



(10) **DE 10 2019 206 220 A1** 2020.11.05

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 206 220.2**
(22) Anmeldetag: **30.04.2019**
(43) Offenlegungstag: **05.11.2020**

(51) Int Cl.: **B60L 15/20 (2006.01)**
B60L 3/00 (2019.01)

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

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2017 204 132	A1
DE	11 2009 000 114	T5

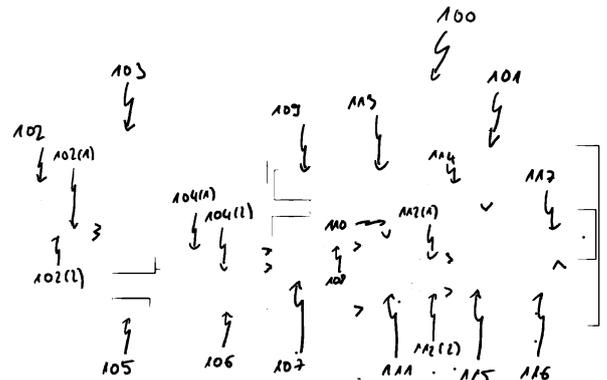
(72) Erfinder:
Hoeser, Andreas, 70197 Stuttgart, DE; Stegmaier, Matthias, 71706 Markgröningen, DE

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Vergleichen eines elektrischen Stroms eines elektrochemischen Energiespeichers mit einem Sollstrom**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Vergleichen eines erfassten elektrischen Stroms I_{act} eines elektrochemischen Energiespeichers eines elektrisch antreibbaren Fahrzeugs mit einem elektrischen Sollstrom I_{set} des elektrochemischen Energiespeichers.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Vergleichen eines elektrischen Stroms eines elektrochemischen Energiespeichers eines elektrisch antreibbaren Fahrzeugs mit einem elektrischen Sollstrom des elektrochemischen Energiespeichers, einem elektrischen Antriebssystem mit mindestens einem elektrochemischen Energiespeicher, einem Computerprogrammprodukt sowie einem computerlesbaren Medium gemäß dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche.

Stand der Technik

[0002] Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb bieten, im Gegensatz zu Fahrzeugen mit konventionellem Antrieb, die Möglichkeit mittels Rekuperation Energie beim Verzögern zurückzugewinnen. Bei hoher Rekuperationsleistung entstehen teilweise hohe negative Radmomente die, insbesondere in Kurvenfahrten, zur Instabilität des Fahrzeugs führen können. Ebenso wie das Rekuperationsmoment kann ein hohes Antriebsmoment während der Kurvenfahrt die Stabilität des Fahrzeugs gefährden.

[0003] Um ein ungewollt niedriges Antriebsmoment, als auch ein ungewollt hohes Antriebsmoment sicher zu erkennen und zu vermeiden ist nach aktuellem Stand eine hohe Genauigkeit sowie Zuverlässigkeit der Sensoren wie auch eine präzise Absicherung des Entwicklungsprozesses entsprechend der ISO-Norm 26262 notwendig.

[0004] Das Dokument DE 10 2017 204 132 A1 offenbart ein Verfahren zum Betreiben eines Antriebs eines Fahrzeugs, wobei ein Sollmoment wenigstens aus einem Fahrerwunschkoment berechnet wird, ein zulässiges Drehmoment wenigstens aus dem Fahrerwunschkoment berechnet wird, wobei das Sollmoment mit dem zulässigen Drehmoment verglichen wird und das Sollmoment an wenigstens ein Antriebssteuergerät des Antriebs weitergegeben wird, falls eine Abweichung des Sollmoments vom zulässigen Drehmoment unterhalb eines Schwellwerts ist.

[0005] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, den Stand der Technik weiter zu verbessern. Diese Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche.

Offenbarung der Erfindung

Vorteile der Erfindung

[0006] Die erfindungsgemäße Vorgehensweise mit den kennzeichnenden Merkmalen der unabhängigen Ansprüche weist demgegenüber den Vorteil auf, dass das Verfahren folgende Schritte umfasst:

a) Erfassen einer Drehzahlgröße n_{act} , die eine Drehzahl eines elektrischen Motors des Fahrzeugs repräsentiert;

b) Ermitteln einer Fahrerwunschkomentgröße M , die ein Fahrerwunschkoment in Abhängigkeit einer Fahrpedalstellung APP_{act} (108) des Fahrzeugs repräsentiert;

