei zu niederfrequenten Signalen eine diesen Umstand anzeigende Fehlermeldung, die beispielsweise in der Information cnt = 0 bestehen kann, zu dem Empfänger des Telemetrie-Systemes übertragen werden kann.

Bei zu niedriger Signalfrequenz kann schon bei der Synchronisation auf den Meßbeginn bei den Verfahrensschritten 4 und 5 die zu Verfügung stehende Zeit für einen Meßzyklus überschritten werden. Der Startwert des Zählers, der bei dem bereits erläuterten Verfahrensschritt 3 und dem noch zu erläuternden Verfahrensschritt 9 gewählt wird, ist derart bemessen, daß die Zeit bis zu dem Zählerüberlauf gerade die Messung der längst möglichen Periodendauer des Meßsignales erlaubt.

Bei der Konfiguration nach dem Ausführungsbeispiel beträgt der Startwert 7800 H, so daß bis zu dem Überlauf des Zählers, der dem Zählerstand FFFFH nach 0000 H entspricht, die Zeit von 8800 H - Zählerständen vergeht. Dies entspricht einer Zeitdauer von 40,8 ms und somit einer niedrigsten Meßfrequenz von 24,5 Hz.

Während der noch unter Bezugnahme auf die Verfahrensschritte ab dem 9. Verfahrensschritt zu erläuternden Messung der ersten Periodendauer gilt dasselbe Zeitlimit. Auch in diesem Fall muß der Zähler in einem 9. Verfahrensschritt 9 auf den erläuterten Startwert gesetzt werden.

Im ungünstigsten Fall, der dem Meßbeginn unmittelbar nach Auftreten einer fallenden Flanke entspricht, muß also 40,8 ms auf die erste fallende Flanke gewartet werden. Die darauffolgende Messung einer Periodendauer erfordert dieselbe Zeit. Die sich daraus ergebende maximale Zeit für die Periodendauermessung beträgt 81,6 ms. Wenn ein Signal mit längerer Periodendauer anliegt, führt das entweder bei dem bereits unter Bezugnahme auf die Schritte 4 und 5 erläuterten Warten auf die erste Flanke oder bei dem nun zu erläuternden Warten auf die zweite Flanke zu einem Zählerüberlauf, der zu einer Beendigung des Meßprogrammes durch einen Sprung zu dem Verfahrensschritt 19 führt.

Wie erwähnt, wird im 9. Schritt 9 der Zähler mit einem Startwert vorbelegt, der bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel den Wert 7800 H hat.

Die Verfahrensschritte 10 und 11 entsprechen identisch den Verfahrensschritten 4 und 5, wobei auch hier die Feststellung des Überlaufes bei dem 10. Verfahrensschritt 10 zu einem Sprung zu dem 6. Verfahrensschritt 6 führt.

Nach Erfassen der Signalfanke im 11. Verfahrensschritt 11 aufgrund des hierbei auftretenden Interrupt-Ereignisses wird in einem 12. Verfahrensschritt 12 der Zähler angehalten. Das Anhalten des Zählers bei diesem Verfahrensschritt ermöglicht es, die nachfolgend erläuterte Manipulation eines 16-Bit-Zählers mit 8-Bit-Befehlen durchzuführen, wie sie bei Prozessoren aus der 8051-Familie zur Verfügung stehen. Würde man nämlich bei einem laufenden 16-Bit-Zähler Manipulationen mit 8-Bit-Befehlen durchführen, so könnte zwischen der Manipulation einer niederwertigen Bitgruppe des Zählers und der Manipulation einer höherwertigen Bitgruppe des Zählers ein Übertrag stattfinden, der zu einem Fehler führen würde. Diese Problematik wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch ausgeräumt, daß vor jeder der nachfolgend erläuterten Manipulationen des 16-Bit-Zählers selbiger angehalten wird, wie dies auch bei dem 12. Verfahrensschritt 12 der Fall ist.

Bei dem darauffolgenden 13. Verfahrensschritt wird der Zählerstand um den Startwert vermindert und als Eingangszählerstand cnt1 abgespeichert. Wie erwähnt, erfolgt diese Abspeicherung dadurch, daß bei angehaltenem Zähler nacheinander das niederwertige Byte und sodann das höherwertige Byte unter der Adresse cnt1 abgespeichert werden.

Bei dem 14. Verfahrensschritt 14 wird der Zähler auf einen weiteren Startwert (Startwert *) gesetzt, der hier den Wert 15 hat. Diese Vorbesetzung des Zählers mit einem Startwert von 15 Zählerständen anstelle des Rücksetzens des Zählers auf den Wert Null hat folgenden Hintergrund. Die während der Dauer der Unterbrechung des Zählers verstrichene Zeit muß berücksichtigt werden. Dies erfolgt bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel dadurch, daß der Startwert *, der bei dem 14. Verfahrensschritt 14 abgespeichert wird, die Unterbrechung während des 12. und 13. Verfahrensschrittes mit 9 Zählerständen und eine später zu erläuternde Unterbrechung bei einem 22. und 23. Verfahrensschritt mit 6 Zählerständen berücksichtigt wird.

Bei dem darauffolgenden Verfahrensschritt 15 wird der Zähler beginnend ab dem genannten Startwert erneut gestartet.

Der bei dem 13. Verfahrensschritt 13 gespeicherte Zählerstand cnt1 wird für den Zugriff auf eine erste Tabelle während eines 16. Verfahrensschrittes 16 verwendet. Der ermittelte Zählerstand cnt1 stellt in erster Näherung die Periodendauer des zu messenden Signales dar und wird als Eingangsgröße für das Auslesen der ersten Tabelle verwendet, in der jeweils vorbestimmten Zählerstandsbereichen jeweils eine bestimmte Anzahl von Meßperioden n und eine bestimmte Codierung ldn zugeordnet sind. Die Meßperiodenanzahl n ist hierbei so gewählt, daß die Zählung der Taktpulse mittels des Zählers auch bei der längsten Periodendauer

eines zu dem Periodendauerbereich dieses Wertes n gehörigen Signales gerade noch nicht zu einem Zählerüberlauf führt. Nach einem besonders bevorzugten Gedanken der Erfindung sind die Meßperiodenanzahlen n in einer solchen Staffelung mit der Zugehörigen Codierung ldn in der ersten Tabelle für die jeweiligen Zählerstände $cnt1$ abgelegt, das einem bestimmten Zählerstand $cnt1$ und somit einer bestimmten, bereits ungefähr erfaßten Periodendauer des Meßsignals jeweils eine solch Meßperiodenanzahl n zugeordnet ist, daß diese der jeweils nächst kleinere, durch eine Zweierpotenz darstellbare Wert unterhalb desjenigen Wertes ist, der sich aus dem Zählerstand und somit der bereits ermittelten ungefähren Periodendauer geteilt durch die Periodendauer der Taktpulse sowie geteilt durch den maximal Zulässigen Zählerstand ergibt. Bei bevorzugten, praktisch ausgeführten Ausgestaltung der Erfindung ist der Meßperiodenanzahl n die Codierung als Logarithmus Duales ldn zugeordnet.

