

Übersetzung aus der japanischen Zeitschrift

"Nainen Kikan" (Die Brennkraftmaschine)

Band 3, Nr. 23, Mai 1964 Seite 73 - 78

Genehmigung

ur durch

Kraut

onn

ble 16

Die neuesten Anwendungen der Elektrizität

in den Kraftfahrzeugen

von

Tomoji Inui

in Fa. Hitachi Seisakusho K.K.

1. Vorwort

In dem gewaltigen Aufbruch der technischen Neuerungen in unserem Lande nach dem Kriege war es ganz erstaunlich, wie man sich gerade bei der Entfaltung der Kraftfahrzeugtechnik um die Verbesserung der Leistung, der Herstellungstechnik, der Wirtschaftlichkeit sowie der Unterhaltung und Instandsetzung bemüht hat. So hat die Kraftfahrzeugtechnik, einschließlich der Elektrotechnik und der Elektronik eng mit den verschiedenen mit ihr zusammenhängenden Wissenschaften, so der Materialkunde auf dem Gebiete der Metalle und der Nichtmetalle, der Theorie der automatischen Steuerung usw. zusammengearbeitet. Diese Wissenschaften hat man sich in jeder Hinsicht angeeignet und zunutze gemacht, und so zu einer einzigen Technik zusammengefaßt und entwickelt.

Die Zusammenarbeit mit den Spezialisten dieser verschiedenen Verbindungswissenschaften bietet, neben den Fällen, in denen die Spezialisten den unaufhörlich auf sie einströmenden Forderungen der Kraftfahrzeugtechniker entsprochen und Fortschritte erzielt haben, auch viele Beispiele dafür, wie auf den Gebieten der verschiedenen Spezialtechniken die Kraftfahrzeugtechniker von ihnen selbst neue erschlossene

Verfahren und neue Materialien aufgegriffen, angewandt und weiterentwickelt haben. Die neuen Verfahren werden mit einem unerhörten Tempo entfaltet! daraus ergab sich zwar bis heute ganz von selbst die Forderung einer sehr engen Zusammenarbeit zwischen der Kraftfahrzeugtechnik und den einzelnen Verbindungswissenschaften. Dabei waren es jedoch vor allem die verschiedenen Verfahren der Anwendung der Elektrizität im Kraftfahrzeug, deren mannigfaltige Formen man untersucht hat. Auf diesem Gebiet ist die Zusammenarbeit der Fachleute der beiden technischen Wissenschaften zum idealen mustergültigen Beispiel geworden. Auf dem Gebiete der elektrotechnischen Wissenschaft hat man eine unmittelbare Stromerzeugung mit Brennstoffelementen oder mit elektromagnetischen Strömungsgeneratoren oder dergl. versucht, man hat elektronische Rechenmaschinen mit hohen Arbeitsgeschwindigkeiten und großen Kapazitäten entwickelt! bei der Erforschung der neuen Gebiete der Maser, der Laser, der Molektronik usw. sind ernsthafte Fortschritte erzielt worden, allen voran aber ist die Erschließung der Halbleiter in einem machtvollen und stürmischen Vormarsch begriffen! Dinge wie die Dioden, die Transistoren, die siliziumgesteuerten Gleichrichter kann man heute schon für hohe Leistungen und um billigen Preis bekommen.

Auch im Zusammenhang mit der Anwendung der elektrotechnischen Wissenschaft haben sich Hand in Hand mit der Erschließung der Halbleiterelemente die Gebiete ihrer Anwendung sehr rasch zu vergrößern begonnen. Die Verfasser gehen von dem Gedanken aus, daß heute bereits die bisher gebräuchlichen elektrischen Erzeugnisse für Kraftfahrzeuge durch Anwendung der Elektrizität die Steuerung erleichtern und daß dieser besondere Vorteil immer stärker ausgenützt wird! sie sind zwar der Ansicht, daß auch in der Zukunft derartige Überlegungen notwendig sind, sie haben jedoch als ganz besonderes vorteilhaftes Merkmal

