

ohne Genehmigung
erstattet
sind nur durch
der Verfasser

Stav Kraut
Bronn
m Gäßle 16

Übersetzung aus der japanischen Zeitschrift

"Nainen Kikan" (Die Brennkraftmaschine)

Band 8, Nr.88, September 1969, Seite 69 - 72

Ein kontaktloser Verteiler

von M.Kusanagi

Entwicklungszentrum der Firma
Shin Meiwa Kogyo K.K.

den Gebrauch innerhalb der
Stadt Stuttgart bestimmt.

1. Vorwort

Die Entwicklung der verschiedenen Zweige der modernen industriellen Technik hat es Hand in Hand mit dem Bau der modernen Schnellstraßen mit sich gebracht, daß das Kraftfahrzeug heute als der Hauptträger des Verkehrs und des Transportes seinen Platz behauptet; demzufolge sind die Möglichkeit der Erreichung hoher Geschwindigkeiten, die Sicherheit und die Zuverlässigkeit immer mehr zu unerlässlichen an das Kraftfahrzeug gestellten Forderungen geworden. Insbesondere ist es die sogenannte Elektronik, die seit der Erfindung der Transistoren auch in der Kraftfahrzeugtechnik Eingang gefunden hat und deren Anwendung dort allenthalben gefördert und weiterentwickelt wird, und zwar insbesondere auf den Gebieten der Zündung, der Ladung, des Anlassens, der Beleuchtung, der Steuerung und der Warneinrichtungen, auf denen bereits heute von nennenswerten Erfolgen berichtet wird¹⁻⁵⁾.

In der vorliegenden Arbeit sollen die kontaktlosen Systeme bei den unmittelbar mit der Leistung des Kraftfahrzeuges zusammenhängenden Zündanlagen besprochen und dabei insbesondere die Unterschiede zwischen den bisher gebräuchlichen Systemen und den Transistorsystemen klargelegt werden, weiterhin sollen der Aufbau der von den Verfassern versuchs-

STU...
APR 1970
Stenstalle

weise hergestellten kontaktlosen Magnetwiderstandszündanlagen beschrieben und die bei den Versuchen mit diesen Anlagen erhaltenen Ergebnisse mitgeteilt werden.

1.1 Die Zündsysteme

Die heute zum allergrößten Teil in den Kraftfahrzeugen angewandten Zündanlagen arbeiten nach dem Kontaktsystem (Abb 1), der modernen Tendenz entsprechend werden heute zur Wahl alle möglichen Arten von transistorierten sogenannten Transistorspulensystemen ("transicoil") auf dem Markt angeboten (Abb.2).

Bei dem größten Teil dieser "transicoil" werden jedoch in der bisher gebräuchlichen Weise ebenfalls Kontakte verwendet, der Basisstrom eines Transistors (in der Größenordnung von 300 mA) wird ein- und ausgeschaltet und durch diese Schaltwirkung wird der Primärstrom einer Zündspule unterbrochen. Man spricht hier von einem sogenannten "Semitransistorsystem".

Demgegenüber werden auch kontaktlose Zündanlagen, die überhaupt keine mechanischen Kontakte besitzen (das volltransistorierte System) in einer Reihe von Ausführungsarten auf dem Markt angeboten; es sind zwar noch verschiedene andere Arten derartiger Systeme denkbar, wenn wir diese zusammenfassen und dabei die Hauptproblempunkte herausgreifen und in Betracht ziehen, dann kommen wir zu der nachstehend aufgeführten Einteilung:

a) Die Kontaktsysteme

1. Die Systeme mit direkten Unterbrecherkontakten
- } ▶ da die Kontakte bei den hohen Drehzahlen prellen, sinkt die Sekundärspannung ab
- } ▶ Abriebverschleiß der Kontakte

2. Das Semitransistorsystem

b) Die kontaktlosen Systeme

1. Das photoelektrische Verfahren ... die Lebensdauer der elektrischen Glühbirnen.

2. Das magnetische System

(i) Die magnetische Induktion bei niedrigen Drehzahlen begrenzt.

(ii) Das Induktanzänderungssystem hierzu braucht man einen Oszillator.

a. Das System der gegenseitigen Induktanz²⁾

b. Das System der Selbstinduktanz³⁾

(iii) Das magnetische Widerstandssystem³⁾ ... da dieses System mit Magneten arbeiten, muß auf die Umgebung Rücksicht genommen werden.

