



(11) **EP 2 019 063 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.01.2009 Patentblatt 2009/05

(51) Int Cl.:
B65H 35/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08012278.1**

(22) Anmeldetag: **08.07.2008**

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

- **Illig, Thomas**
97816 Lohr (DE)
- **Fahrbach, Christian**
97816 Lohr (DE)
- **Schultze, Stephan**
97816 Lohr (DE)

(30) Priorität: **26.07.2007 DE 102007034834**

(74) Vertreter: **Thürer, Andreas**
Bosch Rexroth AG
Intellectual Property
Zum Eisengiesser 1
97816 Lohr am Main (DE)

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70469 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Erler, Sven**
08132 Mülsen (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Optimieren von Querbearbeitungsvorgängen**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Querbearbeitungswalze einer mittels eines Antriebs angetriebenen Querbearbeitungsvorrichtung zum rotativen Bearbeiten einer in einer Transportrichtung transportierbaren Warenbahn zur Bereitstellung bearbeiteter Warenbahn-Abschnitte unterschiedlicher Formate, mit folgenden Schritten:
- Wahl eines gewünschten Formats für Warenbahn-Abschnitte,

- Bereitstellung einer Anzahl von Bewegungsgesetzen zur Steuerung einer rotativen Bewegung der Querbearbeitungswalze in einer Steuereinrichtung,
- für das gewünschte Format Bereitstellung oder Berechnung einer Bewegung der Querbearbeitungswalze auf der Grundlage der in der Steuereinrichtung bereitgestellten Bewegungsgesetze und/oder wenigstens eines Parameters des Antriebs und/oder wenigstens einer Vorgabe eines Benutzers.

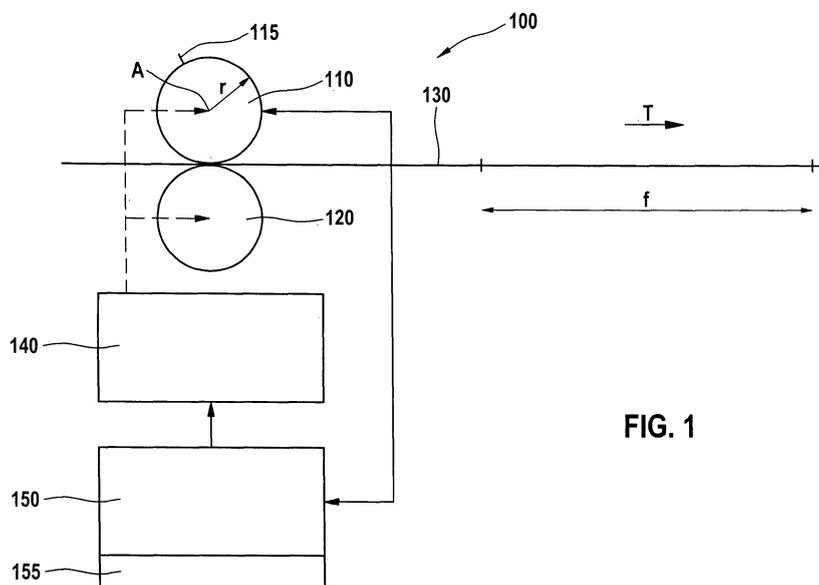


FIG. 1

EP 2 019 063 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Optimieren von Querbearbeitungsvorgängen, ein entsprechendes Computerprogramm sowie ein entsprechendes Computerprogrammprodukt.

Stand der Technik

[0002] Querbearbeitungsanwendungen, d. h. Anwendungen, bei denen beispielsweise eine Materialbahn mittels eines Querschneiders rotativ durchtrennt wird, sind allgemein bekannt. Weiteres Beispiel für Querbearbeitungsanwendungen bzw. entsprechend Querbearbeitungsvorrichtungen sind Quersiegelvorrichtungen, Querperforationsvorrichtungen und Querstanzvorrichtungen.

[0003] Eine hierbei bearbeitete, beispielsweise durchtrennte Abschnittslänge ist nicht notwendigerweise identisch mit dem Umfang der verwendeten Querbearbeitungswalze. Durch geeignete Wahl von Bewegungsgesetzen für die Querbearbeitungswalze kann erreicht werden, dass im Schnitt ein typischerweise materialbahnsynchroner Bearbeitungsvorgang ausgeführt wird, und im restlichen Zeitbereich eine sogenannte Ausgleichsbewegung ausgeführt wird. Diese Ausgleichsbewegung dient dazu; ein kürzeres oder längeres Format (Abschnittslänge) als die sogenannte Synchronlänge, welche dem Umfang der Querbearbeitungswalze entspricht, zu erreichen.

[0004] Das Bewegungsprofil der Querbearbeitungswalze sieht dabei je nach Verhältnis von Formatlänge und Synchronlänge unterschiedlich aus. Bei einer Formatlänge, die kleiner als die Synchronlänge ist, muss die Drehachse der Querbearbeitungswalze während der Ausgleichsbewegung schneller werden, im umgekehrten Fall, d. h. größerer Formatlänge, langsamer.

[0005] Zur Durchführung der Ausgleichsbewegung wird typischerweise ein Polynom fünfter Ordnung, oder gegebenenfalls auch höherer Ordnung nach VDI Vorschrift 2143 "Bewegungsgesetze für Kurvengetriebe" verwendet.

[0006] Im Falle von Formatlängen, die wesentlich größer sind als die Synchronlänge, beispielsweise zweieinhalbfach so groß, kann es zweckmäßig sein, dass die Querbearbeitungswalze sich teilweise mit negativer Geschwindigkeit dreht, d.h. entgegengesetzt zur Transportrichtung der zu transportierenden und zu bearbeitenden, z.B. zu schneidenden Materialbahn. Dies kommt einer Rückwärtsbewegung gleich.

[0007] Die Rückwärtsbewegung wird dabei je nach Format immer größer, und würde bei längeren Formaten irgendwann so groß werden, dass das auf der Querbearbeitungswalze vorgesehene Messer wieder in die Schnittzone und damit gegebenenfalls auch in das Material eintauchen würde. Dies gilt es selbstverständlich zu vermeiden.

[0008] In diesem Zusammenhang sind aus dem Stand der Technik Möglichkeiten bekannt, derartige Rückwärtsdrehungen zu verhindern. Typischerweise wird hierbei jegliche negative Geschwindigkeit ausgeschlossen.

[0009] Hiermit wird gewährleistet, dass die Drehgeschwindigkeiten der Querbearbeitungswalze jederzeit positives Vorzeichen oder wenigstens eine Stillstandszone einnehmen, d.h. negative Geschwindigkeiten werden vermieden, es wird maximal auf Stillstand begrenzt. Je nach gewünschtem Format kann es aufgrund von antriebstechnischen Begrenzungen, z.B. maximaler Geschwindigkeit oder maximalem Drehmoment bzw. maximaler Beschleunigung der Querbearbeitungswalze, dazu kommen, dass eine maximale Geschwindigkeit nicht überschritten werden kann. Diese Maximalgeschwindigkeit ist abhängig vom verwendeten Bewegungsgesetz der Ausgleichsbewegung. Im Stand der Technik wird eine derartige Maximalgeschwindigkeit einmalig ausgemessen, und dann als feste Wertetabelle in der Maschinensteuerung bzw. der HMI (Human-Machine-Interface) hinterlegt.