die Hand in Hand mit den Halbleiterelementen mehr und mehr in den Vordergrund tretende Steuerfähigkeit der Elektrizität klar herausgestellt. Da ein Transistor bei der niedrigen Spannung, wie sie zum Beispiel ein Akkumulator als Stromquelle für Kraftfahrzeuge liefert, als Verstärkerelement arbeiten kann, so werden, wenn man einen Transistor anwendet, die verschiedenen physikalischen und chemischen Größen in elektrische Signale verwandelt und verstärkt, und es wird eine automatische Steuerung ermöglicht, für die sich ausgedehnte Anwendungsgebiete denken lassen. Durch eine derartige Anwendung der Halbleiter ist die Hochpräzisionssteuerung, beispielsweise die kontaktlosen Zündeinrichtungen und die Kraftstoffeinspritzsteuerung, die früher so viele Schwierigkeiten bereitet haben, auf verhältnismässig leichte Weise möglich geworden. Weiterhin haben die Wechselstromgeneratoren, gegenüber den bisher gebräuchlichen Ladegeneratoren eine ganz beträchtliche Leistungssteigerung gebracht, sie haben eine Verringerung der Abmessungen und des Gewichtes ermöglicht. Auf der anderen Seite nehmen auch die Einrichtungen, bei denen man durch bloße Anwendung eines elektrischen Antriebs ohne Halbleiter eine Vereinfachung und Erleichterung der Betätigung erreichen will, immer mehr zu; hierfür seien als Beispiele nur genannt: die elektrischen Fensterheber, die elektrischbetätigten Sitze, die elektromagnetischen Kupplungen und die Wirbelstrombremsen.

Im Nachstehenden will ich nun versuchen, über die neuesten Anwendungen der Elektrizität in den Kraftfahrzeugen, aufgeteilt in die folgenden drei Hauptpunkte zu berichten: (1) die Anwendung der Elektrizität im Zusammenhang mit dem Kraftfahrzeugmotor, (2) ihre Anwendung im Zusammenhang mit der Karrosserie des Kraftfahrzeugs und (3) ihre Anwendung im Zusammenhang mit den Antriebs- und Bremseinrichtungen des Kraftfahrzeuges.

2. Die Anwendung der Elektrizität im Zusammenhang mit dem Motor

2.1 Die Verbesserung der Zündeinrichtungen

(A) Die Transistorzündanlagen

Bei den sogenannten Transistorzündanlagen unterscheidet man die Semitransistorzündanlagen, bei denen die Verstärkerwirkung des Transistors benützt wird, um den Laststrom der bisher gebräuchlichen Unterbrecherkontakte zu verringern, und die Volltransistorzündanlagen, bei denen das Auffinden der Zündzeitpunkte auf elektrischem Wege geschieht, so daß der Unterbrecher ganz in Wegfall kommt.

Wenn man für die Semitransistorzündanlagen Transistoren, welche hohen Spannungen (60 V und darüber) und hohen Strömen (5 A und darüber) standhalten können, verwendet, dann werden die bisher in den Zündanlagen gebräuchlichen Kondensatoren überflüssig, und man kann die Zündspulen für ein hohes Windungszahlverhältnis (250 - 400) auslegen. Zur Zeit sind in Amerika und in Europa einige verschiedene Arten dieser Zündsysteme am Markt, deren Verwendung nur geringe Vorteile bietet, wie etwa den Vorteil einer erheblichen Verlängerung der Lebensdauer dank der Verringerung des Abreißstromes der Unterbrecherkontakte, oder den Vorteil einer geringen Regelhäufigkeit des Zündzeitpunktes.

Andererseits hat man jedoch bei den Semitransistorzündanlagen dieser Art den Nachteil, daß sie (a), wenn man Germaniumtransistoren verwendet, eine niedrige Wärmebeständigkeit besitzen, und daß sie (b) bei den Kraftfahrzeugen mit Pluspolerdung eine Verbesserung des Unterbrechers erfordern. Als Gegenmaßnahme hat man Siliziumtransistoren von hoher Wärmebeständigkeit verwendet, und man

hat überdies Semitransistorzündanlagen entwickelt, welche mit allen modernen Zündsystemen, sowohl den Pluspolerdungssystemen, wie auch den Minuspolderdungssystemen, unmittelbar zusammengebaut werden können. Die Schaltungen dieser Anlagen sind in der Abb. 1, und einige Beispiele ihrer Außenansicht sind in der Abb. 2 dargestellt. Diese Schaltungen können bei Temperaturen von -20°C bis $+85^{\circ}\text{C}$ verwendet werden, wir sind daher der Ansicht, daß diese Schaltungen Hand in Hand mit dem fortschreitenden Sinken der Transistorenpreise auch bei uns hier in Japan mehr und mehr Eingang finden werden.

