

12

(51) Int. Cl.³: B 03 C 3/68

②② Anmeldetag: 28.04.83

**(71) Anmelder: Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH
Theodor-Stern-Kai 1
D-6000 Frankfurt/Main 70(DE)**

72 Erfinder: Finke, Werner, Ing. grad.
Tannenweg 9
D-4788 Warstein(DE)

72 Erfinder: Schulte, Heribert, Dipl.-Ing.
Ittmecker Weg 6
D-5778 Meschede(DE)

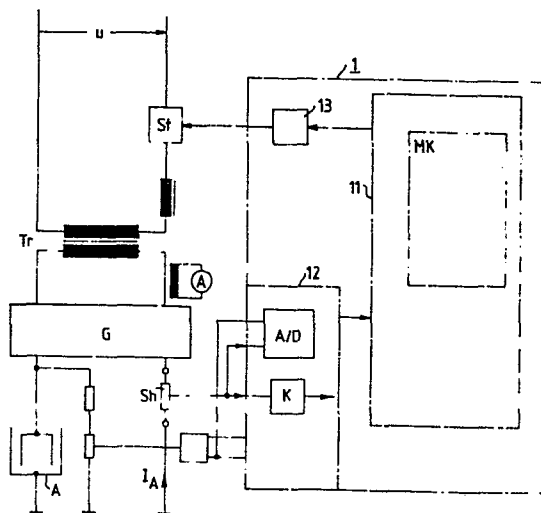
**(72) Erfinder: Reuschel, Klaus, Ing. grad.
Neuer Weg 20
D-5778 Meschede 4/Eversberg(DE)**

74 Vertreter: Lertes, Kurt, Dr. et al,
Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH Theodor-Stern-Kai 1
D-6000 Frankfurt/M 70(DE)

57 Verfahren zum Steuern eines Ekstroabscheiders in einen geregelten Abscheidbetrieb unter Verwendung eines Reglers und eines Steuerungsteils, durch Verminderung des Steuerwinkels beim Phasenanschnitt der Versorgungswechselspannung mittels eines Thyristorstellers, wobei die Verminderung des Steuerwinkels α in Richtung Vollaussteuerung, ausgehend von Betriebsspannung Null bei der Inbetriebnahme des Elektroabscheiders (A) oder bei der Unterbrechung der Betriebsgleichspannung während des Abscheidbetriebs sowie auch von während des Abscheidbetriebs zum Teil abgesenkter Betriebsgleichspannung, von Halbwelle zu Halbwelle der Versorgungswechselspannung u bewirkt und jeweils bis zu einer Halbwelle aufrechterhalten wird, in welcher die Durchzündung des Thyristorstellgliedes (St) durch einen Steuerimpuls erstmals ausbleibt, sodann der verminderte Steuerwinkel auf den frühestmöglichen Zeitpunkt t_1 des Thyristorstellers zurückgestellt wird.

Eine Steuerungsvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens enthält einen den Stromeinsatz des Abscheiderstromes I_A bei jeder Durchsteuerung des Thyristorstellgliedes erfassenden, das Ausbleiben der Durchzündung über einen Digitalausgang an den Regler (11) signalisierenden Komparator (K), wodurch die Rückstellung des Steuerwinkels α auf den frühestmöglichen Zündzeitpunkt bewirkt wird.

FIG.2



0102449

L i c e n t i a

Patent-Verwaltungs-GmbH

1 6000 Frankfurt/Main 70, Theodor-Stern-Kai 1

FBE 82/14

15.03.83

5

Verfahren zum Steuern eines Elektroabscheiders in den Abscheid-
10 betrieb und Steuerungsvorrichtung hierfür

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern eines Elektroab-
scheiders in einen Abscheidbetrieb, bei dem der Energiefluß im
Elektroabscheider unter Verwendung eines Reglers und eines Steue-
15 rungsteils mit einem gewünschten Wirkungsgrad geregelt wird, durch
Verminderung des Steuerwinkels beim Phasenanschnitt der Versor-
gungswechselspannung mittels eines Thyristorstellgliedes, die
über einen Hochspannungstransformator und einen Gleichrichter in
eine Betriebsgleichspannung für den Elektroabscheider umgeformt
20 wird.