3. Das Kondensatorsystem⁴⁾ ... komplizierte Schaltung.

1.2 Das bisher gebräuchliche Unterbrecherkontaktsystem und das "Semitransistor"-System

In der Abb.1 sehen wir das Schaltbild eines Zündsystemes, wie es in den allgemein üblichen Kraftfahrzeugen angewandt wird.

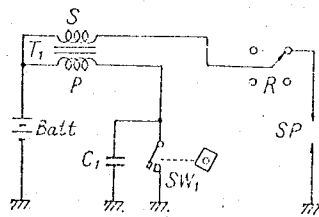


Abb.1 Das bisher gebräuchliche Kontaktsystem

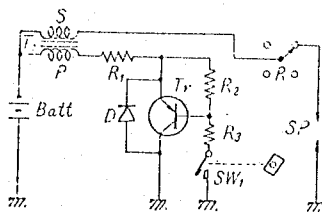


Abb.2 Das Semitransistorsystem

Wenn SW₁ geschlossen wird, dann fließt in der Primärseite der Zündspule ein Strom, der magnetische Fluß wird erhöht.

Dadurch daß sich der Nocken dreht, wird SW_1 geöffnet und der Primärstrom wird unterbrochen (der an SW_1 angeschlossene Kondensator C_1 unterdrückt den beim Unterbrechen des Primärstromes an den Kontakten entstehenden Lichtbogen.) Wenn der Primärstrom unterbrochen wird, dann wird durch gegenseitige Induktion in der Sekundärwicklung der Zündspule eine hohe Spannung erzeugt, welche durch den Läufer (Rotor R des Verteilers verteilt wird, wobei an der Zündkerze SP ein Funke überspringt.

Die Abb.2 zeigt eine vereinfachte Prinzipschaltung des "Semitransistor"-Systems, in welchem, wenn man von dem Transistor Tr und den zu ihm gehörenden Teilen absieht, im wesentlichen gegenüber dem in der Abb.1 dargestellten Zündsystem keinerlei Veränderung festzustellen ist. Dadurch daß sich der mit dem Nocken gekuppelte Schalter SW_1 öffnet und schließt, wird der Basisstrom von Tr (in der Größenordnung von 300 mA) unterbrochen und der Kollektorstrom von Tr (5-6 A), d.h. also der Primärstrom der Zündspule T_1 wird geöffnet und geschlossen. Da somit der durch die Kontakte unterbrochene Strom auf weniger als 1/10 reduziert wird, können die durch den Abriebverschleiß und das Prellen der Kontakte hervorgerufenen Störungen und Beschädigungen verringert werden, es bleiben jedoch trotzdem noch ungelöste Probleme zurück.

2. Induktanzänderungssystem (das Selbstinduktanzsystem)³⁾
Unter der Bezeichnung Induktanzänderungssystem versteht man verschiedene Arten von Systemen, die Verfasser haben jedoch ihre Versuche mit den heute gebräuchlichen Zündsystemen durchgeführt, insbesondere mit dem die Änderung der Selbstinduktanz ausnützenden System, bei welchem der Verteiler

keine erhebliche Veränderung erfährt und das neben seiner Einfachheit eine ausreichende mechanische Festigkeit aufweist, und sie haben Ergebnisse erzielt, welche als praktisch möglich anerkannt wurden.

Die Abb.3 zeigt schematisch den Aufbau eines bisher gebräuchlichen Verteilers; auf der Welle sind stabförmige Eisenstücke befestigt, an der Gerätewand ist eine säkelförmige Spule unbeweglich befestigt, welche an das Ausgangsende eines LC-Oszillators angeschlossen ist und als L-Teil arbeitet. Wenn im Laufe der Drehbewegung der Welle die stabförmigen Eisenstücke in den von der Spule gebildeten Zwischenraum eingreifen, dann wird, da das L des Schwingkreises verändert wird (sich ändert?) das ON, OFF der erzeugten Schwingungen ausgeführt. Dadurch daß man diese einer Doppelweggleichrichtung und einer Glättung unterwirft und ihren Signalausgang dem in der Abb.4 angegebenen, mit G, C und S arbeitenden Schaltkreis zuführt, kann der Primärstrom der Zündspule kontaktlos ein- und ausgeschaltet werden. Der vollständige Schaltungsaufbau dieses Systems ist in der Abb.5 dargestellt.