Bei den Volltransistorzündanlagen kommt der bisher gebräuchliche Unterbrecher als Mechanismus für das Auffinden der Zündlage in Wegfall und es wird statt seiner ein Magnetimpulsgenerator oder (und?) ein fotoelektrisches Schaltelement verwendet, deren elektrische Signale verstärkt werden und einen Hochspannungserzeuger steuern. Auf diese Weise wird das bei hohen Motordrehzahlen auftretende Problem des Kontaktflatterns ganz einfach gelöst, und da zudem auch die Zündgenauigkeit verbessert wird, so hat man bereits damit begonnen, diese Volltransistorssysteme für die Zündanlagen von Motoren mit hohen Drehzahlen, wie etwa die Motoren von Rennwagen, zu verwenden. Die Abb. 3 und 4 zeigen die Außenansicht der einzelnen Teile, sowie die Schaltung einer solchen Anlage mit Magnetimpuls-generator, wie sie für einen Viertakt-Vierzylindermotor verwendet wurde. Bei derartigen Zündanlagen ist jedoch die Leistung des Impulsgenerators bei niedrigen Drehzahlen, insbesondere bei Zündzeitpunktregelung nicht ausreichend, und häufig bereitet es große Schwierigkeiten, daß sich der Zündzeitpunkt mit steigender Motordrehzahl ändert.

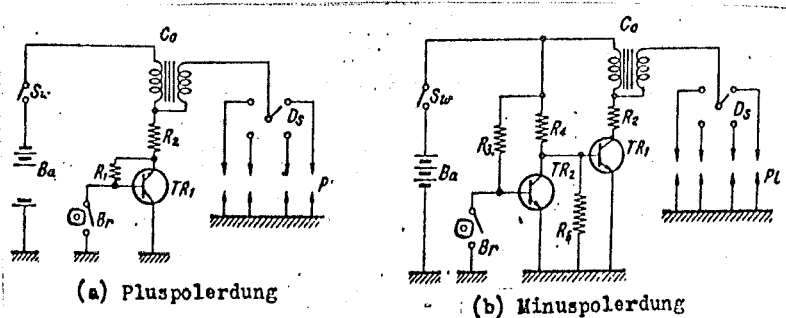


Abb. 1 Schaltung einer Semitransistor-Zündanlage

S_w : Zündschalter, D_s : Verteiler, R_1-R_5 : Widerstände,
 B_a : Batterie, C_o : Zündspule, TR_1, TR_2 : Transistoren,
 B_r : Unterbrecher, P_1 : Zündkerze,