[0010] Im Falle eines Formatwechsels muss bei herkömmlichen Vorrichtungen der Bediener die Maschinengeschwindigkeit an die Maximalgeschwindigkeit des neuen Formates anpassen. D. h., er muss gegebenenfalls vor einem sogenannten fliegenden Formatwechsel die Maschinengeschwindigkeit reduzieren, damit beim neuen Format eventuelle Begrenzungen des Antriebs nicht überschritten werden. In einem solchen Fall würde z. B. der Antrieb einen Überlastfehler melden und eine Fehlerreaktion einleiten, welche zum Abbruch der Produktion führen würde. Eine Erhöhung der Maschinengeschwindigkeit nach einem Formatwechsel ist ebenfalls denkbar, muss jedoch bei herkömmlichen Vorrichtungen auch manuell durch den Bediener ausgeführt werden.

[0011] Gemäß dem Stand der Technik verwendete Bewegungsgesetze sind dazu ausgelegt, eine möglichst hohe Bearbeitungsleistung (Maschinengeschwindigkeit) zu erreichen. Auf energetische Belange wird hierbei keine Rücksicht genommen.

[0012] Im Stand der Technik werden ferner nur feste Bewegungsgesetze für jedes Format verwendet. Es wird maximal eine Umschaltung auf ein Bewegungsgesetz ohne Rückwärtsbewegung durchgeführt. Neben der Berücksichtigung, ob eine Rückwärtsbewegung zulässig ist oder nicht, sind weitere Bewegungsgesetze zur Optimierung der Beschleunigung, der maximalen Geschwindigkeit und/oder der Verlustenergie möglich. Es werden keinerlei formatabhängige Umschaltungen auf verschiedene Bewegungsgesetztypen, wie z. B. Polynom fünfter Ordnung, Polynom siebter Ordnung, modifizierte Sinuslinie, modifiziertes Beschleunigungstrapez usw. durchgeführt.

[0013] Bei herkömmlichen Vorrichtungen bzw. Verfahren wird ferner die erzielte Genauigkeit im Bearbeitungs- bzw. Schnittbereich von dem Antriebssystem nicht überwacht. Insbesondere bei höheren Geschwindigkeiten bzw. höher

dynamischen Ausgleichsbewegungen können Schleppabstände (Abweichung zwischen Lageistwert und Lagesollwert) auftreten, welche die Bearbeitungsgenauigkeit verringern.

[0014] Insbesondere wird bei herkömmlichen Vorrichtungen bzw. Verfahren als nachteilig angesehen, dass die Ausgleichsbewegung stets als identisches Bewegungsgesetz gerechnet wird. Hierdurch können Optimierungen beispielsweise bezüglich Maximalgeschwindigkeit oder Energieverbrauch kaum erreicht werden.

[0015] Gemäß dem Stand der Technik wird eine Rückwärtsdrehung einer Querbearbeitungswalze nicht eingesetzt, da auf jeden Fall vermieden werden soll, dass ein Bearbeitungselement, etwa das Schneidmesser, rückwärts in das Material eintaucht. Dadurch, dass die Möglichkeiten einer Rückwärtsdrehung nicht ausgenutzt werden, wird der Antrieb bezüglich realisierbarer Maximalgeschwindigkeiten bzw. Energieverbrauch jedoch nicht optimal betrieben. Ähnliches gilt für eine Begrenzung der Walzengeschwindigkeit einen Wert größer oder gleich Null.

[0016] Ferner kann im Falle eines Formatwechsels bei herkömmlichen Vorrichtungen die neue, an das nun zu realisierende Format angepasste Maximalgeschwindigkeit nicht automatisiert berechnet werden. Dies führt zu aufwendigen Messfahrten und Hinterlegung fester Kennlinien in der Steuerung.

[0017] Insgesamt ist festzustellen, dass bei Formaten, für welche das maximale Antriebsmoment nicht erreicht wird, ein optimierter Energieverbrauch nicht erreicht werden kann.

Aufgabenstellung

[0018] Mit der vorliegenden Erfindung wird angestrebt, die oben beschriebenen Nachteile zu überwinden, d. h. insbesondere eine Ausnutzung eines maximalen Antriebsmoments zu ermöglichen, dies insbesondere unter Optimierung des Energieverbrauchs.

[0019] Die Erfindung schlägt daher ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 vor.

Vorteile der Erfindung

[0020] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist eine Optimierung des Durchsatzes einer Querbearbeitungsvorrichtung realisierbar, wobei insbesondere durch eine vorausberechnende Ermittlung erreichbarer Maschinengeschwindigkeiten verlustoptimale Kurven zur Energieeinsparung wählbar sind. Ferner ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine große Bearbeitungsgenauigkeit erzielbar. Durch Kenntnis von Antriebsbegrenzungen, beispielsweise Maximalgeschwindigkeit, Maximalbeschleunigung oder auch thermische Grenzen, kann die maximal erreichbare Maschinengeschwindigkeit bzw. Materialbahngeschwindigkeit vorausberechnet werden.

[0021] Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0022] Es ist besonders bevorzugt, dass das Verfahren zum Betreiben einer Querschneidwalze, einer Quersiegelwalze, einer Querperforationswalze, einer Querstanzwalze einer der Schneidervorrichtung, einer Quersiegelvorrichtung, einer Querperforationsvorrichtung bzw. einer Querstanzvorrichtung dient. Bei derartigen Vorrichtungen werden entsprechend zugeschnittene, versiegelte, perforierte oder gestanzte Warenbahn-Abschnitte bereitgestellt.

[0023] Es ist bevorzugt, dass die Parameter des Antriebs, welche in die Berechnung der zulässigen maximalen Warenbahngeschwindigkeit eingehen, ein maximales Antriebs- bzw. Motormoment, eine maximale Antriebs- bzw. Motor-Temperatur, eine maximale Antriebs- bzw. Motordrehzahl, eine Abschätzung auftretender Schnittkräfte und mechanische Gegebenheiten, wie etwa Trägheitsmomente oder mechanische Übersetzungen, umfassen.

[0024] Ferner ist es möglich, insbesondere online, die Maschinengeschwindigkeit über Auswertung thermischer Dauerleistungsgrenzen, wie etwa Motor-Temperatur oder Temperatur eines Antriebsregelgerätes, zu überwachen, und hierdurch gegebenenfalls eine Optimierung der Schnittleistung zu erreichen. Insbesondere das Schnittmoment, welches abhängig von dem Material der Warenbahn ist, kann im Stand der Technik bisweilen nicht genau angegeben werden, so dass dieser Aspekt durch die Online-Überwachung optimiert und gegebenenfalls für spätere identische oder ähnliche Produktionen erlernt werden kann. Unter Online-Überwachung wird insbesondere eine Überwachung während des Prozesses durch einen Vergleich mit gerechneten Modellen verstanden.

[0025] Eine derartige Online-Berechnung bzw. -Überwachung ist auch bei Änderung eines zu verwendenden formatabhängigen Bewegungsgesetzes bzw. eines entsprechenden Algorithmus weiter anwendbar. Es sind keine aufwendigen Messfahrten über den gesamten Formatbereich notwendig. Die Produktivität kann aufgrund der maximal darstellbaren Maschinengeschwindigkeit optimiert werden. Es ist ferner eine dynamische Berücksichtigung thermischer Modelle für den Motor und/oder das Antriebsregelgerät berücksichtbar.