c) Erfassen einer Spannungsgröße U_{act} , die eine elektrische Spannung des elektrochemischen Energiespeichers repräsentiert;

d) Bestimmen des elektrischen Sollstroms I_{set}

$$\text{gemäß } I_{set} = \frac{2 \cdot \pi \cdot M \cdot n_{act}}{U_{act}};$$

e) Vorgeben eines zulässigen Stromintervalls I_{Hi} , I_{Lo} zumindest teilweise in Abhängigkeit des elektrischen Sollstroms I_{set} ;

f) Erzeugen einer Plausibilitätsinformation in Abhängigkeit eines Vergleichs des elektrischen Stroms I_{act} mit dem Stromintervall I_{Hi} , I_{Lo} .

[0007] Vorteilhafterweise wird eine Korrelation des umgesetzten Antriebsmoments mit dem aktuellen Strom zur Erkennung einer fehlerhaften Momentenstellung genutzt. Dadurch können ungewollt hohe Antriebs- und Rekuperationsmomente aufgrund einer fehlerhaften Momentenberechnung im Momentenpfad, beispielsweise aufgrund eines Sensorfehlers, Stellerfehlers und/oder Berechnungsfehlers, bei elektrisch antreibbaren Fahrzeugen erkannt und vermieden werden.

[0008] In Schritt d) werden in einer vorteilhaften Ausführungsform neben der Antriebsleistung weitere Verlustleistungen P_1 , beispielsweise durch elektrische Leitungen, Wirkungsgradverluste P_2 , beispielsweise eines elektrischen Motors und/oder Inverters, und/oder Leistungen von Nebenverbrauchern P_3 , wie beispielsweise Klimaanlage, Heizung und/oder Gleichspannungswandler, berücksichtigt. Die geschieht insbesondere durch Addition der weiteren elektrischen Leistungen zur Antriebsleistung $P_0 = 2 \cdot \pi \cdot M \cdot n_{act}$, so dass sich für den elektrischen Sollstrom

$$I_{set} = \frac{(2 \cdot \pi \cdot M \cdot n_{act}) + P_1 + P_2 + P_3}{U_{act}} \text{ ergibt.}$$

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht auf die dargestellte Reihenfolge der Ausführungsform beschränkt. Vielmehr können die Schritte a) bis c) in beliebiger Reihenfolge, wiederholt, zeitlich nacheinander und/oder gleichzeitig erfolgen.

[0010] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0011] Die Plausibilitätsinformation repräsentiert einen unplausiblen elektrischen Strom I_{act} , falls der

elektrische Strom I_{act} außerhalb des Stromintervalls I_{Hi} , I_{Lo} liegt.

[0012] Anhand der Plausibilitätsinformation können ungewollt hohe Antriebs- und Rekuperationsmomente frühzeitig und ohne zusätzliche Absicherungsmaßnahmen erkannt werden.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst ferner vorteilhaften Schritt:

g) Einleiten von Maßnahmen, insbesondere Reduzierung eines maximal zulässigen elektrischen Stroms, um ein ungewolltes Drehmoment zu vermeiden, in Abhängigkeit der Plausibilitätsinformation.

[0014] Dadurch können instabile Fahrsituationen des elektrisch antreibbaren Fahrzeugs und mögliche Personenschäden verhindert werden. Die eingeleiteten Maßnahmen trennen in einer vorteilhaften Ausführungsform die elektrische Verbindung zwischen elektrochemischen Energiespeicher und dem Fahrzeug. Dadurch bleibt die Fahrstabilität des elektrisch antreibbaren Fahrzeugs erhalten.

[0015] Die Fahrpedalstellung APP_{act} des Fahrzeugs umfasst eine Plausibilisierung von Rohwerten $APP_{1,raw}$, $APP_{2,raw}$ der Fahrpedalstellung.

[0016] Das erfindungsgemäße elektrische Antriebssystem umfasst mindestens einen elektrochemischen Energiespeicher, mindestens einen Spannungssensor, mindestens einen Stromsensor und Mittel, die geeignet sind, die Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens auszuführen. Vorteilhafterweise kann die Genauigkeit und die Redundanz der Sensoren und somit der Systemkosten reduziert werden. Ebenso können die bisher notwendigen Absicherungsmaßnahmen verringert und so der Entwicklungsaufwand reduziert werden.

[0017] Das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt umfasst Befehle, die bewirken, dass die Vorrichtung die erfindungsgemäßen Verfahrensschritte ausführt.