Da man bei diesem System in der oben beschriebenen Weise einen schwingungserzeugenden Teil braucht und da die Form der Spule L und ihre Befestigung äußerst genau ausgeführt sein müssen, und da außerdem praktisch das im nächsten Abschnitt beschriebene System mehr Erfolg verspricht, so ist man mit diesem System über die Laboratoriumsversuche nicht hinausgekommen.

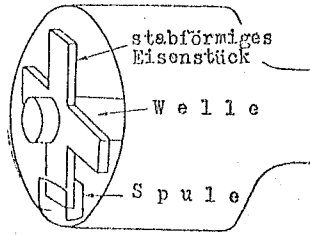


Abb.3 Der Abgreifer des Selbstinduktanzänderungssystems

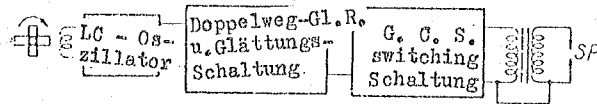


Abb.4 Der Aufbau der Schaltung

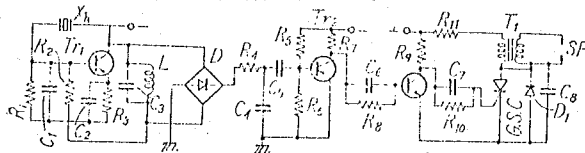


Abb.5 Gesamtschaltbild

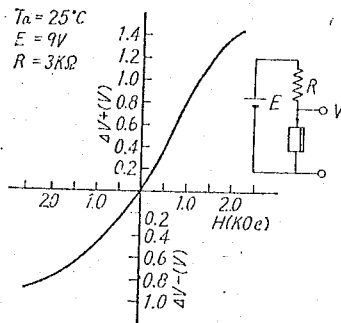


Abb.6 Die Magnetfeldcharakteristik bei einem "single type" Element

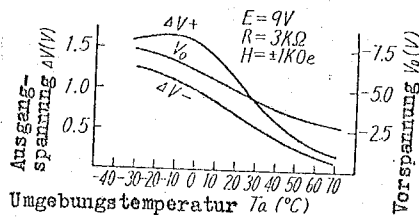


Abb.7 Die Temperaturcharakteristik eines "single type"-Elementes

3. Das magnetische Widerstandssystem

3.1 Das Prinzip

Es werden magnetische Widerstandselemente (Magnetwiderstandselemente?) verwendet, denen eine Änderung des magnetischen Flusses mitgeteilt wird; dadurch wird eine in den

Elementen erzeugte Schaltwirkung erreicht, durch die der Primärstrom einer Zündspule unterbrochen wird. Das anfänglich von mir verwendete magnetische Widerstandselement war ein von der Firma Siemens hergestelltes Element, da später hin jedoch von der Firma Sony das hochempfindliche SMD entwickelt wurde, so habe ich dieses verwendet. Von dem SMD gibt es einen "single type" und einen "pair type", deren charakteristische Eigenschaften ⁱⁿ den Abb.6 bis 9 dargestellt sind¹⁾.

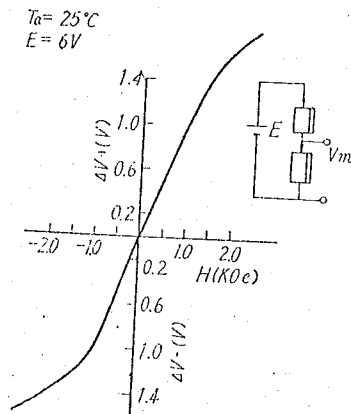


Abb.8 Die Magnetfeldcharakteristik eines "pair type"-Elementes

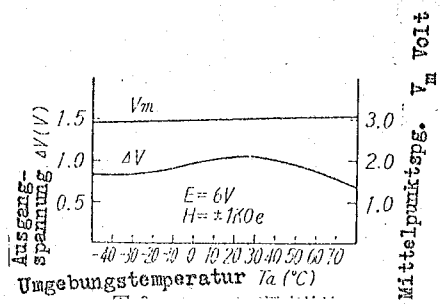


Abb.9 Die Temperaturcharakteristik eines "pair type"-Elementes

Bei dem "pair type" sind 2 Elemente mit im wesentlichen gleicher Charakteristik mit gegenüber einem Magnetfeld entgegengesetzter Polarität hintereinander geschaltet und da die von dem Magnetfeld herrührende Änderung differential wirkt (arbeitet?), so wird die einen schwachen Punkt derartiger Elementepaare darstellende Temperaturempfindlich-

keit umgangen und eine gute Stabilität erzielt. Der Verfasser hat bei seinen Versuchen zunächst das einfache "single type"-Element verwendet.