Mit anderen Worten sind die Meßperiodenanzahlen n als Zweierpotenzen mit dem exponenten ldn festgelegt. Mögliche Werte der Meßperiodenanzahl n sind daher 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64,

Durch diese gestaffelte Zuordnung der Meßperiodenanzahlen Zu der durch die Schritte 1 bis 15 vorab eingestuft ungenauen Periodendauer ist es möglich, mittels des Taktsignales den Zähler unabhängig von der Periodendauer des zu messenden Signales immer bis zu einem relativ hohen Wert hochzuzählen, bevor das nächste auftretende Interrupt-Signal nach der letzten Periodendauer den Zähler stoppt. Der hohe Zählerstand ermöglicht, wie nachfolgend noch verdeutlicht werden wird, eine Periodendauermessung für jedes Signal unabhängig von seiner Periodendauer mit einer hohen Auflösung.

Ein besonders wichtiger Aspekt des erfindungsgemäßen Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahrens ist nun darin zu sehen, daß der Zähler in dem 15. Verfahrensschritt 15 bereits vor dem Verfahrensschritt 16 des Auslesens der ersten Tabelle gestartet wird und somit während der Zeitdauer des Tabellenauslesens läuft. Mit anderen Worten wird bei diesem Erfindungsaspekt im Gegensatz zu der Ausgestaltung nach der Hauptpatentanmeldung der Zähler nicht für den Tabellenzugriff angehalten, sondern läuft während der Zeitdauer der Tabellenzugriffs, wodurch wenigstens die Zeit für die Messung einer Periodendauer des Meßsignales gewonnen wird. Da die Meßzeit begrenzt ist, führt dies besonders bei der Messung im Bereich niedriger Frequenzen zu einer Erhöhung der Meßgenauigkeit.

Nach Durchführung des Tabellenzugriffs im 16. Verfahrensschritt wird die Meßperiodenanzahl n im 17. Verfahrensschritt daraufhin überprüft, ob diese gleich 1 ist. Falls dies der Fall ist, wird der beim 13. Verfahrensschritt abgespeicherte Eingangszählerstand $cnt1$ als Zählerstand cnt übernommen, woraufhin das Verfahren mit den bereits erläuterten Verfahrensschritten 19 und 20 den Meßzyklus beendet.

Falls die Prüfung beim 17. Verfahrensschritt negativ ist, wird bei einem 21. Verfahrensschritt 21 überprüft, ob die Meßperiodenanzahl n kleiner oder gleich 32 ist. Falls dies nicht der Fall ist, wird bei einem 22. Verfahrensschritt 22 der Zähler angehalten und daraufhin der Zählerstand um einen während des 16. Verfahrensschrittes aus der ersten Tabelle ausgelesenen Überlaufzählerstand $cntov$ erhöht. Auch diese Addition erfolgt, wie oben erläutert, mit zwei aufeinanderfolgenden 8-Bit-Additionen einer höherwertigen Bitgruppe des Überlaufzählerstandes und einer niederwertigen Bitgruppe des Überlaufzählerstandes $cntov$ zu dem aktuellen Zählerstand cnt , woraufhin der Zähler bei dem 24. Verfahrensschritt 24 erneut gestartet wird. Dieser Überlaufzählerstand $cntov$ ist derart bemessen, daß der Zähler kurz vor Erreichen der maximal zulässigen Meßzeit überläuft und spätestens dann die Messung beendet. Diese Maßnahme ist für den Fall von schnell fallenden Meßsignalfrequenzen erforderlich. Würde man nämlich nicht den Überlaufzählerstand $cntov$, dessen Wert von dem Periodendauerbereich abhängt, zu dem momentanen Wert des Zählerstandes aufaddieren, könnte die Messung über die Meßperiodenanzahl n , die durch Auslesen der ersten Tabelle beim 16. Verfahrensschritt 16 erhalten wird, zu einer Überschreitung der Meßzeit führen, weil sich während der Meßdauer nach Auslesen der Tabelle beim 16. Verfahrensschritt 16 die aktuelle Periodendauer des Meßsignales erhöht hat und nicht mehr der Vorabschätzung entspricht. In einem 25. Verfahrensschritt 25 wird ein Schleifenzähler b mit der um 1 verminderten Periodendauerzahl n vorgelegt. Bei dem darauffolgenden Verfahrensschritt 26 wird der Zählerüberlauf geprüft. Falls dies auftritt, springt das Programm zum 19. Verfahrensschritt 19.

Anderenfalls wird bei dem darauffolgenden Verfahrensschritt 27 das Auftreten einer Signalfanke des Meßsignals überprüft. Falls keine Signalfanke auftritt, kehrt das Programm zum 26. Verfahrensschritt 26 zurück. Falls dies jedoch der Fall ist, wird der Schleifenzähler beim 28. Verfahrensschritt 28 dekrementiert. Bei dem darauffolgenden Verfahrensschritt 29 wird überprüft, ob der Schleifenzähler b den Wert Null erreicht hat. Falls dies nicht der Fall ist, kehrt das Programm zum 26. Verfahrensschritt 26 zurück. Anderenfalls wird bei dem darauffolgenden Verfahrensschritt 30 der Zähler endgültig gestoppt, woraufhin bei dem 31. Verfahrensschritt 31 der Zählerstand cnt wiederum mittels zweier 8-Bit-Subtraktionen um den Überlaufzählerstand $cntov$ vermindert wird, um den wahren Meßwert zu erhalten. Mit einem Sprung zum 19. Verfahrensschritt ist in diesem Fall der Meßzyklus abgeschlossen.