[0026] Erfindungsgemäß ist es insbesondere möglich, bei einem Formatwechsel die aktuelle Maschinengeschwindigkeit an eine neue maximale Maschinengeschwindigkeit für ein neues Format anzupassen.

[0027] Im Stand der Technik wird dies durch Anpassung der Maschinengeschwindigkeit über die HMI (Eingabe durch den Maschinenbediener) durchgeführt.

[0028] Sofern die maximale Maschinengeschwindigkeit aufgrund einer erfindungsgemäßen Berechnung oder Bereitstellung (abgelegte Kennlinie) bekannt ist, kann in automatisierter Weise die Maschinengeschwindigkeit von der Steue-

5 rung im Falle eines Formatwechsels in geeigneter Weise reduziert und/oder erhöht werden. Insbesondere ist es hierbei zweckmäßig, vor dem Formatwechsel eine Reduktion der Maschinengeschwindigkeit, oder anschließend an den Formatwechsel eine Erhöhung der Maschinengeschwindigkeit vorzusehen.

5 **[0029]** Sofern die maximale Maschinengeschwindigkeit durch thermische Grenzen, beispielsweise maximale Dauerstrombelastung von Motor oder Antriebsregelgerät, begrenzt wird, kann die Reduktion der Maschinengeschwindigkeit auch nach dem Formatwechsel erfolgen, sofern das thermische Verhalten mit berücksichtigt wird. Es wird dabei eine kurzzeitige Überhöhung der Maschinengeschwindigkeit über eine dauerhaft zulässige maximale Geschwindigkeit zugelassen, solange die thermischen Grenzen nicht überschritten werden.

10 **[0030]** Hierdurch verringert sich der Eingabeaufwand für den Anwender im Falle eines Formatwechsels. Ferner ermöglicht dies eine Optimierung der Produktivität, d.h. der maximalen Maschinengeschwindigkeit, durch thermische Optimierung.

15 **[0031]** Insbesondere für den Fall, dass längere Formate, d.h. Formate, welche länger sind als der Umfang der Querbearbeitungswalze, gewünscht werden, wird die maximale Maschinengeschwindigkeit nicht mehr durch das Antriebssystem begrenzt, sondern typischerweise durch den Prozess an sich. Hier beispielsweise auf maximale Zuführgeschwindigkeiten von Materialbahnen zu verweisen. Dies bedeutet, dass das Antriebssystem prinzipiell beliebige Ausgleichsbewegungsgesetze ausführen kann. Diese können nun erfindungsgemäß derart gewählt werden, dass ein möglichst geringer Energieverbrauch entsteht. Der Energieverbrauch kann dabei beispielsweise anhand des Quadrates der Beschleunigung des Antriebs und/oder der Querbearbeitungswalze ermittelt bzw. abgeschätzt werden. Hierdurch ist es möglich, Verlustenergie zu minimieren, wodurch die Energiekosten für das erfindungsgemäße Betreiben einer Querschneidervorrichtung minimiert werden. Ferner erweist sich die thermische Anpassung von Motor und Antriebsregelgerät bzw. Antriebsregler aneinander als vorteilhaft.

20 **[0032]** Durch die erfindungsgemäße Bereitstellung formatabhängiger unterschiedlicher Bewegungsgesetze können diese auch nach verschiedenen Kriterien optimiert werden. Als Kriterien sind beispielsweise zu nennen der Energieverbrauch der Ausgleichsbewegung, welcher beispielsweise bei der Beschreibung der Bewegung der Querbearbeitungswalze mittels eines Polynoms 3. Grades besonders klein ist.

25 **[0033]** Auch zur Optimierung der Maximalgeschwindigkeit erweisen sich beispielsweise Polynome 3. Grades oder Sinoiden als vorteilhaft.

30 **[0034]** Es ist ebenfalls möglich, die Bewegungsgesetze bezüglich einer Schonung der Mechanik, insbesondere von Antrieb und/oder Querbearbeitungswalze, insbesondere verwendeter Zahnräder, zu optimieren. Hierzu bieten sich modifizierte Sinuslinien, beispielsweise Besthorn-Sinuslinien mit niedrigen Ruckkennwerten, an. Es ist beispielsweise auch möglich, die Bewegungsgesetze bezüglich einer Minimierung der maximal auftretenden Beschleunigungen auszuwählen. Hierzu bieten sich Polynome 2. Grades an.

35 **[0035]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird mittels eines formatabhängigen Bewegungsgesetzes eine Ausgleichsbewegung der Querbearbeitungswalze berechnet, welche insbesondere eine zulässige Rückwärtsdrehung der Querbearbeitungswalze in einer Richtung entgegengesetzt zur Transportrichtung der Materialbahn umfasst.

40 **[0036]** Eine derartige Rückwärtsdrehung ist insbesondere als Winkelwert vorgebar, wobei die Ausgleichsbewegung auf diesen Wert begrenzt wird. Je nach Mechanik kann dabei die Weite der Rückwärtsbewegung angegeben werden. Die Rückwärtsbewegung kann somit (im Grenzfall) exakt bis an den Schnittbereich erfolgen. Dies ermöglicht maximale Anhalte- und Beschleunigungswege, was zu einer erheblichen Reduktion der maximal auftretenden Beschleunigungen führt.

45 **[0037]** Mittels dieser Maßnahmen können die einsetzbaren Bewegungsgesetze energieoptimiert gewählt werden, wobei hier insbesondere Erwärmung, Energieverbrauch sowie Motor- bzw. Verstärkerbaugröße berücksichtigt werden können. Die verwendeten Bewegungsgesetze können auf das maximale Moment optimiert werden, z.B. die Maximalgeschwindigkeit des Vorschubs oder die Antriebs- bzw. Motor- oder Verstärkerbaugröße. Das gewählte Bewegungsgesetz kann ebenfalls zur Schonung der Mechanik optimiert werden, wodurch beispielsweise eine geringere Lärmentwicklung realisierbar ist.

[0038] Es erweist sich ferner als zweckmäßig, eine Überwachung der Schnittgenauigkeit im Schnittbereich der Querbearbeitungswalze bereitzustellen. Hierbei hat sich insbesondere eine Online-Überwachung als vorteilhaft erwiesen.

50 **[0039]** Ein Ziel eines Querbearbeiters, z.B. eines Querschneiders ist es, im Bearbeitungs- bzw. Schnittbereich möglichst genau linear bzw. möglichst genau nach einem vorgebbaren Profil (sogenannte Pushout-Funktion bzw. sogenannte $\cos \beta$ -Korrektur) zu fahren, um den Schnitt mit optimaler Genauigkeit auszuführen. Moderne Antriebssysteme bieten die Möglichkeit, den Schleppabstand, d.h. den Winkelfehler zwischen Soll-Lage und Ist-Lage der Querbearbeitungswalze zu messen. Dieser Schleppabstand kann nun erfindungsgemäß überwacht werden. Gegebenenfalls kann auch eine Meldung ausgegeben werden, oder die Maschinengeschwindigkeit derart angepasst werden, um zu gewährleisten, dass eine vorgegebene Grenze nicht überschritten wird.