Derartige Einrichtungen mit Hochspannungstransformator und Hoch-
spannungsgleichrichter und mit je einem Regler und einem Steue-
rungsteil zum Regeln und Steuern des Energieflusses in einem Elek-
25 troabscheider mittels eines Thyristorstellgliedes durch Phasen-
anschnitt der Versorgungswechselspannung der Elektroabscheideranlage
sind bekannt, beispielsweise durch DE-AS 19 23 952 und DE-AS 23 17 256.

Nach Inbetriebnahme einer Elektroabscheideranlage wird die Betriebs-
30 gleichspannung des Elektroabscheiders von Null ausgehend in den Ab-
scheidbetrieb hochgesteuert, wo dann die am Elektroabscheider be-
stehende Spannung (Abscheiderspannung) dem jeweiligen zeitlichen Ver-
lauf der Durchschlaggrenze, die von der Zusammensetzung des Ab-
gases bzw. von der Konzentration des Aerosols im Reingas abhängig
35 ist, durch gesteuerte Abtastung der Durchschlaggrenze angepaßt
wird, um die Abscheiderspannung so hoch wie möglich und somit den
Abscheid- und Wirkungsgrad optimal einzustellen. Die Abtastung

1 im Elektroabscheider in bestimmten Zeitabständen herbeigeführt
werden. Bei Steuer- und Regeleinrichtungen des Standes der Technik,
welcher aus den obengenannten Druckschriften hervorgeht, wird der
zeitliche Verlauf der Abscheiderspannung bei der Abtastung der
5 Durchschlagsgrenze im Abscheidbetrieb sowie auch der Verlauf der
Betriebsspannung beim Hochsteuern in den Abscheidbetrieb durch
eine zeitlich veränderliche Führungsspannung vorgegeben, die in
einem über gesteuerte Stromkreise mit Konstantstrom auflad- bzw.
entladbaren sogenannten Führungskondensator gespeichert und als
10 Sollspannung dem Regler eingegeben wird. Im Abscheidbetrieb wird
die Abscheiderspannung jedesmal, wenn beim Erreichen der Durch-
schlagsgrenze ein Überschlag im Abscheider auftritt, um einen ein-
stellbaren Teilbetrag der Abscheiderspannung abgesenkt und an-
schließend mit einem einstellbaren Anstieg an die Durchschlagsgrenze
15 wieder angenähert, bis ein neuer Überschlag auftritt. Sinkt während
des Abscheidbetriebs die Durchschlagsgrenze steil ab, dann wird
die Abscheiderspannung zweckmäßig um den vollen Betrag auf Null
abgesenkt, was auch durch Sperrung des Thyristorstellgliedes be-
wirkt werden kann. Im Falle eines Abscheiderkurzschlusses bricht
20 die Abscheiderspannung von selbst zusammen, wobei gleichzeitig die
Abschaltung der Anlage von der Versorgungsspannung gesteuert wird.
Tritt während des Abscheidbetriebs ein Stehlichtbogen im Abscheider
auf, dann bricht die Abscheiderspannung auf das Niveau der Licht-
bogenbrennspannung ab. Auch dieser Spannungsabbruch geht ohne Füh-
25 rung vor sich, d. h. ohne die Führungsspannung durch Entladung des
erwähnten Kondensators absenken zu müssen. Jedoch wird die Ansteue-
rung des Thyristorgliedes gesperrt und ausreichend lange unterbro-
chen gehalten, bis der Lichtbogen gelöscht und die Kammern des
Elektroabscheiders entionisiert sind. Anschließend wird die Sper-
30 rung aufgehoben und dadurch die Betriebsgleichspannung des Elektro-
abscheiders erneut in den Abscheidbetrieb hochgesteuert.

