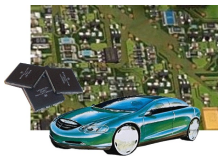
Fachhochschule Dortmund
University of Applied Sciences

Informations- und Elektrotechnik

Fahrzeugelektronik

Prof. Dr.-Ing. Manfred Krüger



Abschlussbericht

zum Forschungsprojekt „Lichtbogenentstehung und Lichtbogendetektion im neuen 42 V Bordnetz für Kraftfahrzeuge“

AiF FKZ: 17 026 03
Zuwendungsbescheid des BMBF vom 08.07 2003
in Zusammenarbeit mit der Fa. HELLA KGaA in Lippstadt
Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Manfred Krüger

Dieser Abschlussbericht enthält die aus dem oben genannten Forschungprojekt resultierenden Ergebnisse. Die Fa. HELLA KGaA als industrieller Projektpartner gestattet die Veröffentlichung erst nach einer Vorlaufzeit von drei Jahren. Dieser Bericht darf erst ab dem Beginn des Jahres 2008 veröffentlicht werden.

Diese Unterlage ist vertraulich zu behandeln. Jede Form der Weitergabe, Kopie oder Veröffentlichung ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Projektleiters und der Fa. HELLA KGaA gestattet !

In diesem Abschlussbericht werden die Ergebnisse zum Forschungsprojekt "Lichtbögen im neuen 42 V Bordnetz für Kraftfahrzeuge“ dargestellt.

Kurzfassung

Bei der Einführung einer Bordnetzspannung größer als 35 V können sich bei Wackelkontakten oder Isolationsproblemen Lichtbögen auch im Gleichstromnetz eines Kraftfahrzeugs bilden, die von sich aus nicht schnell verlöschen. Aufgrund der hohen Temperatur in einem derartigen Lichtbogen (größer 2000 Grad C) kann der Kunststoff, aus dem in der Regel Steckverbinder im Kraftfahrzeug bestehen, schmelzen oder sogar anfangen zu brennen mit der Folge eines möglichen Fahrzugbrandes. Dieses stellt eine sehr gefährliche Situation für die Insassen und der anderen Verkehrsteilnehmer dar und muss unter allen Umständen vermieden werden.

Die sicherste Möglichkeit ist die Erkennung eines Lichtbogens im Bordnetz in Verbindung mit einer intelligenten Abschaltestrategie der betroffenen Leitungsstränge.

Daher ist die Aufgabe dieses Forschungsprojekts die Erkennung von Lichtbögen am Gleichspannungs-Bordnetz eines Kraftfahrzeugs mit höheren Bordnetzspannungen.

Dazu wurde zunächst eine geeignete Energiequelle, bestehend aus einem Fahrzeuggenerator (geregelt auf 42 V und angetrieben von einem Elektromotor) und einer 36 V Batterie (Prototyp) aufgebaut. Zur Erzeugung der Lichtbögen war die Konzeptionierung, Konstruktion, Aufbau, Inbetriebnahme und Test einer präzise gesteuerten Verfahreinrichtung mit hoher Geschwindigkeit und großen Kräften erforderlich. Besonders die Erzeugung von parallelen Lichtbögen (Batterie-Kurzschluss) stellt hohe Anforderungen an die Sicherheitseinrichtungen, damit das Gerät gefahrlos betrieben werden kann.

Im Zuge der Auswertung der so reproduzierbar erzeugten Lichtbögen konnte festgestellt werden, dass die hier auftretenden Lichtbögen ein elektromagnetisches Spektrum in Form eines weißen Rauschens im Frequenzbereich 100 Hz bis 100 kHz (und darüber hinaus) erzeugen.

Im weiteren Verlauf war es dann möglich, eine Auswertestrategie zu definieren, die trotz der auf einem Kraftfahrzeubordnetz in der Praxis vielfältig vorhandenen zusätzlichen Störsignale eine sichere Erkennung der Lichtbögen ermöglicht.

Für eine mögliche Umsetzung in ein Kraftfahrzeug musste dann eine elektronische Lösung gefunden werden, die auf der einen Seite die besonderen elektrischen und elektronischen Umgebungsbedingungen in einem Kraftfahrzeug berücksichtigt, auf der anderen Seite aber auch für

Diese Unterlage ist vertraulich zu behandeln. Jede Form der Weitergabe, Kopie oder Veröffentlichung ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Projektleiters und der Fa. HELLA KGaA gestattet !

eine spätere Serieneinbindung kostenoptimal ist. Dieses konnte durch eine neuartige Kombination eines Mikrocontrollers mit einem sog. Switched-Capacitor-Filter (SCF) erreicht werde. Der sich daraus ergebende Hardware- und Softwareaufwand ist relativ gering. Ein schaltungstechnischer Aufbau (Prototyp) wurde erstellt und an dem aufgebauten Bordnetzsimulator mit der Lichtbogen-Erzeugungseinheit ausführlich getestet.