55 **[0040]** Diese Maßnahme ermöglicht eine Überwachung einer geforderten Genauigkeit bzw. Optimierung der maximalen Geschwindigkeit durch Zulassen einer Abweichung. Ferner ist eine gezielte Optimierung von Korrekturbewegun-

gen möglich. Die erfindungsgemäße Überwachung der Genauigkeit ermöglicht insgesamt bessere Schnittkanten, sauberere Schnitte und eine insgesamt höhere Qualität der geschnittenen Warenbahnabschnitte.

Figurenbeschreibung

5 **[0041]** Die Erfindung wird nun anhand der nachfolgenden Zeichnung weiter beschrieben. In dieser zeigt bzw. zeigen

Figur 1 eine schematische Darstellung wesentlicher Komponenten einer Querschneidervorrichtung, bei der die Erfindung vorteilhaft einsetzbar ist,

10 Figur 2 Schnittkurven einer typischen Querbearbeitungswalzenanwendung gemäß dem Stand der Technik,

Figur 3 Schnittkurven einer erfindungsgemäßen Querschneideranwendung, und

15 Figuren 4a, 4b, 4c weitere erfindungsgemäße verwendbare Schnittlinien für einen Querschneider.

[0042] In Figur 1 ist eine Querschneidereinrichtung schematisch dargestellt und insgesamt mit 100 bezeichnet. Eine derartige Querschneideeinrichtung stellt ein bevorzugtes Beispiel der erfindungsgemäßen Querbearbeitungsvorrichtung dar.

[0043] Die Querschneidereinrichtung weist eine Querbearbeitungswalze 110 und eine mit dieser zusammen wirkende Gegendruckwalze 120 auf.

[0044] Die Querbearbeitungswalze 110 sowie optional auch die Gegendruckwalze 120 sind mittels eines Antriebs 140 antreibbar.

25 **[0045]** Der Antrieb wird mittels einer Steuereinrichtung 150 gesteuert, welche insbesondere eine HMI 155 umfasst.

[0046] Zwischen der Querbearbeitungswalze 110 und der Gegendruckwalze 120 wird eine Materialbahn 130 in Transportrichtung T transportiert.

30 **[0047]** Mittels einer auf der Querbearbeitungswalze 110 vorgesehenen Schneideeinrichtung 115, welche insbesondere als Schneidmesser ausgebildet ist, erfolgt eine Trennung der Materialbahn 130 in jeweilige Abschnitte. Wenn die Länge der abgeschnittenen Bahnabschnitte der Umfangslänge der Querbearbeitungswalze 110 entspricht ($2\pi r$) spricht man von Synchronlänge. Die Synchronlänge ist in Figur 1 mit f bezeichnet.

35 **[0048]** Je nach gewünschter Formatlänge erfolgt eine bezüglich der Transportgeschwindigkeit der Bahn 130 in Transportrichtung T schnellere oder langsamere Bewegung der Querbearbeitungswalze 110, d.h. eine schnellere oder langsamere Rotation um ihre Drehachse A. Diese Bewegungsabläufe werden mittels der Steuereinrichtung 150 gesteuert, wobei entsprechende Steuerbefehle an den Antrieb 140 gegeben werden. Steuerbefehle sind insbesondere über die HMI 155 in die Steuereinrichtung einbringbar. Ferner ist durch Eingabe entsprechender Formatvorgaben mittels der HMI eine automatische Wahl bzw. Berechnung von Bewegungsgesetzen mittels der Steuereinrichtung 150 möglich.

[0049] Typische Bewegungsabläufe, wie sie erfindungsgemäß mit einer Querschneidereinrichtung, wie sie in Figur 1 dargestellt ist, ausführbar sind, werden nun unter Bezugnahme auf die Figuren 2 bis 4 beschrieben.

40 **[0050]** Figur 2, oben, zeigt Schnittkurven für eine Ausgleichsbewegung der Querbearbeitungswalze 110, bei der die Formatlänge kürzer als die Synchronlänge sein soll. Es sind einzelne Graphen für die (Winkel-) Position der Walze (α), ihre Geschwindigkeit (v) und ihre Beschleunigung (a) dargestellt. Wesentlich ist im vorliegenden Fall die Geschwindigkeit v. Ein Schnittbereich, d.h. Bereich in dem der Schnitt der Materialbahn mittels des Schneidmessers 115 erfolgt, ist mit s bezeichnet. Man erkennt, dass die Ausgleichsbewegung mit höherer Geschwindigkeit ausgeführt wird als die Geschwindigkeit im Schnittbereich. D.h., solange sich das Schneidmesser 115 nicht im Schnittbereich befindet, erfolgt die Drehung der Querbearbeitungswalze 110 mit höherer Geschwindigkeit relativ zu der Drehung im Schnittbereich. Die Position α sowie die Beschleunigung a der Querbearbeitungswalze ergeben sich unmittelbar aus der gewählten Geschwindigkeit.

45 **[0051]** In Figur 2 ist die entsprechende Situation für eine Formatlänge, welche länger als die Synchronlänge sein soll, dargestellt. Man erkennt, dass die Ausgleichsbewegung (außerhalb des Schnittbereichs) mit niedrigerer Geschwindigkeit ausgeführt wird als die Geschwindigkeit im Schnittbereich. Die Geschwindigkeit besitzt jedoch auch hierbei stets positives Vorzeichen.

[0052] Die Figur 2 zeigt im wesentlichen Schnittkurven gemäß dem Stand der Technik.

50 **[0053]** In Figur 3 sind entsprechende Schnittkurven gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt, welche auch eine Rückwärtsbewegung gestatten.

55 **[0054]** Erfindungsgemäß wird die Rückwärtsbewegung bzw. -drehung der Querbearbeitungswalze 110 auf einen bestimmten Winkel begrenzt. In Figur 3, oben, erkennt man zwei Begrenzungslinien 310, 320, mittels der dargestellt wird, dass hier die Rückwärtsbewegung der Querbearbeitungswalze 110 auf 20 Grad begrenzt ist. Die entsprechende

Geschwindigkeit v der Querbearbeitungswalze 110 ist entsprechend über einen bestimmten Bereich b kleiner Null.

[0055] In Figur 3 ist die entsprechende Situation für eine Ausgleichsbewegung mit einer Begrenzung auf eine Rückwärtsbewegung von 120 Grad dargestellt. Die negative Geschwindigkeit v wird entsprechend über einen längeren Bereich b' aufrechterhalten.

[0056] In Figur 4 sind schließlich unterschiedliche Bewegungsgesetze dargestellt, welche formatabhängig bzw. je nach konkreten Vorgaben einsetzbar sind.

[0057] In Figur 4a ist eine Ausgleichsbewegung mittels eines Bewegungsgesetzes entsprechend einem Polynom 5. Grades dargestellt.

[0058] Figur 4b zeigt entsprechende Ausgleichsbewegungen auf der Grundlage eines Polynoms 3. Grades, welche zur Energieoptimierung einsetzbar sind.

[0059] Figur 4c zeigt entsprechende Ausgleichsbewegungen auf der Grundlage einer modifizierten Sinuslinie.

[0060] Die jeweils drei oberen Diagramme zeigen Winkelstellung α , Geschwindigkeit v und Beschleunigung a . Das jeweils untere Diagramm zeigt das Quadrat der Beschleunigung a^2 . Dies ist die Grundlage für eine Verlustenergiebetrachtung.