Bei den Steuer- und Regeleinrichtungen des in Betracht gezogenen
Standes der Technik sowie auch anderer bekannter gleichwirkender
35 Einrichtungen für Elektroabscheider geschieht die Hochsteuerung durch
Verminderung des Steuerwinkels in Richtung Vollaussteuerung beim
Phasenanschnitt der Versorgungswechselspannung mittels des Thyri-
storstellgliedes, beginnend etwa bei Vollanschnitt. Der Steuer-

- 1 winkel wird durch den Regler vermindert und kann bis zur Vollaussteuerung vermindert werden, wobei der zeitliche Mittelwert der Abscheiderspannung bis zu einem Maximum gesteuert wird, falls die Überschlaggrenze genügend höher als die höchst erreichbare Abscheider-
- 5 spannung ist. Der Abscheiderstrom setzt in einer Halbwelle der Versorgungswechselspannung jeweils dann ein, wenn diese größer als die über den Hochspannungsgleichrichter auf das Stellglied zurückwirkende Abscheiderspannung wird. Sinkt bei oder nahe der Vollaussteuerung die Durchschlaggrenze im Elektroabscheider schnell ab, dann
- 10 entsteht eine Reihe oder Kette von Überschlägen, die in kurzen Zeitabständen nacheinander folgen, so daß die Verluste im Abscheider zunehmen und dadurch der Abscheid- und der Wirkungsgrad schlechter werden. Die Reihe oder Kette von Überschlägen entsteht in diesem Falle dadurch, daß der Betrag der oben erwähnten Spannungsabsenkung, die
- 15 durch den Regler bei jedem Überschlag bewirkt wird, zu gering ist, so daß die entsprechende Erhöhung des Steuerwinkels für eine Spannungsabsenkung von der absinkenden Durchschlagsgrenze "überholt" wird und die weitere Erhöhung des Steuerwinkels für die nächstfolgende Spannungsabsenkung aus der Richtung Vollaussteuerung in den Be-
- 20 reich der Durchschlaggrenze geführt wird. Infolge einer schnellen Absenkung der Durchschlaggrenze wird durch den Regler der Steuerwinkel bei jedem Überschlag um einen kleinen Betrag, der zu gering ist, größer eingestellt. Die Folge hiervon ist die erwähnte Kette, eine zeitliche Anhäufung von Überschlägen, wobei die Abscheiderspannung
- 25 zunächst nicht merklich verändert wird. Wird hingegen bei einem Überschlag der Steuerwinkel um den gleichen Betrag bei einem Vorsprung von mehr als 45° erhöht, dann ist die Wahrscheinlichkeit dafür, daß diese Erhöhung durch die Überschlaggrenze "überholt" wird, gering.
- 30 Durch die Erfindung wird die Entstehung einer Reihe oder Kette von Überschlägen im Falle einer schnellen Absenkung der Durchschlaggrenze weitgehend vermieden. Entsprechend dem im Patentanspruch 1 gekennzeichneten Arbeitsverfahren besteht die Erfindung darin, daß beim Hochsteuern eines Elektroabscheiders in den geregelten Abscheid-
- 35 betrieb die Verminderung des Steuerwinkels in Richtung Vollaussteuerung, ausgehend von Betriebsgleichspannung Null bei der Inbetriebnahme des Elektroabscheiders oder bei einer Unterbrechung der Betriebsgleichspannung während des Abscheidbetriebs sowie auch von

1 während des Abscheidebetriebs zum Teil abgesenkter Betriebsgleichspannung ausgehend, stufenweise von Halbwelle zu Halbwelle der Wechselspannung bewirkt wird und jeweils bis zu einer Halbwelle aufrechterhalten wird, in welcher die Durchzündung des Thyristorstellgliedes durch
5 einen Steuerimpuls erstmals ausbleibt, und sodann der verminderte Steuerwinkel auf den frühestmöglichen Zündzeitpunkt des Thyristorstellers zurückgestellt wird.

Zur Durchführung dieses Verfahrens ist weiterhin erfindungsgemäß eine
10 Steuerungsvorrichtung mit den im Anspruch 2 gekennzeichneten Merkmalen vorgesehen, welche einen den Stromeinsatz des Abscheiderstromes bei der Durchzündung des Thyristorstellgliedes erfassenden, das Ausbleiben der Durchzündung über einen Digitalausgang an den Energieflußregler des Elektroabscheiders signalisierenden Analogkomparator enthält, wo-
15 durch die Rückstellung des Steuerwinkels auf den frühestmöglichen Zündzeitpunkt des Thyristorstellgliedes bewirkt wird.