3.2 Die versuchsweise hergestellte Anlage

Die Abb.10 stellt eine einfache Skizze des Mechanismus der versuchsweise hergestellten Anlage dar. Der Spalt des das SMD 4 in die Zange nehmenden Joches 2 beträgt ungefähr 5 mm wenn die Strecke A-D des Jochstückes unmittelbar über das SMD gekommen ist, dann erhält man eine Änderung der magnetischen Flußdichte von ungefähr $0 \rightarrow 1700$ Gauß und eine Spannungsänderung von 1.2 Volt.

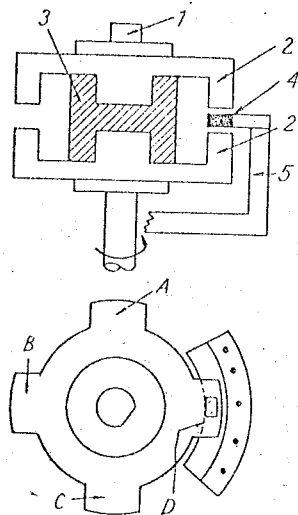


Abb.10 Der Mechanismus der versuchsweise aufgebauten Einrichtung

Den Magnetteil hat man als quasi-geschlossenen magnetischer Kreis aufgebaut und, damit er dem SMD eine dauernd konstante Magnetflußänderung mitteilt, so ausgebildet, wie dies in der Abb.8 dargestellt ist. Da man Dauermagnete verwendete, so hat man für den in der Nähe der Magnete befestigten, die Welle und das Element tragenden Arm ein nicht magnetisches Metall verwendet, und für das Joch hat man einen Stahl mit geringem Kohlenstoffgehalt S20C - S30C genommen.

3.3 Der Aufbau der Schaltung

Die Schaltung, die ich bei meinen Versuchen verwendete, ist in der Abb.11 dargestellt. Der vom SMD herkommende Ausgang wird durch Tr_1 verstärkt, und in der aus Tr_2 und Tr_3 aufgebauten Schmitt-Schaltung einer Wellenformung unterworfen; der Aufbau und das Abschneiden (?) in dem Tr_4 wird ziemlich schnell durch $Tr_5 - Tr_8$ einer progressiven Stromverstärkung unterworfen und der in der Zündspule von L_1 fließende Magnetstrom wird unterbrochen. R_{20} ist ein Ballast-Widerstand

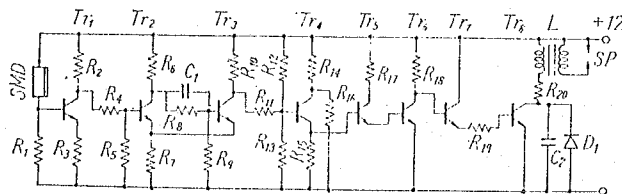


Abb.11 Der Aufbau der Schaltung

3.4 Die verwendete Zündspule

Bei meinen Versuchen habe ich die beiden in der Tafel 1 aufgeführten handelsüblichen Zündspulen verwendet.

Auch für die in meiner Anlage verwendete Spezialspule habe ich den Eisenkern als geschlossenen magnetischen Kreis ausgeführt und zusammen mit den Spezialisten der Herstellerfirma eigens Untersuchungen durchgeführt, auf die ich hier jedoch nicht näher eingehen will.

Tafel 1

| | Hochspannungsspule | bisher gebräuchliche Zündspule |
|-----------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Primärgleichstromwiderstand | 0.571 Ω | 2.063 Ω |
| Primärinduktanz | 3.04 mH | 6.85 mH |
| Windungszahlen | 160 T : 25 000 T | 200 T : 14 000 T |

4. Die Versuchsergebnisse

Bei den drei verschiedenen Systemen, nämlich dem bisher gebräuchlichen Kontaktsystem, dem Semitransistorsystem und

dem kontaktlosen System habe ich die Längen der Dreinadelfunkenstrecke verglichen und dabei die in der Abb.12 dargestellten Ergebnisse erhalten.