[0018] Vorteilhafterweise ist das Computerprogramm auf einem computerlesbaren Medium gespeichert.

Figurenliste

[0019] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0020] Es zeigen:

Fig. 1 eine beispielhafte Darstellung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen elektrischen Antriebssystems eines Fahrzeugs; und

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Stromverlaufs einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Stromverlaufs einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0021] Gleiche Bezugszeichen bezeichnen in allen Figuren gleiche Vorrichtungskomponenten.

[0022] **Fig. 1** zeigt eine beispielhafte Darstellung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen elektrischen Antriebssystems **100** eines Fahrzeugs. Das elektrische Antriebssystem **100** umfasst ein Batteriemanagementsystem **101** und eine Steuereinheit **103** („Vehicle-Control-Unit“). Die Steuereinheit **103** erfasst Größen **102(1)**, **102(2)**, die eine Fahrpedalstellung des Fahrpedals **102** repräsentieren.

[0023] Eine Einheit **107** plausibilisiert Rohwerte **104(1)**, **104(2)** der erfassten Größen **102(1)**, **102(2)** der Fahrpedalstellung und übermittelt eine plausibilisierte Fahrpedalstellung **108** an eine Einheit **111**.

[0024] Die Einheit **111** erfasst ferner eine Drehzahlgröße **106**, die eine Drehzahl eines elektrischen Motors **105** des Fahrzeugs repräsentiert, sowie eine Spannungsgröße **110**, die eine elektrische Spannung des elektrochemischen Energiespeichers des Fahrzeugs repräsentiert, wobei die elektrische Spannung mittels eines Spannungssensor **109** erfasst wird. Weiter wird eine Fahrerwunschmomentgröße ermittelt, die ein Fahrerwunschmoment in Abhängigkeit der Fahrpedalstellung **108** des Fahrzeugs repräsentiert.

[0025] Anhand der Drehzahlgröße **106**, der Spannungsgröße **110** sowie der Fahrerwunschmomentgröße wird ein elektrischer Sollstrom bestimmt und Grenzen **112(1)**, **112(2)** für ein zulässiges Stromintervall zumindest teilweise in Abhängigkeit des elektrischen Sollstroms vorgegeben.

[0026] Die Grenzen **112(1)**, **112(2)** des zulässigen Stromintervalls sind systemabhängig und können in Abhängigkeit weiterer Betriebsgrößen dynamisch vorgegeben werden, beispielsweise einer Betriebsdauer, einem Ladezustand (SOC) und/oder einem Gesundheitszustand (SOH) des elektrochemischen Energiespeichers, einer Temperatur, einem Umgebungsdruck und/oder in Abhängigkeit von Leistungsanforderungen und/oder Wirkungsgraden von elektrischen Verbrauchern.

[0027] Ferner kann vorgesehen sein zumindest eine der Grenzen **112(1)**, **112(2)** statisch vorzugeben.

[0028] Eine Einheit **115** erzeugt eine Plausibilitätsinformation **116** in Abhängigkeit eines Vergleichs eines elektrischen Stroms **114**, wobei der elektrische Strom **114** mittels eines Stromsensors **113** erfasst wird. Die Plausibilitätsinformation **116** repräsentiert einen unplausiblen elektrischen Strom, falls der erfasste elektrische Strom außerhalb des Stromintervalls liegt.

[0029] Mittels einer Einheit **117** werden Maßnahmen in Abhängigkeit der Plausibilitätsinformation **116** eingeleitet, beispielsweise wird ein maximal zulässiger elektrischer Strom reduziert und/oder eine elektrische Verbindung zwischen dem elektrochemischen Energiespeicher und des elektrischen Motors des Fahrzeugs getrennt, beispielsweise durch Öffnen von Schützen. Dadurch kann eine instabile Fahrsituation, beispielsweise durch ein Ausbrechen des Fahrzeugs, verhindert werden.

[0030] **Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung eines Stromverlaufs bei einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens. Auf der Abszissenachse ist ein zeitlicher Verlauf dargestellt. Auf der Ordinatenachse eine Stromstärke und Stromrichtung eines elektrischen Stroms dargestellt. Ist der elektrische Strom positiv, so findet eine Entladung eines elektrochemischen Energiespeichers statt, beispielsweise bei einem Antriebsmoment. Ist der elektrische Strom negativ, so findet eine Ladung des elektrochemischen Energiespeichers statt, beispielsweise bei einem Rekuperationsmoment.