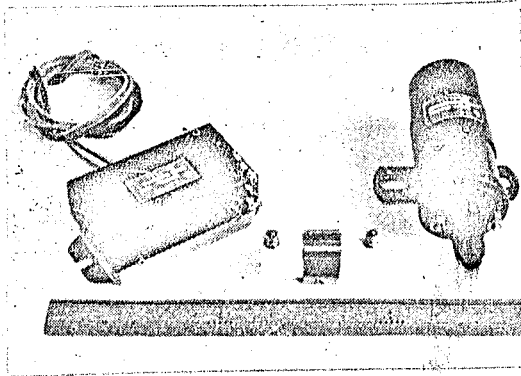


Abb. 2 Semitransistor-Zündanlage

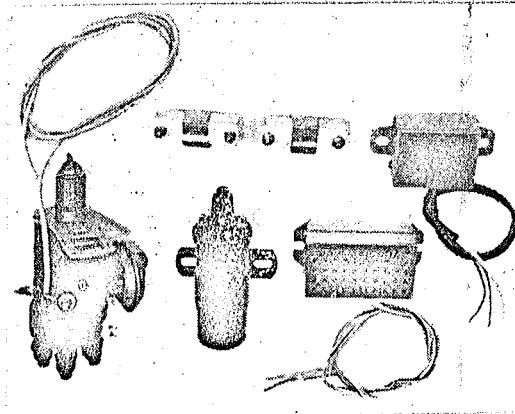


Abb. 3 Volltransistor-Zündanlage

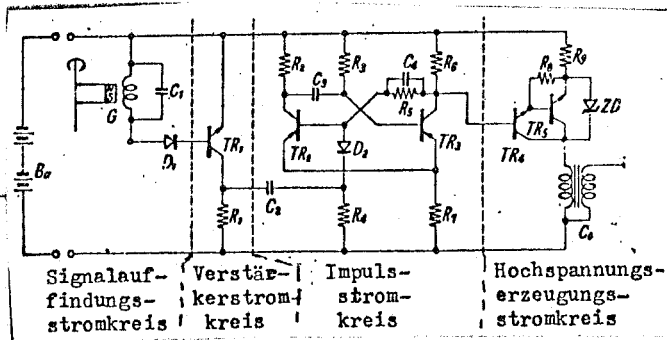
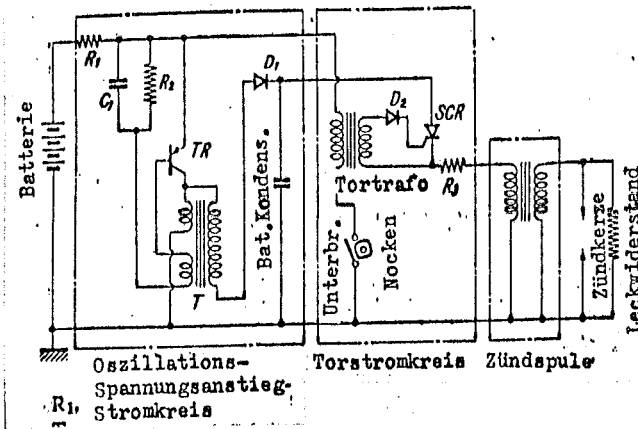


Abb. 4 Schaltung einer Volltransistor-Zündanlage

B_a : Batterie, C_1-C_4 : Kondensatoren, TR_1-TR_5 : Transi-
 G : Magnet-Impuls-generator, R_1-R_9 : Widerstände, st oren
 Z_d : Zener-Diode, C_o : Zündspule, D_1-D_2 : Dioden.

(B) Die Kondensatorentladungszündanlagen

Das bisher gebräuchliche Zündsystem besteht darin, daß ein in einer Zündspule fließender Gleichstrom durch die Unterbrecherkontakte plötzlich abgeschaltet wird. Dadurch wird die primärseitige Energie der Zündspule in sekundärseitige Hochspannungsenergie verwandelt. Dabei geht beim Durchgang durch den verschmutzten Teil der Zündkerze elektrische Ladung verloren und man bekommt an der Funkenstrecke nicht die erforderliche hohe Spannung, so daß es vorkommt, daß die Funkenentladung ausbleibt. Damit dieser Mangel behoben wird, ist es wünschenswert, die Schnelligkeit des Aufbaus der sekundärseitigen Hochspannung zu steigern (d.h. die Aufbauzeit zu verkürzen). Bei der Kondensatorentladungszündanlage hat man nun gerade diesen Punkt ganz besonders auf Korn genommen und eingehend untersucht. Dieses Zündsystem ist zwar schon von alters her bekannt, da man jedoch als Schaltelemente solche mit langer Lebensdauer nicht bekommen konnte, so konnten diese Anlagen keine hohe praktische Betriebsdauer erreichen; deshalb hat man sich in den letzten Jahren die neu entwickelten Siliziumgesteuerten Gleichrichter (abgekürzt SCR) zu nutze gemacht und praktisch angewandt. Ein Beispiel einer solchen Schaltung ist in der Abb. 5 dargestellt. Die Abb. 6 zeigt einen Vergleich der Sekundärspannung bei verringertem Leckwiderstand bei diesem System und bei den bisher gebräuchlichen Systemen. Anhand dieser Abb. wird der bereits oben beschriebene besondere Vorteil sehr gut verständlich. Da jedoch ein siliziumgesteuerter Gleichrichter einen sogenannten pupn-Übergang darstellt, so ist es ziemlich schwierig, einwandfreie Erzeugnisse zu erhalten, und, da man für die Schaltung einen Oszillationsspannungsanstiegstromkreis braucht, so wird die ganze Sache ziemlich teuer. Diese beiden Gesichtspunkte dürften wohl eine allgemeine Einführung derartiger Verfahren noch geraume Zeit hinausschieben.