[0061] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und aufgrund von spezifischen Vorgaben eines Benutzers, beispielsweise bezüglich gewünschter Formatlänge und/oder zulässiger Rückwärtsdrehung der Querbearbeitungswalze, ist es in flexibler Weise möglich, auf der Grundlage unterschiedlicher Bewegungsgesetze die für die jeweiligen Vorgaben optimale Ausgleichsbewegung zu berechnen. Wird beispielsweise vorgegeben, dass eine Rückwärtsdrehung 20 Grad oder einen anderen vorgebbaren Winkel nicht überschreiten soll, berechnet das System unter Zugrundelegung einer Vielzahl von möglichen Bewegungsgesetzen die optimale Ausgleichsbewegung.

Bezugszeichen

[0062]

100	Querschneidereinrichtung
110	Querbearbeitungswalze
115	Schneideeinrichtung
120	Gegendruckwalze
130	Materialbahn
140	Antrieb (Motor)
150	Steuerung
155	HMI
A, 310, 320	Begrenzungslinien
A	Achse Querbearbeitungswalze
f	Synchronlänge
r	Radius Querbearbeitungswalze
T	Transportrichtung
α	Winkelposition Querbearbeitungswalze
v	Geschwindigkeit Querbearbeitungswalze
a	Beschleunigung Querbearbeitungswalze
s	Schnittbereich
b, b'	Bereiche negativer Geschwindigkeit

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Querbearbeitungswalze einer mittels eines Antriebs angetriebenen Querschneider-
 vorrichtung zum rotativen Durchtrennen einer in einer Transportrichtung transportierbaren Warenbahn zur Bereit-
 stellung bearbeiteter Warenbahn-Abschnitte unterschiedlicher Formate, mit folgenden Schritten:

- Wahl eines gewünschten Formats für Warenbahn-Abschnitte,
- Bereitstellung einer Anzahl von Bewegungsgesetzen zur Steuerung einer rotativen Bewegung der Querbear-
 beitungswalze in einer Steuereinrichtung,
- für das gewünschte Format Bereitstellung oder Berechnung einer Bewegung der Querbearbeitungswalze auf
 der Grundlage der in der Steuereinrichtung bereitgestellten Bewegungsgesetze und/oder wenigstens eines
 Parameters des Antriebs und/oder wenigstens einer Vorgabe eines Benutzers.

EP 2 019 063 A2

2. Verfahren nach Anspruch 1 zum Betreiben einer Querschneiderwalze, einer Quersiegelwalze, einer Querperforationswalze oder einer Querstanzerwalze einer Querschneidervorrichtung, einer Quersiegelvorrichtung, einer Querperforationsvorrichtung bzw. einer Querstanzvorrichtung.
- 5 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Parameter des Antriebs wenigstens ein Element aus der Gruppe umfassen, die aufweist: maximales Antriebs- bzw. Motormoment, maximale Antriebs- bzw. Motortemperatur, maximale Antriebs- bzw. Motordrehzahl, geschätzte auftretende Bearbeitungskräfte, insbesondere Schnittkräfte, mechanische Gegebenheiten, wie etwa Trägheitsmomente oder mechanische Übersetzungen.
- 10 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem mittels eines Bewegungsgesetzes eine Ausgleichsbewegung der Querbearbeitungswalze, welche insbesondere eine maximal zulässige Rückwärtsdrehung der Querbearbeitungswalze entgegen der Transportrichtung umfasst, berechnet wird.
- 15 5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die maximal zulässige Rückwärtsdrehung der Querbearbeitungswalze mittels eines vorgebbaren Winkels begrenzt wird.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Überwachung der Bearbeitungsgenauigkeit im Bearbeitungsbereich der Querbearbeitungswalze.
- 20 7. Querbearbeitungsvorrichtung mit Mitteln zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche.
8. Computerprogramm mit Programmcodemitteln, um alle Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 durchzuführen, wenn das Computerprogramm auf einem Computer oder einer entsprechenden Recheneinheit, insbesondere in einer Querbearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 7, ausgeführt wird.
- 25 9. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, die auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, um alle Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 durchzuführen, wenn das Computerprogramm auf einem Computer oder einer entsprechenden Recheneinheit, insbesondere in einer Querbearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 7 ausgeführt wird.
- 30