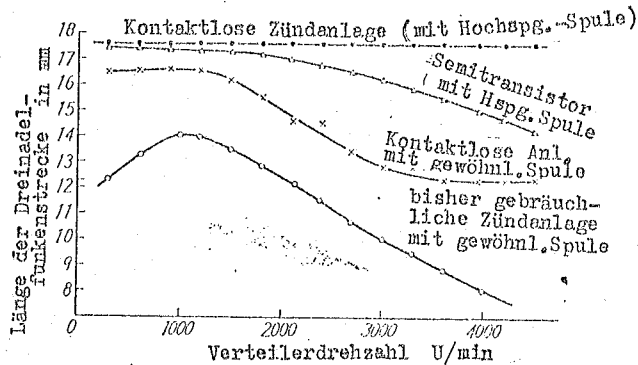


Abb.12 Vergleich der Länge der Dreinadelfunkenstrecke

4.1 Der Vergleich der Längen der Dreinadelfunkenstrecken

Aus den in der Abb.12 dargestellten Ergebnissen geht klar hervor, daß bei dem bisher gebräuchlichen Verfahren bei den hohen Drehzahlen die Leistung ganz erheblich schlechter wird, daß bei dem Semitransistorsystem in diesem Punkt schon eine erhebliche Verbesserung erreicht ist und daß bei dem kontaktlosen System, wenn man eine diesem System eigens angepaßte Hochspannungsspule verwendet, bei den hohen Drehzahlen gute Ergebnisse erzielt werden. Dabei ist es ganz klar, daß eine gute Abstimmung (matching) mit der Spule sehr wichtig ist.

4.2 Die Wellenformen des Primärstromes und der Sekundärspannung

Ich habe eine Hochspannungsspule und eine übliche Spule mit Verteilerdrehzahlen von 1260 U/Min. und 2700 U/Min. verwendet und vergleichende Versuche durchgeführt, dabei habe ich die Primärstromwellenform mit Hilfe eines Synchronskopes fotografisch aufgenommen, die dabei erhaltenen Ergebnisse sind in den Abb.13 - 16 dargestellt.

Die Aufbauzeit betrug bei der Hochspannungsspule ungefähr 3 ms und bei der gebräuchlichen Spule 5 ms. Wenn ich die Drehzahl von 1260 U/Min. auf 2700 U/Min. erhöhte, dann wurde der Stromwert unmittelbar vor der Unterbrechung des Primärstromes bei der Hochspannungsspule nahezu überhaupt nicht verringert, während er bei der gebräuchlichen Spule ganz erheblich verringert wurde.

Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß wegen des großer L die Aufbauzeit verlängert wird. Deshalb wird zwar, wie ich im Abschnitt 4.1 gezeigt habe, bei der gebräuchlichen Spule Hand in Hand mit der Erhöhung der Drehzahl die Länge der Dreinadelfunkenstrecke verringert, während andererseits diese Erscheinung bei der Hochspannungsspule so gut wie überhaupt nicht beobachtet wird. Die Abb.17 und 18 zeigen die fotografischen Aufnahmen, die ich bei geöffnetem Sekundärseitigen Spulenende von der Sekundärspannungswellenform gemacht habe; aus diesen beiden Aufnahmen sieht man ganz deutlich, daß bei Verwendung der Hochspannungsspule eine höhere Sekundärspannung erzielt wird.

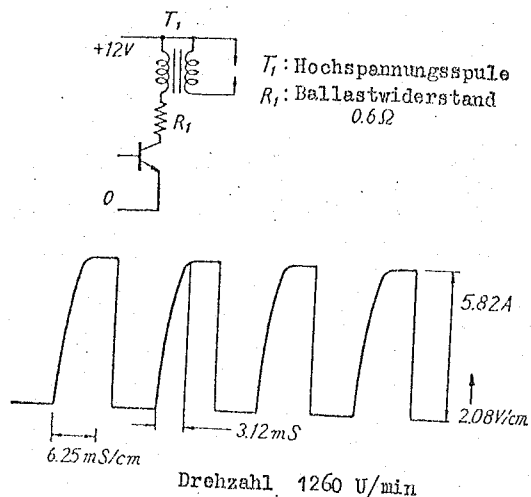
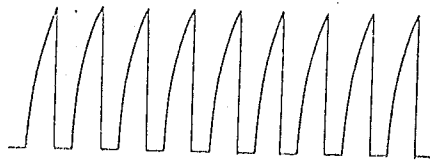