Wenn die Prüfung bei dem 21. Verfahrensschritt 21 positiv ausgefallen ist, fährt das Programm mit einem weiteren Prüfungsschritt 33 fort, bei dem überprüft wird, ob die Meßperiodenzahl n größer oder gleich 512 ist. Falls dies nicht der Fall ist, ist das Meßsignal als ein Signal eines mittleren Frequenzbereiches eingestuft. In diesem Fall wird bei einem 34. Verfahrensschritt 34 die Meßperiodenanzahl n durch einen Schleifenzählerwert eines noch zu erläuternden inneren Schleifenzählers geteilt, der im Beispielsfall 32 ist. Bei dem darauffolgenden Verfahrensschritt 35 wird der Zähler auf Überlauf hin überprüft. Falls ein Überlauf stattfindet, geht das Programm zum 19. Verfahrensschritt 19. Anderenfalls wird beim folgenden Verfahrensschritt 36 überprüft, ob eine Signalfanke auftritt. Soweit dies nicht der Fall ist, geht das Programm zum 35. Verfahrensschritt 35 zurück. Bei Auftreten einer Signalfanke wird der Zählerstand beim nächsten Verfahrensschritt 37 auf Null gesetzt. Die nachfolgend erläuterten Verfahrensschritte 38 bis 44 bilden einen inneren Schleifenzähler.

Zunächst wird bei einem 38. Verfahrensschritt 38 der Schleifenzählerstand auf Null gesetzt, woraufhin bei dem darauffolgenden Verfahrensschritt 39 überprüft wird, ob ein Zählerüberlauf stattfindet. Falls dies der Fall ist, geht das Programm zum 19. Verfahrensschritt 19. Anderenfalls wird überprüft, ob eine Meßsignalfanke aufgetreten ist. Nach dieser Überprüfung im Verfahrensschritt 40 kehrt das Programm zum Verfahrensschritt 39 zurück, falls keine Signalfanke aufgetreten ist. Bei Auftreten einer Meßsignalfanke wird bei dem darauffolgenden Verfahrensschritt 41 der Schleifenzählerstand inkrementiert.

Bei dem darauffolgenden Schritt 42 wird überprüft, ob der momentane Schleifenzählerstand den Endwert 32 erreicht hat. Falls dies nicht der Fall ist, kehrt das Programm zum 39. Verfahrensschritt zurück. Anderenfalls wird bei einem 43. Verfahrensschritt der Meßperiodenzähler dekrementiert. Bei dem darauffolgenden Verfahrensschritt wird überprüft, ob die Meßperiodenanzahl n den Wert Null erreicht hat. Falls dies nicht der Fall ist, kehrt das Programm zum 38. Verfahrensschritt 38 zurück. Anderenfalls wird bei dem darauffolgenden Verfahrensschritt 45 der Zähler angehalten und der Zählerinhalt als Zählerstand cnt abgespeichert, woraufhin das Programm mit dem 19. Verfahrensschritt 19 weiterarbeitet.

Wie bereits erwähnt, wird bei dem 33. Verfahrensschritt 33 überprüft, ob die Meßperiodenanzahl n größer oder gleich 512 ist. Falls diese Überprüfung zu einem positiven Ergebnis führt, fährt das Programm mit dem 47. Verfahrensschritt 47 fort, bei dem Zähler auf Überlauf überprüft wird. Falls ein Überlauf auftritt, springt das Programm zum Verfahrensschritt 19.

Anderenfalls wird bei dem darauffolgenden Verfahrensschritt 48 überprüft, ob eine Signalfanke des Meßsignales auftritt. Falls dies nicht der Fall ist, kehrt das Programm zum 47. Verfahrensschritt 47 zurück. Anderenfalls wird bei dem darauffolgenden Verfahrensschritt 49 der Zählerstand auf Null gesetzt, woraufhin bei dem Verfahrensschritt 50 ein Schleifenzählerstand auf Null gesetzt wird. Die nachfolgend erläuterte Programmroutine mit den Verfahrensschritten 49 bis 57 dient dazu, für hohe Frequenzen des Meßsignales eine höhere Genauigkeit bei der Ermittlung der Meßperiodenanzahl zu erzielen. Mit anderen Worten ist die anfängliche Messung einer einzigen Periodendauer zur Ermittlung der Meßperiodenanzahl wegen der bei hohen Frequenzen geringen Zählerstände mit Unsicherheiten behaftet, denen bei einer anfänglichen Messung über eine einzige Periodendauer nur dadurch begegnet werden kann, daß die Tabellenwerte für die Meßperiodenanzahl die Meßungenauigkeit berücksichtigen. Dies würde jedoch zu einem Verlust bezüglich der erzielbaren Genauigkeit führen. Daher wird bei der nachfolgend erläuterten Programmroutine eine Abschätzung der Periodendauer des Meßsignales über mehrere Perioden durchgeführt.

Zu diesem Zwecke wird bei dem 50. Verfahrensschritt 50 der Schleifenzählerstand auf Null gesetzt, woraufhin bei dem 51. Verfahrensschritt 51 der Zähler auf Überlauf überprüft wird. Falls ein Überlauf auftritt, springt das Programm zum Verfahrensschritt 19. Anderenfalls wird überprüft, ob eine Signalfanke des Meßsignals aufgetreten ist. Falls diese Überprüfung bei dem 52. Verfahrensschritt 52 negativ ist, kehrt das Programm zum 51. Verfahrensschritt zurück. Anderenfalls wird ein Schleifenzählerstand bei dem nachfolgenden Verfahrensschritt 53 inkrementiert. Bei dem sich anschließenden Verfahrensschritt 54 wird überprüft, ob der Schleifenzählerstand eine Periodenanzahl für die anfängliche Überprüfung von 20 Perioden erreicht hat. Falls dies nicht der Fall ist, kehrt die Programmroutine zum 51. Verfahrensschritt zurück. Anderenfalls wird bei dem darauffolgenden 55. Verfahrensschritt 55 der Zähler angehalten und dessen Wert bei dem folgenden Verfahrensschritt 56 als Zählerstand $cnt1$ gespeichert. Mit diesem wird bei einem 57. Verfahrensschritt 57 auf eine zweite Tabelle zugegriffen, aus der für den hier vorliegenden Bereich hoher Frequenzen die Anzahl der Meßperioden, deren Codierung ldn und der Überlaufzählerstand $cntov$ ausgelesen wird.

Bei dem darauffolgenden Verfahrensschritt 58 wird überprüft, ob die Codierung ldn größer oder gleich 14 ist. Falls dies nicht der Fall ist, wird das gemessene Signal dem oberen Bereich mittlerer Frequenzen zugerechnet, so daß das Programm die Periodendauermessung durch Sprung zu dem 34. Programmschritt 34 durchführt.

Ist die Prüfung bei dem 58. Verfahrensschritt 58 positiv, bedeutet dies, daß das Meßsignal als höchstfrequentes Meßsignal eingestuft wird. Für diesen Fall führt das erfindungsgemäße Verfahren bei den nachfolgenden zu erläuternden Verfahrensschritten 59 bis 67 keine Periodendauermessung, sondern eine Frequenzmessung durch.