[0031] Zwischen einem Zeitpunkt t_0 und einem Zeitpunkt t_1 liegt ein zeitlicher Verlauf eines elektrischen Stroms **203** innerhalb eines Stromintervalls, welches durch eine obere Grenze **201** und durch eine untere Grenze **202** vorgegeben ist.

[0032] Zu dem Zeitpunkt t_1 überschreitet der elektrische Strom **203** die obere Grenze **201** und liegt somit außerhalb des Stromintervalls. In diesem Fall wird eine Verletzung des zulässigen Moments durch das erfindungsgemäße Verfahren erkannt und die Stromversorgung des elektrischen Motors durch den elektrochemischen Energiespeicher reduziert bzw. abgeschaltet.

[0033] Das Stromintervall wird in der gezeigten Ausführungsform fortlaufend anhand des bestimmten elektrischen Sollstroms vorgegeben. In einer alternativen Ausführungsform wird das Stromintervall zu bestimmten Zeitpunkten vorgegeben.

[0034] **Fig. 3** zeigt eine schematische Darstellung eines Stromverlaufs bei einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens. Auf der Abszissenachse ist ein zeitlicher Verlauf dargestellt.

Auf der Ordinatenachse eine Stromstärke und Stromrichtung eines elektrischen Stroms dargestellt. Zwischen Zeitpunkten t_0 und t_1 ist ein elektrischer Strom **302** positiv, der elektrochemische Energiespeicher des Fahrzeugs wird entladen, beispielsweise durch einen Antriebsvorgang. Zwischen Zeitpunkten t_1 und t_2 ist der elektrische Strom **302** negativ, der elektrochemische Energiespeicher des Fahrzeugs wird geladen, beispielsweise durch einen Rekuperationsvorgang. Zwischen Zeitpunkt t_2 und t_3 findet wiederum ein Entladevorgang statt und zwischen den Zeitpunkten t_3 und t_4 ein Ladevorgang.

[0035] Zu einem Zeitpunkt t_4 unterschreitet der elektrische Strom **302** eine untere Grenze **301** und liegt somit außerhalb des Stromintervalls. In diesem Fall wird eine Verletzung des zulässigen Moments erkannt und die Stromversorgung des elektrischen Motors durch den elektrochemischen Energiespeicher reduziert bzw. abgeschaltet.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102017204132 A1 [0004]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Vergleichen eines elektrischen Stroms I_{act} (114, 203, 302) eines elektrochemischen Energiespeichers eines elektrisch antreibbaren Fahrzeugs mit einem elektrischen Sollstrom I_{set} des elektrochemischen Energiespeichers umfassend folgende Schritte:

a) Erfassen einer Drehzahlgröße n_{act} (106), die eine Drehzahl eines elektrischen Motors (105) des Fahrzeugs repräsentiert;

b) Ermitteln einer Fahrerwunschmomentgröße M , die ein Fahrerwunschmoment in Abhängigkeit einer Fahrpedalstellung APP_{act} (108) des Fahrzeugs repräsentiert;

c) Erfassen einer Spannungsgröße U_{act} (110), die eine elektrische Spannung des elektrochemischen Energiespeichers repräsentiert;

d) Bestimmen des elektrischen Sollstroms I_{set} gemäß

$$I_{set} = \frac{2 * \pi * M * n_{act}}{U_{act}};$$

e) Vorgeben eines zulässigen Stromintervalls I_{Hi}, I_{Lo} (112(1), 112(2), 201, 202, 301) zumindest teilweise in Abhängigkeit des elektrischen Sollstroms I_{set} ;

f) Erzeugen einer Plausibilitätsinformation (116) in Abhängigkeit eines Vergleichs des elektrischen Stroms I_{act} (114, 203, 302) mit dem Stromintervall I_{Hi}, I_{Lo} (112(1), 112(2), 201, 202, 301);

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei die Plausibilitätsinformation (116) einen unplausiblen elektrischen Strom I_{act} (114, 203, 302) repräsentiert, falls der elektrische Strom I_{act} (114, 203, 302) außerhalb des Stromintervalls I_{Hi}, I_{Lo} (112(1), 112(2), 201, 202, 301) liegt.

3. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, ferner umfassend folgenden Schritt:

g) Einleiten von Maßnahmen (117), insbesondere Reduzierung eines maximal zulässigen elektrischen Stroms, um ein ungewolltes Drehmoment zu vermeiden, in Abhängigkeit der Plausibilitätsinformation (116).