Abb.13 Die Primärstromwellenform



Drehzahl 2700 U/min

Abb.14 Die Primärstromwellenform

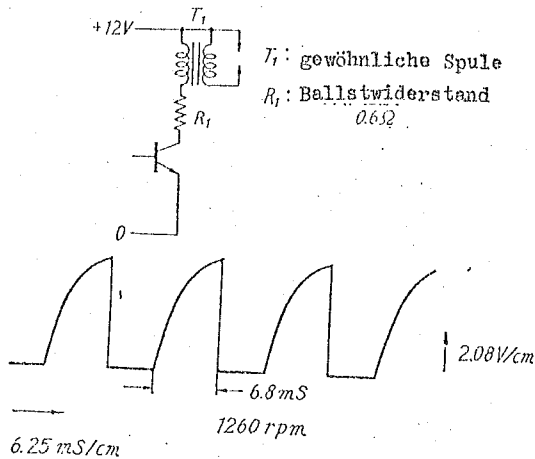
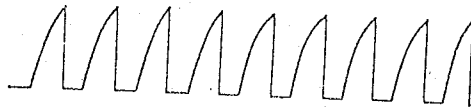
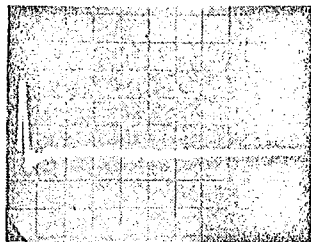


Abb.15 Die Primärstromwellenform



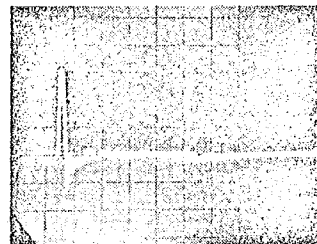
2700 rpm

Abb.16 Die Primärstromwellenform



V.....10kV/div H.....1 ms/div

Abb.17 Die Sekundärspannungswellenform einer Hochspannungsspule



V.....10kV/div H.....1 ms/div

Abb.18 Die Sekundärspannungswellenform einer Spule der gebräuchlichen Bauart

5. Zusammenfassung

Wie sich auch bei meinen Versuchen deutlich gezeigt hat, liefert eine mit einer Hochspannungsspule mit kleinem L und großem Windungszahlverhältnis ausgerüstete kontaktlose Zündanlage von den niedrigen bis zu den hohen Drehzahlen eine gleichbleibende hohe Sekundärspannung, und da der

von den bisher gebräuchlichen Anlagen her bekannte Sekundärspannungsabfall bei den hohen Drehzahlen nicht erfolgt, so ist für die Kraftfahrzeuge der Zukunft, von denen eine hohe Leistung bei hohen Geschwindigkeiten verlangt wird, die kontaktlose Zündung das gegebene System.

Es sind zwar bis jetzt noch nicht in ausreichendem Maße praktische Versuche durchgeführt worden, da man jedoch auch bei den hohen Drehzahlen eine ausreichend hohe Sekundärspannung erhält, so ist damit eine vollkommene Verbrennung und auch ein niedriger Kraftstoffverbrauch gewährleistet, was wiederum zur Folge hat, daß damit auch zur Verhütung der Verunreinigung der Atmosphäre durch die Auspuffgase ein gewisser Beitrag geleistet wird.

Anschließend sind auch Versuche am praktischen Motor geplant, bei denen vorallem auch der Kraftstoffverbrauch, die Motorleistung, die Auspuffgase usw. untersucht werden sollen.

Zum Schluß meiner Forschungsarbeit möchte ich nicht versäumen, allen Herren, die mir bei meinen Versuchen geholfen haben oder die mir wertvolle Ratschläge gegeben haben, insbesondere Herrn Prof. Shibata von der Universität Kobe und dem wissenschaftlichen Assistenten an der Nachbaruniversität, Herrn Ito meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Literaturhinweise

- 1) Zeitschrift der elektrotechnischen Gesellschaft, S.38-4
1968, 3; S.13-16, 1968,4.
- 2) Shibata, Ito: Gemeinsame Tagung der 4 elektrotechnischen
Gesellschaften, 1968, Nr.522.
- 3) Shibata u.a.: Gemeinsame Tagung der 4 elektrotechnischer
Gesellschaften, 1969, Nr.925.
- 4) J.T.Hardin: Capacitor Discharge Ignition, SAE, 1964,12.
- 5) C.C.Morris & R.D.Morton: Unique Capacitor Discharge
Ignition System Electronics World, S.45,
Januar 1969.
- 6) R.T.Lovrenich: The Physics of Electronic Ignition, SAE,
1963, 6.