5 Die obere Grenzfrequenz der Periodendauermessung ist durch die Geschwindigkeit des verwendeten Prozessors vorgegeben. Pro Flanke des Meßsignals muß nämlich Interrupt abgearbeitet werden. Die Periodendauer darf die für die Abarbeitung eines Interrupts erforderliche Bearbeitungszeit nicht unterschreiten, da sonst einzelne Flanken nicht registriert werden können. Hierdurch wäre die obere Grenzfrequenz stark eingeschränkt, so daß nicht alle bei einem Telemetrie-Meßverfahren auftretenden Frequenzen abge-
10 deckt werden könnten.

Bei Einsatz des 8051-Mikrocontrollers besteht jedoch die Möglichkeit, hardwaremäßig Impulse zu zählen. Dabei liegt die Grenzfrequenz bei einem 24tel der Prozessortaktfrequenz, weil das Meßsignal mit einem 12tel der Prozessortaktfrequenz abgetastet wird.

Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel, das realisiert worden ist, beträgt die Grenzfrequenz der
15 Periodendauermessung 106 kHz, während diejenige der Frequenzmessung bei 426 kHz liegt.

Die erfindungsgemäß vorgesehene Kombination beider Verfahren ermöglicht die Messung von Frequenzen zwischen 25 Hz und 426 kHz, wobei in keinem Fall die maximal zulässige Meßzeit von 80 ms überschritten wird. Die Auflösung der Frequenzmessung beträgt 13 bit bei Frequenzen um 100 kHz und steigt bis 15 bit bei der oberen Grenzfrequenz.

20 Bei einem auf die Maximalmeßzeit von 160 ms angepassten Verfahren ist eine Periodendauermessung zwischen 13 Hz und 106 kHz mit einer Auflösung zwischen 15 und 16 bit möglich. Die Frequenzmessung erzielt dabei eine Auflösung von 14 bis 16 bit bei Signalfrequenzen zwischen 106 kHz und 418 kHz.

Zur Durchführung der Frequenzmessung muß das Meßsignal am Eingang T0 (Timer 0) des Prozessors (nicht dargestellt) anliegen. Jede fallende Flanke erhöht dann den Zählerstand des Timers 0. Als Zeitbasis
25 für die Frequenzmessung muß ein Signal mit fester Frequenz am Eingang INT1 (Interrupt 1) anliegen. Das Zählen des Zeitgebers Timer 0 kann durch das Bit TRO (Timer-Run 0) gesteuert werden. Zur Frequenzmessung wird das Zählen mit diesem bit für eine bestimmte vorgegebene Zeit ermöglicht. Diese Zeit wird als entsprechende Anzahl von Flanken am Eingang INT1 abgezählt.

Bei dem realisierten Ausführungsbeispiel hat die Vergleichsfrequenz am Eingang INT1 eine Frequenz
30 von 1,25 kHz, welche der Periodendauer von 800 µs entspricht. Die Messung wird über 98 derartiger Periodendauern durchgeführt, so daß sich eine Meßzeit von 78,4 ms ergibt. Damit wird zusammen mit der bereits erläuterten Vorabmessung die maximale Meßzeit von 80 ms eingehalten.

Wenn, wie erläutert, bei dem 58. Programmschritt das Vorliegen höchstfrequenter Meßsignale festgestellt wird, wird bei dem darauffolgenden Verfahrensschritt 59 ein Vergleichsfrequenzpulszähler mit der
35 Meßperiodenanzahl n geladen. Daraufhin wird bei dem Verfahrensschritt 60 überprüft, ob eine Flanke der Vergleichsfrequenz am Eingang INT1 vorliegt. Falls dies der Fall ist, geht das Programm zum 60. Verfahrensschritt zurück. Anderenfalls wird der Zähler, der nun als Signalfankenanzähler dient, bei dem darauffolgenden Schritt 61 auf Null gesetzt. Falls bei dem darauffolgenden Verfahrensschritt 62 das Auftreten einer Signalfanke erfaßt wird, wird bei dem 63. Verfahrensschritt 63 der Zähler inkrementiert.
40 Anderenfalls geht das Programm direkt zu dem darauffolgenden Verfahrensschritt 64, bei dem überprüft wird, ob eine Flanke der Vergleichsfrequenz vorliegt.

Falls dies der Fall ist, wird bei dem 65. Verfahrensschritt 65 der Vergleichsfrequenzpulszähler b dekrementiert. Anderenfalls wird dieser Programmschritt übersprungen, woraufhin das Programm bei dem
45 66. Programmschritt 66 überprüft, ob der Vergleichsfrequenzpulszähler b mittlerweile den Zählwert Null erreicht hat. Falls dies nicht der Fall ist, geht das Verfahren zu dem 62. Schritt zurück. Anderenfalls wird der momentane Zählerstand bei dem darauffolgenden Programmschritt 67 als Zählerstand "cnt" abgespeichert, woraufhin die Übertragung des Zählerstandes "cnt" sowie der codierten Periodenanzahl "ldn" bei dem 19. Verfahrensschritt erfolgt, bevor das Verfahren bei dem 20. Verfahrensschritt beendet wird.

Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel werden folgende Daten zwischen dem Telemetriesender und
50 dem Telemetrieempfänger übertragen:

Einerseits der Zählerstand cnt als 16-Bit-Wort und andererseits die Codierung der Periodenanzahl ldn als 4-Bit-Wort.

Bekannt ist die Prozessortaktfrequenz fcpu von 10,24 MHz.

Auf Seiten des Telemetrieempfängers müssen für die Berechnung der Signalfrequenz zwei Fälle
55 unterschieden werden:

Einerseits der Fall der Periodendauermessung, der bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel vorliegt, wenn die Codierung ldn im Wertebereich zwischen 0 und 13 liegt. Da mit ldn der Zweierlogarithmus der Periodenanzahl übertragen wird, wird die Periodenanzahl folgendermaßen ermittelt: $n = 2^{ldn}$.

In diesem Fall berechnet sich die Frequenz f folgendermaßen:

$$f = \frac{n}{cnt} \cdot \frac{f-cpu}{12}$$

Falls die Codierung ldn den Wert 14 oder 15 hat, sagt dies aus, daß eine Frequenzmessung durchgeführt worden ist. Die Periodenzahl n beträgt in diesem Fall 98 bei einem Wert von ldn = 14 bzw. 196 bei einem Wert von ldn = 15. Die Frequenz berechnet sich sodann folgendermaßen:

$$f = \frac{cnt}{n \cdot 800 \mu s}$$

Eine ungültige Messung wird als cnt = 0 codiert. Das Unterschreiten der unteren Grenzfrequenz wird als ldn = 0 codiert.