35

40

45

50

55

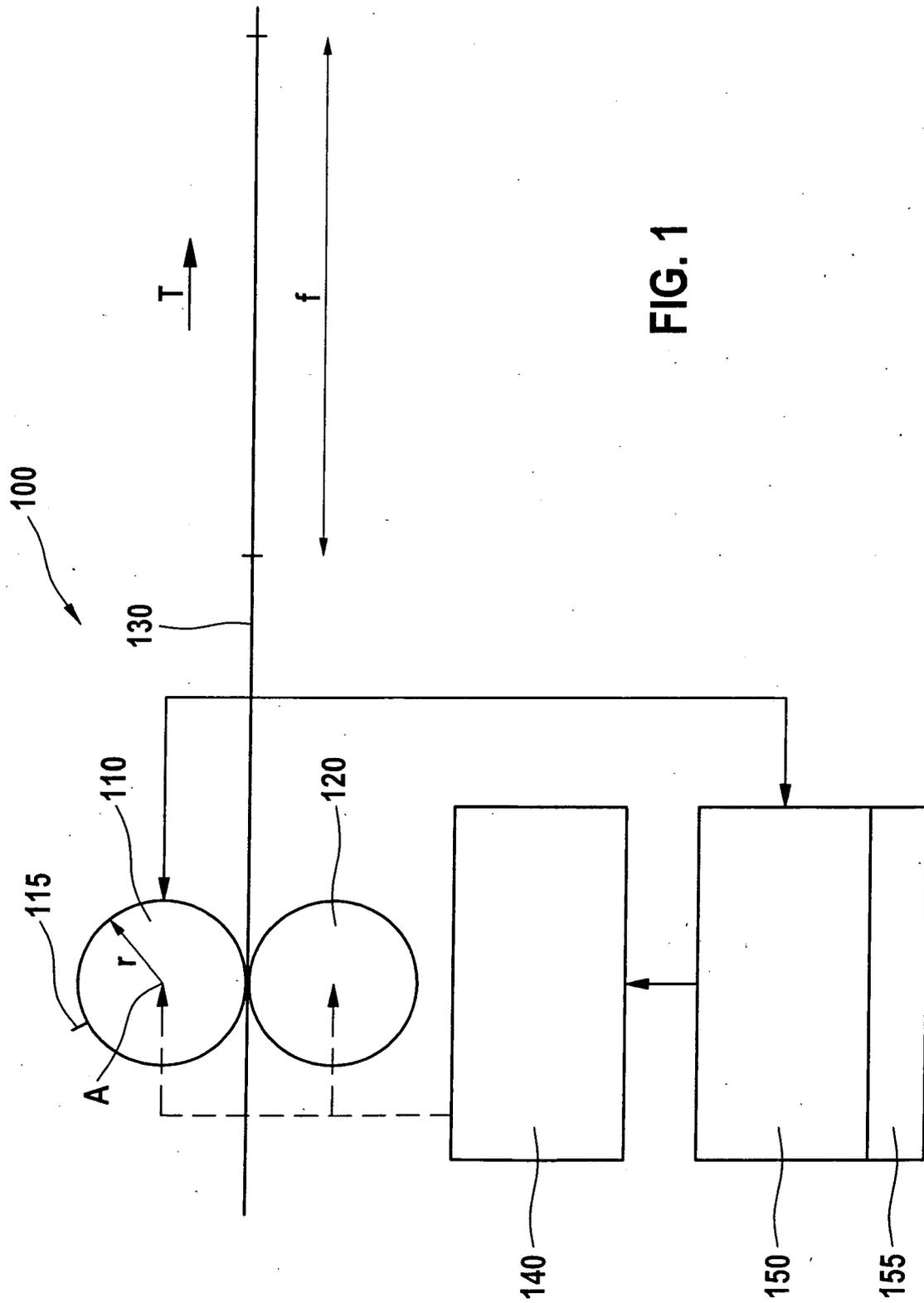


FIG. 1

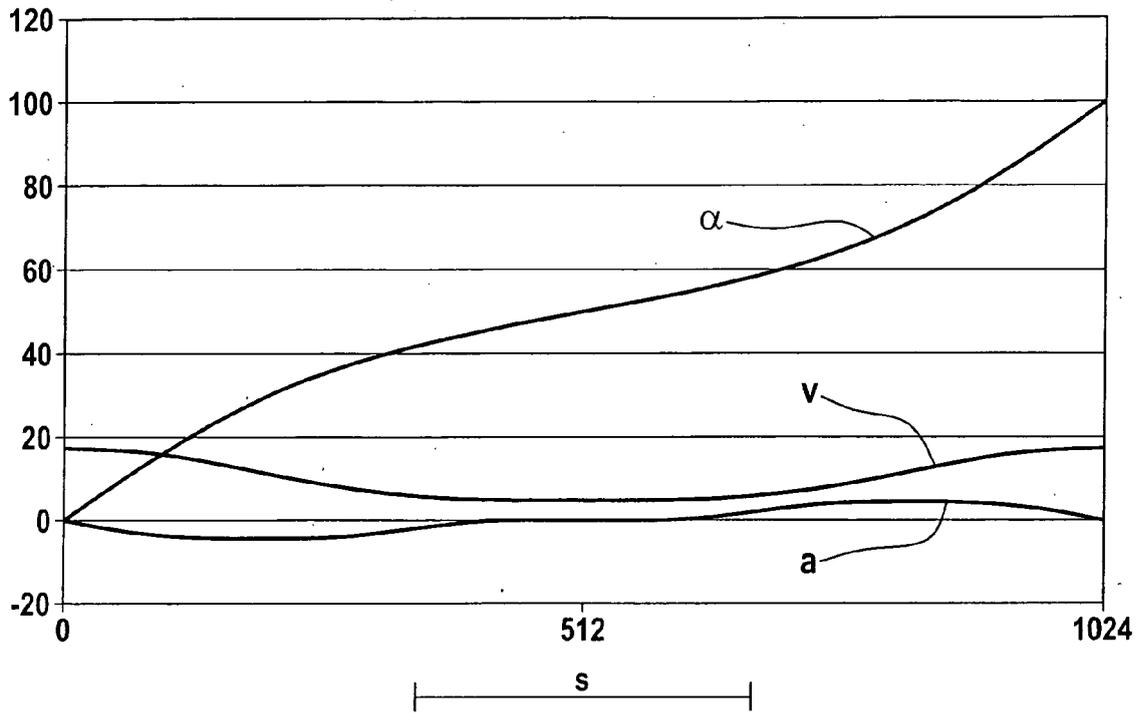
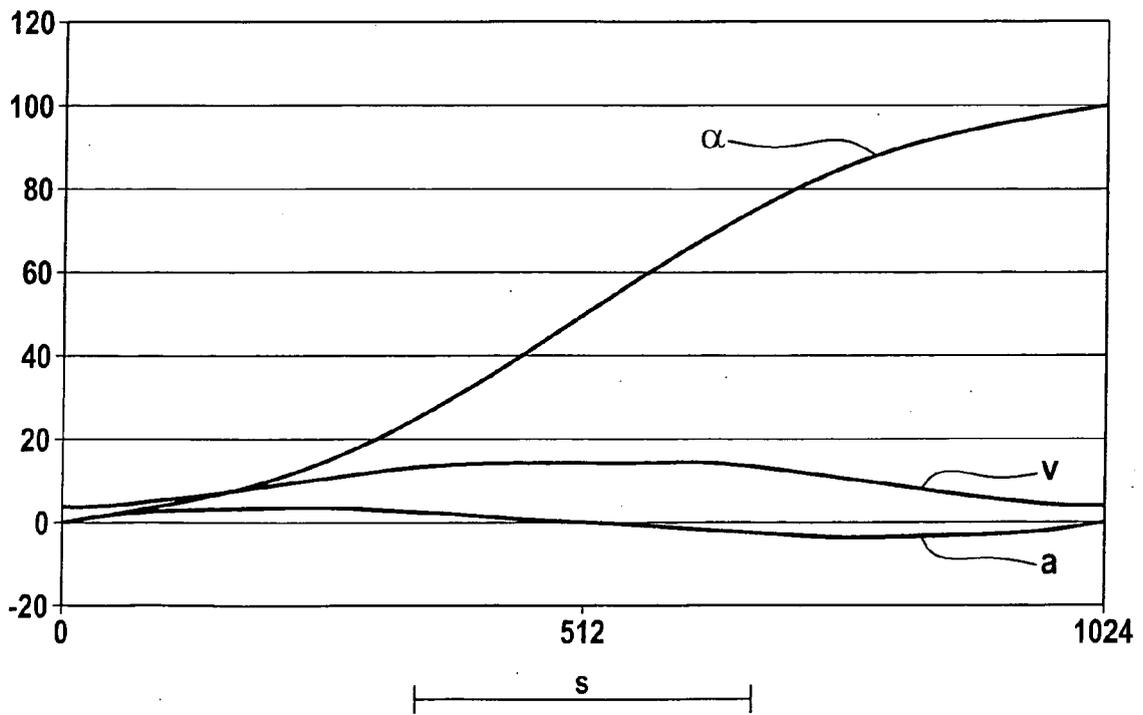