Nach dem Verfahren gemäß der Erfindung muß beim Hochsteuern der Betriebsspannung in den geregelten Abscheidebetrieb lediglich der Strom-
20 einsatz des Abscheiderstromes in jeder Halbwelle der Versorgungsspannung, in welcher das Thyristorstellglied mit einem Steuerimpuls angesteuert wird, überwacht werden. Sobald der Stromeinsatz in einer Halbwelle erstmals ausbleibt, wird die Verminderung des Steuerwinkels und damit ein weiteres Hochsteuern der Betriebsspannung ge-
25 stoppt. Unmittelbar nach Beendigung des Hochsteuerns wird die Abscheiderspannung durch den Regler im geregelten Abscheidebetrieb gesteuert und kann so gesteuert werden, daß Überschläge mit einer vorgegebenen, konstant bleibenden Anzahl pro Zeiteinheit auftreten.

30 Entsprechend einer weiteren Ausbildung der Erfindung wird mit einer Steuerungsvorrichtung, bei der ein als Regler ausgebildeter Mikrocomputer mit einem Betriebsparameter als Analogsignale erfassenden Eingang sowie ein diesem nachgeordneter Analog-Digital-Wandler, mit dem die Betriebsparameter dual darstellbar sind, verwendet sind, der Si-
35 gnalzustand am Digitalausgang des Analogkomparators neben den dual dargestellten Betriebsparametern gleichzeitig miterfaßt und zusammen mit diesen in jeder Halbwelle der Wechselspannung mittels des Mikrocomputers über einen Digitaleingang seriell abgefragt.

1 Durch den Einsatz eines solchen Stromkomparators wird ein schneller
Eingriff des Reglers in die Stellgröße in allen möglichen Steuerzu-
ständen erreicht. Die Erfindung umfaßt schließlich auch die Verwen-
dung von Einzelchips mit den Funktionen eines Mikrocomputers, die aus-
5 gangsseitig über einen Impulsverstärker mit dem Steuerungsteil für das
Thyristorstellglied unmittelbar in Steuerverbindung stehen.

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung im ganzen zusätzlich erläutert.

Es zeigen
10 Figur 1 ein Diagramm zur Darstellung des Verfahrens gemäß der Erfindung
Figur 2 ein Blockschaltbild einer Steuer- und Regeleinrichtung für
einen Elektroabscheider.

15 Zunächst wird zwecks Erläuterung des zum Steuern eines Elektroabschei-
ders in den geregelten Abscheidbetrieb anzuwendenden Verfahrens an einem
Beispiel auf die Figur 1 Bezug genommen. Der Elektroabscheider werde in
Betrieb genommen und von Betriebsspannung Null ausgehend hochgesteuert.
Hierbei kann, sofern das kapazitive Speicherverhalten des Abscheiders,
20 das sich im Abscheidbetrieb verändern kann, und damit die Phasenlage
des natürlichen Zündzeitpunktes des Thyristorstellers innerhalb der
Halbwellen der Versorgungswechselspannung ungefähr bekannt sind,
der Steuerwinkel, unter welchem die Halbwellen durch das Thyristor-
stellglied zündende Steuerimpulse angeschnitten werden, von vornherein
25 annähernd auf den dem natürlichen Zündzeitpunkt entsprechenden Wert
 α_n eingestellt werden. Bei Einstellung auf α_n stellt sich der in Figur 1
dargestellte zeitliche Verlauf der am Elektroabscheider anliegenden
pulsierenden Gleichspannung U_A ein. In der Figur 1 ist U_A' der zeit-
liche Verlauf der durch das Übersetzungsverhältnis des Hochspannungs-
30 transformators herabgesetzten Abscheidergleichspannung U_A .
Der Steuerwinkel kann einem sich verändernden natürlichen Zündzeit-
punkt nachgeführt werden. Während der Hochsteuerung wird das Thyristor-
stellglied in jeder Halbwellen gezündet, und es fließt ein impuls-
förmiger Abscheidstrom I_A , der jeweils in den Zeitpunkten t' aufhört,
35 wo die Wechselspannung u kleiner wird als die Abscheiderspannung U_A' .
Die Zündung erfolgt jeweils unmittelbar durch einen Steuerimpuls
so lange, als der Wert α