Oszillations-
Spannungsan-
stieg-
stromkreis
Torstromkreis
Zündspule
Leckwiderstand

R_1, R_2, R_3 : Widerstände, TR: Transistor, C_1 : Kondensator,
T: Transformator, D_1 und D_2 : Dioden, SCR: siliziumgesteuerter
Gleichrichter

Abb. 5 Schaltung einer Kondensatorentladungs-
Zündanlage

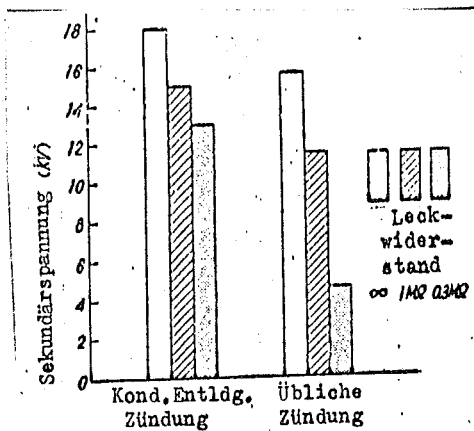


Abb. 6 Vergleich der Sekundärspannung des Kondensatorent-
ladungszündverfahrens und des herkömmlichen Zündver-
fahrens bei niedrigem Leckwiderstand

(C) Die Spezialzündanlagen

Über piezoelektrische Zündanlagen, bei denen man die für die Zündung erforderliche Hochspannung durch Ausnützung der piezoelektrischen Erscheinung gewinnt, ist bereits im Februar des vergangenen Jahres eine von Herrn Masuda verfasste Arbeit in dieser Zeitschrift erschienen (Bd. 2, Heft 8). Ich darf daher diese Art eines Zündsystems überspringen und mich gleich den

statisch-elektrischen Zündanlagen zuwenden. Statisch-elektrische Zündverfahren, bei denen man durch Reibungselektrizität eine hohe Spannung erzeugt und für die Zündung verwendet, sind schon vor langer Zeit in Frankreich untersucht worden, und auch bei uns in Japan sind einige Patente hierüber angemeldet worden. Im vergangenen Jahre ist in einer sowjetischen automobiltechnischen Zeitschrift eine Forschungsarbeit veröffentlicht worden, worin der Betrieb eines 4 Takt - 4 Zylindermotors mit einer statisch-elektrischen Zündanlage beschrieben wird. Bei diesem Verfahren läßt man einen Generator für statische Elektrizität und einen Hochspannungsverteiler in einem hochkomprimierten Gas laufen! mit den Abmessungen 75 Ø x 180 soll man ungefähr eine ausreichende Leistung erhalten haben. Da man sich bei diesem System ausschließlich der elektrostatischen Hochspannungsenergie bedient, so erfolgt der Aufbau der Hochspannung, von dem bereits oben die Rede war, ausreichend rasch, was im Hinblick auf den Leckwiderstand ein großer Vorteil ist! es bleibt jedoch andererseits die Frage, ob man ausschließlich mit einem sogenannten Kapazitätsfunken eine vollständige Zündung bekommt, und wie, wenn man das Ganze in einem hochkomprimierten Gase laufen läßt, die Abdichtung des stabilisierten Gases konstruktiv gelöst werden soll.

(D) Die Zündkerzen mit in Serie liegenden Vorfunkentrecken

Die Bemühungen, den Wärmewert der Zündkerzen zu erweitern und so die sogenannte Weitbereichskerze zu schaffen, werden zwar auch heute noch immer mit aller Kraft fortgesetzt! um jedoch die dabei auftretenden von einem niedrigen Leckwiderstand herrührenden Zündaussetzer insbesondere vom elektrischen Gesichtspunkt her zu beheben, ist man auf diese Zündkerzen mit in Serie liegenden Vorfunkentrecken gekommen. Die von der englischen Firma Rodge im vorigen Jahre herausgebrachte "Golden Rodge" Kerze ist ein reprä-

sentatives Beispiel für diese Art von Zündkerzen, ihr Aufbau ist in der Abb. 7 (a) dargestellt.