Für den Fachmann ist es offensichtlich, daß die angegebenen Zahlenwerte lediglich der Erläuterung einer Fallunterscheidung dienen und somit vom Anwendungsfall abhängen.

30 Patentansprüche

1. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren

gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- 35 - Zählen von Taktpulsen über wenigstens eine halbe Periodendauer eines zu messenden Signales mittels eines Zählers zur Ermittlung eines die ungefähre Periodendauer des zu messenden Signales anzeigenden Periodendauer-Zählerstandes,
- Auslesen einer einem Periodendauerbereich, in den der Periodendauer-Zählerstand fällt, zugeordneten Meßperiodenanzahl (b) aus einer Tabelle mittels des Periodendauer-Zählerstandes, wobei
40 die Meßperiodenanzahl so gewählt ist, daß die Zählung der Taktpulse mittels des Zählers auch bei der längsten Periodendauer dieses Periodendauerbereiches gerade noch nicht zu einem Zählerüberlauf führt,
- Zählen der Taktpulse über die Meßperiodenanzahl (b) von Perioden des Meßsignales, und
- 45 - Übertragen des Zählerstandes und einer die Meßperiodenanzahl (b) darstellenden Information (messper) zu einem Telemetrie-Empfänger.

2. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

50 daß die aus der Tabelle ausgelesene Meßperiodenanzahl (b) der nächstkleinere, durch eine Zweierpotenz darstellbare Wert unterhalb desjenigen Wertes ist, der sich aus der ungefähren Periodendauer, die durch den Periodendauer-Zählerstand dargestellt wird, geteilt durch die Periodendauer der Taktpulse sowie geteilt durch den maximalen Zählerstand ergibt.

3. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

55 daß aus der Tabelle mittels des Periodendauer-Zählerstandes ferner die die Meßperiodenanzahl (b) darstellende Information in Form einer Codierung (messper) ausgelesen wird, und

daß die die Meßperiodenanzahl darstellende Codierung (messper) folgende Beziehung zu der Meßperiodenanzahl (b) hat:

$$b = 2^{\text{messper}}.$$

4. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,

daß zu Beginn eines jeden Meßzyklus der Zähler mit den Taktpulsen beginnend ab einen Startwert hochgezählt wird, wobei ein Zählerüberlauf vor Auftreten der nächsten Signalfanke des zu messenden Signales den Meßzyklus beendet, und

daß bei Nicht-überlaufen des Zählers dieser mit Auftreten der Signalfanke erneut beginnend ab dem Startwert hochgezählt wird, wobei ein Zählerüberlauf vor Auftreten der darauffolgenden Signalfanke den Meßzyklus beendet.

5. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

daß in dem Fall einer Codierung (messper), die eine einzige Meßperiode (messper = 0) entspricht, der anfänglich ermittelte Periodendauer-Zählerstand zusammen mit der Codierung (messper) übertragen wird.

6. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,

daß die Meßperiodenanzahl (b) mit einem maximalen Zählwert (256) eines Meßperiodenzählers verglichen wird und bei Überschreiten desselben durch einen Schleifenzählwert (32) dividiert wird oder anderenfalls um eins vermindert wird.

7. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,

daß im Falle einer ungeraden Meßperiodenanzahl (b) der Zähler mit den Taktpulsen über die Meßperiodenanzahl (b) hochgezählt wird, woraufhin der so ermittelte Zählwert um den anfänglich ermittelten Periodendauer-Zählerstand erhöht wird, bevor der so erhaltene Zählerstand zusammen mit der Codierung (messper) übertragen wird.

8. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,

daß im Falle einer geraden Meßperiodenanzahl (b) ein Meßperiodenzähler nur jeweils dann, wenn ein innerer Schleifenzähler durch Hochzählen mittels der Signalfanken seinen Schleifenzählerendwert erreicht hat, inkrementiert wird, und daß der Zähler gestoppt wird, sobald der Meßperiodenzähler einen Wert erreicht hat, der der Meßperiodenanzahl (b) gleicht, woraufhin der so ermittelte Zählerstand zusammen mit der Codierung (messper) übertragen wird.

9. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- Speichern (13, cnt1) des Zählerstandes nach dem Zählen von Taktpulsen über die wenigstens eine halbe Periodendauer bei Auftreten (11) einer Signalfanke des Meßsignales; und
- Rücksetzen (14) und erneutes Starten (15) des Zählers vor dem Verfahrensschritt des Tabellenauslesens (16), wobei der Zähler während des Tabellenauslesens weiterläuft.

10. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,

daß der Verfahrensschritt des Speicherns folgende Verfahrensschritte umfaßt:

- Anhalten (12) des Zählers bei Auftreten (11) der Signalfanke des Meßsignales;
- Speichern (13, cnt1) einer höherwertigen Bitgruppe des Zählerstandes;
- Speichern (13, cnt1) einer niedrigerwertigen Bitgruppe des Zählerstandes;
- Setzen (14) des Zählers auf einen Startwert, der der Dauer des Anhaltens des Zählers entspricht; und

- Starten (15) des Zählers.

11. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- Auslesen eines Überlaufzählerstandes (cntov) aus der Tabelle;
- Addieren (23) des Überlaufzählerstandes (cntov) zu dem momentanen Zählerstand (cnt);
- Beenden (22, ja) der Messung bei Auftreten (26, ja) eines Zählerüberlaufes; und
- bei Nicht-Auftreten des Zählerüberlaufes Subtrahieren (31) des Überlaufzählerstandes (cntov) von dem Zählerstand (cnt) nach dem Zählen der Taktpulse über die Meßperiodenanzahl (n) vor dem Verfahrensschritt des Übertragens des Zählerstandes und der die Meßperiodenanzahl (n) darstellenden Information (ldn) zu dem Telemetrie-Empfänger.

12. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,

daß der Verfahrensschritt des Addierens des Überlaufzählerstandes (cntov) folgende Verfahrensschritte umfaßt:

- Anhalten (22) des Zählers nach dem Auslesen (16) der Tabelle;
- Addieren (23) einer höherwertigen Bitgruppe des Überlaufzählerstandes (cntov) zu dem Zählerstand (cnt);
- Addieren (23) einer niederwertigen Bitgruppe des Überlaufzählerstandes (cntov) zu dem Zählerstand (cnt); und
- Starten (24) des Zählers.

13. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet,

daß der Verfahrensschritt des Subtrahierens (31) des Überlaufzählerstandes (cntov) folgende Verfahrensschritte umfaßt:

- Anhalten (30) des Zählers nach dem Zählen der Taktpulse über die Meßperiodenanzahl (n);
- Subtrahieren (31) einer höherwertigen Bitgruppe des Überlaufzählerstandes (cntov) von dem Zählerstand (cnt); und
- Subtrahieren (31) einer niederwertigen Bitgruppe des Überlaufzählerstandes (cntov) von dem Zählerstand (cnt).

14. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet,

daß jedem Periodendauerbereich ein Wert des Überlaufzählerstandes (cntov) zugeordnet ist.

15. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,

daß der Wert des Überlaufzählerstandes (cntov) für solche Periodendauerbereiche Null ist, die den Signalfrequenzen oberhalb eines Grenzwertes (1 kHz) zugeordnet sind.

16. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15,

gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte zwischen dem Verfahrensschritt des Auslesens (16) der ersten Tabelle und dem Verfahrensschritt des Zählens der Taktpulse sowie des Übertragens (19) des Zählerstandes (cnt) und der die Meßperiodenanzahl (n) darstellenden Information zu dem Telemetrie-Empfänger:

- Prüfen (33), ob die bei dem Auslesen (16) der ersten Tabelle erhaltene Meßperiodenanzahl (n) einen Grenzwert (512) überschreitet;
- falls das Ergebnis des Prüfens (33) negativ ist, Fortfahren mit dem Verfahrensschritt des Zählens der Taktpulse sowie des Übertragens (19);
- falls das Ergebnis des Prüfens (33) positiv ist,
- erneutes Zählen (47 bis 54) von Taktpulsen über eine Mehrzahl (20) von Periodendauern des Meßsignales mittels eines Zählers zur erneuten Ermittlung eines die ungefähre Periodendauer des Meßsignales anzeigenden Periodendauer-Zählerstandes (cnt1);

- erneutes Auslesen einer einem Periodendauerbereich, in den der Periodendauer-Zählerstand fällt, zugeordneten Meßperiodenanzahl (n) aus einer zweiten Tabelle mittels des Periodendauer-Zählerstandes, wobei die Meßperiodenanzahl so gewählt ist, daß die Zählung der Taktpulse mittels des Zählers auch bei der längsten Periodendauer dieses Periodendauerbereiches gerade noch nicht zu einem Zählerüberlauf führt; und
- Fortfahren mit den Verfahrensschritten des Zählens der Taktpulse über die so ermittelte Meßperiodenanzahl und des Übertragens (19) des Zählerstandes (cnt) und der die Meßperiodenanzahl (n) darstellenden Information (ldn) zu dem Telemetrie-Empfänger.

17. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet,

daß der Verfahrensschritt des erneuten Zählens (47) der Taktpulse über die Mehrzahl von Periodendauern folgende Verfahrensschritte umfaßt:

- Rücksetzen und erneutes Starten (49) des Zählers (cnt: = 0);
- Rücksetzen (50) eines Schleifenzählers;
- Inkrementieren (53) des Schleifenzählers bei jeder Flanke des Meßsignales; und
- Anhalten (55) des Zählers, sobald der Zählerstand des Schleifenzählers der Mehrzahl (20) von Periodendauern entspricht.

18. Telemetrie-Periodendauer-Meßverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17,

gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte nach dem Verfahrensschritt (57) des Tabellenauslesens:

- Prüfen (58), ob die bei dem Auslesen der Tabelle erhaltene Meßperiodenanzahl (n) einen Grenzwert (ldn = 14) überschreitet;
- falls das Ergebnis des Prüfens (58) negativ ist,
 - Fortfahren mit den Verfahrensschritten des Zählens der Taktpulse und des Übertragens (19);
- falls das Ergebnis des Prüfens (58) positiv ist,
 - Setzen (59) eines Vergleichsfrequenzpulszählers auf einen der Meßperiodenanzahl (n) entsprechenden Wert (b: = n);
 - Rücksetzen und Starten (61) des Zählers zum Zählen der Taktpulse des Meßsignales;
 - Dekrementieren (65) des Vergleichsfrequenzpulszählers mit jeder Flanke eines Vergleichsfrequenzsignales;
 - Anhalten (67) des Zählers, sobald der Zählwert (b) des Vergleichsfrequenzpulszählers Null ist;
 - Übertragen (19) des Zählerstandes (cnt) und der die Meßperiodendauer (n) darstellenden Information (ldn) zu dem Telemetrie-Empfänger; und
 - Ermitteln der Frequenz des Meßsignales gemäß folgender Gleichung:

$$f = \frac{\text{cnt}}{n * \text{TREF}}$$

wobei (cnt) der übertragene Zählerstand, (n) die Meßperiodenanzahl und (TREF) die Periodendauer des Vergleichsfrequenzsignales sind.