- 1 des Steuerwinkels größer als oder mindestens gleich ist dem fiktiven Wert α_n . Falls die Durchschlaggrenze rasch absinkt, ist das Auftreten einer Überschlagnette wenig wahrscheinlich.
- 5 Die Anwendung des Verfahrens gemäß der Erfindung ermöglicht die Hochsteuerung des Abscheiders durch Verminderung des Steuerwinkels α auf den Wert α_n , ohne diesen Wert auch nur annähernd zu kennen, wie oben vorausgesetzt. Das Ausbleiben eines durch einen Steuerimpuls unmittelbar einsetzenden Abscheiderstromimpulses wird als Kriterium
- 10 dafür genommen, daß bei der Verminderung des Steuerwinkels der Wert α_n unterschritten ist. Beim Ausbleiben eines Abscheiderimpulses wird die Hochsteuerung beendet. Durch den Regler wird daraufhin α in der oder den folgenden Halbwelle(n) schrittweise zurückgestellt, d. h. erhöht, bis ein Abscheiderstromimpuls erstmals wieder auftritt. Hier beginnt
- 15 der normale geregelte Abscheidbetrieb mit Regelung der Spannung oder des Energieflusses im Elektroabscheider.

Die Anwendung des Verfahrens ermöglicht mithin die Feststellung und Messung des Steuerwinkelwertes α_n und damit der Phasenlage des natürlichen Zündzeitpunktes sowie mittelbar auch des kapazitiven Speicher-

20 verhaltens eines Elektroabscheiders. Das kann bei hinreichend herabgesetzter Wechselspannung u ausgeführt werden, um vor Störungen durch Überschläge oder Lichtbögen infolge einer momentan niedrig liegenden Durchschlagsgrenze sicher zu sein.

25

Zur Durchführung des Verfahrens genügt eine Steuervorrichtung nach Figur 2, welche Bestandteil einer für eine Elektroabscheideranlage mit Thyristorstellglied St, mit Hochspannungstransformator Tr und mit Gleichrichter G vorgesehenen Steuer- und Reglereinrichtung 1 sein

30 kann. Im wesentlichen enthält sie einen Analogkomparator K, mit dem der Einsatz des Abscheiderstromes I_A bei jeder Durchzündung des Thyristorstellgliedes erfaßt wird, jeweils durch Angriff eines Spannungssignales von einem Stromshunt Sh, der im Stromkreis des Abscheiders A liegt. Mittels des Komparators werden nur die Spannungssignale, die

35 eine in K integrierte Signalschwelle überschreiten und die Durchzündung des Thyristorstellgliedes anzeigen, erfaßt. Dadurch wird das Ausbleiben solcher Signale überwacht. Speziell wird das Ausbleiben über einen Digitalausgang des Komparators an die Reglereinrichtung signa-

1 lisiert.

Nach Figur 2 enthält die Reglereinrichtung 11 einen als Energiefluß-
regler ausgebildeten Mikrocomputer MK und einen Betriebsparameter als
5 Analogsignale aufnehmenden Erfassungsteil 12 mit einem Analog-Digital-Wandler A/D , mit dem die Betriebsparameter dual darstellbar sind.
Der Analogkomparator K ist im Erfassungsteil enthalten, und die Signale des Komparatorausganges werden neben den dual dargestellten Betriebsparametern miterfaßt. Zusammen mit diesen werden die Signale in
10 jeder Halbwelle der Wechselspannung u über einen Eingang des Mikrocomputers seriell abgefragt. Wird am Eingang während des Hochsteuerns der Betriebsgleichspannung das Ausbleiben des Abscheiderstromeinsatzes signalisiert, dann wird durch den Regler eine weitere Verminderung des Steuerwinkels verhindert und der Steuerwinkel α auf den natürlichen
15 Zündzeitpunkt t_n des Stellgliedes zurückgestellt, so daß in der nächstfolgenden Halbwelle der geregelte Abscheidbetrieb beginnt.