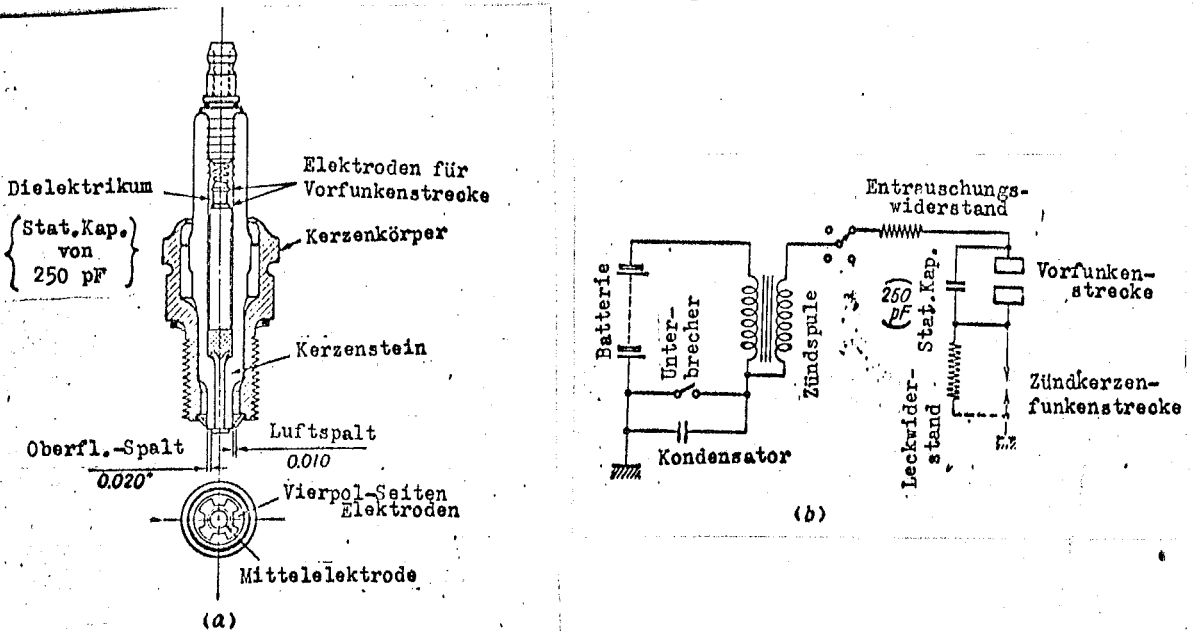


Abb. 7 Zündkerze mit in Serie liegender Vorfunkensstrecke

Im Innern der bisher gebräuchlichen Zündkerze ist eine in Serie liegende Vorfunkensstrecke vorgesehen. Parallel zu dieser ist eine statische Kapazität von ungefähr 250 pF geschaltet. Die elektrisch äquivalente Schaltung ist in der Abb. 7 (b) dargestellt. Da bei diesem System die Spannung auch dann, wenn der Leckwiderstand der Hauptfunkenstrecke der Kerze abgesunken ist, bis zur Entladung der in Serie liegenden Vorfunkensstrecke nicht aufgebaut wird, so fließt kein Leckstrom, und erst wenn die in Serie liegende Vorfunkensstrecke entladen wird, baut sich ganz plötzlich die Spannung auf, so daß der Leckstrom gar keine Zeit hat zu fließen! dazu kommt auch noch die in der statischen Kapazität von 250 pF aufgespeicherte elektrische Ladung, die eine ganz hervorragende Wirkung hervorbringt. Der dieser in Serie liegenden Vorfunkensstrecke zugrunde liegende Gedanke ist zwar keineswegs neu, ich möchte jedoch behaupten, daß der damit verbundene Gedanke einer Zündkerze mit parallel geschalteter statischer Kapazität ein ungewöhnliches und bemerkenswertes Verfahren darstellt.

2.2. Die Verbesserung der Ladeeinrichtungen