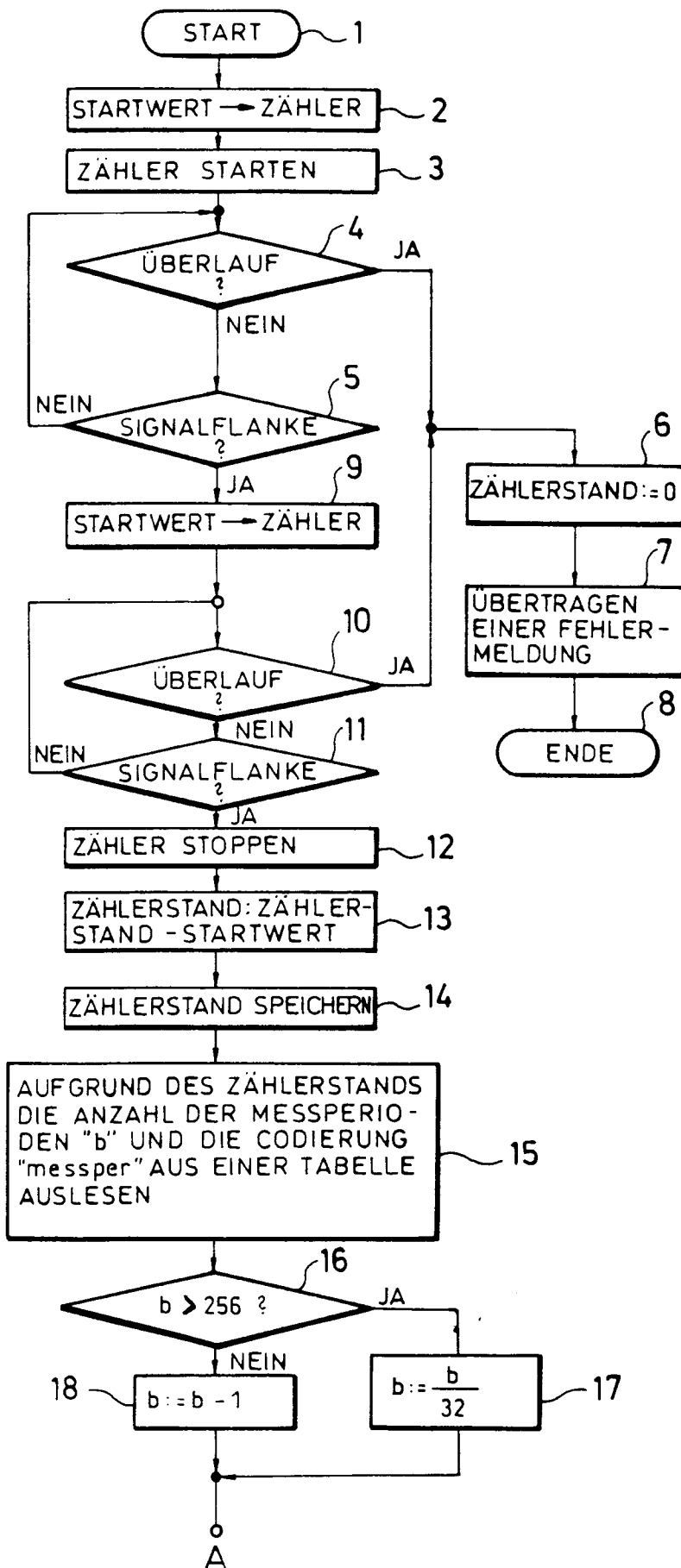
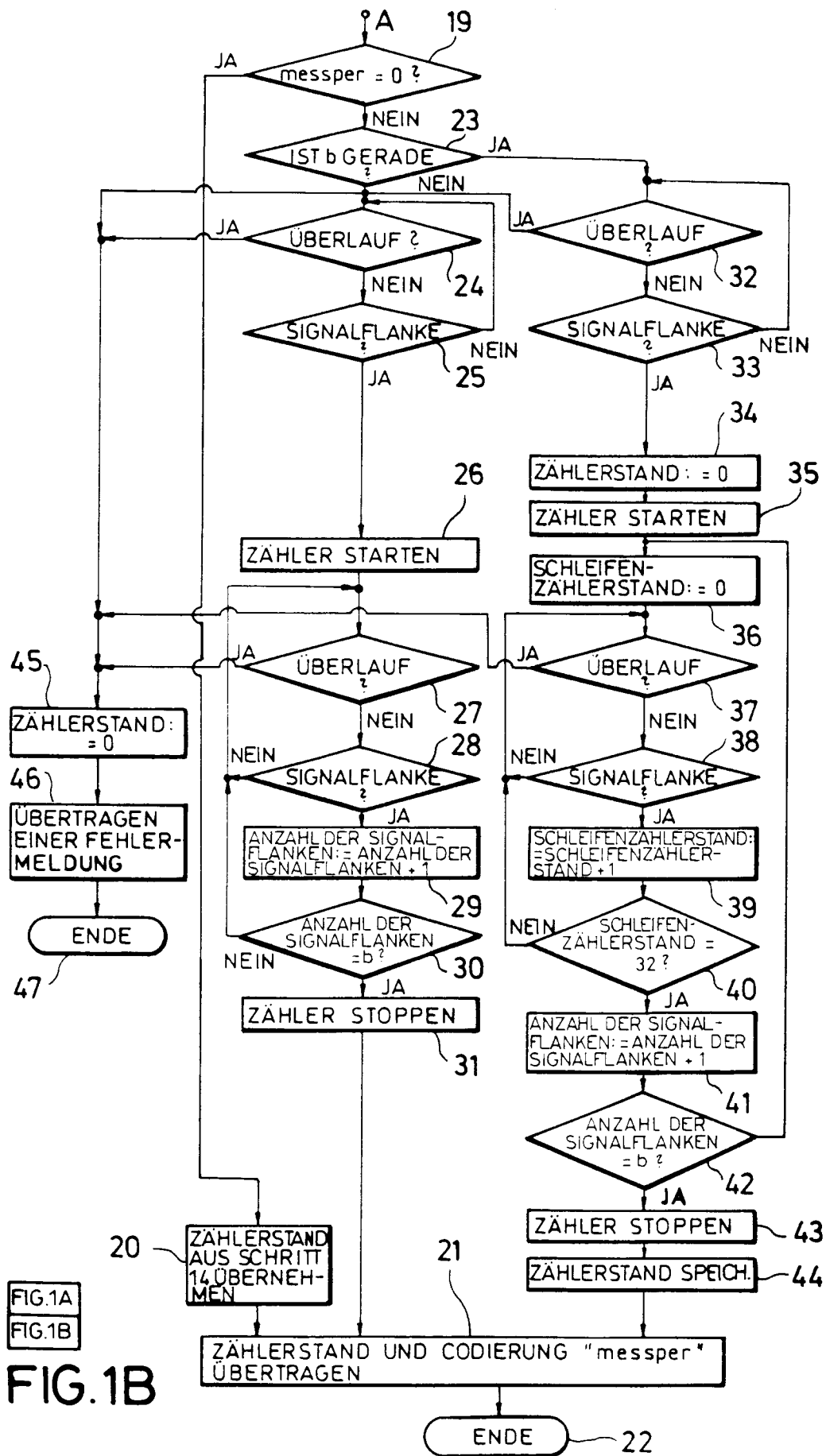
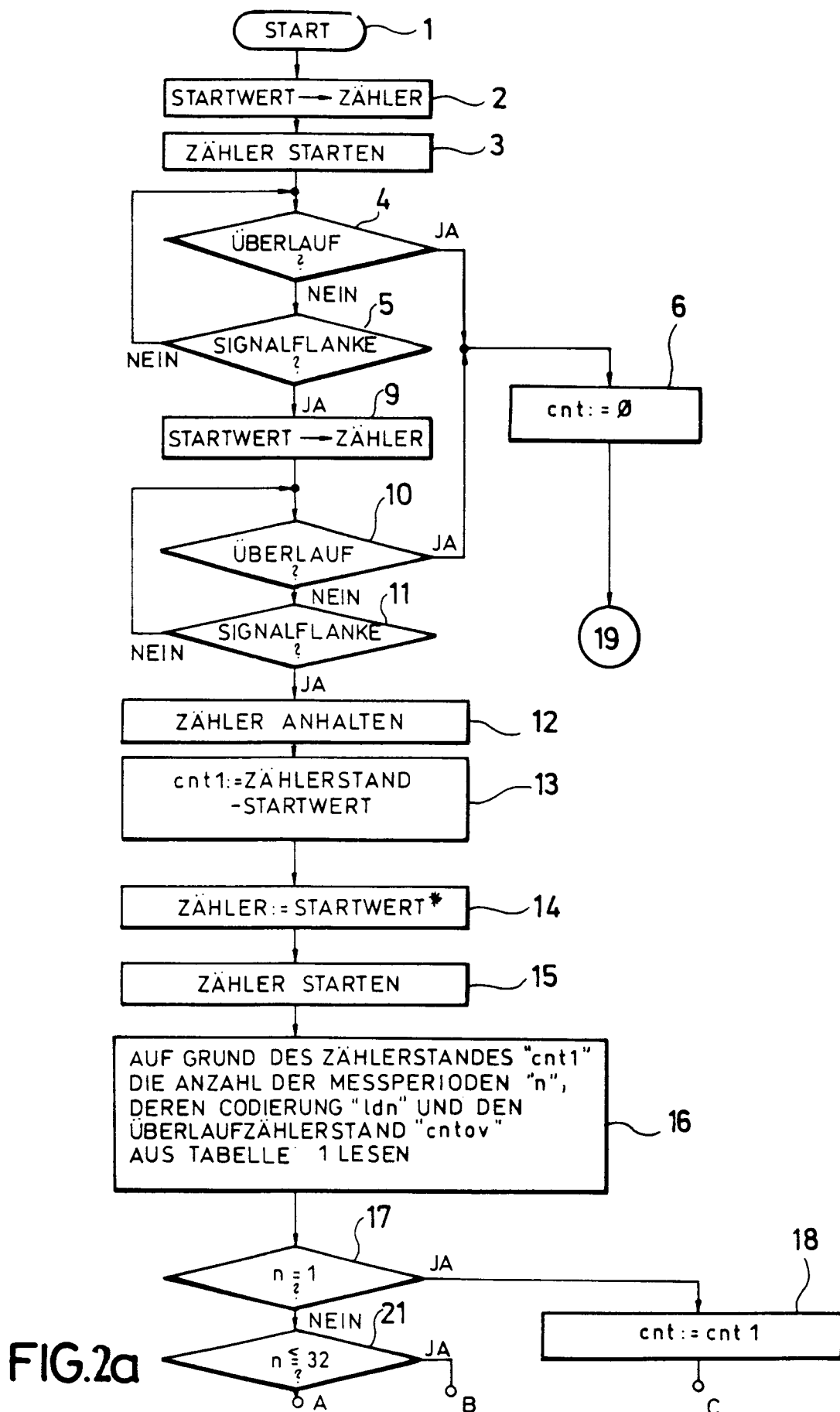