FIG. 2



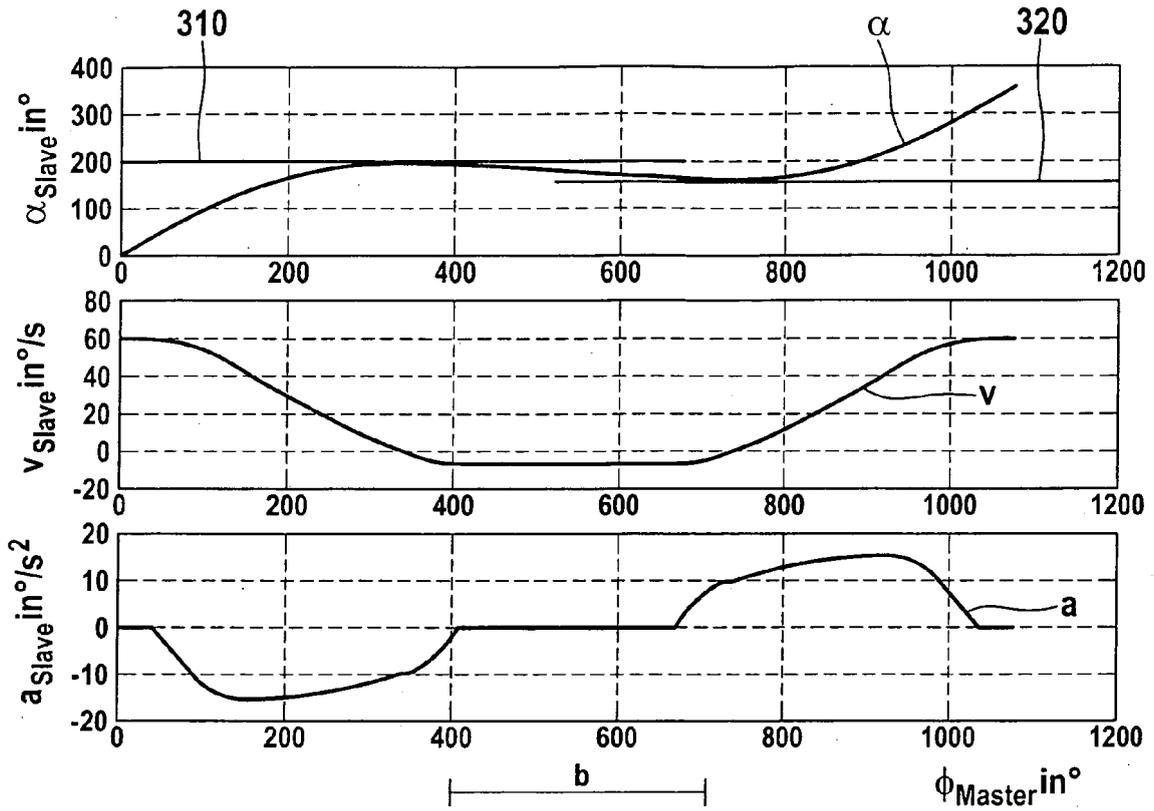
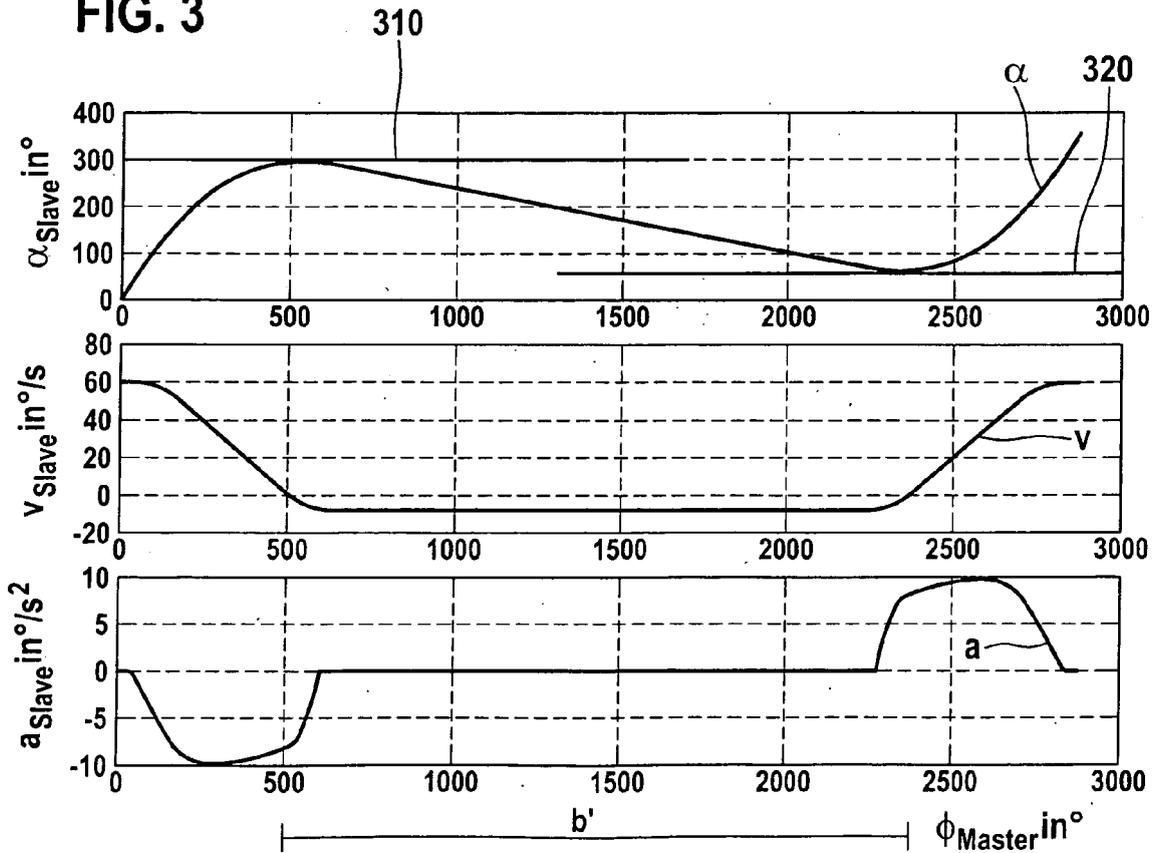
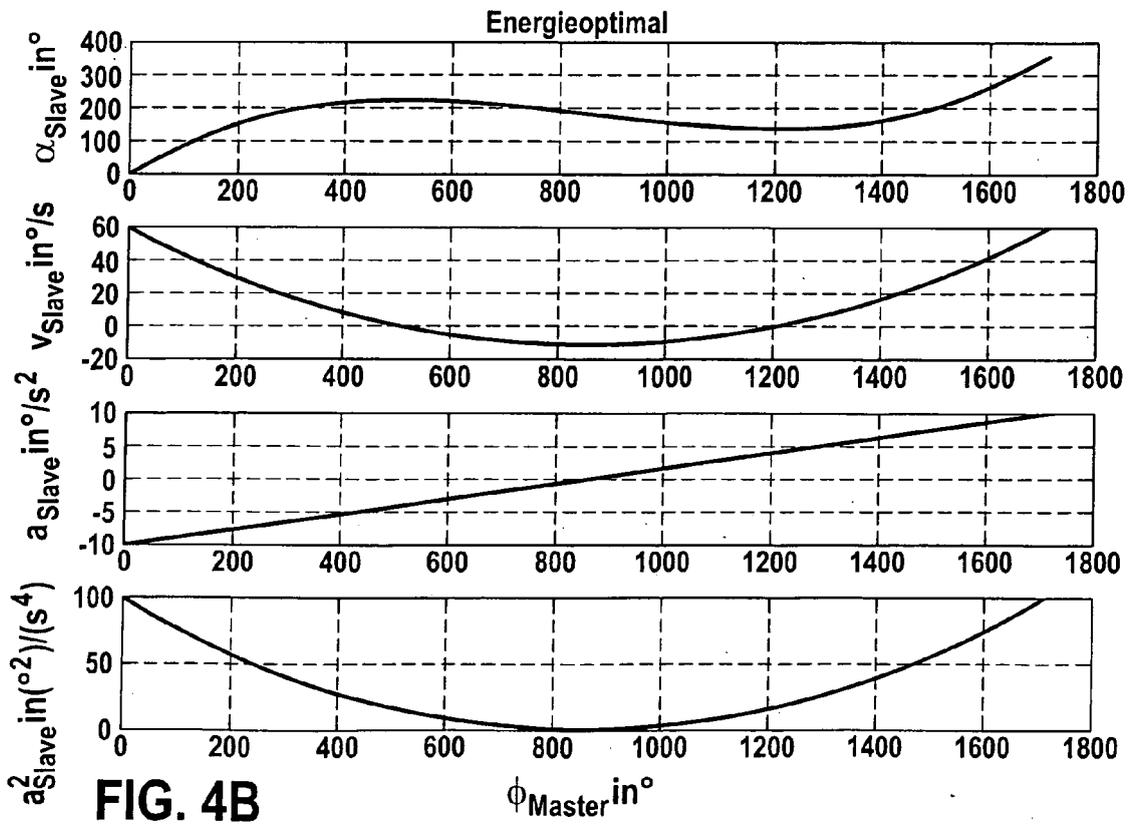
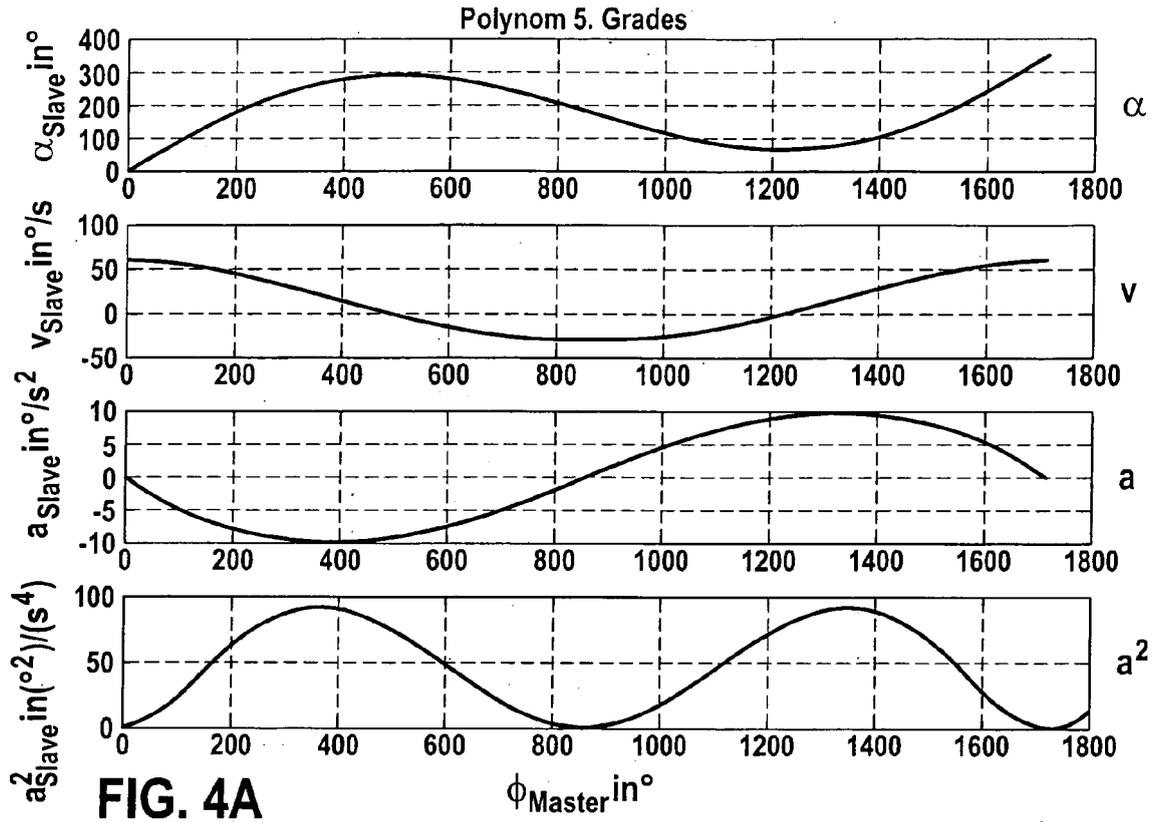