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die eingeleiteten Maßnahmen (117) die elektrische Verbindung zwischen elektrochemischen Energiespeicher und dem Fahrzeug trennen.

5. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei die Fahrpedalstellung APP_{act} (107) des Fahrzeugs eine Plausibilisierung von Rohwerten $APP_{1,raw}, APP_{2,raw}$ (104(1), 104(2)) der Fahrpedalstellung (102(1), 102(2)) umfasst.

6. Elektrisches Antriebssystem mit mindestens einem elektrochemischen Energiespeicher, mindestens einem Spannungssensor (109), mindestens einem Stromsensor (109) und Mittel (101), die geeig-

net sind, die Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 auszuführen.

7. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bewirken, dass das elektrische Antriebssystem des Anspruchs 6 die Verfahrensschritte nach einem der Ansprüche 1 bis 5 ausführt.

8. Computerlesbares Medium, auf dem das Computerprogramm nach Anspruch 7 gespeichert ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

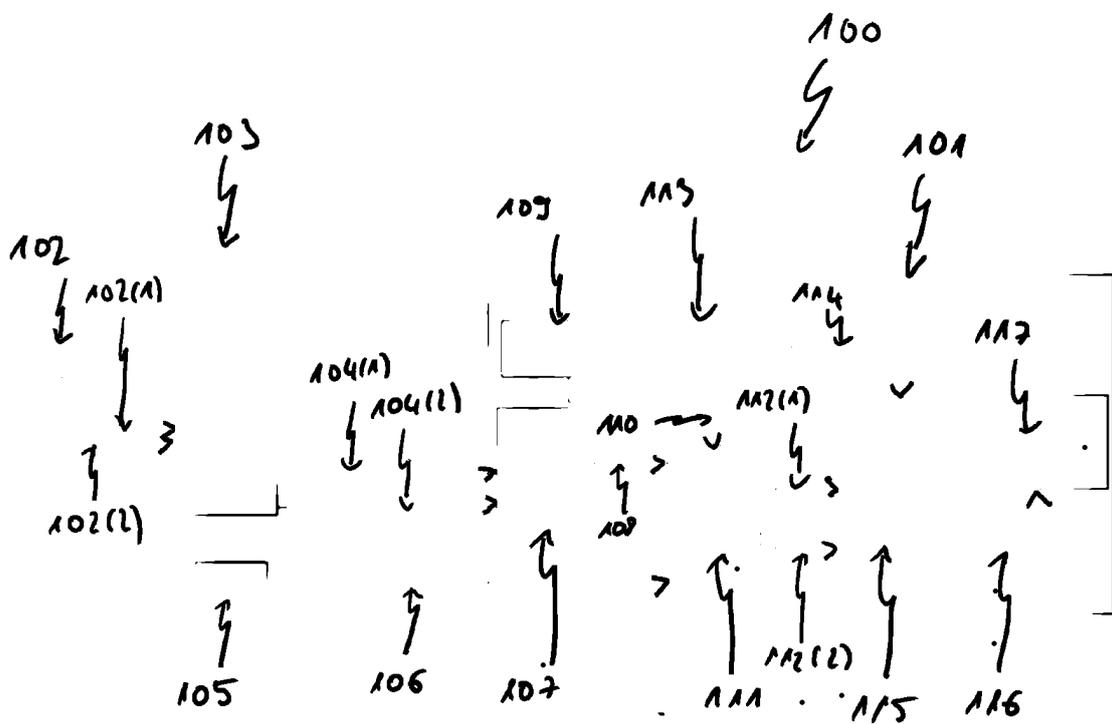


Fig. 1

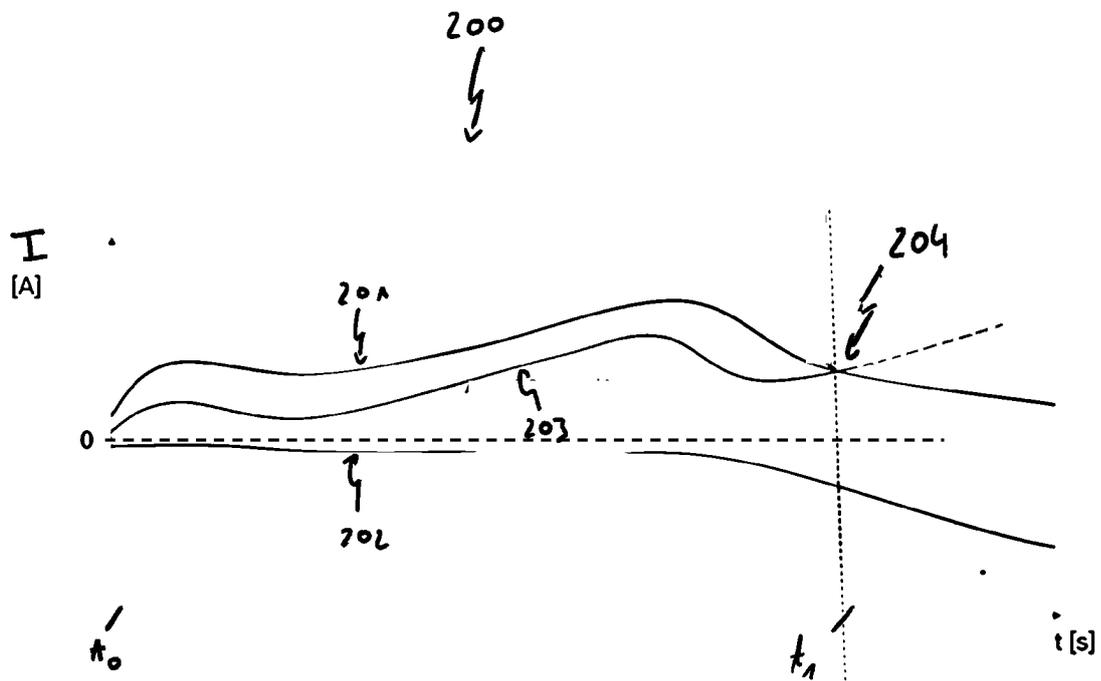


Fig. 2

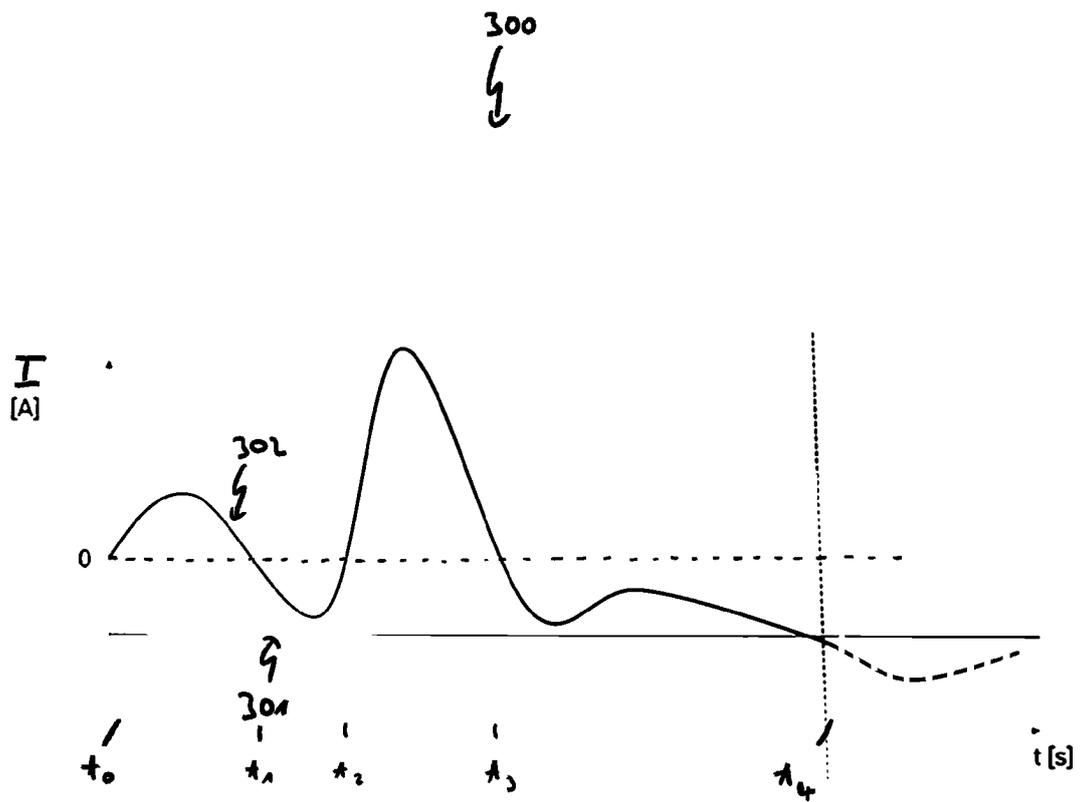


Fig. 3