Um diesen Test zu intensivieren fand eine Erweiterung durch ein beispielhaftes Test-Bordnetz, bestehend aus diversen Lasten für 42 V (Motoren, Heizeinrichtungen, DC-DC-Wandler, Beleuchtungseinrichtungen) statt.

Als Ergebnis ist festzuhalten:

Der elektronische Prototyp, in den die gefundenen Auswertestrategie implementiert worden ist, funktioniert auch bei unterschiedlichen Bordnetzsituationen und Lichtbogeneinstellungen sehr gut. Damit ist das Ziel, das auch für den industriellen Projektpartner (Fa. HELLA KGaA, Lippstadt) sehr wichtig ist, erreicht worden.

Das gefundene neuartige Auswerteverfahren basiert auf dem Prinzip eines gesteuerten Bandfilters, mit dem ein definierter Frequenzbereich schnell periodisch abgetastet werden kann und möglicherweise vorhandene Spektralanteile festgestellt werden. Die Unterscheidung, ob ein breitbandiges Rauschen (Lichtbogen) oder ein periodischer Störer (z.B. PWM) vorliegt, kann durch einen Vergleich von mehreren Durchläufen und einer einfachen Softwareauswertung festgestellt werden. Außerdem ist ein adaptives Verhalten an verschiedene Situationen realisierbar.

Für dieses Verfahren ist inzwischen vom deutschen Patentamt eine Patenterteilung erfolgt (Pat.Nr. 103 59 532,"*Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung einer breitbandigen Rauschquelle in einem Gleichspannungs-Verteilnetz*"). Die internationale Anmeldung ist in Bearbeitung.

Diese Unterlage ist vertraulich zu behandeln. Jede Form der Weitergabe, Kopie oder Veröffentlichung ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Projektleiters und der Fa. HELLA KGaA gestattet !

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung 2

1 Einleitende Bemerkungen....6

2 Beschreibung der Aufgabenstellung für das Forschungsprojekt 8

3 Beschreibung des Projektablaufes....9

4 Aktueller technischer Stand zur Erkennung von Lichtbögen zum Beginn des Projektes....11

4.1 Das Auftreten von Lichtbögen im technischen Umfeld....11

4.2 Bekannte Auswertestrategien....11

4.3 Die Situation im Kraftfahrzeug 13

5 Theoretische Überlegungen zu einem Bordnetz
mit höheren Spannungen in einem Kraftfahrzeug....14

5.1 Das Bordnetz eines Kraftfahrzeuges als kleines Inselnetz....14

5.2 Periodische und aperiodische Störsignale auf dem Bordnetz 14

6 Lichtbögen bei Bordnetzen mit höheren Spannungen....18

6.1 Der serielle Lichtbogen....18

6.2 Der parallele Lichtbogen 20

6.3 Erste Versuche zu Lichtbögen im Vorfeld des Projektes....22

7 Simulationseinheit für ein Bordnetz mit höheren Spannungen (BORLATOR)....24

7.1 Anforderungen an den Bordnetzsimulator....24

7.2 Der technische Aufbau des Bordnetzsimulators....24

7.3 Der Betrieb des Bordnetzsimulators....27

8 Die Lichtbogen-Erzeugungseinheit (LIBO-Einheit)....28

8.1 Anforderungen an die Lichtbogen-Erzeugungseinheit....28

8.2 Besonderheiten bei der Erzeugung von parallelen Lichtbögen....29

8.3 Der technische Aufbau der Lichtbogen-Erzeugungseinheit....29

8.4 Die Funktions- und Bediensicherheit der Lichtbogen-Erzeugungseinheit....34

9 Ergebnisse aus den Messungen....35

9.1 Ergebnisse aus den Messungen von seriellen Lichtbögen (Zusammenfassung)....35

Diese Unterlage ist vertraulich zu behandeln. Jede Form der Weitergabe, Kopie oder Veröffentlichung ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Projektleiters und der Fa. HELLA KGaA gestattet !

9.2 Ergebnisse aus den Messungen von parallelen Lichtbögen (Zusammenfassung).....38
10 Die Definition eines Auswertekonzeptes zur sicheren Erkennung von Lichtbögen im Kraftfahrzeug 39
10.1 Grundsätzliche Anforderungen.....39
40
10.2 Das Prinzip des Auswertekonzeptes.....40
10.3 Die Parametrierung des Auswertekonzeptes.....43
11 Umsetzung dieses Konzeptes in eine für Kraftfahrzeuge geeignete Elektronik.....44
11.1 Das Hardwarekonzept.....44
11.2 Das Softwarekonzept.....45
11.3 Die Einbindung in ein Kraftfahrzeug 48
11.4 Überprüfung des Auswertekonzeptes.....49
11.5 Patentrechtliche Absicherung des Auswertekonzeptes.....51
12 Zusammenfassung und Ausblick.....52
13 Anhang.....53
13.1 Patentrecherche.....53
13.2 Literaturverzeichnis.....55

Diese Unterlage ist vertraulich zu behandeln. Jede Form der Weitergabe, Kopie oder Veröffentlichung ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Projektleiters und der Fa. HELLA KGaA gestattet !