FIG. 3





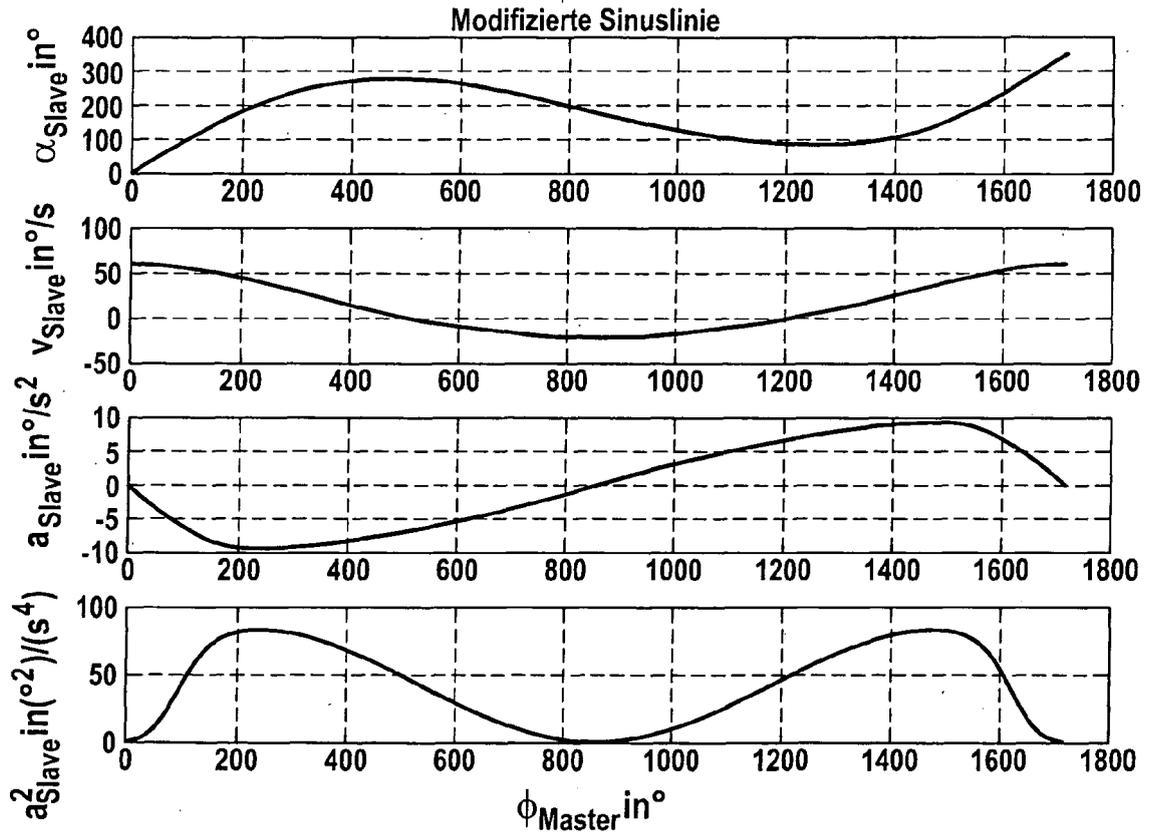


FIG. 4C