Die Steuerung des aus diesen Vorgängen bestehenden Verfahrensablaufs bildet einen Teil des Gesamtprogramms für Steuern, Regeln, Überwachen
20 usw. aller zwischen der Inbetriebnahme und der Abschaltung eines Elektroabscheiders vorkommenden Vorgänge. Der Programmteil für die Hochsteuerung der Betriebsgleichspannung einschließlich der Hardware für die zugeordnete Steuervorrichtung mit dem Komparator läßt sich vorteilhaft mit einem Einzelchip realisieren. Entsprechend lassen sich Programmteile für
25 die übrige Steuer- und Reglereinrichtung eines Elektroabscheiders mit Einzelchips realisieren, die dann anstelle eines Mikrocomputers zu verwenden sind. Diesen kann ein gemeinsamer Ausgang zugeordnet werden, an welchem sie über einem Impulsverstärker 13 mit dem Steuerungsteil für das Thyristorstellglied St in direkter Steuerverbindung stehen.

30

35

1

L i c e n t i a

Patent-Verwaltungs-GmbH

6000 Frankfurt/Main 70, Theodor-Stern-Kai 1

5

FBE 82/14
15.03.83

10 Verfahren zum Steuern eines Elektroabscheiders in den Abscheid-
 betrieb und Steuerungsvorrichtung hierfür

Patentansprüche

15

1. Verfahren zum Steuern eines Elektroabscheiders in einen durch
Regelung des Energieflusses im Elektroabscheider mit einem ge-
wünschten Wirkungsgrad geregelten Abscheidbetrieb unter Ver-
wendung eines Reglers und eines Steuerungsteils durch Verminde-
rung des Steuerwinkels beim Phasenanschnitt der Versorgungs-
wechselspannung mittels eines Thyristorstellgliedes, die über
20 einen Hochspannungstransformator und einen Gleichrichter in
Betriebsgleichspannung für den Elektroabscheider umgeformt
wird,

20

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

25

daß die Verminderung des Steuerwinkels in Richtung Vollaussteue-
rung, ausgehend von Betriebsgleichspannung Null bei der Inbe-
triebnahme des Elektroabscheiders oder bei Unterbrechung der Be-
triebsgleichspannung während des Abscheidbetriebs sowie auch
von während des Abscheidbetriebs zum Teil abgesenkter Betriebs-
gleichspannung ausgehend, stufenweise von Halbwelle zu Halbwelle
30 der Wechselspannung bewirkt und jeweils bis zu einer Halbwelle
aufrechterhalten wird, in welcher die Durchzündung des Thyri-
storstellglieds durch einen Steuerimpuls erstmals ausbleibt, und
sodann der verminderte Steuerwinkel auf den frühestmöglichen
35 Zündzeitpunkt des Thyristorstellers zurückgestellt wird.

35

- 1 2. Steuerungsvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach
Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß sie einen den Stromeinsatz des Abscheiderstromes bei der
5 Durchzündung des Thyristorstellgliedes erfassenden, das Ausblei-
ben der Durchzündung über einen Digitalausgang an den Energie-
flußregler des Elektroabscheiders signalisierenden Analogkom-
parator enthält, wodurch die Zurückstellung des Steuerwinkels
auf den frühestmöglichen Zündzeitpunkt des Thyristorstellglie-
10 des bewirkt wird.
3. Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 2 unter Verwendung eines als
Energieflußregler ausgebildeten Mikrocomputers mit einem Be-
triebsparameter als Analogsignale erfassenden Eingang sowie eines
15 diesem nachgeordneten AD-Wandlers, mit welchem die Betriebspara-
meter dual darstellbar sind,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Signalzustand am Digitalausgang des Analogkomparators
neben den dual dargestellten Betriebsparametern gleichzeitig mit-
20 erfaßt wird und zusammen mit diesen in jeder Halbwelle der Wechsel-
spannung mittels des Mikrocomputers über einen Digitaleingang
seriell abgefragt wird.
4. Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 2,
25 dadurch gekennzeichnet,
daß als Energieflußregler ausgebildete Einzelchips mit den Funktio-
nen eines Mikrocomputers verwendet sind, die ausgangsseitig über
einen Impulsverstärker mit dem Steuerungsteil für das Thyristor-
stellglied in direkter Steuerverbindung stehen.