FIG.1A
FIG.1B

FIG.1A





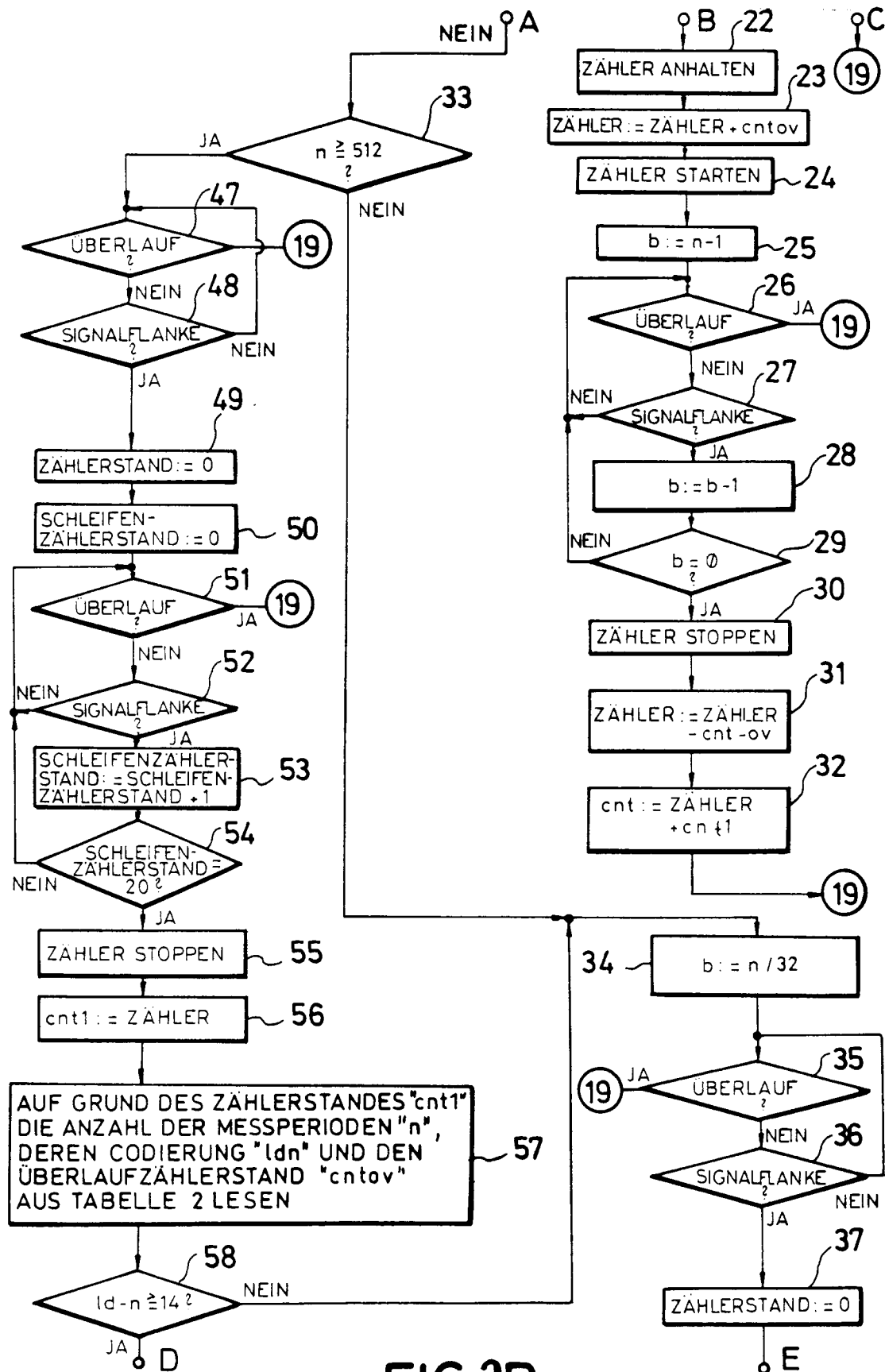


FIG.2B