30

35

FIG.1

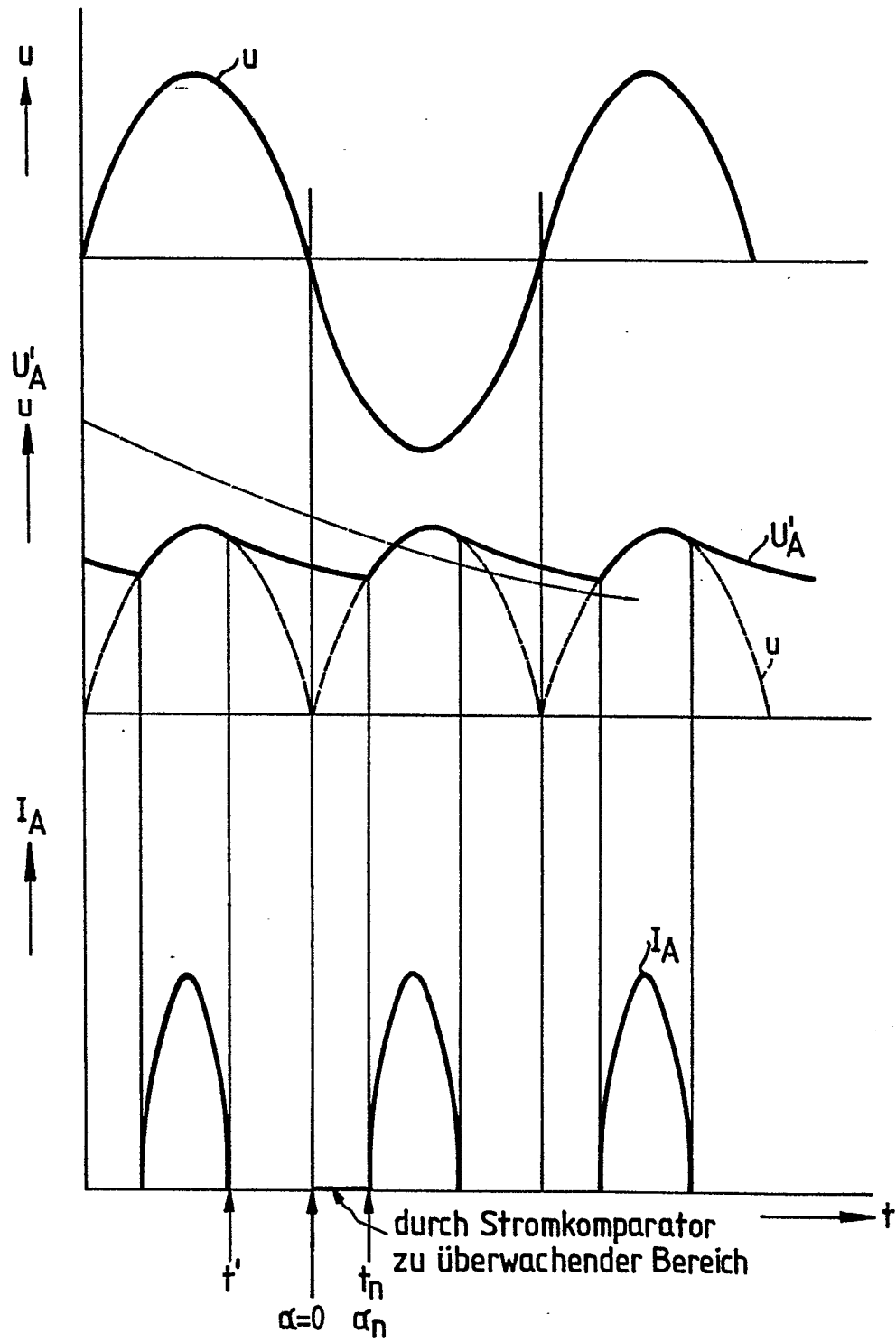


FIG.2

